



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)
Полилаб Нижнекамск ПАО «Нижнекамскнефтехим»

Нефтехимия и нефтепереработка

**Материалы
Всероссийской научно-практической конференции,
посвященной 80-летию Победы в Великой
Отечественной войне**

Нижнекамск
2025

УДК 665.6

ББК 35.514

Редакционная коллегия:

Ахметов И.Г., доктор хим. наук, профессор (гл. редактор),
Тумаева Е.В., канд. тех. наук, доцент, (зам. гл. редактора),
И.о. заведующего кафедрой НХС Агзамов Р.З.,
И.о. заведующего кафедрой ОХБТ Ахсанова О.Л.,
Заведующий кафедрой МАХП Мадышев И.Н.,
Заведующий кафедрой ПАХТ Латыпов Д.Н.,
Заведующий кафедрой ЭТЭОП Гаврилов Е.Н.,
И.о. заведующего кафедрой ИСТ Рузанова М.А.,
Заведующий кафедрой ЭУИ Дырдонова А.Н.,
Заведующий кафедрой ИЯ Ганиева Г.Р.

*Печатается по решению Комиссии по науке и инновациям Нижнекамского
химико-технологического института*

Составители макета: Масгутова А.А., Макусева Т.Г.

С – 68 Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции
 **«Нефтехимия и нефтепереработка», посвященная 80-летию Победы в
 Великой Отечественной войне** : сборник трудов / кол. авторов. –
 Нижнекамск : НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», 2025. – 508 с.

В сборнике представлены материалы лучших работ студентов, аспирантов и молодых учёных. Приведены результаты теоретических и прикладных изысканий представителей научного и образовательного сообщества в области нефтехимии и нефтепереработки.

Сборник предназначен для студентов, аспирантов, молодых учёных, преподавателей и педагогических работников. Может использоваться в учебном процессе, в том числе для обучения слушателей на курсах повышения квалификации и профессиональной переподготовки в целях углублённого рассмотрения соответствующих проблем.

Сборник научных трудов подготовлен по материалам, представленным в электронном виде, сохраняет авторскую редакцию, всю ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об охране интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

© Нижнекамский химико-технологический институт, 2025

© Коллектив авторов, 2025

Научное издание

I. ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

АДГЕЗИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ГОМОПОЛИМЕРОВ С ПОВЕРХНОСТЬЮ АЛЮМИНИЯ: ИНТЕРПРЕТАЦИЯ С ПОЗИЦИЙ КВАНТОВОЙ ХИМИИ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

А.А. Балдинов¹, Н.В. Улитин², В.И. Анисимова³, И.С. Родионов⁴

¹⁻⁴ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань

¹baldinov.andrei@yandex.ru, ²n.v.ulitin@mail.ru, ³anisimova.vvika@gmail.com,

⁴vip.ilya.00@mail.ru

Науч. рук. д-к. хим. наук, профессор Н.В. Улитин

Аннотация. В настоящей работе исследовали адгезионные взаимодействия между органическими гомополимерами полиэтилентерефталатом (ПЭТФ), полиметилметакрилатом (ПММА), полистиролом (ПС), полипропиленкарбонатом (ППК), полипропиленом (ПП) и поверхностью окисленного алюминия (γ -Al₂O₃) методами квантовой химии и молекулярной динамики. Определены кислотно-основные параметры поверхностей адгезивов и субстрата методом Э. Бергер, установившие основные свойства ПЭТФ, ПММА, ПС и кислотные свойства ППК, ПП и алюминия. С использованием метода квантовой химии B3LYP-GD3/6-31G(d,p) установлено, что адгезионное взаимодействие адгезивов с поверхностью γ -Al₂O₃ обусловлено функциональными группами в адгезивах: сложноэфирной группой и бензольным кольцом у ПЭТФ, сложноэфирной группой у ПММА, карбоксильной группой у ППК, бензольным кольцом у ПС. Также образуются водородные связи между атомами водорода у адгезивов и атомами кислорода поверхности γ -Al₂O₃. Энергии адгезионного взаимодействия убывают в ряду ПЭТФ > ППК > ПММА > ПС > ПП, согласуясь с кислотно-основными параметрами. Методом молекулярной динамики с использованием силового поля PCFF получена модель ПЭТФ со значениями расчетной плотности и температуры стеклования, близкой к экспериментальным значениям и модель поверхности γ -Al₂O₃ с использованием силового поля CLAYFF.

Ключевые слова: адгезив, адгезионное взаимодействие, антикоррозионные покрытия, квантовая химия, молекулярная динамика, оксид алюминия, система адгезив-субстрат, субстрат, органические гомополимеры, функциональные группы

Адгезионные взаимодействия между полимером и металлом играют важную роль в создании антикоррозионных покрытий для металлических

поверхностей технологического оборудования, в производстве микроэлектроники и разработке изделий медицинского назначения [1]. Алюминий широко используется в этих областях благодаря своей высокой прочности, теплопроводности и электропроводности [1]. Однако даже при наличии естественной оксидной пленки он подвержен коррозии [1]. Одним из способов защиты от коррозии является нанесение полимерных покрытий, в частности, органических гомополимеров полиэтилентерефталата (ПЭТФ), полиметилметакрилата (ПММА), полистирола (ПС), полипропиленкарбоната (ППК) и полипропилена (ПП), обладающих высокой устойчивостью к агрессивным средам и хорошей теплоизоляцией [1].

Прочность адгезионного взаимодействия между органическим гомополимером (адгезивом) и металлом (субстратом) зависит от механизма взаимодействия между ними, который определяется особенностью структуры субстрата и наличием функциональных групп в адгезиве [1]. Экспериментальные методы оценки адгезионных характеристик (испытания на отрыв, сдвиг) носят разрушающий характер, не позволяют установить механизм адгезионного взаимодействия на атомно-молекулярном уровне [1]. В то время как использование различных теоретических подходов, например, методов квантовой химии и молекулярной динамики, позволяет определить механизм адгезионного на молекулярном уровне [1, 2]. Поэтому актуальной задачей является исследование механизма адгезионного взаимодействия методами квантовой химии и молекулярной динамики между органическими гомополимерами и поверхностью окисленного алюминия, что стало целью настоящего исследования.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1) определение в рамках теории ван Осса-Чодери-Гуда методом Э. Бергер по уравнению Оуэнса-Вэндта кислотно-основных параметров поверхностей адгезивов и субстрата;

2) определение механизма и энергетических характеристик адгезионного взаимодействия в системах адгезив-субстрат методом квантовой химии B3LYP-GD3/6-31G(d,p);

3) определение механизма и энергетических характеристик адгезионного взаимодействия в системах адгезив-субстрат методами молекулярной динамики с использованием силовых полей PCFF и CLAYFF.

В рамках первой задачи, по определению кислотно-основных параметров поверхностей адгезивов и субстрата, нашли кислотный параметр γ^+ , отвечающий за электроноакцепторные свойства поверхностей

адгезивов и субстрата и основной параметр γ^- , отвечающий за электронодонорные свойства поверхностей адгезивов и субстрата. Установили, что поверхности ПЭТФ, ПММА и ПС обладают основными свойствами ($\gamma^- > \gamma^+$), ППК, ПП и алюминия – кислотными ($\gamma^+ > \gamma^-$). Полученные данные могут являться мерой прогноза прочности адгезионного взаимодействия, чем более основными свойствами обладают адгезивы по отношению к кислотной поверхности алюминия, тем прочнее адгезионное взаимодействие между ними. Однако полученные данные не позволяют выявить механизм адгезионного взаимодействия.

Для решения второй задачи, по определению механизма и энергетических характеристик адгезионного взаимодействия в системах адгезив-субстрат методом квантовой химии, применяли метод B3LYP-GD3/6-31G(d,p) [3] с использованием программного пакета Gaussian 16, Revision C.01 [4]. Алюминий легко окисляется, поэтому в качестве модели поверхности алюминия рассматривали γ -Al₂O₃. Установили, что системы адгезив- γ -Al₂O₃ образуются за счет наличия функциональных групп в структуре адгезива. Для ПЭТФ – сложноэфирная группа и бензольное кольцо; для ПММА – сложноэфирная группа; для ППК – карбоксильная группа; для ПС – бензольное кольцо. Для ПП характерно образование водородных связей с поверхностью γ -Al₂O₃. Рассчитанные значения энергии адгезионного взаимодействия позволяют расположить адгезивы по прочности адгезионного взаимодействия с поверхностью γ -Al₂O₃ в следующий ряд: ПЭТФ > ППК > ПММА > ПС > ПП. Полученные результаты показали, что значения энергии адгезионного взаимодействия хорошо согласуются со значениями электронодонорных (γ^-) и электроноакцепторных (γ^+) параметров свободной поверхностной энергии, найденных экспериментально в рамках теории ван Осса-Чодери-Гуда.

Для полной оценки прочности адгезионного взаимодействия в системах адгезив- γ -Al₂O₃ необходимо учитывать, каким образом различные функциональные группы адгезива и в каком соотношении будут ориентироваться и взаимодействовать с поверхностью субстрата. Получение такой информации возможно за счет исследования адгезионного взаимодействия в системах адгезив-субстрат методами молекулярной динамики в рамках решения третьей задачи. На первом этапе решения третьей задачи, создали модель ПЭТФ, где рассчитанные значения плотности и температуры стеклования близки к экспериментальным значениям, и модель поверхности γ -Al₂O₃. Аморфную ячейку ПЭТФ моделировали в программном пакете EMC: Monte Carlo Simulations с использованием силового поля PCFF (Polymer Consistent Force Field) [5, 6].

Для создания модели ПЭТФ, варьировали количество мономерных звеньев n в полимерной цепи ($n = 10-100$). Модель ПЭТФ содержала 10000-11000 атомов. Моделирование молекулярной динамики проводили с использованием программного пакета LAMMPS (Large-scale Atomic/Molecular Massively Parallel Simulator) [7] с шагом по времени 1 фс. Моделирование аморфной ячейки модели ПЭТФ с использованием программных пакетов ЕМС и LAMMPS позволило получить модель ПЭТФ $n=100$ со значением плотности ($\rho_{\text{расч}} = 1,33 \text{ г/см}^3$) и температуры стеклования ($T_{\text{g(расч)}} = 360 \text{ К}$), близкой к экспериментальной ($\rho_{\text{эксп}} = 1.37 \text{ г/см}^3$ [8] и $T_{\text{g(эксп)}} = 333-353 \text{ К}$ [9]). Поверхность $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ моделировали в виде суперячейки $12 \times 8 \times 1$ с коэффициентами Миллера (0 0 1) с использованием силового поля CLAYFF [10], структура которой была взята из кристаллографических данных [11].

На втором этапе решения третьей задачи будет проведено исследование взаимодействия между ПЭТФ и поверхностью $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ методами молекулярной динамики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Acid-base properties and modeling by quantum chemistry of adhesion interactions at the interface of thermoplastic-aluminum systems / N. V. Ulitin, V. I. Anisimova, A. A. Baldinov [et al.] // International Journal of Adhesion and Adhesives. – 2024. – V. 132. – Article. 103692.
2. A close-up of the effect of iron oxide type on the interfacial interaction between epoxy and carbon steel: combined molecular dynamics simulations and quantum mechanics / G. Bahlakeh, M. Ghaffari, M. R. Saeb [et al.] // The Journal of Physical Chemistry C. – 2016. – V. 120. – P. 11014-11026.
3. Jensen F. Introduction to Computational Chemistry / F. Jensen // Chichester: John Wiley & Sons. – 1999. – 429 p.
4. Gaussian 16, Revision C.01, Frisch, M.J.; Trucks, G.W.; Schlegel, H.B.; Scuseria, G.E.; Robb, M.A.; Cheeseman, J.R.; Scalmani, G.; Barone, V.; Petersson, G. A.; Nakatsuji, H.; Li, X.; Caricato, M.; Marenich, A.V.; Bloino, J.; Janesko, B G.; Gomperts, R.; Mennucci, B.; Hratchian, H.P.; Ortiz, J. V.; Izmaylov, A.F.; Sonnenberg, J.L.; Williams-Young, D.; Ding, F.; Lipparini, F.; Egidi, F.; Goings, J.; Peng, B.; Petrone, A.; Henderson, T.; Ranasinghe, D.; Zakrzewski, V.G.; Gao, J.; Rega, N.; Zheng, G.; Liang, W.; Hada, M.; Ehara, M.; Toyota, K.; Fukuda, R.; Hasegawa, J.; Ishida, M.; Nakajima, T.; Honda, Y.; Kitao, O.; Nakai, H.; Vreven, T.; Throssell, K.; Montgomery, J.A., Jr.; Peralta, J.E.; Ogliaro, F.; Bearpark, M.J.; Heyd, J.J.; Brothers, E.N.; Kudin, K.N.; Staroverov,

V.N.; Keith, T.A.; Kobayashi, R.; Normand, J.; Raghavachari, K.; Rendell, A.P.; Burant, J.C.; Iyengar, S.S.; Tomasi, J.; Cossi, M.; Millam, J.M.; Klene, M.; Adamo, C.; Cammi, R.; Ochterski, J.W.; Martin, R.L.; Morokuma, K.; Farkas, O.; Foresman, J.B.; Fox, D. J. Gaussian, Inc., Wallingford CT, 2016.

5. Veld, P. J. in't. Enhanced Monte Carlo: A multi-purpose modular and easily extendable solution to molecular and mesoscale simulations / P. J. in't Veld.

6. In 'T Veld, P. J. Temperature-Dependent Elasticity of a Semicrystalline Interphase Composed of Freely Rotating Chains / P. J. In 'T Veld, G. C. Rutledge // Macromolecules. – 2003. – V. 36. – P. 7358-7365.

7. Plimpton, S. Fast parallel algorithms for short-range molecular dynamics / S. Plimpton // Journal of Computational Physics. – 1995. – V. 117. – P. 1-19.

8. Nisticò, R. Polyethylene terephthalate (PET) in the packaging industry / R. Nisticò // Polymer Testing. – 2020. – V. 90. – P. 106707.

9. Chen, D. Glass transition temperature of copolyesters of PET, PEN and PHB as determined by dynamic mechanical analysis / D. Chen, H. G. Zachmann // Polymer. – 1991. – V. 32. – P. 1612-1621.

10. Cygan, R.T. Molecular Models of Hydroxide, Oxyhydroxide, and Clay Phases and the Development of a General Force Field / R. T. Cygan, J.-J. Liang, A.G. Kalinichev // The Journal of Physical Chemistry B. – 2004. – V. 108 – P. 1255-1266.

11. Digne, M. Use of DFT to achieve a rational understanding of acid?basic properties of γ -alumina surfaces / M. Digne // Journal of Catalysis. – 2004. – V. 226. – P. 54-68.

АНАЛИЗ ВУЛКАНИЗАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ВУЛКАНИЗУЮЩИХ АГЕНТОВ

Л.И. Ахметова

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ» г. Нижнекамск

Lotos.09.86@mail.ru

Науч. рук. доцент Е.Г. Мохнаткина

Аннотация. В статье представлены результаты проведенных лабораторных исследований резиновых смесей с различным содержанием вулканизирующих агентов.

Ключевые слова: вулканизация, сера техническая растворимая, полимерная сера, физико-механические свойства резиновых смесей.

Вулканизация - основной химический процесс резиновой технологии, протекающий в присутствии вулканизирующих агентов или под влиянием физических воздействий. В процессе вулканизации полимерная основа смеси переходит из вязкотекучего в высокоэластическое состояние вследствие сшивания макромолекул каучука. Основным вулканизирующим агентом является элементарная сера [1].

В производстве шин и резинотехнических изделий (РТИ) используются две модификации серы: ромбическая, или растворимая, состоящая из колец S_8 и полимерная, или нерастворимая, – S_n [2,3].

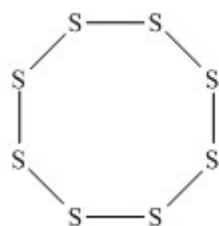


Рис. 1. Ромбическая или растворимая сера

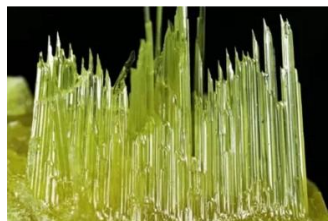
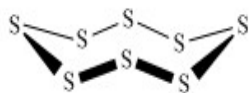


Рис. 2. Полимерная или нерастворимая сера

Сера техническая молотая представляет собой порошок желтого, серо-желтого или зеленоватого цвета, плотностью 2000–2070 кг/м³; температура плавления $T_{пл} = 112–119$ °С. Получается из самородных руд или природного газа. Растворяется в сероуглероде, при нагревании – в диэтиловом эфире и бензине, слабо – в этаноле, бензоле; не растворяется в воде. Растворимость в каучуках зависит от температуры и типа каучука: при 20 °С растворимость серы составляет около 1,0 % в натуральном каучуке, 0,8 % в бутадиен-стирольном (БСК), 0,35 % – в бутадиен-нитрильном (БНК), также плохо растворяется в полибутадиене (СКД) [4].

Обработка серы маслом позволяет снизить риск возгорания серы и улучшает её внедрение и распределение в резиновых смесях в процессе их изготовления.

Полимерная, или нерастворимая, сера содержит до 90 % нерастворимой модификации и не растворяется во всех растворителях и каучуках. Молекулы полимерной серы представляют собой спирали, в

которых 10 атомов серы образуют три полных витка. Не имеет постоянной точки плавления, пластична при обычных температурах, диапазон размягчения зависит от средней степени полимеризации, степени кристаллизации и чистоты продукта. При температурах переработки резиновых смесей (до 120–130 °С) сера сохраняет стабильность, при температурах вулканизации превращается в обычную ромбическую растворимую модификацию [5,6].

Последовательность введения полимерной серы в резиновые смеси такая же, как и при введении растворимой серы. Скорость вулканизации с полимерной серой несколько выше, чем с обычной растворимой серой. Ее дозировки составляют до 5 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука. Для улучшения диспергирования в резиновых смесях полимерная сера выпускается с добавлением масел-мягчителей. Она не токсична [7].

Использование повышенных дозировок серы в резиновых смесях для обрешивания металлокорда приводит к выцветанию элементной серы на поверхность невулканизованных заготовок, лишает их необходимой для сборки клейкости и приводит к чрезмерной вулканизации в переходном слое. В мировой практике проблема выцветания серы решается путем применения в рецептурах обкладочных резин полимерной серы, основным преимуществом является сохранение конфекционной клейкости невулканизованных заготовок. Полимерная сера представляет смесь высокомолекулярных цепей и колец из атомов серы и специально стабилизируется против превращения в обычную ромбическую серу при хранении и переработке [8].

Нами были проведены исследования кинетических параметров вулканизации, физико-механических свойств резиновых смесей и вулканизатов. В качестве вулканизующих агентов использовались сера молотая растворимая, полимерная сера Кристекс ОТ-20. Дозировка вулканизующего агента во всех случаях соответствовала 100 мас. ч. каучука. Данные проведенных испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1

Свойства обкладочной резиновой смеси

Наименование показателей	1 вариант серия	2 вариант	3 вариант	4 вариант	5 вариант	6 вариант
<i>Сера нерастворимая (ОТ20)</i>	5,0	0	4,38	3,75	3,13	2,50
<i>Сера молотая (растворимая)</i>	0	4,0	0,5	1,0	1,5	2,0

Секция 1

Свойства вулканизованных смесей						
Условное напряжение при 100 % удлинении, Мпа	2,4	2,8	2,8	2,6	2,8	2,8
Условное напряжение при 300 % удлинении, Мпа	11,2	12,4	12,4	11,8	12,3	12,6

продолжение Таблицы 1

Условная прочность при растяжении, Мпа	19,7	21,2	20,4	19,3	19,8	20,7
Относительное удлинение при разрыве, %	505	507	492	481	481	490
Прочность связи обкладочной резиновой смеси с металлокордом (по ASTM D2229)						
- при н. у. (150°C × 30 мин)	631	626	622	616	609	626
Результаты химического анализа резины						
Массовая доля общей серы, %	2,05	1,99	2,16	1,89	2,09	2,12
Результаты химического анализа серы						
Термическая стабильность (толуол, 105 °C x 15 мин), %	76,4	67,8	58,1	49,3	39,1	21,3

Полученные данные в результате проведённых лабораторных исследований показывают, что резиновые смеси, вулканизирующий агент которых является полимерная сера имеет самый высокий показатель прочности связи с металлокордом и термической стабильности. После введения в состав серы растворимой эти показатели снижаются, что отрицательно влияет на свойства вулканизатов и качество готового изделия. Более перспективной является полимерная сера Кристекс ОТ-20, обеспечивающая получение высокомодульных обкладочных резин с высокой прочностью связи с металлокордом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шершнева В.А. Первая публикация: Большая российская энциклопедия 2006.
2. Ж. С. Шашок, Е. П. Усс Технология эластомерных материалов. Ингредиенты резиновых смесей: учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров» // Ж. С. Шашок, Е. П. Усс. –БГТУ, Минск 2019. 111 с.
3. Красовский В. Н. Примеры и задачи по технологии переработки эластомеров // В. Н. Красовский, А. М. Воскресенский, В. М. Харчевников. – Л.: Химия, 1984. – 205 с.
4. Гришин Б. С. Материалы резиновой промышленности (информационно-аналитическая база данных): в 2 ч. // Б. С. Гришин. – Казань: Казан. гос. технол. ун-т, 2010. – Ч. 1. – 506 с.
5. Пичугин А. М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин //А. М. Пичугин. – М.: Машиностроение, 2008. – 383 с.
6. Шмурак, И. Л. Шинный корд и технология его обработки. – М.: НИИШП, 2007. – 220 с. 15. Основы технологии шинного производства: учеб. пособие //Г. Я. Власов [и др.]; под ред. Г. Я. Власова, Ю. Ф. Шутилина. – Воронеж: ВГТА, 2002. – 460 с.
7. Большой справочник резинщика: в 2 ч. // под ред. П. И. Захарченко [и др.]. – М.: Техинформ МАИ, 2012. – Ч. 1. – 744 с.
8. Мохнаткин А.М. Сополимеры серы и ненасыщенных соединений - заменители полимерной серы в рецептурах шинных резин// Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Казань, 2003. 18с.

**АНАЛИЗ РЕЖИМОВ ПСЕВДООЖИЖЕНИЯ СЛОЯ
КАТАЛИЗАТОРА ПРОЦЕССА ФИШЕРА-ТРОПША С
ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА
CFD-DEM И FFT-АНАЛИЗА**

И.С. Родионов¹, Н.В. Улитин², К.А Терещенко³, А.А. Балдинов⁴, В.И. Анисимова⁵

¹⁻⁵ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань, Россия

¹RodionovIS@corp.knrtu.ru, ²n.v.ulitin@mail.ru, ³nucleurmind@yandex.ru,

⁴baldinov.andrei@yandex.ru, ⁵anisimovavi@corp.knrtu.ru

Науч. рук. док. хим. наук, профессор Н.В. Улитин

Секция 1

Аннотация. В данной работе проведено гидродинамическое моделирование многосекционного реактора синтеза Фишера-Тропша (FTS) с псевдоожиженным слоем катализатора с использованием методов CFD и DEM. Исследовано влияние вертикальных перегородок на поведение слоя частиц модельного катализатора. Определена минимальная скорость псевдоожижения (~ 1 м/с) и проанализированы различные режимы с помощью FFT-анализа флуктуаций гидравлического сопротивления слоя. Установлено, что для поддержания однородного кипящего режима псевдоожижения во всех секциях слоя требуется скорость газа на входе ~ 3 м/с, компенсирующая гидравлическое сопротивление слоя ($\sim 17\%$ потери скорости на слой). На основе моделирования определено оптимальное количество секций слоя (4) с учетом риска уноса и эрозии частиц при повышенных скоростях. Моделирование выполнено в ANSYS Fluent 2021R1.

Ключевые слова: CFD-DEM, FFT-анализ, псевдоожижение, реактор с псевдоожиженным слоем, синтез Фишера-Тропша.

Современная промышленность испытывает растущую потребность в высококачественных углеводородах и ценных химических продуктах, имеющих широкий спектр применений – от производства моторных топлив и масел до восков. Синтез Фишера-Тропша (FTS, от англ. Fischer-Tropsch Synthesis) позволяет получать множество ценных продуктов из синтез-газа: от синтетического топлива и смазочных масел до парафинов [1]. В качестве катализаторов обычно используются нанесенные на носители соединения Fe или Co. Выбор между металлами определяется источником синтез-газа – уголь/биомасса для Fe, природный газ для Co [1].

Высокая экзотермичность FTS и сложность управления процессом привели к необходимости использования реакторов, обеспечивающих эффективный отвод тепла и оптимальный контакт фаз. Для крупномасштабного производства активно применяются реакторы с псевдоожиженным слоем. Они обеспечивают высокую эффективность теплопередачи, улучшенный контакт газа и катализатора, а также простоту конструкции и гибкость управления процессом, что снижает риск перегрева и повышает общую эффективность процесса [2-4]. В псевдоожиженном слое также проводят каталитический крекинг углеводородов, гидрокрекинг и полимеризацию (например, этилена) [3].

Для детального изучения поведения многофазных систем в реакторах FTS активно применяются методы вычислительной гидродинамики (CFD) в сочетании с методом дискретных элементов (DEM). Метод CFD-DEM позволяет детально моделировать движение и взаимодействие отдельных частиц катализатора и газа, а также влияние внутренних устройств реактора,

таких как вертикальные перегородки, которые минимизируют эрозию и позволяют управлять режимом процесса [5, 6]. Однако точность такого моделирования зависит от учета реальных физических свойств частиц катализатора и газа [3, 7].

Поэтому целью данной работы являлось определение гидродинамики псевдоожиженного слоя с учетом наличия вертикальных перегородок и нескольких секций слоя частиц, а именно: исследование минимальных скоростей псевдоожижения и обеспечение однородности режима работы.

Объект исследования – модельный реактор с псевдоожиженным слоем частиц, оснащенный вертикальными перегородками, которые расположены на распределительных решетках для организации нескольких секций слоя. Такая конструкция призвана обеспечить однородное псевдоожижение и избежать поршневого режима, ухудшающего тепло- и массообмен. Для упрощения базовой гидродинамической модели в качестве оживающего агента использовали воздух.

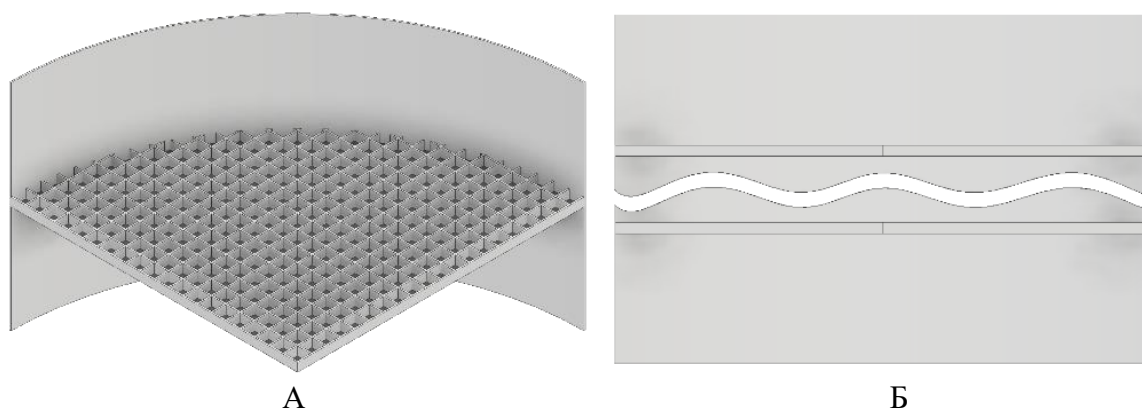


Рис. 1. Схематическое представление секции реакционной зоны реактора:
А – конструкция распределительного устройства; Б – вид сбоку.

Одним из способов оценки режима псевдоожижения является анализ динамики перепада давления (флуктуаций давления, ΔP) в слое во времени [4]. Характер изменения ΔP позволяет определить переход между различными режимами псевдоожижения, включая такие нежелательные, как поршнеобразование (слияние газовых пузырей) или быстрое псевдоожижение, которые снижают эффективность массо- и теплообмена [3, 4].

Для более детального анализа флуктуаций давления использовали быстрое преобразование Фурье (FFT-анализ) [8, 9]. FFT позволяет выявить ключевые гидродинамические характеристики, такие как равномерность распределения частиц, размеры газовых пузырей и переходы между

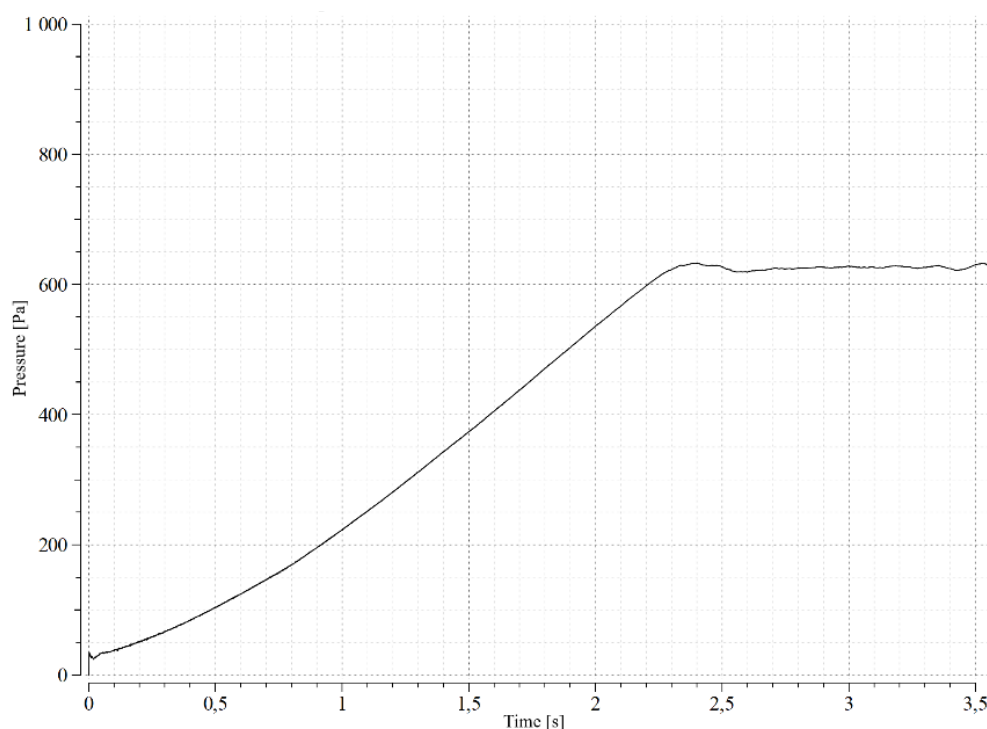
режимами [9]. Все расчеты, в том числе FFT-анализ, выполнялись в программном CFD-пакете ANSYS Fluent 2021R1.

Первым шагом исследования стало определение минимальной скорости псевдооживления (U_{mf}). Моделирование поведения слоя частиц в ячейке распределительного устройства проводилось путем постепенного увеличения скорости воздуха от 0 м/с по закону $a \cdot t$ (где a – ускорение, 0.4 м/с², t – время от начального состояния системы с;). Момент достижения U_{mf} характеризуется выходом графика перепада давления на плато, что и наблюдается на рис. 2А. Скорость воздуха при этом составила около 1 м/с. Было отмечено, что при скорости газа 1.4 м/с достигался стабильный режим псевдооживления с поршнеобразованием. FFT-анализ этого режима продемонстрировал четкий доминирующий пик (72 Па/Гц) на частоте 5.4 Гц, указывающий на образование крупных пузырей (поршней). Такой режим хоть и характеризуется высокой однородностью, является нежелательным для эффективного массо- и теплообмена.

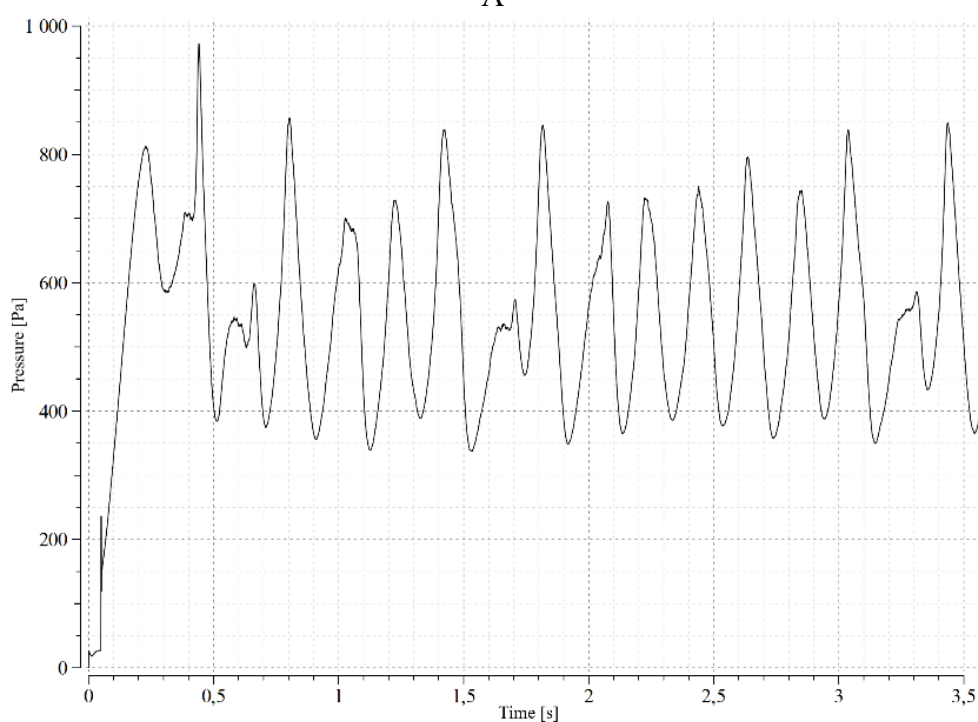
Далее проводилась серия расчетов для определения минимальной скорости воздуха, необходимой для достижения кипящего режима без поршнеобразования. Это важно, поскольку узкие каналы, образованные решеткой (Рис. 1 А, Б), могут способствовать поршневому режиму даже выше U_{mf} . Необходимо также учесть, что при прохождении через каждый слой частиц скорость воздуха падает примерно на 17% из-за гидравлического сопротивления. Следовательно, скорость газа на входе должна быть достаточной для обеспечения кипящего режима даже в верхних секциях слоя.

Однако следует учитывать, что значительное повышение скорости газа может вызвать унос частиц и их удар об опорную решетку следующего слоя, что потенциально приводит к разрушению частиц или их быстрой эрозии.

Результаты моделирования при повышенных скоростях воздуха представлены на рис. 2Б. Увеличение скорости газа более чем в два раза по сравнению с U_{mf} значительно повлияло на режим и его однородность. Колебания давления стали более хаотичными, приближая режим к турбулентному псевдооживлению в нижних слоях. Данное утверждение подтверждается результатами FFT-анализа: доминирующая частота 5.1 Гц с амплитудой 105.5 Па/Гц указывает на однородный режим, однако присутствие вторичных пиков (2.6 Гц, 43.8 Па/Гц и 6.7-8.0 Гц, ~19.4 Па/Гц) демонстрирует вклад пузырей разных размеров и повышенную хаотичность флуктуаций давления. По мере прохождения через слои и снижения скорости газа однородность псевдооживления возрастала.



А



Б

Рис. 2. Зависимость средневзвешенного по площади давления на входе в моделируемую ячейку от времени процесса при скорости воздуха:
А – изменяющейся по закону $a \cdot t$; Б – 3 м/с.

На основании проведенного гидродинамического моделирования была определена оптимальная скорость газа на входе – 3 м/с, что позволяет компенсировать 17% потерь скорости на каждом слое вследствие

гидравлического сопротивления. С учетом данной скорости газа, а также возможного риска уноса и эрозионного износа частиц катализатора, оптимальное количество слоев в конструкции реактора было установлено равным четырем.

ЛИТЕРАТУРА

1. A review of Fischer Tropsch synthesis process, mechanism, surface chemistry and catalyst formulation / H. Mahmoudi, M. Mahmoudi, O. Doustdar [et al.] // *Biofuels Engineering*. – 2017. – V. 2. – № 1. – P. 11-31.
2. Recent Mechanistic Understanding of Fischer-Tropsch Synthesis on Fe-Carbide / J. Chai, J. Jiang, Y. Gong [et al.] // *Catalysts*. – 2023. – V. 13. – № 7. – Article 1052.
3. Yates, J. G. Fluidized-Bed Reactors: Processes and Operating Conditions : Particle Technology Series. Vol. 26. Fluidized-Bed Reactors / J. G. Yates, P. Lettieri. – Cham : Springer International Publishing, 2016. – 205 p.
4. Insights into Fischer–Tropsch catalysis: current perspectives, mechanisms, and emerging trends in energy research / A. Keunecke, M. Dossow, V. Dieterich [et al.] // *Frontiers in Energy Research*. – 2024. – V. 12. – Article 1344179.
5. Simulation of hydrodynamics in gas-solid bubbling fluidized bed with louver baffles in three dimensions / S. Yang, L. Peng, W. Liu [et al.] // *Powder Technology*. – 2016. – V. 296. – P. 37-44.
6. Yang, S. Experimental study and numerical simulation of baffled bubbling fluidized beds with Geldart A particles in three dimensions / S. Yang, H. Li, Q. Zhu // *Chemical Engineering Journal*. – 2015. – V. 259. – P. 338-347.
7. Multiphysics modelling of fluid-particulate systems : Multiphysics. Advances and applications / eds. H. Khawaja, M. Moatamedi. – London ; San Diego, CA : Academic Press, 2020. – 365 p.
8. Frequency analysis of pressure fluctuation in fluidized bed plenum and its confidence limit for detection of various modes of fluidization / H. Kage, M. Agari, H. Ogura, Y. Matsuno // *Advanced Powder Technology*. – 2000. – V. 11. – № 4. – P. 459-475.
9. Felipe, C. A. S. Time series analysis of pressure fluctuation in gas-solid fluidized beds / C. A. S. Felipe, S. C. S. Rocha // *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. – 2004. – V. 21. – № 3. – P. 497-507.

АНАЛИЗ РЫНКА И ТЕХНОЛОГИИ МОНОЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

siivesta@yandex.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Ю.Н. Чиркова

***Аннотация.** В статье рассмотрены основные покупатели моноэтиленгликоля; его отечественные и зарубежные производители; указаны как преимущества, так и недостатки самой распространенной технологии получения моноэтиленгликоля. Также предложен способ улучшения данного производства.*

***Ключевые слова:** моноэтиленгликоль (МЭГ), этиленгликоль, окись этилена, полиэтилентерефталат, гидратация*

Моноэтиленгликоль - один из ключевых продуктов химической промышленности. Из огромного числа производных гликолей, моноэтиленгликоль по объёму производства и значимости занимает лидирующую позицию, так как он широко используется в текстильной, автомобильной и нефтегазохимической отраслях промышленности.

Основные покупатели моноэтиленгликоля в РФ - это производители полиэтилентерефталата (ПЭТ) и антифризов.

Полиэтилентерефталат получают поликонденсацией моноэтиленгликоля с терефталевой кислотой (или её диметиловым эфиром). Из данного полимера делают посуду, изделия технического и медицинского назначения, упаковку для безалкогольных напитков, косметической продукции, бытовой химии. В РФ его используют, по большей части, для изготовления бутылок. Помимо этого, полиэтилентерефталат используется в качестве полиэфирных волокон для усиления автомобильных шин и конвейерных лент, создания одежды. Волокна из полиэфира применяются для изготовления различных тканей, таких как: полиэстер, микрофибра, акрил, флис и нейлон. Их основные преимущества это – низкая цена, большая прочность и эластичность, а также возможность вторичной переработки. Кроме того, нити из полиэтилентерефталата способны легко смешиваться с другими тканями, придавая им новые свойства.

Полиэтилентерефталат уже давно является одним из самых распространённых видов полимеров и, судя по результатам исследования из презентации «Vivilen rPET» нефтегазохимической компании ПАО «Сибур Холдинг», спрос на него только растёт [1].

На втором месте по уровню потребления находится рынок антифризов. Моноэтиленгликоль используется как базовая жидкость для антифриза и составляет около 50% от всего состава (остальное - присадки и

деминерализованная вода). Согласно статистике аналитического агентства «Aftermarket-DATA», чаще всего в качестве базовой жидкости для антифризов используется именно моноэтиленгликоль.

Около 70% объёма потребления антифризов приходится на легковые автомобили, далее следует грузовой транспорт и спецтехника [2].

Список сфер применения моноэтиленгликоля может расшириться: китайские учёные обнаружили, что данный гликоль можно использовать в качестве электролита в батареях на основе цинка. Дело в том, что наиболее распространённые литий-ионные аккумуляторы опасно производить, эксплуатировать и трудно утилизировать. По этой причине учёные давно ищут подходящую замену данному типу батарей, и один из таких кандидатов - цинк. Учёные считают наиболее оптимальным электролитом для цинковых батарей является именно моноэтиленгликоль из-за его дешевизны, минимальной токсичности, высоких температур кипения и вспышки, а также относительно низкой температуры застывания среди различных спиртов [3].

Благодаря мощностям собственных установок, Россия практически полностью закрывает спрос на моноэтиленгликоль и другие этиленгликолевые продукты внутри страны. Импорт востребован в сезон высокого спроса летом и осенью, но основу предложения составляет продукция трёх крупнейших отечественных предприятий: ПАО «Сибур-Нефтехима», ПАО «Нижнекамскнефтехима» и ПАО «Казаньоргсинтеза». Все перечисленные предприятия входят в состав ПАО «Сибур Холдинг». Их местоположение, производительность и применяемая технология представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные производители моноэтиленгликоля в РФ

Компания	Город	Общая характеристика производства
ПАО «Сибур-Нефтехим»	Дзержинск	Производительность - 278 тыс. тонн/год; технология - гидратация окиси этилена
ПАО «Нижнекамскнефтехим»	Нижнекамск	Производительность - 120 тыс. тонн/год; технология - гидратация окиси этилена
ПАО «Казаньоргсинтез»	Казань	Производительность - 35 тыс. тонн/год; технология - синтез диметилкарбоната из

		этиленкарбоната и метанола (моноэтиленгликоль - побочный продукт)

Мощности компании «SABIC» позволяют выпускать в разы больше моноэтиленгликоля, чем все российские заводы. При этом компания расширяет своё производство, введя в 2021-2022 годах в строй две новые площадки по получению данного гликоля. Компания «Equate», в отличие от других гигантов, делает основную выручку именно на моноэтиленгликоле (64% от общей структуры выручки). Обладая крупными промышленными комплексами в своей родной стране, а также в США, Канаде и Германии, компания занимает второе место в мире по объёму производства моноэтиленгликоля. В январе 2022 года компания «ExxonMobil» объявила о начале работы нового совместного с компанией «SABIC» большого комплекса по производству этилена, полиэтилена и моноэтиленгликоля, позволяющего получать более 1 миллиона тонн в год каждого из перечисленных продуктов. Большие мощности и расширение производства позволяет оставаться компании «ExxonMobil» в тройке крупнейших производителей моноэтиленгликоля во всём мире. Местоположение и общая производительность установок данных компаний представлены в таблице 2 [4].

Таблица 2

Основные зарубежные производители моноэтиленгликоля

Компания	Страна	Общая характеристика производства
«SABIC»	Саудовская Аравия	Производительность - 3,5 млн. тонн/год
«Equate»	Кувейт	Производительность - 2,4 млн. тонн/год
«ExxonMobil»	США	Производительность - 1,1 млн. тонн/год

На сегодняшний день технология жидкофазной некаталитической гидратации окиси этилена является самой распространённой для получения моноэтиленгликоля. Достоинствами данной технологии являются использование умеренных значений температуры и давления (150-180°C и 1,7-2,0 МПа), по сравнению с другими методами; практически максимальная конверсия сырья (конверсия окиси этилена достигает 99,99-100% масс.); достаточно высокие показатели селективности окиси этилена по моноэтиленгликолю (83% масс.) и выхода продукта (около 83% масс.).

Секция 1

Главный недостаток этой технологии - избыток воды, необходимый для уменьшения образования побочных продуктов (диэтиленгликоля, триэтиленгликоля и полиэтиленгликоля). Проведение процесса при массовом соотношении окиси этилена к воде 1:5,3 приводит к большому содержанию воды в составе реакционной массы (около 80% масс.). Для удаления такого большого количества воды необходима трёхкорпусная выпарная установка, которая является весьма энергозатратной.

В патенте RU 2795004 C2 компании Scientific Design описан способ получения моноэтиленгликоля жидкофазной гидратацией окиси этилена в присутствии ионообменного катализатора. Согласно этому способу, процесс гидратации следует проводить при массовом соотношении окиси этилена к воде 1:3,6, температуре 100-110 °С и давлении 0,8-1,2 МПа.

Осуществление гидратации по этому способу позволит достичь:

- 1) сокращения остаточного содержания воды в реакционной массе - с 80 до 56,52% масс. от общего расхода смеси гликолей и воды;
- 2) повышения селективности окиси этилена по моноэтиленгликолю (с 83 до 97,5% масс.) и, соответственно, выхода продукта (около 97,5% масс.);
- 3) отсутствия двух побочных продуктов в реакционной массе - триэтиленгликоля и полиэтиленгликолей[5].

Согласно расчетам, внедрение данной технологии позволит сократить количество выпарных колонн с трёх до одной, что существенно снизит энергопотребление процесса. Сравнение показателей для базового и предложенного производств представлено в таблице 3.

Таблица 3

Сравнение капитальных затрат и норм расхода материалов

	Базовое производство	Предложенное производство
Общее количество оборудования, шт.	62	49
Норма расхода:		
- окиси этилена, т/т	0,57	0,39
- химочищенной воды, м ³ /т	1,55	1,42

На рисунке показана схема технологического процесса в соответствии с вышеперечисленными предложениями (где С-1 – смеситель, Р-1 и Р-2 – реакторы гидратации, К-1 – выпарная колонна, К-2 и К-3 – ректификационные колонны).

Поток окиси этилена разделяется на две равные части. Происходит смешение первой части этиленоксида с нагретым источником воды в смесителе С-1 и подача образовавшейся смеси в первый реактор Р-1, где осуществляется реакция гидратации в присутствии ионно-обменной смолы. Далее исходящий поток охлаждается и объединяется со второй частью этиленоксида, с получением второго сырьевого потока, который направляется во второй реактор гидратации Р-2. После происходит выпаривание воды из реакционной смеси в выпарном аппарате К-1.

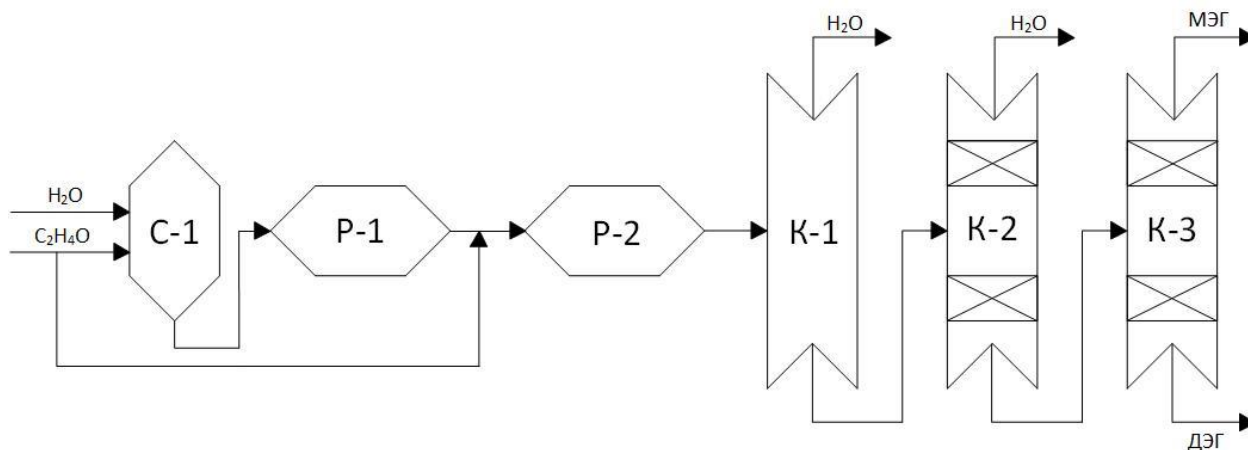


Рис. 1. Схема технологического процесса в соответствии с вышеперечисленными предложениями (где С-1 – смеситель, Р-1 и Р-2 – реакторы гидратации, К-1 – выпарная колонна, К-2 и К-3 – ректификационные колонны)

Упаренная реакционная масса направляется в ректификационную колонну К-2 для отпарки оставшейся воды. Далее кубовая жидкость колонны К-2 подается на питание ректификационной колонны К-3 для выделения моноэтиленгликоля.

Изменения, описанные в данной статье, приведут к снижению капитальных затрат (за счёт уменьшения количества оборудования) и норм расхода материалов на получение 1 тонны моноэтиленгликоля, а также значительно улучшат показатели процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. СИБУР запустил производство ПЭТ-гранул с вовлечением вторичного сырья [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sibur.com/ru/press-center/news-and-press/sibur-zapustil-proizvodstvo-pet-granul-s-vovlecheniem-vtorichnogo-syrya/> (дата обращения: 14.04.25).
2. Aftermarket-Data Аналитика рынка запчастей [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://aftermarket-data.ru/> (дата обращения: 14.04.25).

3. Этиленгликоль могут использовать в новом типе батарей | Блог | Гликоли.ру [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://glycols.ru/2022/04/14/ispolzovanie-ehtilenglikolya-v-cinkovyh-batareyah/> (дата обращения: 14.04.25).

4. Monoethylene Glycol Market Size, Share & Forecast, 2025-2032 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.coherentmarketinsights.com/market-insight/monoethylene-glycol-market-4930> (дата обращения: 14.04.25).

5. RU2795004C2 - Способ получения этиленгликоля - Google Patents [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/RU2795004C2/ru> (дата обращения: 14.04.25).

АНАЛИЗ РЫНКА И ТЕХНОЛОГИИ ОКИСИ ЭТИЛЕНА

А.Р. Маршанова

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

adelinario@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Ю.Н. Чиркова

***Аннотация.** В статье рассмотрены основные направления использования окиси этилена; ее отечественные и зарубежные производители; указаны как преимущества, так и недостатки распространенной технологии получения окиси этилена. Также предложены пути модернизации данного процесса.*

***Ключевые слова:** окись этилена, этиленоксид, этиленгликоль, этилен, окисление.*

Окись этилена (этиленоксид, 1,2-эпоксидэтан) является одним из наиболее крупнотоннажных продуктов органического синтеза, получаемых на основе этилена.

Рынок окиси этилена сегментирован по производным (этиленгликоли, этоксилаты, этаноламины, эфиры гликолей, полиэтиленгликоль и другие производные), отраслям конечных пользователей (автомобильная, агрохимическая, пищевая и питьевая, текстильная, средства личной гигиены, фармацевтика, моющие средства и другие отрасли конечных пользователей) и географическое положение (Азиатско-Тихоокеанский регион, Северная Америка, Европа, Южная Америка, Ближний Восток и Африка).

Основные направления использования окиси этилена:

Секция 1

- этиленгликоли - используются в качестве антифризов, в производстве полиэстера, полиэтилентерефталата, агентов для осушения газов, жидких теплоносителей, растворителей и пр.;
- полиэтиленгликоли - используются в производстве парфюмерии и косметики, фармацевтических препаратов, растворителей для красок и пластификаторов;
- эфиры этиленгликоля - входят в состав тормозных жидкостей, моющих средств, растворителей лаков и красок;
- этаноламины - применяются в производстве мыла и моющих средств, очистки природного газа и аппретирования тканей;
- этоксилаты - используют в производстве моющих средств, в качестве сурфактантов, эмульгаторов и диспергаторов [1].

По данным различных источников, объемы производства и потребления окиси этилена в России варьируются в зависимости от экономической ситуации и спроса на конечные продукты. В последние годы наблюдается рост спроса на окись этилена, особенно в связи с увеличением производства этиленгликоля и поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Россия также импортирует небольшие объемы окиси этилена, однако основная часть потребления удовлетворяется за счет внутреннего производства. Основные производственные мощности сосредоточены на крупных химических заводах.

Сведения об отечественных и зарубежных производителях представлены в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1

Сведения об отечественных производителях [2]

Компания	Город	Мощности предприятий
ПАО «Нижекамскнефтехим»	Нижекамск	262,8 тыс. тонн/год
АО «Сибур-Нефтехим»	Дзержинск	130 тыс. тонн/год
ПАО «Казаньоргсинтез»	Казань	60 тыс. тонн/год

Производство окиси этилена сосредоточено у нескольких крупных международных компаний, которые играют ключевую роль на глобальном рынке. Эти компании не только обеспечивают спрос на окись этилена внутри своих стран, но и активно участвуют в международной торговле, что делает их важными игроками на мировом рынке химической продукции.

Таблица 1.2

Сведения о зарубежных производителях

Компания	Страна	Производительность
Dow Chemical Company	США	~ 1,5 млн. тонн/год
LyondellBasell	США	~ 1,5 млн. тонн/год
SABIC (Saudi Basic Industries Corp.)	Саудовская Аравия	~ 1,3 млн. тонн/год
BASF	Германия	~ 1,5 млн. тонн/год (включая различные заводы по всему миру)
Formosa Plastics Corporation	Тайвань	~ 1,2 млн. тонн/год
Ineos	Великобритания	~ 1,0 млн. тонн/год

Эти данные являются приблизительными и могут изменяться с течением времени из-за расширения мощностей, обновления технологий или изменения рыночного спроса.

В 2023 году SABIC объявила об открытии нового завода по производству окиси этилена и этиленгликоля. Завод с производственной мощностью 1,3 млн метрических тонн ЭГ в год является частью стратегии SABIC по укреплению своих позиций на мировом рынке и поддержке растущего спроса в таких секторах, как автомобилестроение, текстиль и упаковка. На заводе используются передовые технологии для повышения эффективности производства и снижения воздействия на окружающую среду, что соответствует приверженности компании устойчивому развитию.

В 2024 году BASF и LyondellBasell Industries создали стратегическое совместное предприятие для разработки современного производственного объекта EO/EG. Предприятие направлено на расширение производственных возможностей и удовлетворение растущего мирового спроса на этиленгликоль, особенно со стороны растущей автомобильной и строительной отраслей. Проект также будет включать инновации в области энергоэффективности, помогающие сократить выбросы углерода в ходе производственных процессов [3].

На сегодняшний день синтез получения окиси этилена окислением этилена кислородом является самым распространённым и перспективным методом. Преимущества этого метода состоят:

- при оптимальных условиях проведения процесса селективность окисления – 70 -75 %;

Секция 1

- процесс окисления может быть проще в реализации и управлении по сравнению с более сложными методами синтеза, что упрощает эксплуатацию оборудования;

- имеет высокие экономические показатели, превосходящие способ, основанный на применении воздуха;

- осуществлена эффективная система утилизации тепла.

Несмотря на множество достоинств, метод получения окиси этилена окислением этилена кислородом также имеет ряд недостатков и ограничений:

- риск взрывоопасности: этилен и этиленоксид с кислородом образуют в широких пределах концентраций взрывоопасные смеси;

- для повышения селективности и выхода окиси этилена часто требуются катализаторы, которые могут быть дорогими и требовать регулярной замены или регенерации;

- использование кислорода может привести к коррозии оборудования, что увеличивает затраты на техническое обслуживание и замену компонентов;

- качество исходного этилена может влиять на эффективность процесса и выход окиси этилена, что требует тщательного контроля за сырьем.

Модернизация процесса получения окиси этилена окислением этилена кислородом может включать различные подходы и технологии, направленные на повышение эффективности, снижение затрат и улучшение экологических показателей. Вот несколько направлений, которые могут быть рассмотрены для модернизации этого процесса:

1. Оптимизация катализаторов.

Разработка новых катализаторов: исследование и внедрение более эффективных катализаторов, которые обеспечивают высокую селективность и стабильность при высоких температурах и давлениях.

Нанокатализаторы: использование наноматериалов для увеличения активной поверхности катализатора и повышения его активности [4].

2. Улучшение условий реакции.

Оптимизация температуры и давления: проведение исследований для определения оптимальных условий реакции, что может привести к повышению выхода окиси этилена.

Потоковые технологии: внедрение непрерывных потоковых реакторов для повышения эффективности процесса.

3. Использование побочных продуктов: разработка технологий для утилизации или переработки побочных продуктов, образующихся в процессе.

4. Улучшение систем контроля.

Автоматизация и цифровизация: внедрение современных систем управления и мониторинга, включая использование искусственного интеллекта и машинного обучения для оптимизации процессов в реальном времени.

Сенсорные технологии: использование сенсоров для контроля параметров реакции (температура, давление, состав газов) с целью повышения безопасности и эффективности.

5. Экологические технологии.

Системы очистки выбросов: разработка технологий для снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Замещение углеводородов: исследование альтернативных источников углерода или кислорода, которые могут снизить экологическую нагрузку.

6. Исследования в области материаловедения. Разработка новых материалов для реакторов, которые могут выдерживать агрессивные условия процесса (высокие температуры, коррозия).

Модернизация процесса получения окиси этилена требует комплексного подхода, включающего как технологические инновации, так и улучшение управления процессами. Исследования в области новых катализаторов, оптимизации условий реакции и использование побочных продуктов могут значительно повысить эффективность производства окиси этилена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ размера и доли рынка оксида этилена – тенденции роста и прогнозы (2024-2029 гг.) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/ethylene-oxide-market> (дата обращения: 19.04.25).

2. Окись этилена [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Окись_этилена (дата обращения: 19.04.25).

3. Объем и прогноз рынка окиси этилена и этиленгликоля [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/ethylene-oxide-and-ethylene-glycol-market/> (дата обращения: 19.04.25).

4. Частичное окисление этилена в оксид этилена на наноразмерных катализаторах Ag/ α -Al₂O₃ [Электронный ресурс]. Режим доступа:

АНАЛИЗ СОСТАВА ПОЛИМЕРНЫХ ДЕПРЕССОРНЫХ ПРИСАДОК

М.А. Тюльков¹, С.Г. Агаев², Н.С. Яковлев³

^{1,2,3}ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, Россия

^{1,2,3}jakovlevns@tyuiu.ru

Аннотация. Товарная форма полимерных депрессорных присадок представляет собой сложную смесь их активного начала, растворителей, органических примесей и побочных продуктов. Выделение активного начала присадок является актуальной задачей с точки зрения изучения их механизма действия и определения направлений синтеза новых более эффективных присадок. **Целью** работы является изучение возможности использования метода диализа через полупроницаемые мембраны для выделения активной формы полимерных депрессорных присадок. Полимерную основу товарной формы присадок выделяли из их растворов в гексане диализом через полупроницаемые мембраны. Активное начало присадок анализировали на ИК-Фурье спектрометре. Определено содержание активного начала присадок в товарной форме. Сделаны выводы о структуре присадок, совпадающие с данными производителя. Метод диализа позволяет из товарной формы присадок просто и эффективно выделять активное начало депрессорных присадок. Активное начало присадок сохраняет свою эффективность в дизельных топливах со смещением их оптимального содержания в область более низких концентраций.

Ключевые слова: депрессорная присадка, диализ, ИК-спектроскопия

Товарная форма полимерных депрессорных присадок представляет собой сложную смесь их активного начала, растворителей, органических примесей и побочных продуктов. Наличие растворителей в присадках затрудняет изучение их депрессорных свойств. Для уточнения химического строения депрессорно-диспергирующих присадок и их физико-химических свойств требуется выделить из товарной формы присадок их активное начало. Часто для этого используют отгонку растворителя из товарной формы присадки [1]. Высокие температуры при отгонке растворителя могут привести к термическим изменениям структуры полимерных компонентов входящих в состав присадки. В работе использован метод диализа через полупроницаемые каучуковые мембраны [2, 3]. В этом методе разделение

присадок происходит по молекулярной массе компонентов. Преимуществом выделения действующего вещества из товарной формы присадок методом диализом перед отгонкой растворителя является использование в диализе низких температур.

В работе изучены зарубежные депрессорно-диспергирующие присадки фирмы Dodiflow с условными шифрами ДДФ - 4971, 5817, 7118 и 5416. Диализ присадок проводили с использованием в качестве растворителя гексана. Методом диализа получалось два продукта – концентрат (действующее вещество присадок) и диализат. Диализат представлял собой в основном углеводородный растворитель из товарной формы присадки. По результатам диализа определялось содержание действующего вещества присадок в товарной форме. Содержание действующего вещества в присадках составляло от 16 до 36% масс.

Для выделенного действующего вещества присадок методом ИК-спектроскопии определено содержание звеньев винилацетата. ИК-спектры сняты на ИК-Фурье спектрометре Nikolet 380 в интервале волновых чисел от 400 до 4000 см⁻¹ (рис.1). Характеристические полосы поглощения образцов использованы для расчета относительных интенсивностей β_i^A – маркеров функциональных групп. Характеристические полосы поглощения для расчета значений β_i^A в качестве маркеров функциональных групп полимеров предложены в работе [4]. По соотношению интенсивности полос поглощения на волновых числах 1461 и 1730 см⁻¹ β_{1461}^{1730} рассчитывали содержание звеньев винилацетата. Для характеристики разветвленности алифатических звеньев в структуре присадок предложено два маркера β_{720}^{1464} и β_{1461}^{1372} (табл. 1) [5].

Полученные данные ИКС подтверждают сведения производителя о химическом строении присадок. Все присадки являются сополимерами этилена и винилацетата. По данным ИКС определено содержание в ДП винилацетатных звеньев (от 14,7 до 28,3% мас.) и степень разветвленности алифатических звеньев в структуре присадок. У присадки ДДФ-4971 самая высокая разветвленность ($\beta_{720}^{1464} = 1,51$) алифатических структур в сополимере. Присадки ДДФ-5817 и 7118, имеют среднюю разветвленность алифатических звеньев в структуре присадок. У присадки ДДФ-5416 разветвленность алифатических звеньев самая низкая (см. табл. 1).

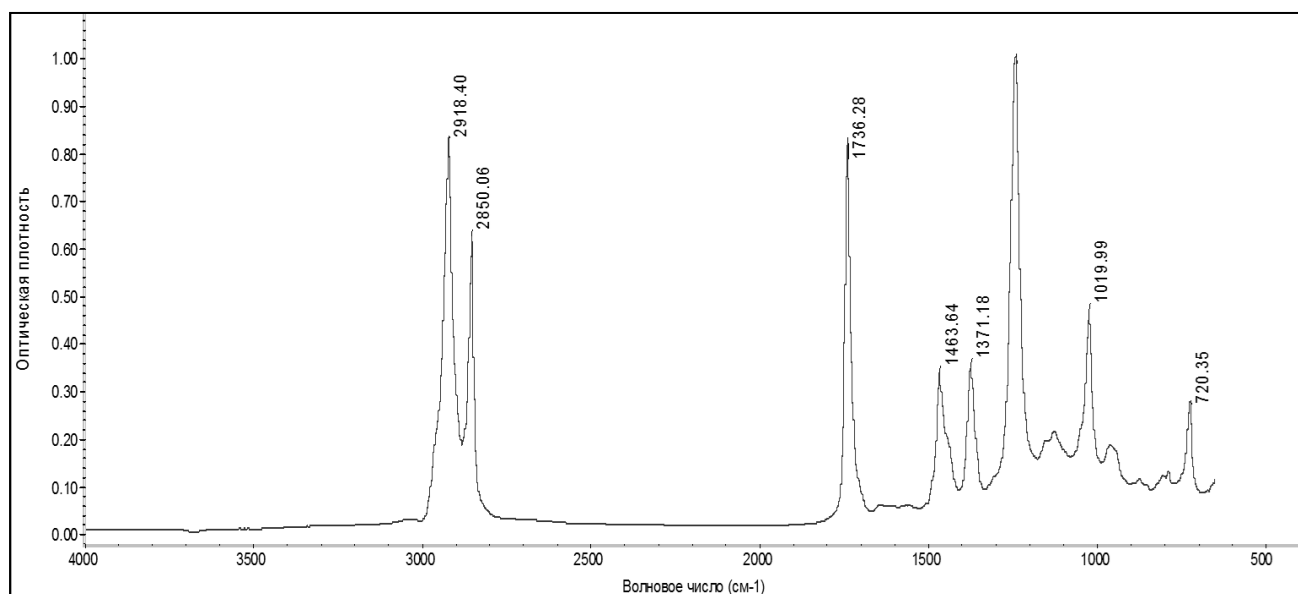


Рисунок 1. ИК-спектр полос поглощения концентрата присадки Dodiflow 5416

ЛИТЕРАТУРА

1. Зинина Н.Д., Симанская К.Ю., Павловская М.В. Депрессорно-диспергирующая присадка для гидроочищенного экологически чистого дизельного топлива // Нефтепереработка и нефтехимия. 2014. №8. С. 37.
2. Диализ присадок через резиновые мембраны / Клевцова В.П. [и др.] // ХТТМ. 1973. №4. С. 24-26.
3. Фиалко М.М., Феррари Н.С., Уланова М.Ф. О воспроизводимости диализа присадок через резиновые мембраны // ХТТМ. 1972. №3. С. 59-61.
4. Cristante M., Selves J.-L., Grassy G., Orrit J., Garland E. Choice of paraffin inhibitors for crude oils by principal component analysis // Anal.chim. acta. 1990. V.229, №2. P.267-276.
5. Определение состава сополимеров этилена с винилацетатом методом ИК-спектроскопии / А. А. Левин [и др.]. // Методы исследования и испытания нефтей и нефтепродуктов. 1984. С. 196-198.

Таблица 1

Относительная интенсивность β_i^A характеристических полос поглощения в ИКС
активного начала ДП

Марк	Функциональные группы	β_i^{A*}	Характеристика β_i^A	Dodiflow			
				4971	5817	7118	5416

Секция 1

	ацетатные	β_{1461}^{1253}	Ацетатная группа С-О-С относительно алифатических CH_2 - групп (деформационных колебаний)	2,78	2,56	2,20	2,99
		β_{1461}^{1730}	Ацетатные сложноэфирные С=О-группы (валентные) относительно алифатических CH_2 - групп (деформационных колебаний)	2,06	1,92	1,79	2,44
		β_{1372}^{1253}	Ацетатная группа С-О-С относительно алифатических CH_3 -групп (деформационных колебаний)	2,92	2,86	2,67	2,89
		β_{1372}^{1730}	С=О-валентные колебания в нормальных насыщенных сложных эфирах относительно CH_3 - деформационных колебаний в алифатических углеводородах	2,17	2,14	2,17	2,36
	алифатические	β_{720}^{1464}	деформационные колебания CH_2 - групп в алифатических углеводородах относительно $(\text{CH}_2)_n$ - маятниковых	1,51	1,33	1,36	1,20

			колебаний при $n \geq 4$				
		β_{1461}^{1372}	CH ₃ - деформационные колебания в алифатических углеводородах относительно CH ₂ - деформационных колебаний в алифатических углеводородах	0,95	0,90	0,82	1,03
* i – полоса поглощения функциональной группы относительно базовой полосы поглощения A							

БИТУМНОЕ ВЯЖУЩЕЕ, МОДИФИЦИРОВАННОЕ РЕЗИНОВОЙ КРОШКОЙ

П.В. Петров

ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань

pavelpetrov224@yandex.ru

Науч. рук. канд. хим. наук, доцент Б.Р. Вагапов

***Аннотация.** В работе исследовано применение модифицированной резиновой крошки, полученной из отработанных автомобильных покрышек, в качестве модификатора битума. Предложена технология обработки крошки полимерами и эластомерами для улучшения адгезии с битумом. Приведены собственные данные исследований по модифицированию битума резиновой крошкой. Сделаны выводы по полученным результатам*

***Ключевые слова:** резиновая крошка, битум, модификация, полимеры, эластомеры.*

Согласно транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года, планируется нарастить протяженность автомобильных дорог общего пользования на 625,5 тыс. км по сравнению с уровнем 2007 года. Несмотря на установленный Постановлением правительства РФ нормативный срок

службы федеральных дорог с усовершенствованным покрытием в 24 года (кроме V категории), а также целевой показатель доли цементобетонных покрытий в общем объеме дорожного строительства — 50% к 2030 году (Распоряжение Правительства РФ от 10.05.2016 № 868-р), асфальтобетон продолжит доминировать в качестве основного материала для дорог регионального, межмуниципального и местного значения. Это связано с долгосрочной перспективой его применения, особенно для покрытий усовершенствованного типа на указанных категориях дорог.

Асфальтобетонные покрытия, несмотря на их широкое применение, обладают рядом недостатков. К ним относятся, например, чувствительность к температурным колебаниям и склонность к деформациям, что вынуждает вводить ограничения на движение тяжелого транспорта. В связи с этим актуальным становится совершенствование компонентов асфальтобетона, в первую очередь — битумных вяжущих.

Современные исследования в области модификации органических вяжущих, описанные в научных работах [1, 2], выделяют четыре основные группы полимерных добавок:

1. Термозластопласты (стирол-бутадиен-стирол, этиленвинил-ацетат);
2. Каучуковые материалы (резиновая крошка, латексы);
3. Термореактивные полимеры (эпоксидные и полиэфирные смолы);
4. Термопласты (полипропилен, полиэтилен, полистирол, ПВХ, поливинилацетат).

Утилизация изношенных автомобильных шин остается значительной государственной проблемой. В таких странах, как Германия, США, Франция и Япония, до 95% шинных отходов перерабатывается, тогда как в России этот показатель крайне низок [3–5]. Большая часть таких отходов на территории РФ не подвергается утилизации, что усугубляет экологические проблемы. Однако эти материалы обладают потенциалом для применения в различных отраслях, включая производство резинобитумных вяжущих, что способствует их вторичному использованию [6–8].

Наиболее простой метод модификации битума — прямое добавление резиновой крошки, полученной при измельчении старых автомобильных покрышек. Однако такой подход, вопреки ожиданиям, не позволяет получить однородный материал, обеспечивающий сохранение высоких эксплуатационных свойств в течение срока службы дорожных покрытий. Изначально резиновая крошка не раскрывает своих эластичных свойств, формируя лишь локальные участки упругости без создания единой полимерной сети. Эти ограничения были преодолены с помощью девулканизации — процесса разрушения поперечных связей

(преимущественно серных, реже смоляных или перекисных) в структуре резины [9].

Стоит отметить, что невулканизированный каучук и резина из старых покрышек обладают разными свойствами. Вулканизированная резина хуже растворяется в битуме из-за прочной пространственной сетчатой структуры. Для её эффективного взаимодействия с битумом необходимо наличие углеводородов с низкой молекулярной массой, способных проникать в сетку и разрывать серные мостики, соединяющие молекулы каучука. Таким образом, эффективность модификации битума резиновой крошкой зависит от возможности её активации с помощью различных добавок

Исходным вяжущим материалом выступил битум марки БНД 70/100. Физико-химические характеристики битума, а также результаты испытаний указаны в Таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические свойства битумов, модифицированных резиновой крошкой различного состава

№ состава	Физико-химические свойства					
	П25	П0	Д25	Д0	КиШ	Хр
	Исходный битум БНД 70/100					
-	75	25	71	4,3	48	-19
	Битум модифицированный резиновой крошкой					
Состав 1	44	19	13,0	7,5	58	-24,5
Состав 2	57	25	10,3	8,0	68	-25
Состав 3	47	20	12,1	7,1	64	-25
Состав 4	43	22	11	6,3	64	-21

Примечания:

П25 – глубина проникания иглы при температуре 25°C, доли мм;

П0 – глубина проникания иглы при температуре 0°C, доли мм;

Д25 – растяжимость при температуре 25°C, см;

Д0 – растяжимость при температуре 0°C, см;

КиШ – температура размягчения по кольцу и шару, °C;

Хр – температура хрупкости, °C

Результаты исследования демонстрируют следующие тенденции:

1. повышение устойчивости битума к низким температурам (Хр);
2. увеличение температуры размягчения (КиШ);
3. рост упругих свойств (Д0).

Эти улучшения физико-механических характеристик битума, модифицированного резиновой крошкой, усилят эксплуатационные

свойства асфальтобетона, включая его устойчивость к нагрузкам и температурным воздействиям.

Проведенный анализ результатов свидетельствует о том, что введение резиновой крошки в состав битума улучшает его физико-механические свойства. Это позволяет прогнозировать, что асфальтобетон на основе модифицированного вяжущего будет обладать повышенной устойчивостью к динамическим и статическим нагрузкам, создаваемым транспортным потоком.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасов Р.В., Макарова Л.В., Кадомцева А.А. Модификация битумов полимерами // Современные научные исследования и инновации, 2014, №5.
URL: web.snauka.ru/issues/2014/05/34687.
2. Беляев К.В., Чулкова И.Л. Модификация битума техническим углеродом // Вестник СиБАДИ. 2019. № 4. С. 472-485.
3. Roberts F., Kandhal S., Brown R., Dunning L. Investigation and evaluation of ground tyre rubber in hot-mix asphalt // NCAT Auburn University. 1989 № 7. pp. 89-94.
4. Memon N. Characterisation of conventional and chemically dispersed crumb rubber modified bitumen and mixtures // University of Nottingham. Nottingham, UK: s.n. PhD thesis. 2011 № 2. pp. 125-132.
5. Вторичное использование и переработка изношенных автомобильных шин // URL: alfaspk.ru/vtorichnoe-ispolzovanie-pererabotka-shin.
6. Ziari H. Characterization of rutting resistance of EBS-modified asphalt mixtures. Pet. Sci. Technol. 2016. № 13. Pp. 1107-1112.
7. Moreno-Navarro F. International Journal of Pavement Engineering, 2017, № 18. URL: tandfonline.com/doi/full/10.1080/10298436.2015.1057138.
8. Khodaii A. Identification of dominant parameters for stripping potential in warm mix asphalt using response surface methodology // Mater. Struct. 2016 № 49 (6). pp. 2425–2437
9. Ресайклинг с запахом резины // URL: plus-one.ru/ecology/resayklings-zapahom-reziny

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОВЕДЕНИЕ ДЕСУЛЬФУРИЗАЦИИ КЕРОСИНОВОЙ СМЕСИ ПРИ ГИДРОГЕНОЛИЗЕ

М.И. Саетов

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

saetov_m@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Р.З. Агзамов

***Аннотация.** В работе рассмотрено влияние технологических параметров на эффективность процесса десульфуризации керосиновой фракции методом гидрогенолиза. Представлены сравнительные данные по типам катализаторов, температуре и давлению, на основе анализа экспериментальных результатов, опубликованных в научной литературе. Показано, что применение катализаторов на основе Ni-Mo/Al₂O₃ при оптимальных условиях позволяет достичь степени удаления серы до 98 %. Сделаны выводы о перспективности дальнейшей оптимизации процессов гидроочистки для получения экологически безопасного топлива.*

***Ключевые слова:** гидрогенолиз, десульфуризация, керосиновая фракция, катализаторы, температура, давление, гидроочистка, топливо.*

В последние годы мировая нефтеперерабатывающая промышленность сталкивается с необходимостью повышения качества нефтепродуктов при одновременном снижении их негативного воздействия на окружающую среду. Ужесточение экологических норм, рост требований к характеристикам авиационного и дизельного топлива, а также стремление к повышению энергетической эффективности требуют внедрения новых технологических решений.

Настоящая работа посвящена аналитическому обзору существующих методов переработки нефти, в частности, фокусируясь на гидрогенолизе керосиновой фракции как эффективном методе снижения содержания серы и улучшения стабильности топлива. В статье рассматриваются результаты лабораторных исследований, полученные в ряде работ, а также приводятся описательные данные, позволяющие оценить эффективность технологического подхода.

Цель данной работы – обобщить существующий опыт по проведению экспериментов в области гидрогенолиза, а также описать методику оценки эффективности гидроочистки керосиновой фракции. В результате анализа литературы предлагается интегрированный подход к оптимизации

технологических режимов, который может быть использован для дальнейшей разработки промышленного процесса.

Нефть – это сложная смесь органических соединений, в состав которой входят как углеводороды, так и гетероатомные соединения, такие как сера, азот и кислород. Современные исследования показывают, что качество нефти напрямую зависит от её химического состава, что определяет эффективность последующей переработки. Литературные данные свидетельствуют о том, что традиционные методы перегонки и каталитического крекинга не всегда способны обеспечить достаточное снижение серосодержания. Большая часть серосодержащих соединений сохраняется в составе полученных фракций.

Особое значение имеет керосиновая фракция, которая может сохранять тиолы, сульфиды и бензотиофены, отрицательно влияющие на стабильность и эксплуатационные характеристики топлива.

Керосиновая фракция является одним из наиболее востребованных продуктов нефтепереработки, используемым преимущественно в авиационной промышленности и в качестве растворителя в химическом производстве.

Характеристики керосиновой фракции, такие как диапазон температур кипения, содержание ароматических углеводородов и серы, оказывают существенное влияние на её эксплуатационные свойства. В литературе отмечается, что соответствие качественных параметров строгим нормативам (например, содержание серы менее 0,2 %) является ключевым требованием для безопасного использования продукта.

Обзор научных работ демонстрирует, что даже небольшие изменения в составе фракции могут значительно сказаться на стабильности и безопасности конечного топлива.

В частности, одним из эффективных методов модификации свойств топливных фракций является гидрогенолиз – процесс, при котором молекулы керосиновой фракции подвергаются расщеплению под действием водорода в присутствии специализированных катализаторов, таких как $\text{Co-Mo}/\text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{Ni-Mo}/\text{Al}_2\text{O}_3$. По результатам ряда экспериментальных работ, описанных в научных публикациях, этот процесс позволяет добиться значительного снижения содержания серы, улучшая при этом стабильность и термическую устойчивость топлива.

Основными технологическими параметрами, влияющими на эффективность гидрогенолиза, являются температура (обычно в диапазоне 300-450 °C), давление водорода (от 3 до 10 МПа) и объемная скорость подачи сырья. Анализ экспериментальных данных показывает, что

оптимизация этих параметров способствует не только эффективному расщеплению сложных углеводородов, но и минимизации побочных реакций, таких как коксование катализатора, что подтверждает потенциал данного метода для промышленного применения.

Сравнительный анализ лабораторных исследований процесса гидрогенолиза керосиновой фракции, представленных в литературных источниках [1-3], позволяет оценить влияние ключевых технологических параметров. К ним относятся температура, давление, время контакта и состав катализатора, которые определяют эффективность удаления серы и улучшение эксплуатационных характеристик топлива.

Анализируемые исследования проводились на различных лабораторных установках, имитирующих процесс гидрогенолиза в промышленных условиях.

В типичной экспериментальной системе использовался автоклав или проточная реакторная установка с фиксированным слоем катализатора. В ходе экспериментов изучались следующие параметры:

- Температура реакции: 300-450 °С
- Давление водорода: 3-10 МПа
- Объемная скорость подачи сырья: 1-5 ч⁻¹
- Катализаторы: *Co-Mo/Al₂O₃*, *Ni-Mo/Al₂O₃*, модифицированные катализаторы с добавками фосфора и редкоземельных металлов

Определение концентрации серы в продуктах реакции проводилось с использованием газовой хроматографии и рентгенофлуоресцентного анализа. Кроме того, оценивались показатели коксуемости, содержание ароматических углеводородов и температура вспышки.

Для оценки эффективности гидрогенолиза использовались следующие показатели:

- Степень удаления серы (%), рассчитываемая по разнице содержания серы в исходном сырье и очищенном продукте.
- Стабильность топлива, оцениваемая по изменению температуры вспышки и содержания смолистых веществ.
- Каталитическая активность, определяемая по изменению состава углеводородов и степени дезактивации катализатора.

Результаты сравнительных экспериментов показывают, что увеличение температуры реакции до 400 °С приводит к увеличению степени удаления серы (до 98 %), однако дальнейшее повышение температуры до 450 °С вызывает побочные реакции коксования катализатора. На рисунке 1 представлена зависимость степени десульфуризации от температуры.

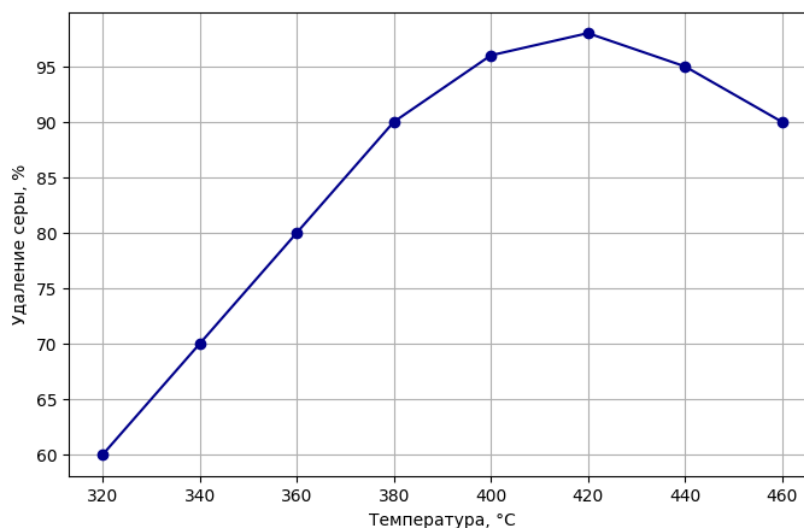


Рис. 1. Зависимость степени десульфуризации от температуры

Анализ литературных данных показывает, что катализаторы на основе $Ni-Mo/Al_2O_3$ обеспечивают более высокую степень десульфуризации по сравнению с $Co-Mo/Al_2O_3$. При этом модификация катализатора добавками фосфора повышает его активность и увеличивает срок службы. На рисунке 2 представлено сравнение эффективности различных катализаторов.

Исследования показывают, что увеличение давления водорода положительно сказывается на эффективности гидрогенолиза, однако после 8 МПа дальнейшее увеличение давления приводит к незначительному росту эффективности, но значительно повышает энергозатраты процесса. Оптимальное давление составляет 6–8 МПа.

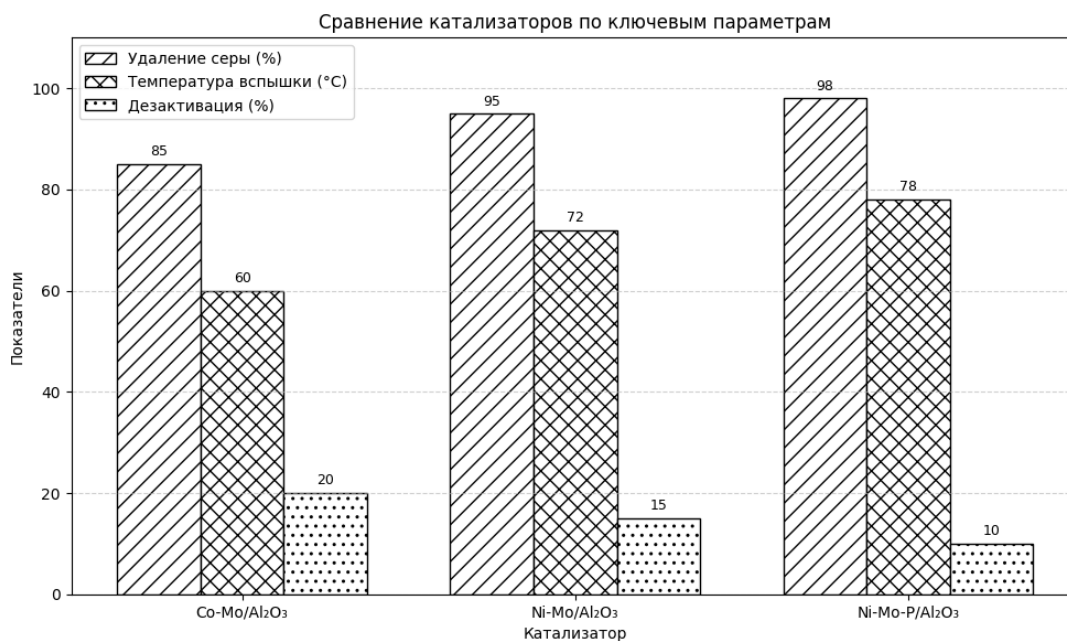


Рис. 2. Сравнение катализаторов по эффективности, стабильности и дезактивации

В таблице 1 представлены усреднённые данные из нескольких литературных источников, демонстрирующие влияние технологических параметров на степень очистки керосиновой фракции.

Таблица 1

Влияние технологических параметров на степень очистки керосиновой фракции

Номер эксперимента	Температура, °С	Давление, МПа	Катализатор	Удаление серы, %
1	350	5	<i>Co-Mo/Al₂O₃</i>	85 %
2	400	6	<i>Ni-Mo/Al₂O₃</i>	95 %
3	420	8	<i>Ni-Mo-P/Al₂O₃</i>	98 %

Анализ данных показывает, что оптимизация параметров гидрогенолиза позволяет существенно снизить содержание серы в керосиновой фракции. Наиболее эффективными условиями процесса являются температура 400-420 °С, давление 6-8 МПа и применение катализаторов на основе *Ni-Mo/Al₂O₃*, модифицированных фосфором.

Таким образом, представленные экспериментальные данные подтверждают, что грамотный подбор технологических режимов позволяет достичь эффективности десульфуризации до 98 %, что соответствует требованиям экологически чистого топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров В. И. Глубокая переработка нефти: учебное пособие. – М.: Химия, 2011. – 368 с.
2. Тарасов А. В., Кузнецов В. И. Каталитическая очистка углеводородного сырья. – СПб.: Недра, 2010. – 312 с.
3. Kabe T., Ishihara A., Tajima H. Hydrodesulfurization and Hydrodenitrogenation: Chemistry and Engineering. – New York: Wiley-VCH, 1999. – 330 p.

ГЕОМЕТРИЯ В ХИМИИ

Е.В. Котикова¹, С.И. Шагабиева²

^{1,2}ГАПОУ «КНН им. Н.В. Лемаева», г. Нижнекамск

¹evgeniakotikova17@gmail.com, ²samira.shagabiyeva@mail.ru

Науч. рук. преподаватели математики А.С. Голованова, Р.С. Нуреева

Аннотация. Проект исследует связь правильных многогранников со структурой химических соединений, таких как метан, силикаты и фуллерены. Рассмотрено их практическое применение в нанотехнологиях, медицине и промышленности. Цель — показать важность геометрии в химии и заинтересовать студентов междисциплинарными исследованиями.

Ключевые слова: правильные многогранники, геометрия в химии, структура молекул, метан, силикаты, фуллерены, междисциплинарные исследования.

Геометрия играет фундаментальную роль в химии, определяя структуру молекул, их физико-химические свойства и реакционную способность. Особый интерес представляют правильные многогранники. В химии такие структуры встречаются на различных уровнях организации вещества.

Исследование химических соединений в виде многогранников — это перспективное направление на стыке химии, материаловедения, нанотехнологий и математики. Такие структуры обладают уникальными свойствами благодаря своей геометрической организации.

Актуальность темы обусловлена тем, что изучение правильных многогранников помогает: понимать принципы строения молекул и кристаллов, объяснять взаимосвязь между геометрией и свойствами веществ, разрабатывать новые материалы с заданными характеристиками.

Проблема состоит в том, что при изучении многогранников на уроках геометрии многие студенты не видят связь с химией. Поэтому своим проектом мы решили рассказать и показать связь химии с математикой, с целью привлечения студентов технологического направления к изучению геометрии.

1. Математические сведения

Правильные многогранники — это выпуклые многогранники, у которых: все грани — одинаковые правильные многоугольники, все ребра равны по длине, все углы между гранями равны, в каждой вершине сходится одинаковое число ребер.

Таблица 1

Характеристика правильных многогранников

	Грани	Кол-во вершин	Кол-во ребер	Углы между гранями
Тетраэдр	4 равносторонних треугольника	4	6	$\sim 70,53^\circ$
Куб	6 квадратов	8	12	90°

Октаэдр	8 равносторонних треугольников	6	12	$\sim 109,47^\circ$
Додекаэдр	12 правильных пятиугольников	20	30	$\sim 116,57^\circ$
Икосаэдр	20 равносторонних треугольников	12	30	$\sim 138,19^\circ$

2. Химические соединения с геометрией правильных многогранников

1. Тетраэдрические структуры.

Метан (CH_4). Классический пример тетраэдрической структуры- метан. Атом С в центре, 4 атома Н по вершинам. Является важным элементом органической химии.

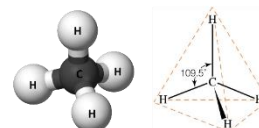


Рис. 1 Строение молекулы метана

Силикаты (SiO_4) Каждый кремний в центре тетраэдра из 4 кислорода. Является основным элементом земной коры. Полимеризуются, образуя цепи, слои, каркасы.

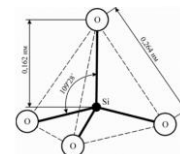


Рис. 2
Строение молекулы

Молекула аммиака имеет форму треугольной пирамиды, в вершине которой расположен атом азота, а в основании — три атома водорода.

Аммиак обладает sp^3 -гибридизацией азота. В процессе гибридизации 1s-орбиталь азота и 3p-орбитали азота сливаются в четыре новые гибридные орбитали sp^3 . Три из этих орбиталей направлены на трёх сторонах треугольника, а четвёртая орбиталь направлена вверх от плоскости треугольника [3].

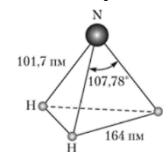


Рис. 3
Строение молекулы аммиака

2. Кубические структуры.

Кубан (C_8H_8) — химическое соединение, каркасный углеводород с формулой C_8H_8 . Каждый из 8 атомов углерода в молекуле расположен в вершине правильного гексаэдра и связан с тремя другими атомами углерода, четвёртая связь направлена наружу к атому водорода [2].

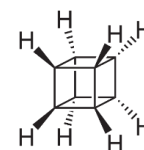


Рис. 4
Строение молекулы кубана

3. Октаэдрические структуры.

Гексафторид серы (SF_6), также известный под названиями «элегаз» или «шестифтористая сера». Неорганическое вещество при стандартных условиях представляет собой тяжёлый газ. Геометрическая форма молекулы— октаэдрическая. Шесть атомов фтора окружают атом серы, создавая трёхмерную структуру с центральным атомом серы и шестью атомами

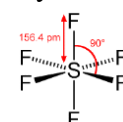


Рис. 5
Строение молекулы гексафторид серы



фтора в углах октаэдра. Углы связей в молекуле SF_6 — 90 и 180 градусов [2].

4. Додекаэдрические структуры.

Фуллерены — молекулярное соединение, представляющее собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из трёхкоординированных атомов углерода. Наиболее распространённым и хорошо изученным является фуллерен C_{60} , молекула которого представлена полиэдром, состоящим из 12 пятиугольников и 20 шестиугольников [5].

Рис. 6
Строение молекулы бакминстерф

5. Икосаэдрические структуры.

Борный каркас — это трёхмерный каркас, который образуют атомы бора в некоторых структурах. Основной структурной единицей в кристаллах бора служат икосаэдры — двадцатигранники, в вершинах каждого из которых находятся 12 атомов бора. В полости борных каркасов могут внедряться катионоподобные атомы бора, а также металлические катионы или кремний.

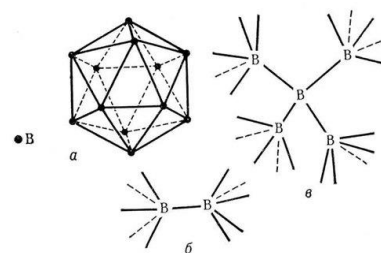


Рис. 7 Строение борного каркаса

3. Практическое применение.

1. Фундаментальная химия: Изучение многогранных структур (фуллеренов, металлоорганических каркасов, координационных полиэдров) помогает понять принципы самоорганизации материи и симметрии в химии.

2. Прикладные технологии:

Энергетика: Металлоорганические каркасы (MOF) с высокой пористостью применяются для хранения водорода или улавливания CO_2 . MOF имеют универсальную структуру, большую площадь поверхности и большой объём пор, что позволяет рассматривать их как материалы-кандидаты для хранения низкомолекулярных газов.

Электроника. Многогранные квантовые точки и кластеры обладают оптическими и проводящими свойствами. Квантовые точки находят применение в различных областях, включая: дисплеи, фотоэлементы, медицинскую диагностику, квантовую криптографию [4].

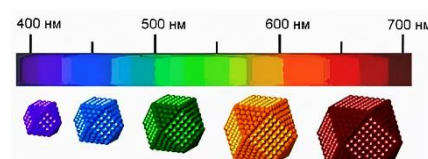


Рис. 8 Квантовые точки

3. Биомедицина: Вирусные капсиды (например, структуры вирусов в форме икосаэдров) вдохновляют на создание нанокapsул для генной терапии.

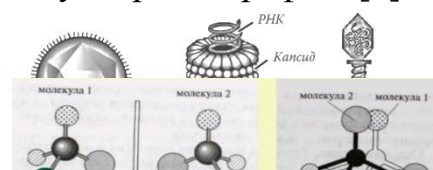


Рис. 9 Вирусные капсиды

Практическое значение вирусных капсидов: защита вирусного генома от внешних воздействий, обеспечение адсорбции вириона к клетке, определение антигенных, иммуногенных и других свойств. Вирусные частицы и их капсиды используются в материаловедении, например, как матрицы для химического синтеза или для инкапсулирования лекарств [1].

Хиральные многогранники могут использоваться для избирательного связывания с биомолекулами. Уникальное пространственное расположение хиральных наноматериалов позволяет контролировать взаимодействие между различными строительными блоками материалов и их взаимодействие с другими молекулами.

Рис. 10 Хиральные многогранники

4. Сельское хозяйство: Аммиак используется в следующих областях: производство удобрений, таких как аммиачная селитра и мочевины, регулирование кислотности почвы.

5. Химическая промышленность:

ПАО «Сибур Холдинг» активно использует метан в своих производственных процессах. Основные направления:

- Производство базовых нефтехимических продуктов. Метан служит сырьем и энергоносителем в таких процессах, как пиролиз, производство метанола, получение синтез-газа ($CO + H_2$);
- Производство олефинов. Производится этилен и пропилен на этиленовом комплексе ЭП-600 компании СИБУР: метанол-в-олефины – если метан сначала перерабатывается в метанол, а затем в этилен/пропилен.
- Энергетика и топливо. Метан используется как топливо для котельных.

Силикаты (SiO_4) – широко используются в нефтехимической промышленности по следующим направлениям:

- Катализ: цеолиты в крекинге, гидроочистке, полимеризации. К примеру, ПАО «Нижнекамскнефтехим» использует цеолитосодержащие катализаторы для переработки и вакуумного газойля.
- Адсорбция: осушка газов, очистка от серы. Таиф-НК применяет молекулярные сита для разделения газов.

Хлорид натрия ($NaCl$), он же поваренная соль, используется в ПАО Нижнекамскнефтехиме в нескольких ключевых процессах:

- Очистка нефтехимического сырья. $NaCl$ в составе водных растворов применяется для удаления солей, воды и механических примесей из нефти перед переработкой;
- Водоподготовка и очистка сточных вод. В системах водоподготовки используется для восстановления катионитовых смол.

Заключение

В ходе работы над проектом мы исследовали взаимосвязь геометрии и химии, показав, как правильные многогранники проявляются в строении молекул и химических соединений. Практическая часть проекта продемонстрировала, что понимание геометрических принципов строения веществ играет ключевую роль в материаловедении, нанотехнологиях и промышленном производстве. На примере ПАО «Нижнекамскнефтехим» мы увидели, как знание геометрии молекул помогает в разработке новых материалов и оптимизации химических процессов.

Этот междисциплинарный подход помогает лучше понять симметрию, устойчивость и реакционную способность соединений, мотивирует студентов химического направления к изучению геометрии, показывая её практическую значимость в науке и промышленности.

Таким образом, проект подтверждает важность интеграции математических и естественнонаучных знаний и открывает перспективы для дальнейших исследований в этой области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баврин, И. И. Высшая математика для химиков, биологов и медиков: учебник и практикум для вузов / И. И. Баврин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2025. – 397 с.
2. Ерёмин, В. В. Математика в химии / В. В. Ерёмин. – 3-е изд., стер. — М.: Изд-во МЦНМО, 2019. - 64 с.
3. Еремин, В. В. Теоретическая и математическая химия для школьников / В. В. Еремин. – 4-е изд., стер. — М.: Изд-во МЦНМО, 2021. - 640 с.
4. Крысанов, Н. С. Прикладная математика для химиков / Н. С. Крысанов, А. А. Шалыбкова, В. Е. Куксин. – М.: Изд-во МЦНМО, 2023.– 112 с.
5. Харгиттаи, И. Симметрия глазами химика / И. Харгиттаи, М. Харгиттаи. – М.: Мир, 1989. - 496 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЛИЧНЫХ МАРОК ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА

Б.М. Багаутдинов

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ» г. Нижнекамск

Jepg987vw@mail.ru

Науч. рук. доцент Е.Г. Мохнаткина

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительного анализа свойств резиновых смесей и вулканизатов, содержащих в своем составе технический углерод различных марок.

Ключевые слова: агрегат технического углерода, частица технического углерода, дисперсность, полидисперсность, резиновые смеси, основные прочностные свойства резиновых смесей и вулканизатов.

На основании ранних исследований с помощью электронного микроскопа считалось, что частицы технического углерода представляли собой дискретные элементы сферической формы, имеющие тенденцию к соединению в цепи или гроздь. С повышением разрешающей способности приборов стало очевидным, что частицы большинства марок технических углеродов формируются уже в процессе получения в непрерывную твердую углеродную структуру.

В настоящее время основными описательными терминами морфологии технического углерода остаются «частица» и «агрегат», которые, согласно ASTM, имеют следующие определения:

- Агрегат технического углерода — это дискретная жесткая коллоидная сущность (entity), представляющая собой наименьшую диспергируемую единицу, он состоит из обширно сплавившихся частиц.

Частица технического углерода — небольшой сфероидальный паракристаллический недискретный компонент агрегата. Она отделяется от агрегата только путем разрыва.

Технический углерод относится к классу дисперсных материалов. Размер и распределение частиц по размерам являются самыми важными физическими свойствами технического углерода в смысле его конечного применения, несмотря на то, что частицы существуют как дискретные элементы (сущности) исключительно в термических марках техуглерода.

Дисперсность сферических частиц технического углерода можно оценивать по их диаметру D_j , колеблющемуся в условиях получения различных марок продукта в пределах десятков— сотен нанометров. Уменьшение размеров частиц (повышение дисперсности продукта) ведет к увеличению его усиливающей способности в резинах за счет увеличения поверхности контакта углерода с полимером. К сожалению, условия проведения процесса не позволяют получить строго однородный по размерам частиц продукт, и он является существенно полидисперсным, то есть представляет собой как бы смесь продуктов различной дисперсности.

Секция 1

Полидисперсность характеризуется распределением частиц по размерам. Чем шире кривая распределения частиц по размерам (диаметрам), тем менее однороден продукт, то есть тем больше разброс x диаметров D_j и меньше содержание $Y_{таx}$ частиц с диаметром, характеризующим дисперсность продукта в составе технического углерода одной марки.

Методами испытания, стандартизованными по ASTM, регламентируются: состав и характеристики аппаратуры, реактивы, детальный порядок приготовления и нормирования растворов, детально описанные процедуры метода и вычислений значения определяемого показателя, эталоны и характеристики проверки на эталонах, проверка выполнения требований к точности.

Наиболее важными методами анализа свойств технического углерода по ASTM являются методы оценки дисперсности и структурности по адсорбции йода и абсорбции дибутилфталата.

Число адсорбции йода используют для оценки характеристик дисперсности технического углерода. В силу малости адсорбируемых молекул значение пропорционально поверхности технического углерода с учетом ее пористости. Однако йод не является химически инертным веществом, поэтому присутствие летучих веществ или наличие экстрагируемых растворителями веществ оказывают влияние на его значение, уменьшая его.

Результаты лабораторных исследований

Таблица 2.1

Рецептура резиновых смесей смеси.

Ингредиенты	1,1	1,2	1,3	2,1	2,2	2,3	3,1	3,2	3,3
	Дозировка, на 100 масс.ч. каучука								
НК	80	80	80				85	85	85
СКИ				80	80	80			
СКД	20	20	20	20	20	20	15	15	15
ТУ 339	55			60			45		
ТУ 220		55			60			45	
ТУ 234			55			60			45
Масло Норман 346	3	3	3	5	5	5	2	2	2
Сера	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TBBS	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Цинковые белила	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Стеариновая к-та	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Таблица 2.2

Результаты испытаний резиновой смеси на основе массовых долей НК – 80 и
СКД – 20

Секция 1

Показатель	ТУ 339	ТУ 220	ТУ 234
Условная прочность при растяжении, МПа	17.59	20.11	16.97
Относительное удлинение, %	240	298	291
Условное напряжение при 100 % удлинении, МПа	6.26	4.28	3.87
Условное напряжение при 200 % удлинении, МПа	11.4	11.54	10.05
Условное напряжение при 300 % удлинении, МПа	0.26	16.27	13.09
Твёрдость по Шору, ед.	70	72	72
Эластичность по отскоку, %	35	34	34

Таблица 2.3

Резиновая смесь на основе массовых долей СКИ – 80 и СКД – 20

Показатель	ТУ 339	ТУ 220	ТУ 234
Условная прочность при растяжении, МПа	18.9	17.11	19.07
Относительное удлинение, %	320	245	309
Условное напряжение при 100 % удлинении, МПа	3.8	5.04	3.77
Условное напряжение при 200 % удлинении, МПа	10.28	13.29	10.3
Условное напряжение при 300 % удлинении, МПа	18.41	18.98	18.13
Твёрдость по Шору, ед.	70	71	71
Показатель эластичности, %	33	32	32

Таблица 2.4

Резиновая смесь на основе массовых долей НК – 85 и СКД – 15

Показатель	ТУ 339	ТУ 220	ТУ 234
Условная прочность при растяжении, МПа	17.42	21.38	21.2
Относительное удлинение, %	274	364	342
Условное напряжение при 100 % удлинении, МПа	3.82	3.14	3.59
Условное напряжение при 200 % удлинении, МПа	10.76	8.56	9.66
Условное напряжение при 300 % удлинении, МПа	9.34	16.26	17.77
Твёрдость по Шору, ед.	68	67	67
Показатель эластичности, %	39	37	38

Таким образом, физико-механические показатели резиновых смесей, содержащих в своем составе технический углерод, имеют прямую зависимость от свойств и характеристик наполнителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шамурина М. В. Фрактальные и перколяционные характеристики металлонаполненных полимерных пленок: Автореферат дис.... канд. хим. наук М.: ИФХ РАН. 2001. 19 с.
2. Затевалов А. М. Структурообразование углеродных и кремнекислотных наполнителей в эластомерах, и их прочностные свойства: Автореферат дисс.... канд. хим. наук. М.: МГАТХТ. 2000. 22 с.
3. Гюльмисарян Т. Г. Основы сажеобразования // Учебное пособие. М.: Гос- академия нефти и газа им. И. М. Губкина. 1996. 66 с.
4. Теснер П. А. Образование углерода из углеводородов газовой фазы. М.: Химия, 1972. 132 с.
5. Суровикин В. Ф. // Пути развития промышленности технического углерода. М.: НИИШП. 1976. С. 126-136.
6. Гюльмисарян Т. Г., Гилязетдинов Л. П. Сырье для производства углеродных печных саж. М.: Химия, 1975. 159 с.
7. Шильман Я. М., Гилязетдинов Л. П. // Производство шин, РТИ и АТИ 1968. № 3. С. 6-7.
8. Цеханович М. С. // Производство технического углерода и охрана окружающей среды. Сб. матер, всесоюзн. совещ./ М.: ЦНИИТЭнефтехим 1987. С. 20-23.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ

Э.Р. Шарифуллин¹, А.П. Трифонова².

Науч.рук. к.ф.-м.н. Семенников Антон Владимирович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹morgan.a1z@mail.ru, ²annatrifonova083@gmail.com

Аннотация. Работа исследует инновационные технологии в нефтепереработке, направленные на повышение эффективности и безопасности. Описаны технологические оптимизации, энергосберегающие меры и экологические инициативы. Подчеркивается важность новых материалов и автоматизации для роста производительности российских НПЗ. Цель статьи – проанализировать современные инновационные технологии, применяемые в нефтеперерабатывающей отрасли, выявить наиболее эффективные направления их реализации и оценить потенциал

дальнейшего развития, способствующего улучшению экономических показателей и экологической ситуации на предприятиях российского нефтегазового сектора.

Ключевые слова: *нефтепереработка, инновационные технологии, эффективность, безопасность, экология, модернизация, автоматизация, энергосбережение, технологическая оптимизация, российский рынок.*

Нефтеперерабатывающая отрасль является одной из ключевых отраслей промышленности России и мира. Она обеспечивает энергией различные сферы экономики – от транспорта до производства товаров народного потребления. Современные тенденции требуют постоянного повышения производительности процессов переработки нефти, снижения затрат ресурсов и увеличения уровня экологической безопасности предприятий отрасли [1].

Оптимизация технологий начинается с улучшения качества сырья путем предварительного удаления примесей, воды и сернистых соединений. Для этого используются мембранные системы фильтрации, селективное экстрагирование тяжелых фракций и современные каталитические процессы гидрокрекинга. Эти методы позволяют увеличить выход высококачественных нефтепродуктов и снизить количество отходов.

Современные установки также оснащаются автоматизированными системами управления процессами (АСУТП), позволяющими отслеживать ключевые показатели процесса в режиме реального времени и оперативно реагировать на изменения условий эксплуатации оборудования.

Эффективная переработка требует значительных энергозатрат, поэтому внедрение энергосберегающих решений становится важным направлением инновационных разработок. Широкое распространение получили тепловые насосы, рекуперативные теплообменники и конденсационные котлы. Это позволяет существенно экономить топливо и снижает выброс парниковых газов.

Также активно внедряются решения по использованию возобновляемых источников энергии, такие как солнечные панели и ветрогенераторы, для частичного покрытия энергетических потребностей заводов [2].

Защита окружающей среды является приоритетом современного общества. Нефтеперерабатывающие предприятия используют новейшие очистительные сооружения, включая катализаторы очистки выхлопных газов и фильтры тонкой очистки, позволяющие значительно сократить вредные выбросы [3].

Применяются новые подходы к обращению с отходами производства. К примеру, некоторые предприятия начинают внедрять замкнутые циклы водопотребления, исключая сброс загрязненных сточных вод в водоемы.

Использование новых материалов играет важную роль в повышении надежности и долговечности оборудования нефтеперерабатывающих заводов. Среди перспективных направлений:

- наноматериалы: наноструктурные покрытия и композиты увеличивают устойчивость деталей машин к коррозии и износу.
- новые конструкционные стали: легированные высокопрочные стали повышают надежность трубопроводов и емкостей, снижая риск аварийных ситуаций [4].

Применение передового оборудования, такого как интеллектуальные датчики давления и температуры, позволяет своевременно выявлять возможные неисправности и предотвращать аварии.

Российские заводы находятся на пути модернизации, адаптируясь к новым требованиям рынка и экологическим стандартам. Ведущие российские производители нефти инвестируют значительные средства в обновление производственных мощностей и создание экологически чистых производств.

Крупные проекты реконструкции проводятся на заводах в Татарстане («ТАИФ-НК»), Ханты-Мансийском автономном округе («ЛУКОЙЛ») и Поволжье («Роснефть»). В результате ожидается значительное увеличение объемов выпуска светлых нефтепродуктов высокого качества и уменьшение воздействия на окружающую среду.

Инновационные технологии в нефтепереработке обеспечивают рост экономической эффективности и устойчивости предприятий, снижают негативное воздействие на природу и создают условия для устойчивого развития всей энергетической инфраструктуры страны. Постоянное совершенствование технологий и использование современных подходов позволяют российским компаниям успешно конкурировать на мировом рынке энергоносителей и поддерживать высокие стандарты промышленной безопасности [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Горелик А.В., Семенов Н.А. Современные подходы к повышению энергоэффективности и экологической безопасности процессов нефтепереработки // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2018. – № 3. – С. 15–23.

2. Малов Ю.И., Алексеев Л.Н. Каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья: проблемы и перспективы развития технологий // Вестник Тюменского государственного университета. Естественные науки. – 2019. – № 2. – С. 46–57.

3. Евдокимов Д.М., Коновалова О.С. Обзор инновационных методов защиты оборудования от коррозии в процессах нефтеперерабатывающей отрасли // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2020. – № 1. – С. 112–123.

4. Мирошниченко Г.П., Рогов В.Д. Повышение энергетической эффективности предприятий нефтепереработки путем внедрения современных цифровых решений // Энергосбережение и энергоэффективность. – 2021. – № 4. – С. 78–89.

5. Баранцевич Я.Е., Калашников П.Ю. Разработка экологически чистых катализаторов для модернизации установок первичной переработки нефти // Журнал химической технологии. – 2022. – № 6. – С. 94–105.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ»

К.С. Творогова¹, Л.Р. Ахмадуллина²

^{1,2}ГАПОУ КНН им.Лемаева, г. Нижнекамск

^{1,2}rasima.nk79@mail.ru

Науч.рук. преподаватели математики Нуреева Р.С., Голованова А.С.

***Аннотация.** В работе предложены решения прикладных задач по специальности «Химическая технология производства химических соединений» математическими методами. Примерами математических моделей использованы уравнения, системы уравнений, графики. Так же представлены результаты эксперимента в виде опроса студентов о необходимости практической подготовки профессионально-ориентированного содержания дисциплины «Математика».*

***Ключевые слова:** математика, химия, химическая технология, специальность, профессиональная деятельность, уравнения, графики.*

С 2022 года реализуется федеральная программа «Профессионалитет», которая включает в себя подготовку специалистов 18.02.14 Химическая технология производства химических соединений. В рамках проекта внедрены новые интенсивные образовательные программы, ориентированные на потребности отраслевых рынков труда и конкретных

предприятий. Обучение включает изучение органической и неорганической химии, технологий химического производства, автоматизации производственных процессов, а также экологических и безопасных стандартов в химической промышленности. Студенты получают практические навыки через лабораторные работы и промышленные стажировки.

Программа математики в колледже должна быть направлена именно на обучение студентов применять теоретические знания для решения конкретных вопросов и задач, с которыми они столкнутся в процессе обучения выбранной специальности. Формирование и внедрение профессиональных компетенций необходимо с первого дня обучения. Однако, возникает проблема, студенты изучают на первом курсе только общеобразовательные дисциплины и плохо видят связь предметов со своей будущей специальностью, что приводит к уменьшению уровня мотивации к обучению. Поэтому на занятиях необходимо демонстрировать связь математики с профессией, разрабатывать задания с учетом профессиональной направленности, исследовать производственные задачи математическими методами.

Специальность 18.02.14 "Химическая технология производства химических соединений" в колледже нацелена на подготовку специалистов, занимающихся разработкой и управлением процессами производства различных химических соединений, которые используются в промышленности, медицине, сельском хозяйстве и других сферах.

Чтобы решить профессионально ориентированную задачу по видам деятельности будущего специалиста, необходимо составить математическую модель процесса или явления, о которых идет речь в условии задачи. Примерами математических моделей, которые используются для решения задач, связанных с химическими технологиями, мы взяли алгебраические уравнения, системы алгебраических уравнений, графическая интерпретация.

Задача №1. Рассчитать концентрацию химического вещества. Смешали 4 литра 20-процентного водного раствора изобутилена с 6 литрами 40-процентного водного раствора изобутилена. Сколько процентов составляет концентрация получившегося раствора? (Изобутилен – компонент каучука)

Составим математическую модель задачи:

1) Параметры вводим в таблицу:

Изобутилен 4л	Изобутилен 6 л

Секция 1

20%=0,2	40%=0,4

2) Составляем уравнение с одной переменной по условию задачи:

Т.к. количество «чистого» вещества в смеси останется таким же, что и было в сумме смешиваемых растворов, получим уравнение:
 $0,2 \cdot 4 + 0,4 \cdot 6 = x(4+6)$

Решим полученное уравнение: $x=0,32$

3) Интерпретация: $0,32 \cdot 100 = 32\%$

Таким образом, 32% концентрации в полученном смешанном растворе.

Задача №2. Рассчитать материальный баланс системы ацетон-толуол в ректификационной колонне. Количество смеси, поступающее на ректификацию $G_F = 9 \text{ т/ч}$, содержание (концентрация) легколетучего компонента в исходной смеси $\bar{X}_F = 36\%$, содержание (концентрация) легколетучего компонента в дистилляте $\bar{X}_D = 94\%$, содержание (концентрация) легколетучего компонента в кубовом остатке $\bar{X}_W = 5\%$.

Уравнение материального баланса:
 $\begin{cases} G_D + G_W = G_F & \text{по потокам} \\ G_D \cdot \bar{X}_D + G_W \cdot \bar{X}_W = G_F \cdot \bar{X}_F & \text{по НК} \end{cases}$

1) Формализация:

Наим-е смеси	Концентрация вещества	Количество смеси	Кол-во вещ-ва
Дистиллят	$\bar{X}_D = 94\%$	G_D	$0,94 \cdot G_D$
Исходная смесь	$\bar{X}_W = 5\%$	G_W	$0,05 \cdot G_W$
Ректификация	$\bar{X}_F = 36\%$	$G_F = 9 \text{ т/ч} = 9000 \text{ кг/ч}$	$0,36 \cdot 9000$

2) Подставляем в уравнение материального баланса:

$$\begin{cases} G_D + G_W = 9000 \\ 0,94 \cdot G_D + 0,05 \cdot G_W = 0,36 \cdot 9000 \end{cases} \quad \begin{cases} G_D = 9000 - G_W \\ (9000 - G_W) \cdot 0,94 + G_W \cdot 0,05 = 9000 \cdot 0,36 \end{cases}$$

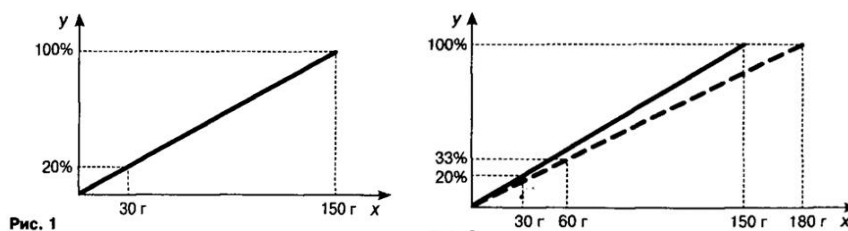
3) Интерпретация: из системы уравнений материального баланса определяем:

$$G_W = 5865 \text{ кг/ч}; G_D = 3135 \text{ кг/ч}.$$

Задача №3. Графическая модель определения массовой доли вещества.

а) Рассчитайте массы растворённого вещества и реагента, которые необходимо взять для приготовления 150 г 20%-ного раствора.

б) К 150 г 20%-ного раствора с реагентом добавили 30 г реагента. Определите массовую долю реагента в полученном растворе.



Задача №4. Определение времени полимеризации полиэтилена.

Начальная концентрация этилена $C_0 = 1,0$ моль/л, Концентрация этилена через время $t = 0,3$ моль/л, Константа скорости реакции $k = 0,5$ ч⁻¹. Найдите время t , необходимое для достижения концентрации этилена 0,3 моль/л. Определите, как это время связано с логарифмом.

Действия по математическому моделированию, которые необходимо выполнить:

Уравнение для реакции первого порядка можно записать в следующем виде: $\ln \frac{C_0}{C(t)} = kt$, подставим известные значения в уравнение $\ln \frac{1}{0,3} = 0,5t$, вычисляем логарифм: $\ln \frac{1}{0,3} = \ln 3,33 \approx 1,20397$ и теперь подставим это значение в уравнение: $1,20397 = 0,5t$, $t = \frac{1,20397}{0,5} \approx 2,40794$ часа.

Таким образом, время, необходимое для достижения концентрации этилена 0,3 моль/л, составляет примерно 2,41 часа.

Задача №5. Построение графика скорости реакции полимеризации полиэтилена. Начальная концентрация $C_0 = 1$ М, а константа скорости $k = 0,1$ с⁻¹. Рассчитать концентрацию C по формуле $C = C_0 * e^{-kt}$ и построить график.

Время	0	10	20	30	40	50
Концентрация	1	0,67	0,45	0,30	0,20	0,13

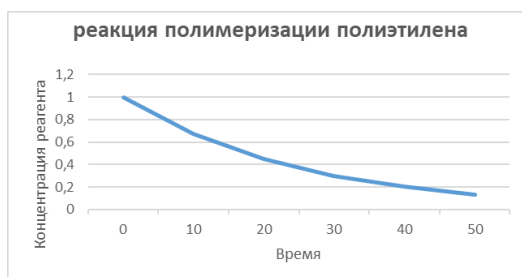


Рис. 1. График реакции полимеризации полиэтилена

что важно для управления производственными процессами в промышленности.

Мы провели эксперимент среди студентов 1 курса по специальности 18.02.14 Химическая технология производства химических соединений.

Графическое моделирование более наглядно показывает химический процесс и рассчитать концентрацию или молярную массу по графику того или иного вещества, не создает сложностей. А последняя модель помогает оценить, как быстро происходит процесс полимеризации,

В течение семестра на каждом занятии по математике рассматривалась одна задача с профессионально-ориентированным содержанием. Рассказывались какие знания по математике и химической технологии необходимы для ее решения. В начале и конце семестра провели анкетирование. Результаты опроса приведены ниже:

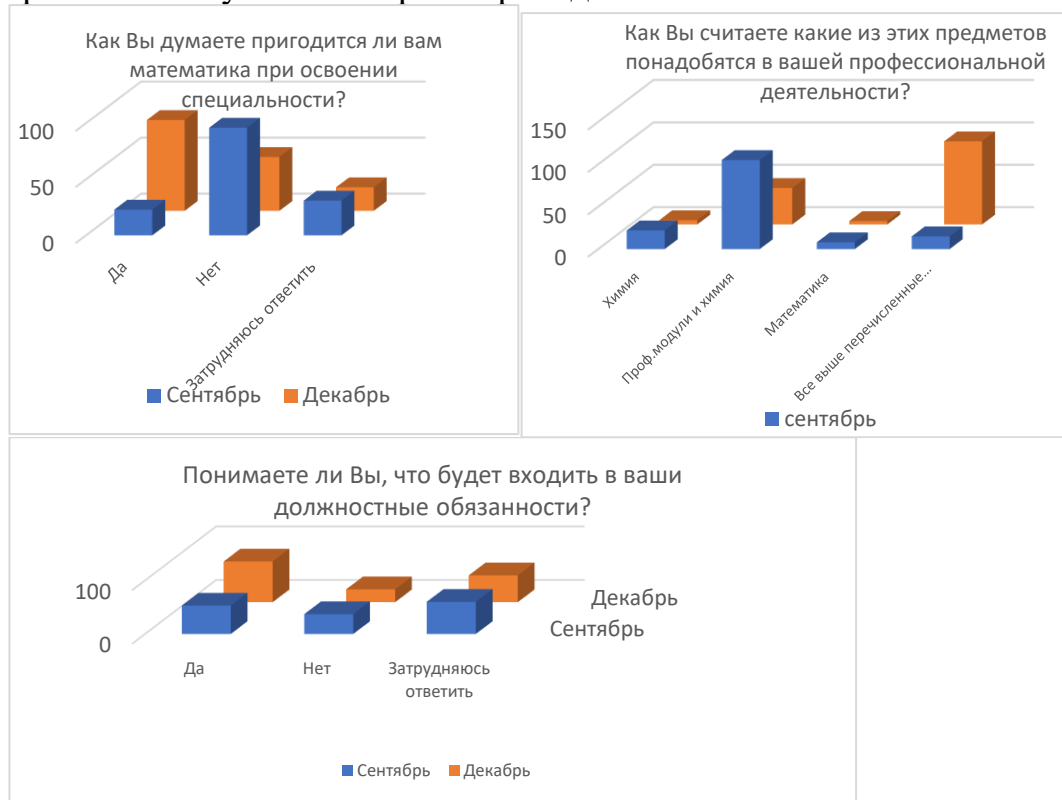


Рис. 2. Результаты опроса

Из опросов видно, что многие студенты осознали важность математики в освоении специальности, увидели связь предмета со своей будущей профессией.

Изучение математических методов позволяет студентам получить необходимые базовые знания, расширить кругозор и развить мышление, что является важным в будущей профессиональной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баврин И. И. Высшая математика для химиков, биологов и медиков: учебник и практикум для вузов / И. И. Баврин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 397 с.
2. Ерёмин В. В. Математика в химии. — 2-е изд., испр. — М.: МЦНМО, 2016. — 64 с.
3. Еремин В. В. Теоретическая и математическая химия для школьников. — 2-е изд., дополненное. М.: МЦНМО, 2014. - 564 с.

4. Крысанов Н.С. Прикладная математика для химиков / Н.С. Крысанов, А.А. Шалыбкова, В.Е.Куксин. — Москва: МЦНМО, 2023. — 112 с.

5. Литвак Н. В. Кому нужна математика? Понятная книга о том, как устроен цифровой мир/ Н.В. Литвак, А.М. Райгородский. — Москва : МЦНМО, 2024. — 192 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ БЛОКА ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ УСТАНОВКИ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ

М.И. Хамитов

ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань

mir_vip_92@mail.ru

Науч. рук. ст. преп. Н.А. Терентьева

***Аннотация.** В работе представлен проект процесса замены внутренних устройств колонны фракционирования установки замедленного коксования. Проект учитывает динамические характеристики колонны, а также влияние различных параметров на эффективность разделения компонентов и выпуск большего количества светлых нефтепродуктов.*

***Ключевые слова:** колонна фракционирования, контактное устройство, клапанная тарелка, эжекционная клапанная тарелка, легкий газойль коксования.*

Процесс коксования является важной технологической операцией в нефтепереработке, направленной на переработку тяжелых остатков нефти и получение более легких и востребованных нефтепродуктов. В условиях современного рынка, где наблюдается постоянный рост спроса на светлые нефтепродукты, такие как бензин и дизельное топливо, актуальность коксования становится особенно заметной [1].

Коксование — это термическая переработка тяжелых нефтяных остатков, в результате которой образуется кокс (твердый углеродный остаток) и легкие фракции, которые могут быть использованы для производства светлых нефтепродуктов. Существует несколько технологий коксования, включая атмосферное и вакуумное коксование, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки [1].

Коксование позволяет не только переработать тяжелые остатки, но и снизить их объем, что является важным аспектом в условиях ограниченных мощностей хранения и переработки. Кроме того, получаемые в процессе

коксования легкие фракции могут быть дополнительно переработаны для получения высококачественных светлых нефтепродуктов [2].

Светлые нефтепродукты, включая бензин, дизельное топливо и керосин, играют ключевую роль в экономике большинства стран. Они используются не только в транспортной сфере, но и в производстве, энергетике и бытовом секторе. С увеличением числа автомобилей, ростом объемов грузоперевозок и развитием авиации, потребление этих продуктов продолжает расти. В связи с этим, нефтеперерабатывающие заводы сталкиваются с необходимостью оптимизации своих процессов для увеличения выхода светлых нефтепродуктов [3].

Основная фракционирующая колонна установки замедленного коксования предназначена для разделения паров, поступающих из коксовых камер. Колонна оснащена 26 тарелками, расположенных над зоной испарения. Пары верхнего продукта выводятся с верхней части колонны, что обеспечивает эффективное отделение легких компонентов. Легкий газойль коксования отбирается в качестве бокового погона с тарелки № 15, что позволяет получать продукт с заданными характеристиками. Тяжелый газойль коксования отбирается как боковой погон с глухой тарелки, что помогает минимизировать потери ценных компонентов и оптимизировать процесс разделения.

Фракционирующая колонна установки замедленного коксования оснащена тарелками с неподвижными клапанами provalve FV-2 и minivalve от компании Koch-Glitsch. Эти тарелки обладают высокой производительностью, но имеют относительно низкий коэффициент полезного действия на уровне 65 % и узкий диапазон работы (50 – 100 %).

В колонне наблюдается не оптимальное распределение тарелок по секциям: в секции укрепления бензина установлено 15 тарелок, в секции укрепления легкого газойля — всего 5 тарелок, а в секции циркуляционного орошения — 6 тарелок. В результате фракционирующая колонна демонстрирует низкую массообменную эффективность, и фактическое содержание фракций в тяжелом газойле коксования, которые выкипают до 360 °С по ИТК, составляет от 9 до 12 % масс.

В связи с этим, предлагается перераспределить тарелки в основных секциях колонны, а также заменить существующие полотна с неподвижными клапанами на современные высокоэффективные клапанные тарелки с подвижными клапанами, разработанные компанией IMPA engineering (см. рисунок 1).

Клапанные тарелки предназначены для проведения процессов ректификации и абсорбции, то есть фракционирования продуктов в

Секция 1

системах "газ – жидкость" и "пар – жидкость" в атмосферных, вакуумных колоннах, а также в колоннах, работающих под избыточным давлением.

Клапанные тарелки с эжекционными клапанами обеспечивают высокую эффективность массообмена с коэффициентом полезного действия (КПД) от 80 до 95 %. Они способны функционировать в широком диапазоне нагрузок по жидкости и пару/газу, выравнивают потоки пара и жидкости на тарелках и обеспечивают равномерное течение жидкости по поверхности массообменной тарелки без образования застойных и байпасных зон. Эти клапанные тарелки с эжекционными клапанами успешно используются более чем в 80 массообменных колоннах как в России, так и за границей.

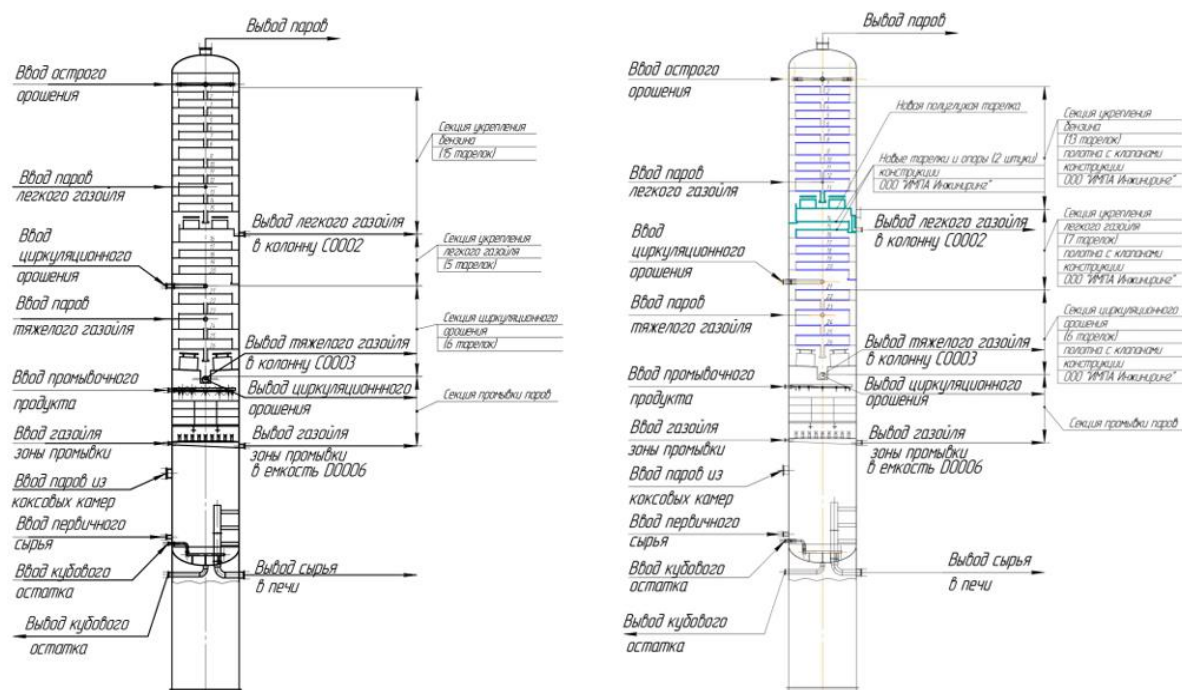


Рис. 1. Перераспределение тарелок в основных секциях колонны, а также замена существующих полотен (модернизация внутренних устройств показаны синим и зеленым цветом)

На рисунке 2 представлены графики зависимости эффективности клапанных тарелок с различными типами клапанов от величины паровой нагрузки, которая определяется F-фактором. Этот фактор представляет собой произведение линейной скорости паров в поперечном сечении колонны на квадратный корень из плотности пара (газа).

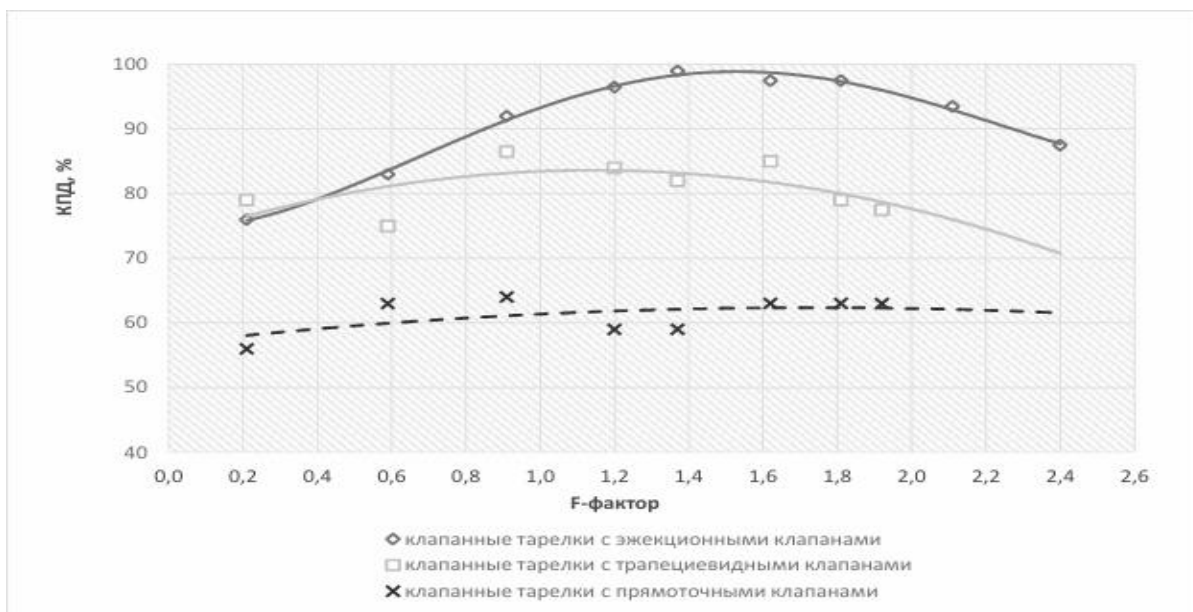


Рис. 2. Графики зависимости коэффициента полезного действия тарелок от паровой нагрузки

Клапанная тарелка (см. рисунок 3) состоит из горизонтально расположенных полотен с подвижными клапанами и переливными устройствами, которые устанавливаются на опорные элементы. Эжекционные клапаны размещаются в полотнах массообменных тарелок через круглые отверстия, расположенные в шахматном порядке.

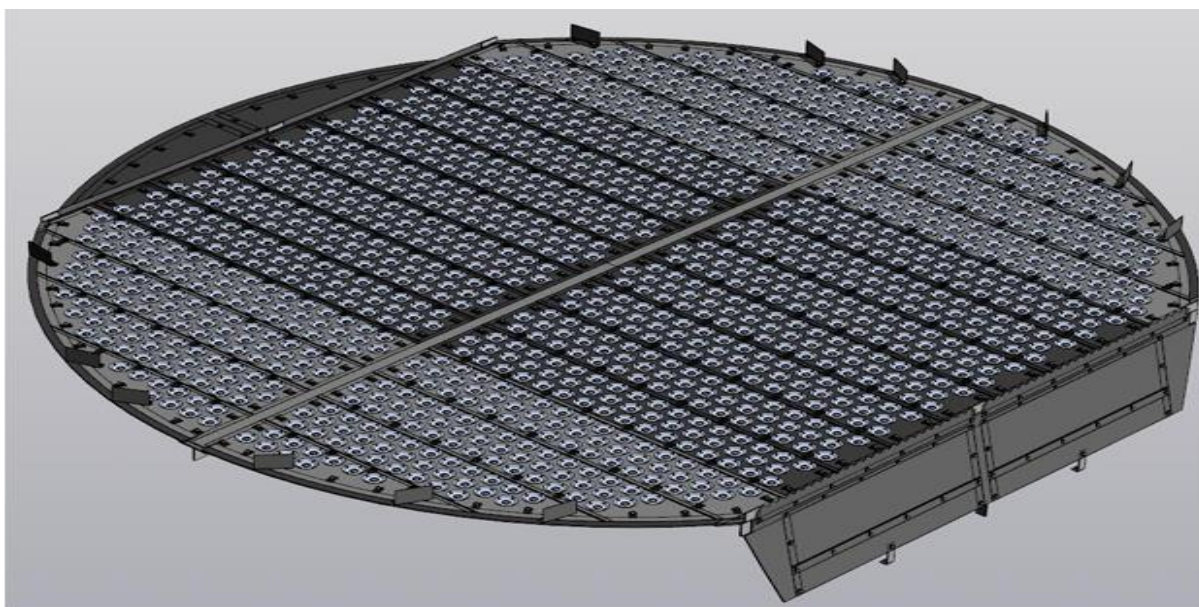


Рис. 3. Вид на клапанные тарелки эжекционного типа

В центре эжекционного клапана имеется выгиб эллипсоидной формы, который предотвращает накопление загрязнений и остатков жидкости на клапане после остановки колонны перед ремонтом. Клапанные тарелки с

эжекционными клапанами обладают хорошими эксплуатационными характеристиками благодаря самоочищению и отсутствию "залипания" клапанов. Это достигается за счет конструкции, которая обеспечивает течение жидкости без застойных и байпасных зон на полотне тарелки, а также благодаря оптимально заданным скоростям течения жидкости и движения газа (пара) из-под клапанов в зоне барботажа.

Проектирование массообменных тарелок в IMPA engineering осуществляется на основе результатов технологических и гидравлических расчетов, которые позволяют определить высоты подъемов клапанов и шаг между ними на полотне тарелки. В результате проектирования конструкция тарелок соответствует технологическим параметрам работы конкретной зоны колонны, обеспечивая оптимальные скорости потоков газа (пара) и жидкости, а также высокую эффективность тепломассообмена и коэффициент полезного действия тарелок.

Планируемые результаты модернизации блока колонн фракционирования позволят увеличить отбор легкого газойля на 1,0 % масс. на сырьё установки (с 29,7 до

30,7 % масс. на сырьё) и его выработки на 20 тыс. тонн в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузора, И.Е. Эффективность процесса замедленного коксования при многовариантных режимах работы: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/ Кузора Игорь Евгеньевич; Центр технологических исследований и контроля ОАО «Ангарская нефтехимическая компания». – Ангарск, 2007. – с.169. – Текст: непосредственный.
2. Терентьева Н.А. Анализ работы установки замедленного коксования «ООО ЛУКОЙЛВолгограднефтепереработка»/ Н.А. Терентьева, Р.Р.Хайбунасова— Текст: непосредственный // Вестник КНИТУ. – 2015. - №10, с. 66-71.
3. Шакирзянова, Г.И. Замедленное коксование как эффективная технология углубления переработки нефти/ Г. И. Шакирзянова, О. Ю. Сладовская, А. Г. Сладовский [и др.]. – Текст: непосредственный// Вестник технологического университета. -2017. - №14.

НАПРАВЛЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕФТЯНОГО ОСТАТОЧНОГО СЫРЬЯ

К.А. Гильманшина¹, С.А. Шуткова²

¹ФГБОУ ВО «УГНТУ», г. Уфа

²ФГБОУ ВО «БГАУ», г. Уфа

¹karina_gilmanshina@mail.ru

Науч. рук. канд. хим. наук, доцент Шуткова С.А.

Аннотация. Нефтяные остатки являются перспективным сырьем для получения электропроводящих материалов. В работе представлены результаты определения температуры фазовых переходов «диэлектрик – полупроводник» и энергии активации электропроводности для ряда нефтяных остатков и асфальтенов. Показаны возможные направления их использования в электронике и электротехнике. Предложена схема получения электропроводящих материалов в процессах первичной и вторичной переработки нефти.

Ключевые слова: асфальтены, нефтяные остатки, фазовый переход, диэлектрик, полупроводник, электропроводность, энергия активации.

Остатки процессов переработки нефти являются концентратами асфальто-смолистых веществ (АСВ) – нефтяными дисперсными системами, в которых дисперсная асфальтеновая фаза высокой концентрации распределена в мальтеновой среде. Полупроводниковые материалы на основе нефтяных остатков могут быть использованы как объекты электроники и электротехники. Их преимуществами являются доступность и низкая себестоимость, так как для их получения не используются дорогостоящие технологии органического синтеза. При этом они содержат сеточные графитоподобные структуры, состоящие из атомов углерода в состоянии sp^2 -гибридизации [1]. Использование нефтяных остатков в качестве сырья для создания углеродных материалов позволит снизить долю выбросов углерода в атмосферу по сравнению с их традиционным использованием в качестве тяжелых топлив [2].

С использованием автоматизированного измерительного комплекса электрофизических свойств высокоомных материалов [3] по данным вольтамперных характеристик определили удельную электропроводность образцов нефтяных остатков при различных температурах по формуле (1):

$$\sigma = \frac{I \cdot d}{U \cdot S}, \quad (1)$$

Секция 1

где I – сила тока, А; d – расстояние между электродами, м; U – разность потенциалов, В; S – площадь сечения измерительной ячейки, м².

По зависимости Аррениусовского типа (2) определили энергию активации электропроводности:

$$\sigma = \sigma_0 \cdot e^{-\frac{E_a}{2RT}}, \quad (2)$$

где σ_0 – предэкспонента электропроводности, Ом⁻¹·м⁻¹; E_a – энергия активации электропроводности, Дж/моль; T – температура, К; R – универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/(моль·К).

С повышением температуры наблюдается увеличение электропроводности образцов. Нами было показано, что для высококипящих нефтяных фракций характерны сопряженные фазовые переходы «диэлектрик – полупроводник» и «диамагнетик – парамагнетик» при температурах выше точки размягчения (стеклования) [1, 4]. В таблице 1 представлены значения температур фазового перехода «диэлектрик – полупроводник» и энергии активации электропроводности для ряда нефтяных остатков и асфальтенов.

Таблица 1

Температуры фазового перехода «диэлектрик – полупроводник»
и энергии активации электропроводности для нефтяных остатков и асфальтенов

Образец	Температура фазового перехода «диэлектрик – полупроводник»	Энергия активации электропроводности, эВ
Мазут	150	1,06
Гудрон	200	1,35
Асфальт пропановой десфальтизации	135	2,56
Битумы*	140	1,74-1,98
Висбрекинг-остаток*	190	1,94
Асфальтены*	125	1,34-1,95

*по данным Петрова А.М.

Как следует из таблицы 1, температуры фазового перехода «диэлектрик – полупроводник» данных образцов находятся в интервале

125-200 °С. Энергии активации электропроводности составляют 1,06-2,56 эВ, что соответствует ширине запрещенной зоны полупроводников. Это означает возможность использования таких материалов для изготовления терморезисторов и пленочных нагревательных элементов, которые могут быть получены нанесением материала на подложку из диэлектрика с последующим термическим или лазерным обжигом [2]. На рис. 1 показаны возможности использования нефтяных остатков в электронике и электротехнике.

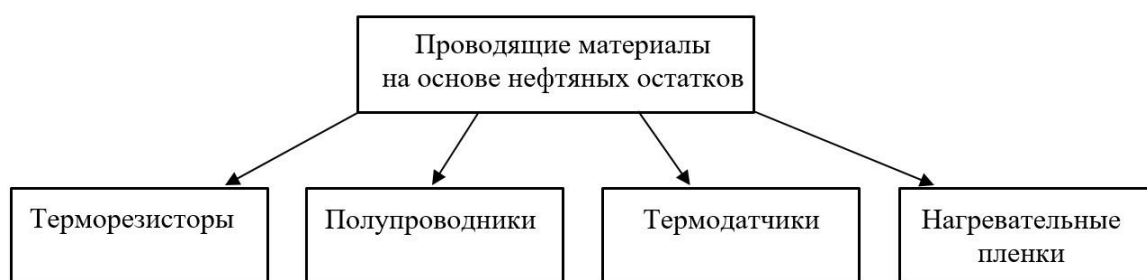


Рис. 1. Направления использования нефтяных остатков в электронике и электротехнике

В результате исследования закономерностей электропроводности концентратов АСВ и асфальтенов предложена схема получения электропроводящих материалов на основе продукции нефтеперерабатывающих заводов (рис. 2).

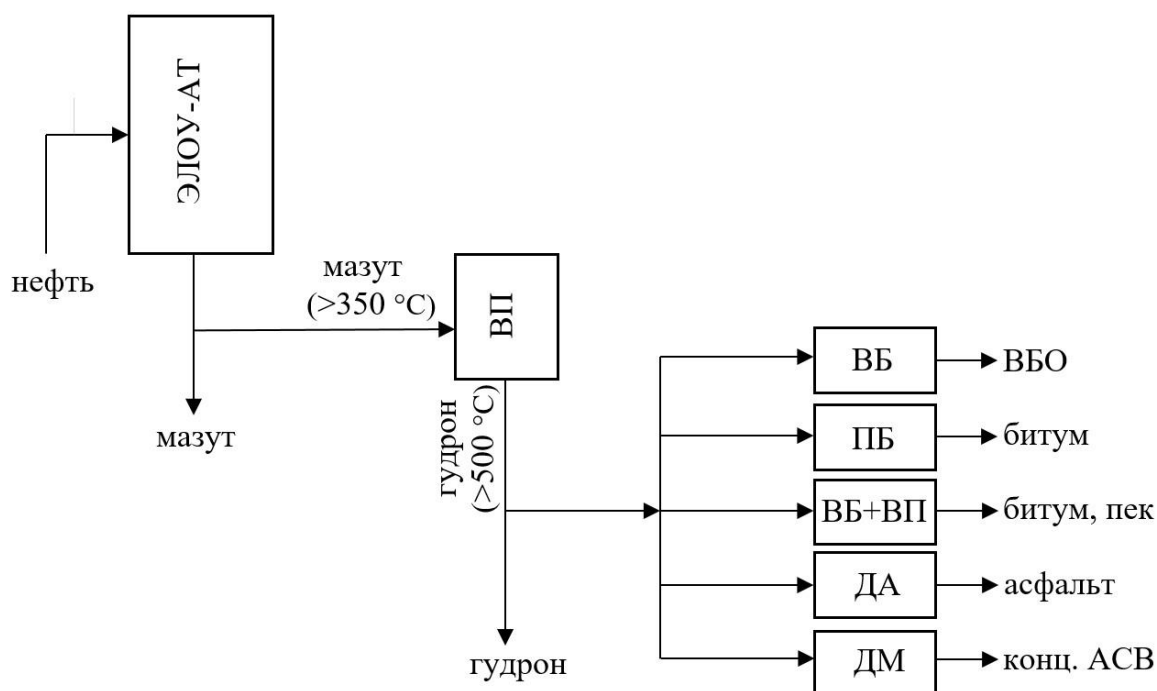


Рис. 2. Блок-схема получения сырья для производства электропроводящих материалов:

ВП – вакуумная перегонка; ВБ – висбрекинг; ПБ – производство битума;

ДА – деасфальтизация; ДМ – деметаллизация; ВБО – висбрекинг-остаток

Приведенная схема показывает расширенные возможности получения электропроводящих материалов с высокой добавленной стоимостью на основе доступного нефтяного сырья – остатков первичных и вторичных процессов переработки нефти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гильманшина К.А., Доломатов М.Ю., Рыжиков О.Л., Доломатова М.М., Бахтизин Р.З., Шуткова С.А., Хайрудинов И.Р. Особенности электропроводности высокомолекулярных многокомпонентных углеводородных парамагнитных систем с хаосом химического состава // Бутлеровские сообщения. 2025. Т. 81, № 2. С. 50-58.

2. Zang X., Dong Y., Jian C., Ferralis N., Grossman J.C. Upgrading carbonaceous materials: coal, tar, pitch, and beyond // Matter. 2022. Vol. 5, № 2. P. 430-447.

3. Полезная модель 154974 Российская Федерация, МПК G01R 19/25. Автоматизированный измерительный комплекс электрофизических свойств высокоомных материалов / Рыжиков О.Л., Сафаргалин И.Н., Петров А.М., Доломатов М.Ю.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет». – № 2015100553; заявл. 12.01.2015; опубл. 20.09.2015, Бюл. № 26. – 7 с.

4. Доломатов М.Ю., Шуткова С.А., Родионов А.А., Бахтизин Р.З., Гильманшина К.А. Сопряженные фазовые переходы «диамагнетик – парамагнетик» и «диэлектрик – полупроводник» в многокомпонентных аморфных углеводородных средах // Успехи прикладной физики. 2025. Т. 13, № 2. С. 149-156.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ ПОЛИМЕРА СБС Л30-01А И АГЛОМЕРАТА ПВД С ПЛАСТИФИКАТОРАМИ В РАЗЛИЧНЫХ СООТНОШЕНИЯХ

М.И. Кондратьева

ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань

kondrattteva@yandex.ru

Аннотация. В статье исследована совместимость термоэластопласта СБС Л30-01А и агломерата ПВД с нефтяными пластификаторами (ЭНМА, ПН-6К, МПБ-3) в различных соотношениях (90:10, 80:20, 70:30). Методом визуальной оценки по ГОСТ Р 52056-2003 установлено, что пластификаторы ПН-6К и ЭНМА образуют однородные композиции при соотношениях 90:10 и 80:20, в то время как МПБ-3 показал неудовлетворительную совместимость из-за наличия солей органических кислот. Определены оптимальные соотношения компонентов для создания стабильных полимерно-битумных композиций, сочетающих экономическую эффективность и экологическую безопасность за счет использования вторичного полимерного сырья.

Ключевые слова: термоэластопласт СБС, агломерат ПВД, нефтяные пластификаторы, совместимость, модификация.

Современное дорожное строительство предъявляет повышенные требования к качеству и долговечности покрытий. В России реализация масштабных инфраструктурных проектов, таких как национальная программа «Безопасные и качественные автомобильные дороги», требует применения высокоэффективных битумных вяжущих. Особое значение приобретают модифицированные битумы, производство которых за последние 10 лет увеличилось более чем в 2 раза [1].

Наиболее распространенными модификаторами битумов являются термоэластопласты на основе стирол-бутадиен-стирола (СБС), обеспечивающие материалу повышенную эластичность, трещиностойкость и расширенный температурный диапазон эксплуатации [2,3]. Однако существующие технологии модификации имеют ряд существенных ограничений, включая высокую стоимость полимерных добавок, нестабильность качества продукции и сложность регулирования реологических свойств [4–6].

Актуальным направлением развития является разработка композиций с использованием вторичных полимерных материалов, таких как агломерат полиэтилена высокого давления (ПВД). Такой подход позволяет не только снизить себестоимость модифицированных битумов, но и решить важную экологическую задачу утилизации полимерных отходов [7–10].

Ключевым фактором, определяющим качество полимерно-битумных композиций, является совместимость компонентов [11,12]. В связи с этим, исследование совместимости различных полимерных добавок с пластификаторами представляет значительный научный и практический интерес.

В качестве объектов исследования выбраны следующие полимерные добавки:

- СБС Л30-01А – термоэластопласт линейный бутадиен-стирольный производства АО «Воронежсинтезкаучук»;
- агломерат ПВД – измельченная на сортировочных пунктах вторичная упаковочная тара или пленка без дополнительных включений.

В качестве пластификаторов выбраны остаточные продукты селективной очистки масел производства АО «Газпромнефть – Московский НПЗ»:

- экстракт нефтяной марки А (ЭНМА) – продукт селективной очистки дистиллятных и остаточных масляных фракций;
- экстракт остаточный селективной очистки (ПН-6К) – концентрат ароматических углеводородов, получаемый компаундированием экстрактов селективной (фенольной) очистки масляных фракций нефти;
- масло пластификатор МПБ-3 – смесь ароматической нефтяной основы с натриевыми и кальциевыми солями нафтенowych кислот и сульфокислот (мыл).

Для исследования совместимости компонентов готовили концентраты в следующих соотношениях пластификатор: полимеры (90:10, 80:20 и 70:30), где полимерные добавки брались в равных соотношениях. Процесс приготовления включал:

- Смешение компонентов в металлической емкости;
- Нагрев до 90-100°C при перемешивании 250-300 об/мин;
- Последующий нагрев до 170-175°C при 650-700 об/мин;
- Перемешивание в течение 1,5-2 часов.

Оценку однородности проводили визуальным методом согласно ГОСТ Р 52056-2003 (п.6.1), нанося тонкий слой образца на бумажную подложку и анализируя отсутствие неоднородностей, сгустков и комков полимера.

Стоит отметить, что отход ПВД обладает хорошей совместимостью как с пластификаторами, так и с нефтяными битумами [13], поэтому задача оценки совместимости добавок с пластификаторами сводится к исследованию возможности получения однородных концентратов с СБС-полимером.

Оценка совместимости полимеров СБС Л 30-01А и агломерата ПВД с каждым из пластификаторов – ПН-6К, МПБ-3 и ЭНМА – в различных соотношениях представлена в таблице 1.

Секция 1

Из результатов оценки совместимости (таблица 1) термоэластопласта марки СБС Л30-01А и агломерата ПВД с пластификаторами ПН-6К и ЭНМА следует, что для образцов с соотношением пластификатор: полимер 90:10 и 80:20 наблюдается однородность состава. Это может быть обусловлено схожей природой обеих пластификаторов. Данные образцы могут быть использованы для дальнейшей модификации ими битума.

Таблица 1

Оценка совместимости пластификаторов с полимерными добавками

Наименование пластификатора и полимеров	Соотношение пластификатор: полимер	Результат оценки
МПБ-3+СБС Л 30-01 А +ПВД _{агломер.}	90:10	Неоднородно, с отдельными частицами полимера
	80:20	Недостаток пластификатора для растворения/набухания полимера
	70:30	Недостаток пластификатора для растворения/набухания полимера
ПН-6К+СБС Л 30-01 А +ПВД _{агломер.}	90:10	Однородно
	80:20	Однородно
	70:30	Неоднородно, с отдельными частицами полимера
ЭНМА+СБС Л 30-01 А +ПВД _{агломер.}	90:10	Однородно
	80:20	Однородно
	70:30	Неоднородно, с отдельными частицами полимера

Для образцов с пластификаторами ПН-6К и ЭНМА при соотношении пластификатор: полимер 70:30 отмечается неоднородность. Это может быть обусловлено большим количеством термоэластопласта более крупного гранулометрического состава, который делает концентрат более вязким, что затрудняет его перемешивание при заданной температуре.

Пластификатор марки МПБ-3 не совместим с данным полимером, так как не образовал однородных составов при заданных соотношениях. Несовместимость может быть обусловлена избытком солей органических кислот, присутствующих как в составе полимера, так и в пластификаторе, что затрудняет растворение полимера.

Из результатов эксперимента можно выделить несколько ключевых аспектов, определяющих совместимость различных термоэластопластов с пластификаторами.

Анализ экспериментальных данных показал, что ключевым фактором, определяющим степень совместимости полимерных модификаторов с битумной основой, является химический состав используемых пластификаторов. Наибольшее влияние оказывает содержание ароматических углеводов, в частности моно- и бициклических соединений, которые обеспечивают эффективное растворение и набухание полимерных частиц. Именно этот параметр стал определяющим при объяснении совместимости полимеров с пластификатором МПБ-3, который продемонстрировал наихудшие показатели совместимости со всеми тестируемыми термоэластопластами. Это явление можно объяснить значительно меньшим количеством ароматических фракций по сравнению с ПН-6К и ЭНМА за счёт присутствия в его составе натриевых и кальциевых солей органических кислот, что создает дополнительные ограничения для процессов растворения полимеров.

Таким образом, для эффективной модификации битума рекомендуется использовать полимеры в сочетании с пластификаторами ПН-6К или ЭНМА в соотношении 90:10 или 80:20, что обеспечит стабильные и однородные составы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов Д.В. PRO битум и ПБВ - сделано в России // Доклады 2023. Межотраслевая конференция «PRO Битум и ПБВ». 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.probitum.pro/report> (дата обращения: 10.04.2025).
2. Абдуллин А.И. Битумные вяжущие материалы: учебное пособие / А.И. Абдуллин, Т.Ф. Ганиева, М.Р. Идрисов, Е.А. Емельянычева, Г.К. Бикмухаметова, Р.И. Сибгатуллина. – СПб.: Проспект Науки, 2017. – 208 с.
3. Кондратьева М.И., Бронская В.В., Емельянычева Е.А., Шипин А.В., Башкиров Д.В., Игнашина Т.В. Нейросетевая модель для прогнозирования цен на модифицированные битумные вяжущие // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 12. С. 48-54.
4. Худякова Т.С. Особенности структуры и свойств битумов, модифицированных полимерами // Дорожная техника. 2003. №5 С. 43-51.
5. Крыгина А.С., Соловьева Л.Ф., Вагапов Б.Р., Емельянычева Е.А. Разработка полимерно-битумных и модифицированных вяжущих на основе полимеров нефтехимии // Техника и технология нефтехимического и

нефтегазового производства : Материалы 12-й Междунар. науч.-техн. конф. Омск, 2022. С. 42-43.

6. Khaibullina A., Vagapov B., Galimullin I., Mukhamatdinov I. Modern modifiers for obtaining polymer-bitumen binders // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Kazan, 2020. P. 012040.

7. Проваторова Г.В. Экологические аспекты модификации битума // Умные композиты в строительстве. 2021. №1.

8. Ramadhansyah P.J., Haryati Ya., Norhidayah H., Mohd A., Siti K., Che W. Effect of Waste Plastic as Bitumen Modified in Asphalt Mixture // MATEC Web of Conferences 2017.

9. Пугин К.Г. Использование полимерных материалов в качестве структурного элемента в составе асфальтобетона // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2021. № 4 С. 29-36.

10. Крыгина А.С. Разработка модифицированного битумного вяжущего на основе отходов полиэтилена // Современные технологии в области защиты окружающей среды и техносферной безопасности : материалы Всеросс. науч. конф. с междунар. участием молодых ученых и специалистов. Казань, 2023. С. 648-650.

11. Литовченко Д.П. Влияние совместимости полимера и пластификатора на показатели качества битумного вяжущего // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. №2 С. 22-33.

12. Santagata E., Baglieri O., Dalmazzo D., Tsantilis L. Experimental investigation on the combined effects of physical hardening and chemical aging on low temperature properties of bituminous binders // RILEM Bookseries. 2016. Vol. 11.P. 631–641.

13. Степанович Ю.А., Шрубок А.О. Влияние добавок полиэтилена на структуру и свойства СБС-модифицированных битумов // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. 2022. №2 С.259.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПОЛУЧЕНИЯ МОНОЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ ГИДРАТАЦИЕЙ ОКИСИ ЭТИЛЕНА

И.В. Корчагин

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск, Россия

igor.kv4@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Ю.Н. Чиркова

Аннотация. В статье описаны сферы применения и актуальность моноэтиленгликоля (МЭГ). Представлены две используемые в настоящее время промышленные технологии получения данного гликоля. Описаны химизм и специфика наиболее распространённого способа получения МЭГ – гидратации окиси этилена, а также главный недостаток этой технологии. Перечислены пути решения данного недостатка, повышающие селективность и энергоэффективность процесса.

Ключевые слова: гидратация, моноэтиленгликоль, избыток воды, энергоёмкость, катализатор, экстракция, селективность.

Моноэтиленгликоль (МЭГ) – один из ключевых продуктов химической промышленности. Основными сферами использования МЭГ являются производство полиэтилентерефталата (ПЭТФ) и применение в качестве антифриза [1].

ПЭТФ получают поликонденсацией МЭГ с терефталевой кислотой (или её диметиловым эфиром). Из данного полимера делают посуду, изделия технического и медицинского назначения, упаковку для безалкогольных напитков, косметической продукции, бытовой химии. В России его используют, по большей части, для изготовления бутылок. Помимо этого, ПЭТФ используется в качестве полиэфирных волокон для усиления автомобильных шин и конвейерных лент, создания одежды [2].

На втором месте по уровню потребления находится рынок антифризов. МЭГ используется как базовая жидкость для антифриза и составляет около 50 % от всего состава (остальное – присадки и деминерализованная вода). Согласно статистике аналитического агентства «Aftermarket-DATA» (см. рис. 1), чаще всего в качестве базовой жидкости для антифризов используется именно МЭГ [3].

Исследование объёма производства МЭГ в России (см. рис. 2) показало, что данный продукт органического синтеза является актуальным, и его производство растёт [4].

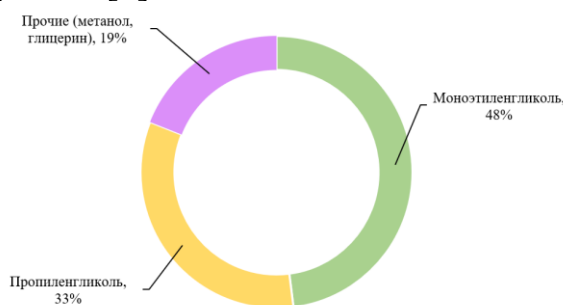


Рис. 1. Сегментация по типу базовой жидкости для антифризов

Секция 1

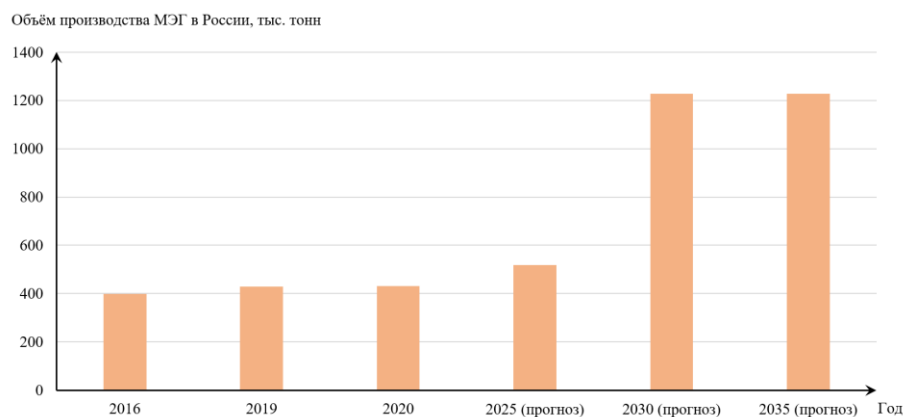


Рис. 2. Динамика производства МЭГ в России

Благодаря мощностям собственных установок, Россия практически полностью закрывает спрос на МЭГ. Основными производителями являются три крупнейших отечественных предприятия: ПАО «Сибур-Нефтехима», ПАО «Нижекамскнефтехима» и ПАО «Казаньоргсинтез». Все перечисленные предприятия входят в состав ПАО «Сибур Холдинг» [5, 6]. Их местоположение, производительность и применяемая технология представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные производители МЭГ в России

Компания	Город	Общая характеристика производства
ПАО «Сибур-Нефтехим»	Дзержинск	Производительность ≈ 278 тыс. тонн/год; технология – гидратация окиси этилена
ПАО «Нижекамскнефтехим»	Нижекамск	Производительность ≈ 120 тыс. тонн/год; технология – гидратация окиси этилена
ПАО «Казаньоргсинтез»	Казань	Производительность ≈ 35 тыс. тонн/год; технология - синтез диметилкарбоната из этиленкарбоната и метанола (МЭГ – побочный продукт)

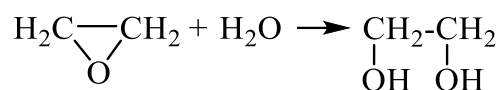
В настоящее время применяются две технологии получения МЭГ:

1. С целью избежать образования ди- и триэтиленгликолей был предложен двухстадийный метод получения МЭГ. На первой стадии происходит образование этиленкарбоната (ЭК) из окиси этилена (ОЭ) и диоксида углерода; на второй – метанолиз ЭК с образованием диметилкарбоната (ДМК) и МЭГ. Процесс является весьма энергоёмким из-за особенностей выделения МЭГ из смеси, состоящей из четырёх соединений – ЭК, ДМК, азеотропа ДМК с метанолом и МЭГ [7]. В

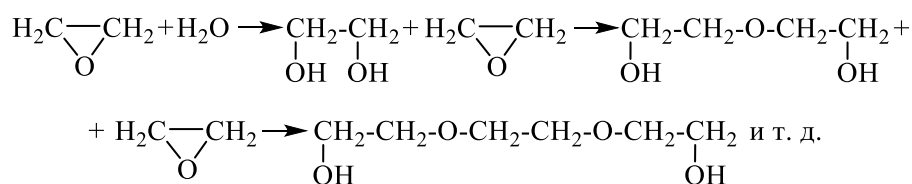
промышленности используют данную технологию, прежде всего, для получения ДМК, который впоследствии подвергают превращению в поликарбонат. МЭГ является побочным продуктом, поэтому объём его выпуска небольшой.

2. Некаталитическая гидратация ОЭ. В настоящее время данная технология производства МЭГ является самой распространённой в промышленности, благодаря довольно умеренным значениям температуры (150-180 °С) и давления (1,7-2 МПа), отсутствию вредных для аппаратуры и требующих специальной очистки веществ, высоким показателям селективности процесса и выхода продукта [8-11].

Целевая реакция – гидратация ОЭ с образованием МЭГ (см. рисунок):



МЭГ обладает способностью взаимодействовать с ОЭ. Из-за этого протекают последовательные побочные реакции с образованием ди-, три-, тетра- и полиэтиленгликолей (см. рисунок):



Чтобы повысить селективность, необходимо уменьшить образование полиэтиленгликолей. Для этого гидратацию проводят в избытке воды (мольное соотношение ОЭ : вода 1 : 10÷22) [10]. Однако это приводит к большому содержанию воды в реакционной массе. Для удаления такого большого количества воды необходима трёхкорпусная выпарная установка, которая является весьма энергозатратной [9]. Однако был разработан ряд решений, которые могут позволить уменьшить энергозатраты, а также снизить соотношение ОЭ : вода и увеличить селективность процесса:

1. Катализаторы: смесь производной поликарбоновой кислоты и анионообменной смолы [12]; анионообменная смола, содержащая полистирол и дивинилбензол [13]; смесь амина, слабого основания и деионизированной воды [14]; кислота Льюиса, устойчивая к воде и представляющая собой соль металла [15]; пиперазиновая ионная жидкость [16]; композитная ионообменная смола из наноуглеродного материала

(графен или углеродные нанотрубки), аниона и алкилов C_1 - C_{10} [17]; система, включающая в себя ион металла, производную основания Шиффа, осевой анион, мономер (алкилстирол), сомономер (диизопропиленфенилбензол или дивинилбензол) [18]. В зависимости от используемого катализатора, масс. соотношение ОЭ : вода достигает 1 : 1,64÷2,45, селективность – 86÷99 % масс. Наибольший эффект достигается при использовании последних двух каталитических систем.

2. Жидкостно-жидкостная экстракция. Является альтернативной технологией извлечения воды из раствора гликолей. В качестве экстрагента могут выступать ионная жидкость тетраоктиламмоний 2-метил-1-нафтоат, N,N'-диметилциклогексиламин, метилциклогексиламин, N-метилпиперидин, триэтиламин, трипропиламин [11, 19]. В исследовании [11] было установлено, что данный метод позволяет сократить энергозатраты на 73,7 % по сравнению с традиционным блоком выпарных аппаратов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рынок МЭГ в России: анализ и перспективы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://glycols.ru/2022/12/16/analiz-i-perspektivy-rynka-meg-v-rossii-po-itogam-2022-goda> (дата обращения: 05.04.2025).
2. Полиэфирные нити и причины их популярности / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://glycols.ru/2022/11/03/skolko-verevochke-ni-vitsya-poliefirnye-niti-i-prichiny-ih-populyarnosti> (дата обращения: 05.04.2025).
3. Обзор рынка антифризов [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://win-sto.ru/information/obzor_rinka_antifrizov_2021_moskva (дата обращения: 05.04.2025).
4. Petrochemical Industry in Russia: State of the Art and Prospects for Development. E.A. Golysheva, O.V. Zhdaneev, V.V. Korenev [и др.]. Russian Journal of Applied Chemistry. 2020. Т. 93. № 10. С. 1596-1603.
5. Расширение производства окиси этилена и гликолей на «Сибур-Нефтехиме» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://iadevon.ru/news/chemistry/na_nizhegorodskom_zavode_sibura_rasshirya_t_proizvodstvo_okisi_etilena_i_glikoley-10745 (дата обращения: 05.04.2025).
6. Рынок этиленгликоля в России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://glycols.ru/2022/11/08/rynok-meg-rossijskie-proizvoditeli> (дата обращения: 05.04.2025).

7. Способ получения этиленгликоля совместно с карбамидом: пат. 2408568 Рос. Федерация № 2009126641/04; заявл. 14.07.2009; опубл. 10.01.2011.

8. Дымент О.Н., Казанский К.С., Мирошников А.М. Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва: Химия. 1976. 376 с.

9. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. Москва: Химия. 1988. 592 с.

10. Адельсон С.В., Вишнякова Т.П., Паушкин Я.М. Технология нефтехимического синтеза. Москва: Химия. 1985. 608 с.

11. Гараев А.И., Бабаев В.М. Модернизация производства этиленгликоля. Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 12. С. 117-118.

12. Способ получения алкиленгликолей и каталитическая композиция для их получения: пат. 2233261 Росс. Федерация № 2001119449/04; заявл. 13.12.1999; опубл. 27.07.2004.

13. Твёрдый катализатор, используемый для превращения алкиленоксида в алкиленгликоль: пат. 2470706 Росс. Федерация № 2010119451/04; заявл. 03.10.2008; опубл. 27.12.2012.

14. Способ получения алкиленгликолей: пат. 7098367 США № 10/923,961; заявл. 23.08.2004; опубл. 29.08.2006.

15. Процесс с использованием устойчивых к воде кислот Льюиса в каталитической гидратации алкиленоксидов до алкиленгликолей: пат. 2005014980 США № 10/619,127; заявл. 14.07.2003; опубл. 20.01.2005.

16. Способ получения двухатомного спирта посредством каталитической гидратации эпоксиалкана: пат. 114426458 Китай № 202011092357.9; заявл. 13.10.2020; опубл. 03.05.2022.

17. Способ получения диола гидратацией оксида алкилена и его катализатора: пат. 112239394 Китай № 201910643220.9; заявл. 17.07.2019; опубл. 19.01.2021.

18. Катализатор получения гликоля гидратации алкиленоксида, способ получения и его применение: пат. 115518689 Китай № 202110702924.6; заявл. 24.06.2021; опубл. 27.12.2022.

19. Процесс выделения алкиленгликоля: пат. 9718752 США № 14/893,273; заявл. 28.05.2014; опубл. 01.08.2017.

**ПОДАЧА АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПРИСАДКИ
«АГИДОЛ-12» И МИНИМИЗИРОВАНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ
РЕЦЕПТУРЫ В КОМПАУНДИРОВАНИИ БЕНЗИНА**

Р.И. Замалиев

ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань

m23.zamaliyev.r.i@inhn.ru

Науч. рук. ст. преп. Ю.С. Овчинникова

Аннотация. В работе представлен процесс модернизации узла смешения бензинов путем добавления антиокислительной присадки «Агидол-12» и минимизирование отклонения от рецептуры для повышения качества выпускаемой продукции.

Ключевые слова: бензин, присадка, Агидол-12, компаундирование.

Компаундирование бензина представляет собой важный процесс в нефтеперерабатывающей промышленности, целью которого является улучшение качественных характеристик бензина за счет добавления различных компонентов и присадок. Актуальность данной темы обуславливается необходимостью повышения эффективности и устойчивости работы транспортных средств, а также стремлением соблюсти экологические стандарты.[3]

Компаундирование бензина — это технологический процесс, в ходе которого исходный бензин модифицируется с помощью различных добавок — присадок.[3]

Блок-схема приготовления бензина изображена на рисунке 1 ниже:

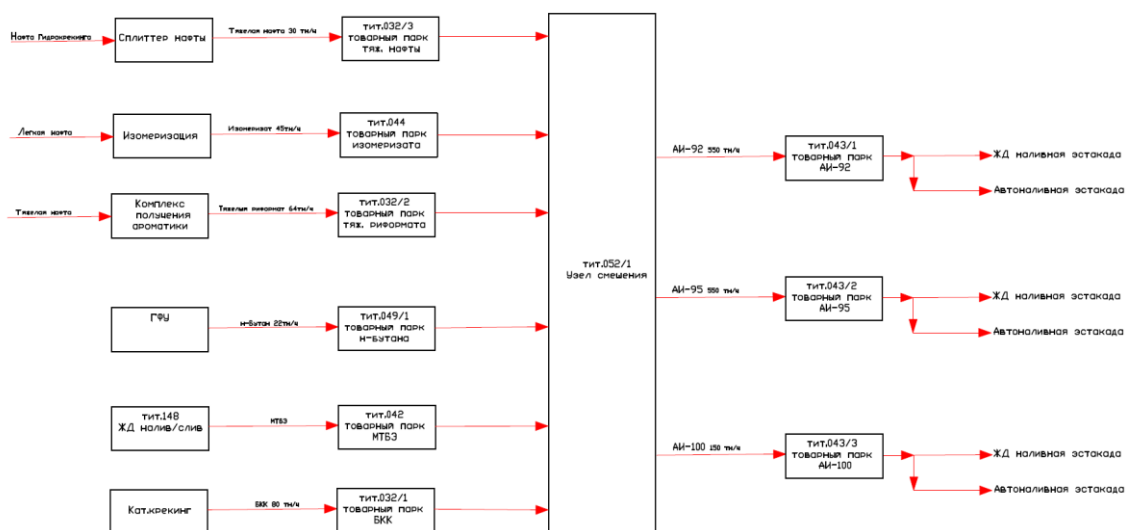


Рис. 1 Блок-схема приготовления бензина

Присадки — это вещества, добавляемые к нефти в небольших количествах для улучшения ее свойств.[1]

Экономическая эффективность от добавления присадок при изготовлении бензина может проявляться в нескольких ключевых аспектах: [2]

1. Улучшение качества топлива. Добавление присадок позволяет улучшить качество бензина, повысив его октановое число и увеличив стабильность, что приводит к уменьшению риска детонации и продлению срока хранения.

2. Снижение затрат на производство. Присадки могут помочь снизить потери от окисления и предотвратить коррозию, что позволяет оптимизировать производственные процессы и снизить затраты на очистку оборудования и переработку.

3. Увеличение срока службы двигателей. Использование качественного бензина с присадками снижает износ двигателей, что может привести к снижению затрат на техническое обслуживание и капитальный ремонт.

4. Конкурентоспособность на рынке. Более качественный продукт может позволить производителям устанавливать более высокие цены или привлекать больше клиентов, что увеличивает долю рынка.

5. Экологические преимущества. Антиокислительные присадки могут уменьшить выбросы вредных веществ, что помогает соблюдать экологические нормы и избежать штрафов.[2]

Таким образом, добавление присадок в производственный процесс может привести к значительной экономической выгоде как для производителей, так и для конечных потребителей.

Существует множество различных присадок, которые могут улучшить:

- вязкость;
- антиокислительные свойства;
- моющие свойства;
- противоизносные свойства;
- антикоррозионные свойства;
- другие характеристики.

Антиокислительные присадки играют ключевую роль в обеспечении долгосрочной стабильности топлива.[1] Они замедляют процессы окисления, препятствуя образованию осадков и снижая вероятность образования вредных соединений. «Агидол-12» представляет собой современную антиокислительную присадку, обладающую высокой эффективностью и хорошей совместимостью с бензинами.

Агидол-12: применяется в качестве антиокислительной присадки к автомобильным бензинам для повышения их химической стабильности. Получают данную присадку растворением кубовых остатков продукта регенерации метанола и других побочных фракций, образующихся при производстве «Агидола-1» в углеводородном растворителе и представляет собой раствор алкилфенолов в углеводородном растворителе.

Подача антиокислительной присадки должна осуществляться с соблюдением определенных технологий, чтобы обеспечить равномерное распределение добавки в топливе. [1]

Основные методы подачи включают:

1. Механическая подача: Использование специальных насосов обеспечивает оперативную и точную подачу присадки в топливный поток.
2. Автоматизация процесса: Внедрение систем автоматического контроля позволяет минимизировать человеческий фактор и снизить риск ошибок при добавлении присадки.
3. Совмещение с другими компонентами: Подача «Агидола-12» совместно с другими добавками повышает эффективность и снижает вероятность отклонений от рецептуры.[1]

При производстве бензина на автоматических станциях смешения (АССБ) стандартное топливо изготавливается из различных компонентов согласно определённым рецептам. Основная задача заключается в оптимальном использовании доступных ингредиентов разной стоимости для получения максимального объема бензина нужного сорта с минимальными затратами и минимальным отклонением от стандартных характеристик.

Введение антиокислительной добавки «Агидол-12» позволит улучшить антиокислительные свойства и предотвратить образование отложений.

Также необходимо обновить калибровочную модель в области автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) над поточным анализатором, чтобы сократить разницу между первоначальным рецептом и конечным продуктом.

Это поможет снизить потребление компонентов и повысить качество выпускаемого бензина.

Оптимизация процесса смешения компонентов бензинов, с включением антиокислительной присадки «Агидол-12», позволяет значительно повысить экономическую эффективность производства. Использование данной присадки способствует улучшению эксплуатационных характеристик конечного продукта, таких как

Секция 1

устойчивость, к окислению и долговечность хранения, что, в свою очередь, снижает потери от деградации топлива. Кроме того, применение «Агидол-12» снижает вероятность возникновения технических неполадок в двигателях, что уменьшает расходы на их обслуживание и ремонт. Это также влияет на снижение затрат энергетических ресурсов в процессе переработки сырья.

Тщательный расчет затрат на применение присадки, в сочетании с экономией на эксплуатационных расходах и увеличением сроков службы топлива, доказывает целесообразность использования «Агидол-12».

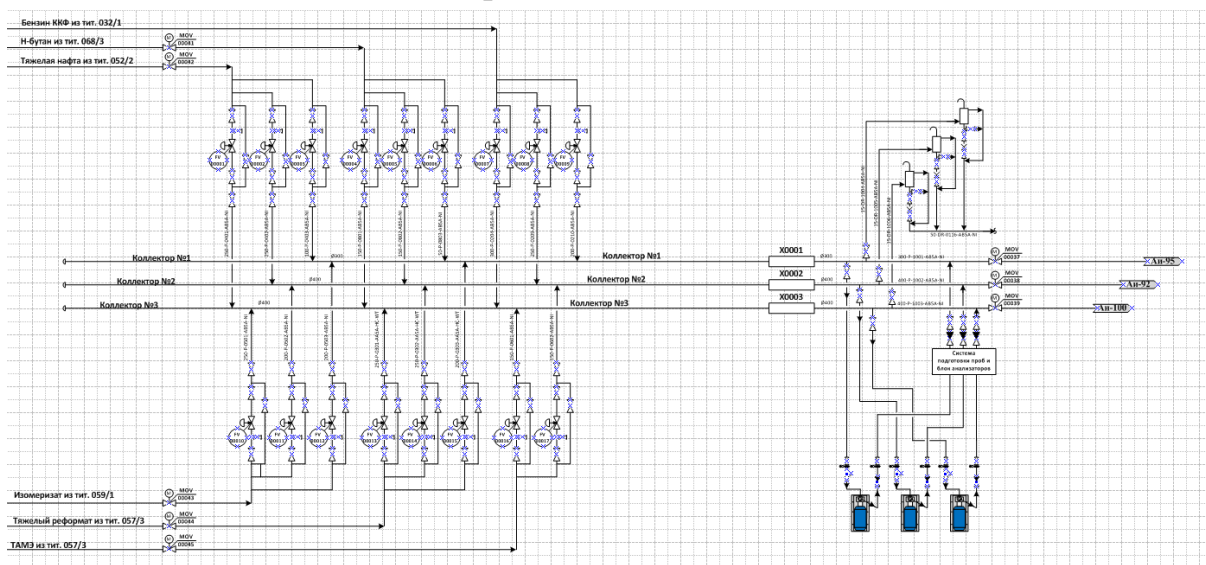


Рис.2 Схема узла смешения

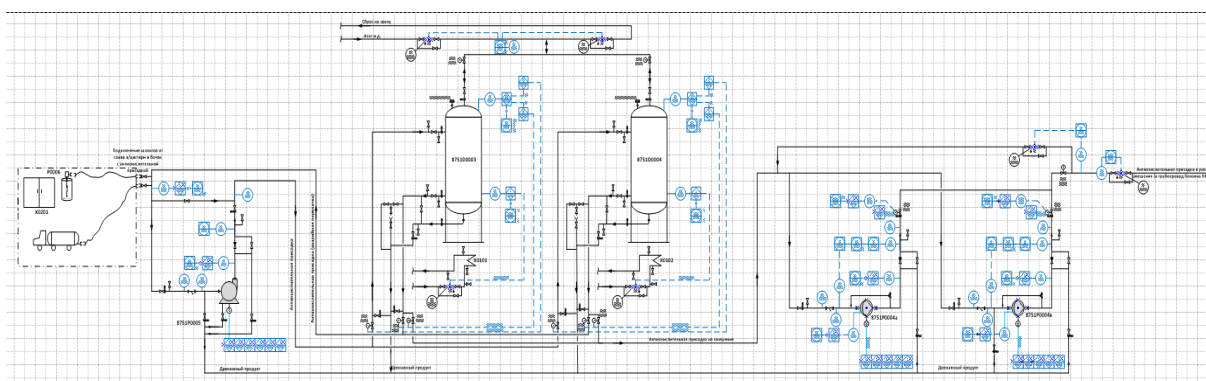


Рис.3 Схема приема и подачи присадки «Агидол-12»

Подача антиокислительной присадки «Агидол-12» в процессе компандирования бензина является эффективным способом повышения качества топлива. При этом важно тщательно следить за соблюдением рецептуры и применять современные технологии для минимизации отклонений. Улучшение качества бензина способствует не только повышению производительности двигателей, но и снижению их вредных

выбросов, что в итоге положительно сказывается на экологии. Применение эффективных антиокислительных присадок и оптимизация процессов компаундирования будет оставаться актуальной задачей для нефтеперерабатывающей промышленности в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексанян К.Г., Стоколос О.А., Солодова Е.В., Зайцева Ю.Н., Салманов С.Ю., Яруллин Н.Р., Налетова А.В., Михайлов Э.Р. История развития и применения антиокислительных присадок для топлив и масел // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология, 2018 С. 120 – 125.
2. Дервяго, И., Салоников, В. Эколого-экономическая оценка эффективности использования топливных добавок // Наука и инновации. – 2016. – С. 36–39.
3. Коперчак О.П., Халилов Н.А. Методы улучшения качества топлив и его влияние на эксплуатационные характеристики при эксплуатации ДВС// ВЕСТНИК НАУКИ №10 (43) Т.4. 2021. С. 163-169.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДСК ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СВОЙСТВ СТЕРЕОРЕГУЛЯРНЫХ БУТАДИЕНОВЫХ КАУЧУКОВ

А.И. Якупова

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск, Россия

puska2003@bk.ru

Научн. рук. канд. хим. наук, доцент Темникова Е.В.

***Аннотация.** В статье рассмотрены возможные варианты применения дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) для исследования низкотемпературных свойств бутадиеновых каучуков с преимущественным содержанием цис-1,4-звеньев. Показано, что стереорегулярные бутадиеновые каучуки характеризуются тремя фазовыми переходами: плавлением, кристаллизацией и стеклованием в области низких температур. В отличие от аморфных полимеров, такие каучуки имеют слабый переход стеклования, широкие интервалы плавления и кристаллизации, высокую скорость кристаллизации. Описаны условия проведения измерений методом ДСК фазовых переходов первого рода. Сопоставление результатов температурных переходов необходимо проводить при идентичных условиях измерений (скорости нагрева, температуры, массы образца).*

Ключевые слова: *стереорегулярные бутадиеновые каучуки, дифференциальная сканирующая калориметрия, фазовые переходы, условия измерений.*

Метод ДСК является одним из классических методов изучения физических свойств веществ в зависимости от температуры. Его востребованность объясняется простотой, малым количеством образца и высокой чувствительностью. В случае полимеров, метод ДСК используют как неразрушающий количественный метод контроля структуры синтезируемых образцов и исследования их свойств.

В данной работе представлены возможности метода ДСК при изучении стереорегулярных бутадиеновых каучуков с преимущественным содержанием *цис*-1,4-звеньев. Промышленные образцы ПАО «Нижекамскнефтехим» и импортного производства изучены методами ДСК и ИК спектроскопии.

Условия методик измерений методом ДСК для фазовых переходов подбирались с учетом существующих стандартов ASTM, ГОСТ [1,2] по термическому анализу.

Рассмотрены несколько методик измерений низкотемпературных свойств *цис*-бутадиеновых каучуков методом ДСК. Из всех фазовых переходов полимеров: стеклование, кристаллизация и плавление на первое место выходит способность к кристаллизации. Это обусловлено тем, что вследствие высокой регулярности *цис*-бутадиеновых каучуков при охлаждении сначала происходит кристаллизация, которая влияет на морозостойкость каучуков и резин на их основе [2, 3]. Метод ДСК позволяет определять микроструктуру *цис*-бутадиеновых каучуков по температуре плавления. Обнаружена линейная зависимость этого параметра от содержания *цис*-1,4-звеньев более 95% мас. Однако присутствие звеньев различной конфигурации (*транс*-1,4 и 1,2-звенья) снижает температуру плавления. Кроме того, с помощью метода ДСК получены характеристики кристаллизации (начало, пик и конец кристаллизации) в динамических условиях. Для *цис*-бутадиеновых каучуков эти параметры находятся в области от минус 56 до минус 34 °С. При определенных условиях изотермической кристаллизации (при -21 °С) для образцов *цис*-бутадиеновых каучуков с содержанием *цис*-1,4-звеньев на уровне 95% мас. найдены время кристаллизации, относительная степень кристалличности и энтальпия кристаллизации. Особенностью поведения стереорегулярных бутадиеновых каучуков при кристаллизации и плавлении является наличие температурного интервала переходов. Это объясняют наличием

полиморфных кристаллических структур, связанных с дефектностью полимерной цепи [4]. Наряду с шириной молекулярно-массового распределения, такие температурные характеристики позволяют установить взаимосвязь молекулярной структуры и свойств полимеров при низких температурах.

Таким образом, в работе описаны условия методик и результаты измерений низкотемпературных свойств каучуков. При количественных измерениях методом ДСК результаты измерений зависят от скорости нагрева, охлаждения, массы навески. Результаты, полученные методом ДСК, позволяют характеризовать структуру каучуков с точки зрения их термических свойств и определять условия эксплуатации изделий на их основе.

ЛИТЕРАТУРА

1. ASTM D 3418. Standard Test Method for Transition Temperatures and Enthalpies of Fusion and Crystallization of Polymers by Differential Scanning Calorimetry.
2. ГОСТ 55134. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Общие принципы.
3. M.F. Bukhina, S.K. Kurland. Low-Temperature behavior of elastomers. Boston, 2007. P.187.
4. В.А. Берштейн, В.М. Егоров. Дифференциальная сканирующая калориметрия в физикохимии полимеров. Л.: Химия, 1990 г. 256 с.

ПРОИЗВОДСТВО ВОДОРОДА И РОЛЬ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОНВЕРСИИ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА

Р.Р. Зигангиров¹, И.И. Салахов², Э.И. Салахова³

^{1,2,3}НХТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

¹zigangirov00@list.ru, ²ieka101010@mail.ru, ³salahova.elmira@gmail.com

Науч. рук. канд. техн. наук Э.И. Салахова

Аннотация. В статье рассмотрена проблема разработки эффективных катализаторов для низкотемпературной конверсии СО при производстве водорода. Проведен сравнительный анализ традиционных систем (Fe-Cr, Cu-Zn-Al) и перспективных катализаторов на основе карбида молибдена (Mo₂C). Показано, что Mo₂C сочетает высокую активность, устойчивость к серосодержащим соединениям и

низкую стоимость. Обсуждены основные проблемы, пути их решения. Отмечены перспективы применения Mo_2C .

Ключевые слова: водород, монооксид углерода, катализатор, каталитическая система, эффективность, низкотемпературная конверсия, карбид молибдена.

Производство водорода занимает центральное место в современной химической промышленности. Одной из важнейших стадий получения высокочистого водорода является конверсия монооксида углерода (CO) в рамках реакции водяного газового сдвига (ВГС): $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$. Современные технологии получения водорода сталкиваются с необходимостью разработки эффективных каталитических систем для низкотемпературной конверсии монооксида углерода (CO) – ключевого процесса в производстве высокочистого водорода для топливных элементов и химической промышленности. Традиционные катализаторы (Fe-Cr, Cu-Zn-Al) эффективны при высоких температурах (200-400°C), но их применение ограничено из-за чувствительности к сере, спекания активных центров и высоких энергозатрат [1]. Используемые на практике методы каталитического окисления CO требуют высоких температур (200-400°C), что приводит к увеличению энергопотребления и ограничивает их применение в компактных устройствах. В этой связи разработка катализаторов (работающих при $<150^\circ\text{C}$) становится ключевой задачей, сочетающей требования энергоэффективности и экологической безопасности [2, 3] (таблица 1). Таблица 1 включает некоторые уравнения скорости для высокотемпературной и низкотемпературной конверсии CO.

Современные каталитические системы имеют ряд существенных ограничений. В промышленности применяются различные катализаторы, адаптированные под конкретные условия. Ni/Al₂O₃ эффективны в паровом риформинге метана (700–900°C), но подвержены коксообразованию (до 5% массы катализатора в сутки) и отравлению серой [4,5].

Таблица 1

Порядки реакции и энергии активации выраженной скорости, приведенные для высокотемпературной и низкотемпературной реакции конверсии водяного газа

Катализатор	T (K)	CO	H ₂ O	CO ₂	H ₂	E _A (kJ/mol)	Значение
Fe ₃ O ₄ -Cr ₂ O ₃	600-723	0.90	0.25	-0.60	0.00	60	101
Fe ₃ O ₄ -Cr ₂ O ₃	—	—	—	—	—	118	106
Rh-Fe ₃ O ₄ -Cr ₂ O ₃	573-673	1.45	0.44	-0.12	-0.22	63	107
Cu-Zn	473-583	0.80	0.80	-0.90	-0.90	79	39
Cu-Ce(La)O _x	448-573	0.00	1.00	—	—	30.4	112

Ni-Ce(La)O _x	548-573	0.00	1.00	–	–	38.2	112
CuO-MnO ₂	502	1.00	1.00	–	–	55	113
Pd-CeO ₂	473-513	0.00	0.50	–1.00	–0.50	38	109
Rh, Pt или Pd-CeO ₂	515	0.00	1.00	–	–	46±4	115

Катализаторы на основе благородных металлов (Pt, Pd, Au), нанесенные на CeO₂/TiO₂, демонстрируют высокую активность в низкотемпературном водяного газового сдвига (до 95% конверсии при 200°C) (рис. 1), однако их использование ограничено высокой стоимостью и чувствительностью к примесям [6, 7]. Более доступные Fe-Cr и Cu-Zn-Al катализаторы, хотя и дешевы, требуют строгого контроля состава сырья и быстро дезактивируются при перегревах [8, 9].

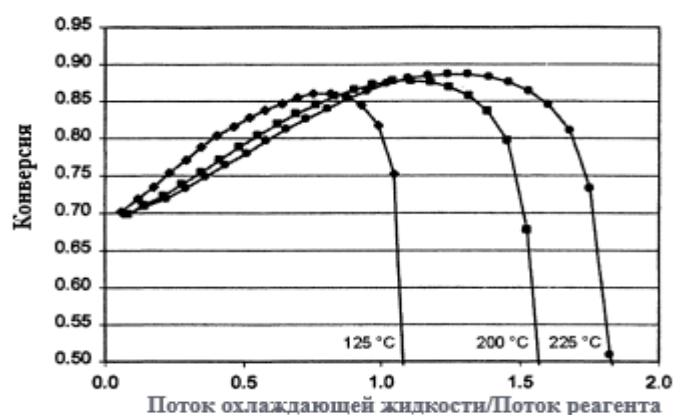


Рис.1. Конверсия СО в реакции конверсии водяного газа в зависимости от соотношения потока хладагента/реагента при постоянной подаче парового риформинга при 350°C, состав подачи 9% СО, 9% СО₂, 36% Н₂О, 45% Н₂

В последние годы катализаторы на основе карбида молибдена (Mo₂C) привлекают внимание благодаря уникальным свойствам. Они демонстрируют высокую активность, сопоставимую с благородными металлами (конверсия СО до 85% при 200–250°C) [10] (рис. 2), и исключительную устойчивость к сере – в 10-15 раз выше, чем у Cu-Zn-Al систем, за счет образования стабильных сульфидных фаз [11].

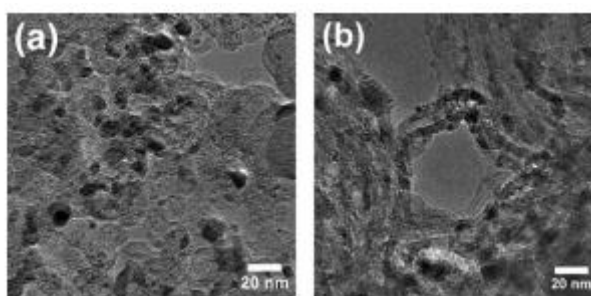


Рис. 2. Свежеприготовленные образцы: а) MoC/XC и б) $\text{Mo}_2\text{C}/\text{CNT}$

Частицы карбида молибдена хорошо распределены на углеродных носителях, и агрегации не наблюдается.

Высокая активность катализатора объясняется особыми электронными свойствами Mo_2C , которые обеспечивают эффективную активацию молекул CO и H_2O при пониженных температурах. Важно отметить, что катализатор сохраняет стабильность в условиях многократных циклов окисления-восстановления - частично окисленный Mo_2C может быть регенерирован обработкой в CH_4/H_2 без существенной потери активности. Это свойство особенно ценно для промышленных применений, где требуется длительный срок службы катализатора. Важным преимуществом является их низкая стоимость - в 50-100 раз дешевле Pt -содержащих катализаторов [12], а также гибкость применения, включая возможность использования в комбинированных процессах [13]. Исследования Chen и др. [10] показали, что Mo_2C сохраняет активность в широком диапазоне давлений, что делает его перспективным для промышленного внедрения. Кроме того, его электронные свойства схожи с платиной, что объясняет высокую каталитическую активность [14]. При нанесении на никелевую пену достигается дополнительное увеличение активности благодаря высокой теплопроводности носителя.

Однако, несмотря на преимущества, Mo_2C имеет ряд ограничений. Основной проблемой является окисление поверхности при контакте с водяным паром, приводящее к постепенной деградации катализатора [15]. Для решения этой проблемы разрабатываются методы нанесения графеновых покрытий (снижение окисления на 80%) [16] или создания композитов $\text{Mo}_2\text{C}-\text{MoO}_3$, легирование CeO_2 (повышение стабильности в 3 раза). Другой вызов - сложность масштабирования синтеза, что требует оптимизации методов получения для обеспечения воспроизводимости свойств [14]. Решение проблемы заключается в микроволновой карбидизации, использовании металлоорганических прекурсоров.

Современные исследования направлены на создание биметаллических систем ($\text{Mo}_2\text{C}-\text{WC}$), повышающих активность и стабильность, разработку катализаторов с контролируемой наноструктурой, где размер пор и распределение активных центров оптимизированы под условия [16], а также интеграцию в микрореакторные системы, что улучшает тепло- и массообмен [7, 13]. В рамках проведенного анализа были изучены механизмы дезактивации Mo_2C и предложены методы

стабилизации (легирование церием, углеродные покрытия), проведено сравнение экономической эффективности Mo_2C с традиционными катализаторами (Cu-Zn-Al , Pt/CeO_2) и разработаны рекомендации по оптимизации синтеза для промышленного применения.

С экономической точки зрения внедрение Mo_2C приведет к снижению капитальных затрат на 25-30%, уменьшит эксплуатационные расходы на 15-20%, снижение энергопотребления на 25-35%, уменьшение выбросов CO_2 на 20-25%.

Катализаторы на основе карбида молибдена представляют собой перспективную альтернативу традиционным системам для низкотемпературной конверсии CO . Их внедрение позволит снизить себестоимость водорода на 15-25%, уменьшить зависимость от дорогостоящих благородных металлов. Дальнейшие исследования должны быть направлены на повышение стабильности и разработку экономичных методов масштабирования. Как отмечают Muradov и др. [12], дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку экономичных методов масштабирования синтеза, повышение стабильности в процессах и оптимизацию состава для промышленных применений. Их уникальное сочетание высокой активности, устойчивости к ядам и экономической эффективности открывает новые возможности для водородной энергетики, а дальнейшее совершенствование позволит создать конкурентоспособные технологии производства высокочистого водорода.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 23401-90 Технологии водородные. Методы испытаний катализаторов. – М.: Стандартинформ, 2020. – 24 с.
2. Bartholomew C. H. Recent advances in heterogeneous catalysis // Applied Catalysis A: General. – 2021. – Vol. 610. – P. 117-134. – DOI: 10.1016/j.apcata.2020.117134.
3. Rostrup-Nielsen J. R. Catalytic processes for clean hydrogen production // Catalysis Today. – 2022. – Vol. 390-391. – P. 4-11.
4. Smith J. M. Chemical Engineering Kinetics. – 3rd ed. – New York: McGraw-Hill, 1981. – 600 p.
5. Fogler H. S. Elements of Chemical Reaction Engineering. – 5th ed. – London: Prentice Hall, 2016. – 832 p.
6. Hessel V., Angeli P., Gavrilidis A. et al. Micro-structured reactors for gas-phase reactions // Chemical Engineering Journal. – 2021. – Vol. 414. – Art. № 128142. – DOI: 10.1016/j.cej.2020.128142.

7. Kolb G. Review: Microstructured reactors for distributed production of hydrogen // Chemical Engineering Journal. – 2021. – Vol. 414.
8. Levenspiel O. Chemical Reaction Engineering. – 3rd ed. – Hoboken: Wiley, 1999. – 668 p.
9. Gary J. H., Handwerk G. E. Petroleum Refining: Technology and Economics. – 4th ed. – New York: Marcel Dekker, 2001. – 456 p.
10. Chen P., Zhang L., Liu Y. et al. Molybdenum carbide as catalyst for hydrogen production // Journal of Catalysis. – 2022. – Vol. 405. – P. 1-13. – DOI: 10.1016/j.jcat.2021.01.001.
11. Liu Y., Wang H., Muradov N. et al. Advanced catalytic materials for hydrogen production // Chemical Engineering Journal. – 2022. – Vol. 428.
12. Muradov N., Smith J. M., Rostrup-Nielsen J. R. et al. Catalytic systems for CO₂ conversion // Catalysis Today. – 2021. – Vol. 365. – P. 15-28. – DOI: 10.1016/j.cattod.2020.07.015.
13. Vesper G. Advances in reaction engineering concepts // Chemical Engineering Science. – 2020. – Vol. 227.
14. Zhang L., Chen P., Hessel V. et al. Nanostructured catalysts for hydrogen technologies // ACS Catalysis. – 2023. – Vol. 13, № 5. – P. 2876-2890. – DOI: 10.1021/acscatal.2c02876.
15. Carmo M., Lin L., Bartholomew C. H. et al. Hydrogen production technologies review // International Journal of Hydrogen Energy. – 2023. – Vol. 48, № 12. – P. 4567-4582. – DOI: 10.1016/j.ijhydene.2022.01.246.
16. Lin L., Zhang L., Chen P. et al. Environmental applications of catalytic materials // Applied Catalysis B: Environmental. – 2023. – Vol. 320. – Art. № 121135. – DOI: 10.1016/j.apcatb.2021.121135.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПОЛИМЕРНОЙ ПЫЛИ ОТХОДОВ ТПЭЭ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТОВ БИТУМНОЙ МАСТИКИ

В.М. Вишняков¹, А.М. Чернов²

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

e-mail: ¹v.vishnyakov2003@yandex.ru, ²tcer.ar28@gmail.com

Науч. рук. канд. хим. наук, доцент С.Д. Пожидаева

***Аннотация.** В работе предложена возможность полимерной пыли в качестве компонентов битумной мастики, основанная на смешении отходов производства ТПЭЭ с битумом при нагревании с последующим добавлением компонентов для придания технологических свойств. В работе приведены результаты переработки отходов с*

изучением гидроизоляционных свойств полученного материала.

Ключевые слова: термоэластопласт, отходы, полимерная пыль, битумная мастика, свойства.

Полимерная пыль отходов ТПЭЭ возникает во время измельчения отходов термопластичных полиэфирных эластомеров (ТПЭЭ), особого класса полимерных материалов, состоящих одновременно из кристаллических и аморфных сегментов (рис. 1) [1].

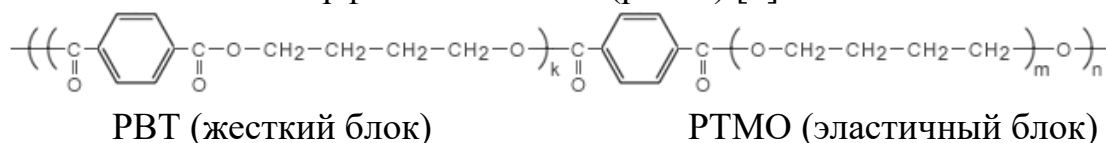


Рис. 1. Структура термоэластопласта ТПЭ

Отходы полимеров ТПЭЭ накапливаются на производстве в значительных количествах, ввиду того, что их использование в качестве добавок к исходному сырью приводит к нарушению режима обработки и осложняет работу оборудования [2,3]. Предварительно проведенная оценка фундаментальных и технологических свойств (табл. 1, 2) в соответствии с ТУ 38.32.33-001-44971101-2017 «Гранулы вторичные. Технические условия», ГОСТ 18995.4-73 «Продукты химические органические. Методы определения интервала температуры плавления», ГОСТ 4650–2014 «Пластмассы. Методы определения водопоглощения», ГОСТ 25139–93 (ИСО 6186–80) «Пластмассы. Метод определения сыпучести», ГОСТ 11035.1–93 «Пластмассы. Определение насыпной плотности формовочного материала, который не просыпается через специальную воронку» послужила основой для использования отходов в качестве исходного сырья для разработки метода их переработки и утилизации в качестве компонентов битумной мастики.

Таблица 1

Некоторые свойства мелкодисперсных отходов полимеров ТПЭЭ

Размер частиц, мм	Гигроскопические свойства, %		
	влажность	гигроскопичность	водопоглощение
<1,25	0,26	0,83	2,7
1,25–2,5	0,28	0,67	2,5
>2,5	0,11	0,67	2,3

Таблица 2

Некоторые технологические характеристики мелкодисперсных отходов полимеров

Технологические характеристики	Определенная величина
Температура плавления, °С	222
насыпная плотность, кг/м ³	543
угол естественного откоса, град	30
коэффициент внутреннего трения	0,6

Получение битумной мастики в соответствии с технологической схемой (рис.2)

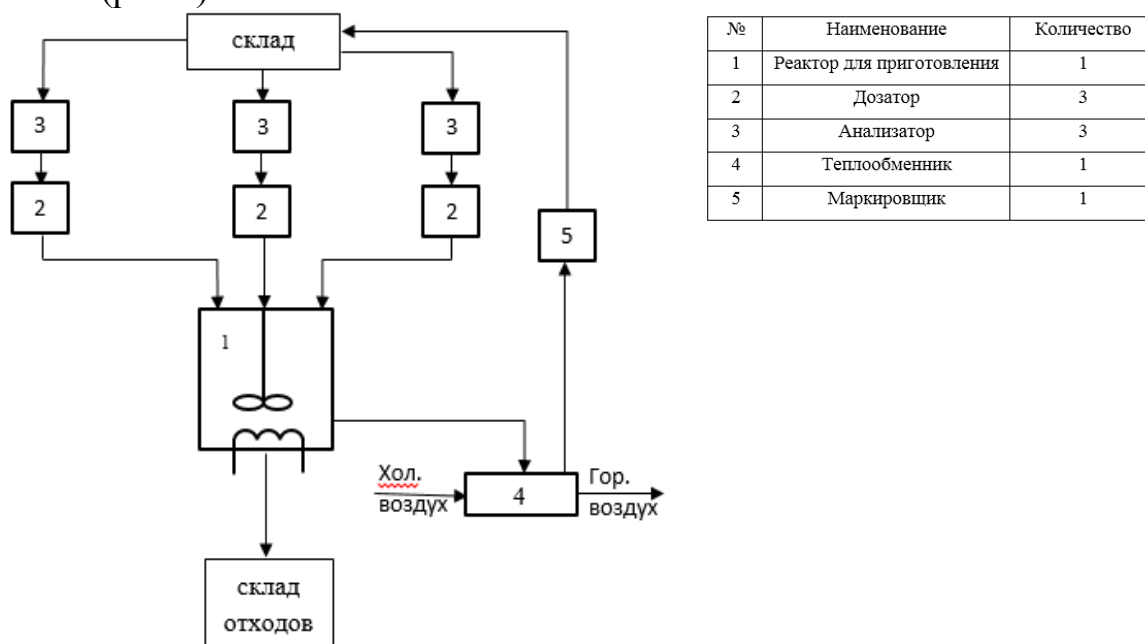


Рис. 2. Технологическая схема процесса получения битумной мастики

Некоторые свойства, полученных в соответствии с таблицей 3 мастик (рис. 3), приведены в таблице 4.

Таблица 3

Состав образцов битумных мастик

№ образца	1	2	3
Тип крошки	резиновая	полимерная	
Размер крошки, мм	< 0,63	< 0,63	0,63 – 1,25
$V_{\text{битум}}, \text{см}^3$	228,3	244,9	235,5
$\frac{V_{\text{наполнитель}}}{V_{\text{общ}}}, \%$	9,7	9,1	8,5



а) 1 образец



б) 2 образец



в) 3 образец

Рис. 3. Образцы битумных мастик в разрезе

Таблица 4

Некоторые экспериментальные свойства полученных мастик

Тип крошки	Резиновая			Полимерная			Полимерная		
Размер крошки, мм	< 0,63			< 0,63			0,63 – 1,25		
№ пробы	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Т _{размягчения} , °С	96	96	98	98	98	103	98	98	103
однородность	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Водостойкость	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Краевой угол смачивания, град	82	80	79	81	82	80	70	72	71

Испытания на однородность и водостойкость пройдены успешно всеми образцами. При испытаниях образцов на определение краевого угла смачивания было выявлено, добавление наполнителей улучшает данный показатель, причем образцы с частицами большего размера (0,63 – 1,25 мм) показали результат хуже, чем образцы с частицами меньшего размера.

Результаты испытаний образцов к действию агрессивных сред приведены в таблице 5. Образцы битумной мастики были погружены в испытательные жидкости на 72 часа при комнатной температуре так, чтобы растворители полностью покрывали образцы. В бензине произошло полное растворение мастики.

Таблица 5

Некоторые экспериментальные полученные результаты испытаний образцов к действию агрессивных сред

№ образца	Содержание наполнителя, %	Продолжительность испытания к воздействию естественного света, ч			Химическая стойкость		
					NaOH, 0,1 н	H ₂ SO ₄ , 1,221 г/л	Бензин, АИ-92
		2000	4500	9000			
1	10,0	+	+	-	+	+	-

2		+	+	-	+	+	-
3		+	+	-	+	+	-
4	20,1	+	+	-	+	+	-
5		+	+	-	+	+	-
6		+	+	-	+	+	-
7	30,3	+	+	-	+	+	-
8		+	+	-	+	+	-
9		+	+	-	+	+	-

Полученные результаты можно использовать в дальнейших исследованиях для корректирования рецептуры битумных мастик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Khakimullin Yu.N. Thermoplastics based on block copolymers : textbook / Khakimullin Yu.N., Okhotina N.A. — Kazan : Kazan National Research Technological University, 2017. — 84 p. — ISBN 978-5-7882-2171-7. — Text : electronic // Digital educational resource IPR SMART : [website]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80249.html>

2. Оценка технологических свойств полимерной пыли ТПЭЭ на этапе подготовки отходов к переработке / С. Д. Пожидаева, В. М. Вишняков, А. Д. Лебедева [и др.] // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2025. – Т. 15, № 1. – С. 194–209. – DOI 10.21869/2223-1528-2025-15-1-194-209.

3. Лесун, А. Н. Технологические особенности рециклинга промышленных отходов переработки политетрафторэтилена / А. Н. Лесун, А. А. Скаскевич, В. А. Кочерова // Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Серия 6. Техника. – 2016. – Т. 6, № 2. – С. 66–72.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СУЛЬФО-ФТАЛОЦИАНИНОВОГО КАТАЛИЗАТОРА КС-ТСФК

А.М. Багавеев^{1,2,*}, Н.В. Мадаминов^{1,2}

¹Казанский Национальный Исследовательский Технологический Университет, г. Казань

²ООО «НТЦ «Ахмадуллины», г. Казань

*bagaveevartur1@gmail.com

Науч.рук., к.х.н., Ахмадуллин Ренат Маратович

Аннотация. В материале доклада изложены результаты работы по созданию отечественной технологии производства сульфо-фталоцианинового катализатора демеркаптанализации углеводородов и окислительного обезвреживания серосодержащих стоков, марки КС-ТСФК – аналог катализатора американского производства «Мерох-WS» и «ARI-100 EXL». Представлены результаты испытаний катализатора в модельной реакции окисления изопропантiola, показана география поставок синтезируемого на базе ООО «НТЦ «Ахмадуллины» катализатора.

Ключевые слова: фталоцианин кобальта, сульфо-фталоцианиновый катализатор, меркаптаны, серосодержащие стоки.

До 2022 года большое число нефтеперерабатывающих заводов использовали в процессах демеркаптанализации углеводородов и обезвреживания серосодержащих стоков фталоцианиновый катализатор «Мерох-WS» или «ARI-100 EXL» американского производства. С приходом санкций возросла потребность в разработке отечественных импортозамещающих технологий, в том числе и в технологии производства фталоцианиновых катализаторов.

Основным каталитическим компонентом катализатора «Мерох-WS» является аммонийная соль тетрасульфоталоцианина кобальта (Рис.1). Перед ООО «НТЦ «Ахмадуллины» стояла задача в короткий срок наладить производство данного соединения.

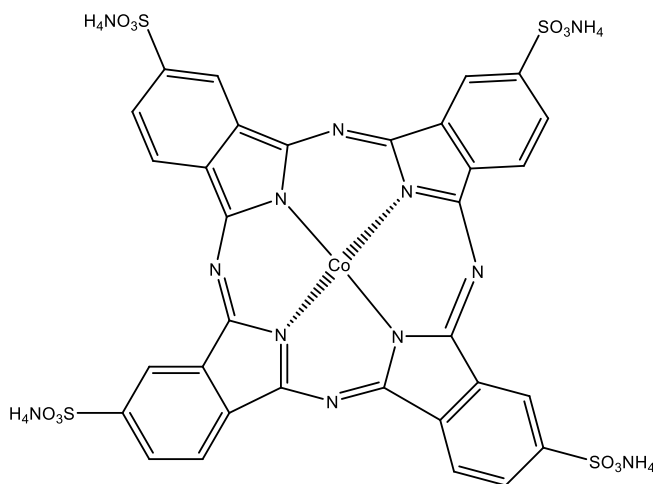


Рис. 1. Формула аммонийной соли тетрасульфоталоцианина кобальта

Аммонийная соль тетрасульфоталоцианина кобальта была получена в две стадии.

На первой стадии сульфированием фталевого ангидрида 63% олеумом (Рис. 2), в автоклаве из нержавеющей стали, при непрерывном

перемешивании, был получен 4-сульфопфталевый ангидрид, который представляет собой вязкое масло коричневого цвета, кристаллизующееся при комнатной температуре, выход количественный. Процесс масштабирован до 25 кг продукта за синтез.

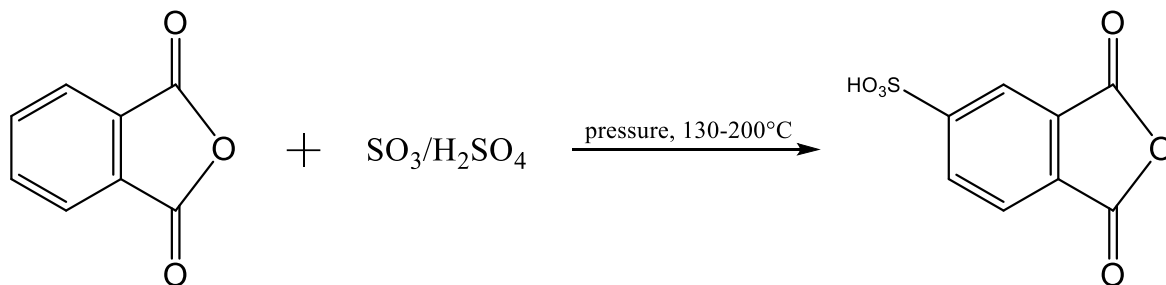


Рис. 2. Схема синтеза 4-сульфопфталевого ангидрида

На второй стадии реакцией 4-сульфопфталевого ангидрида с мочевиной и хлоридом кобальта была получена аммонийная соль тетрасульфопталоцианина кобальта (Рис. 3). Продукт представляет собой кристаллы темно-синего цвета, растворимые в воде, выход количественный. Синтез вели при непрерывном перемешивании в реакторе из нержавеющей стали. Процесс был масштабирован до 100 л товарного катализатора за синтез.

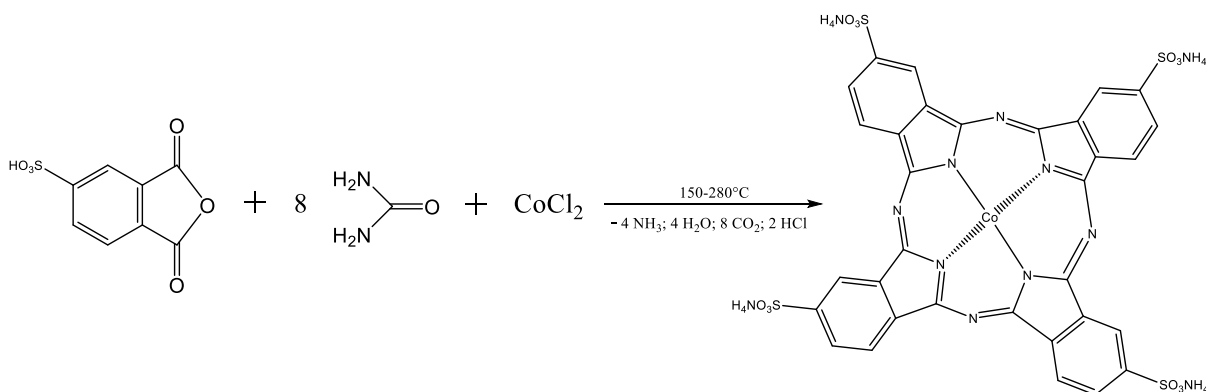


Рис. 3. Схема синтеза аммонийной соли тетрасульфопталоцианина кобальта

В модельной реакции окисления изопропантиола катализатор производства ООО «НТЦ «Ахмадуллины» проявляет каталитическую активность равную катализатору американского производства «Merоx-WS». Добавлением моноватерной соли 4-хлорфталевой кислоты на 2 стадии производства катализатора, было достигнуто существенное увеличение каталитической активности относительно катализатора «Merоx-WS».

На данный момент осуществлены поставки на следующие заводы: ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез» г.Кстово, «НИС» Сербия, г. Панчево, заводы Ближнего Востока.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. М. Багавеев, Л. И. Мусин, Е. Е. Зимина, Р. Н. Гизятуллов, Р. М. Ахмадуллин. Методы синтеза хлорпроизводных фталевого ангидрида // Вестник технологического университета, т. 27, № 6, с.5-12, 2024
2. Багавеев А. М., Мусин Л. И., Ахмадуллин Р. М. Хлорированный фталоцианин кобальта как катализатор окисления сернисто-щелочных стоков // Актуальные проблемы биологии, экологии и химии: сб.тз. Всерос. научн.-практ. конф. Ярославль, с.13, 2024

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (АСПО) НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ПАО «СИБУР ХОЛДИНГ»

А.Р. Рахимов, И.А. Ильин
ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»
rakhimovar@nknh.sibur.ru

***Аннотация.** В статье представлен анализ эффективности применения нефтехимических растворителей для борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями в нефтедобывающей отрасли. Основной целью данной работы являлось проведение испытаний растворителей на основе вторичного сырья нефтехимического производства для скважин и подбор эффективного растворителя для конкретного типа АСПО.*

***Ключевые слова:** асфальтосмолопарафиновые отложения, АСПО, добыча нефти, растворители, углеводородные растворители.*

АСПО представляют собой природный композитный материал, состоящий из высокомолекулярных углеводородов, таких как: асфальтены, смолы, парафины; а также воды и механических примесей, образующихся в процессе добычи, транспортировки и хранения нефти. Формирование АСПО при добыче и транспортировке жидких углеводородов ведет к ухудшению реологических свойств нефти и снижению производительности

оборудования [1,2]. Накопление отложение на внутренней поверхности труб снижает эффективность насосных установок и системы в целом.

В ходе исследования изучен групповой состав 18 образцов АСПО, среди которых выявлено 5 образцов парафинового типа и 11 образцов асфальтенового типа. Для оценки эффективности воздействия проведены статические и динамические испытания растворителей производства ПАО «СИБУР ХОЛДИНГ», их смесей и комбинаций с ПАВ на обоих типах асфальтосмолопарафиновых отложений. Полученные результаты позволили определить и подобрать эффективность различных составов растворителей для конкретных типов АСПО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Магадова Л.А. Изучение механизма работы различных классов ПАВ при отмыве асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.А. Магадова, Л.И. Толстых, Л.Ф. Давлетшина, О.Ю. Ефанова // Территория нефтегаз. 2014. № 3. С.50-52.
2. Строганов В.М., Турукалов М.Б., Ясьян Ю.П. Некоторые аспекты удаления асфальтено-смоло-парафиновых отложений с применением углеводородных растворителей // Нефтепереработка и нефтехимия. 2006. №12. С. 25-28
3. Черыгова, М. А. Повышение эффективности промывки скважин, осложненных асфальтосмолопарафиновыми отложениями, в условиях аномально низкого пластового давления разработкой многофункциональной технологической жидкости: специальность 02.00.11 "Коллоидная химия" диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Черыгова Мария Александровна, 2015. – 125 с.

РЕГЕНЕРАЦИЯ АЛЮМОПАЛЛАДИЕВОГО КАТАЛИЗАТОРА СЕЛЕКТИВНОГО ГИДРИРОВАНИЯ МЕТОДОМ СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ ФЛЮИДНОЙ ЭКСТРАКЦИИ

А.Р. Зарифов¹, Д.С. Гаврилов²

^{1,2}НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

^{1,2}ayaz.zarifov@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент А.А. Сагдеев

Аннотация. В работе исследована возможность регенерации катализатора LD-265 с использованием сверхкритического флюидного CO₂-экстракционного

процесса. Исследования проведены при температурах 70 °С и 150 °С в диапазоне давлений от 10 МПа до 30 МПа с использованием чистого сверхкритического диоксида углерода.

Ключевые слова: *сверхкритический диоксид углерода, катализатор, регенерация.*

Введение

Роль катализаторов трудно переоценить, поскольку их применение позволяет преобразовывать низкосортное сырье в высокоценные продукты. Одним из основных полупродуктов ПАО «Нижнекамскнефтехим» является бензол, получаемый из пиролизного бензина (C₅-C₉), содержащего ароматические углеводороды. Однако значительное количество непредельных углеводородов и сероорганических соединений требует двухступенчатой очистки: на первом этапе удаляются нестабильные компоненты с помощью палладиевого катализатора LD-265, на втором - ароматическая фракция очищается от олефинов с использованием никель-молибденового и кобальт-молибденового катализаторов. Быстрая дезактивация катализаторов является общей проблемой каталитических процессов. В ходе селективного гидрирования происходят неблагоприятные реакции, приводящие к образованию коксовых отложений, которые снижают активность катализаторов. Традиционно для удаления кокса используется окислительная регенерация, но этот процесс трудоемкий и энергозатратный. Перспективным методом является регенерация катализаторов с помощью сверхкритической флюидной экстракции (СКФЭ), что уже исследовалось авторами ряда работ [2-4]. Настоящая работа посвящена исследованию возможности регенерации алюмопалладиевого катализатора LD-265 методом СКФ-СО₂ экстракции.

Экспериментальная часть

Описание экспериментальной установки, созданной в рамках настоящего исследования, позволяющей реализовать как методику измерения растворимости, так и исследования сверхкритического флюидного процесса в целях регенерации катализаторов с использованием чистого и модифицированного флюидного экстрагента приведено в работе [5]. Образцы отработанных закоксованных катализаторов, предварительно обработанные паровоздушной смесью, получены с предприятия ПАО «Нижнекамскнефтехим» с реакторов гидрирования при их замене по истечении рабочего цикла. Количество коксовых отложений определялось методом комплексного термического анализа — одновременно термогравиметрии, деривативной термогравиметрии и дифференциального

термического анализа (ТГ-ДТГ) на дериватографе системы «F.PAULIK» производства компании MOM (Венгрия) в интервале температур $293 \div 1123$ К в открытых тарельчатых платиновых держателях на воздухе; величина навески 600 мг.

Данные комплексного термического анализа (ТГ-ДТГ) представлены на рис. 1 и в табл. 1.

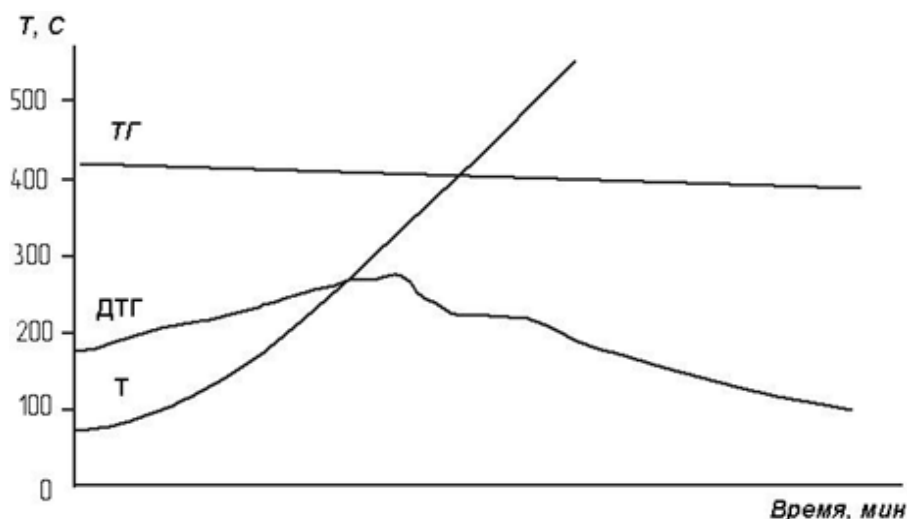


Рис. 1. ТГ-ДТГ кривые отработанного катализатора LD-265.

Максимальная потеря веса отработанного катализатора и, соответственно, максимальный термический эффект наблюдается при температуре 320 °С.

При нагревании образца отработанного катализатора наблюдается плавное уменьшение веса (4,29%), сопровождающееся двумя экзотермическими эффектами. Экзотермические эффекты (максимумы при температурах 320°C и 420°C) свидетельствуют о протекании окислительных процессов и о неоднородности состава коксовых отложений. Более высокая температура выгорания углеводородных отложений на втором пике свидетельствует о наличии более высококонденсированных структур кокса.

Нагревание образца, регенерированного катализатора методом СКФЭ, сопровождается плавным уменьшением веса, характеризующимся только одним экзотермическим эффектом, максимум которого приходится на температуру 420 °С. Отсутствие одного из эффектов свидетельствует об удалении легкокипящей фракции загрязняющих веществ.

Процесс регенерации катализатора проводился с использованием чистого сверхкритического CO_2 при температурах 70 и 150 °С и давлениях 10, 20 и 30 МПа.

При этом наблюдается потеря массы регенерированных образцов катализатора до 2,46 %, что указывает на принципиальную возможность удаления отложений кокса.

Таблица 1

Потеря массы образцов катализатора обнаруженная методом ТГ-ДТГ

Наименование образца катализатора	Потеря массы катализатора, %
Отработанный катализатор	4,29
Регенерированный катализатор $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P=10\text{ МПа}$	3,74
Регенерированный катализатор $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P=20\text{ МПа}$	3,70
Регенерированный катализатор $t=150\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P=10\text{ МПа}$	3,11
Регенерированный катализатор $t=150\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P=20\text{ МПа}$	2,46

Повышение температуры и давления положительно сказываются на процессе регенерации катализаторов как видно из табл. 1 и рис. 2.

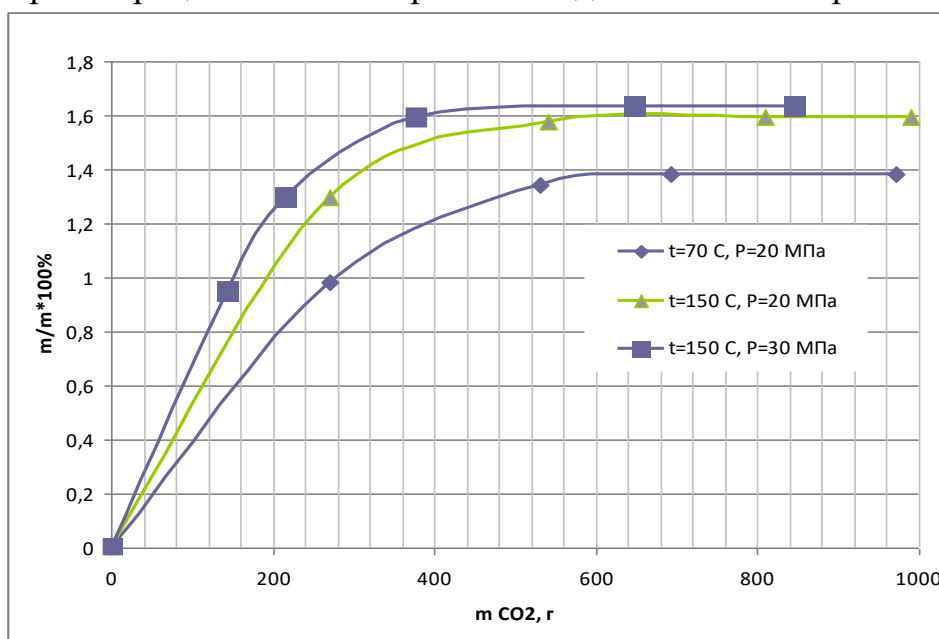


Рис. 2. Изменение массы катализатора LD-265 в процессе его регенерации в зависимости от массы, участвующего в процессе экстрагента (чистый CO_2).

Заключение

Незначительная потеря массы отработанного катализатора LD-265 в процессе СКФЭ связана с предварительной обработкой катализатора паровоздушной смесью в реакторе гидрирования перед выгрузкой с целью предупреждения образования взрывоопасной смеси. Однако, сам факт потери массы регенерированных образцов катализатора свидетельствует об удалении дезактивирующих соединений с его поверхности, что подтверждает возможность использования сверхкритического флюидного экстракционного процесса в целях регенерации катализаторов. Большой эффект может быть достигнут изменением параметров осуществления процесса, а также модифицированием экстрагента (прежде всего введением той или иной полярной добавки).

ЛИТЕРАТУРА

1. Сагдеев К.А. Регенерация катализаторов LD-145 и HR-406 методом сверхкритической флюидной экстракции. Вестник Казан. технол. ун-та. 2012, Том 15, № 1. С. 47 – 49.
2. Богдан В.И. Система контроля сверхкритических флюидов: разработка и внедрение. Сверхкритические флюиды: теория и практика. 2006, Том 1, № 2. С. 5 - 12.
3. Билалов Т.Р. Исследование свойств сверхкритических флюидов для экстракции. Сверхкритические флюиды: теория и практика. 2009, Том 4, № 2. С. 34 - 52.
4. Галлямов Р.Ф. Исследование процесса регенерации катализатора «Никель на кизельгуре» и использованием модифицированного сверхкритического диоксида углерода. Вестник Казан. технол. ун-та. 2010, № 5. С. 103 – 111.
5. Патент на изобретение: установка для реализации сверхкритического экстракционного процесса с различными сорастворителями. ФГБОУ ВО «КНИТУ». Патент № 2784729, заявл. 20.10.2022, опубл. 29.11.2022, Бюл. № 34.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛЁНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА

В.В. Осенков

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

divint@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Р.З. Агзамов

***Аннотация.** В статье анализируются современные тенденции и перспективы развития производства плёночных материалов на основе полиэтилена. Особое внимание уделяется технологическим достижениям в производстве стретч-плёнок, их уникальным свойствам и практическому применению. Проведен подбор наиболее подходящей для производства стретч-плёнки марки полиэтилена, выпускаемой на ПАО «Нижнекамскнефтехим». Показаны ключевые характеристики этой марки полиэтилена.*

***Ключевые слова:** плёночные материалы, полиэтилен, стретч-плёнка.*

Полиэтиленовые пленки занимают лидирующие позиции на рынке упаковочных материалов благодаря своим уникальным физико-

механическим свойствам и экономической эффективности. Современные тенденции в развитии технологий производства пленок демонстрируют значительные инновации в области модификации свойств материала.

Наномодификация полиэтилена становится ключевым направлением развития отрасли. Внедрение наночастиц позволяет существенно улучшить механические характеристики пленок:

- повышенную прочность;
- устойчивость к разрывам;
- износостойкость;
- длительный срок службы;
- экологические аспекты производства.

Устойчивое развитие отрасли предполагает активное внедрение экологически безопасных технологий:

- разработка биоразлагаемых композиций;
- совершенствование процессов переработки отходов;
- снижение экологического воздействия на окружающую среду;
- инновационные направления.

Полиэтиленовая стретч-пленка (*PE stretch film*) представляет собой современный упаковочный материал, состоящий из линейного полиэтилена низкой плотности (*LLDPE*) и ряда его сополимеров. Его основные особенности – способности обратимо растягиваться с удлинением, достигающим до 280-330 %, и прилипать к своей противоположной поверхности, но не прилипать к иным предметам.

Полиэтиленовая стретч-плёнка производится двумя способами [1]. Первый способ появился раньше, еще в середине 70-х годов прошлого века, вскоре после разработки в начале 70-х годов линейного полиэтилена низкой плотности; он требует меньшего размера стартовых инвестиций в производство, но уступает другому способу по интегральной эффективности. Полиэтиленовая стретч-плёнка, произведенная способом выдувной экструзии (его называют иногда способом рукавной экструзии), может быть либо однослойной, либо состоять из двух или трех слоев. В том случае, если такая пленка состоит из нескольких слоев, она получена способом выдувной коэкструзии.

Стретч-плёнка, изготовленная способом выдувной экструзии, ценится за свою высокую прочность и эластичность при растяжении с умеренной скоростью. Гарантированная способность полиэтиленовой стретч-плёнки, изготовленной способом выдувной экструзии, к предварительному растяжению, как правило, составляет 75-85 %. Вместе с тем у такой пленки

весьма высокий коэффициент элонгации, который определяется как раз при растяжении пленки с умеренной скоростью, без рывков.

Второй способ – способ так называемой плоскощелевой экструзии на каст-линиях, при котором продукция получается в виде полимерного полотна, сматываемого на цилиндрические втулки, либо способом выдувной экструзии, при котором продукция имеет вид раздуваемого вдоль вертикальной оси полимерного пузыря, который сматывается в рукав и затем разрезается на полотно.

Стретч-плёнка в настоящее время находит широкое применение, в том числе в сельском хозяйстве. Так, в работе [2] отмечено, что использование в рационах коров силоса, приготовленного в стретч-пленке, способствует увеличению молочной продуктивности коров на 7,1 %, а также получению дополнительной прибыли на голову за 60 дней опыта в размере 440,9 тыс. рублей в сравнении с использованием силоса, заготовленного в наземную траншею.

Стретч-плёнка как одно из перспективных направлений демонстрирует значительные технологические достижения:

- улучшенные показатели растяжимости;
- повышенная адгезия
- оптимизированная прозрачность
- усовершенствованные барьерные свойства

Ключевой показатель стретч-плёнки – это пре-стретч, который определяется по следующей формуле:

$$Pre - stretch = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \%,$$

где L_1 – расстояние перед растяжением;

L_2 – расстояние после растяжения.

На ПАО «Нижекамскнефтехим» [3] производят линейный полиэтилен низкой плотности (ЛПЭНП) марки PE 5118 QM. В качестве сомономеров в этой марке полиэтилена выступают бутен и гексен, а также содержится процессинговая добавка. Данная марка характеризуется следующими физико-химическими свойствами: показатель текучести расплава (ПТР) 2,5-3,5 г/10 мин; плотность составляет 0,916-0,920 г/см³.

ПТР или индекс расплава – масса полимера, выходящая из нагретого цилиндра через калиброванное отверстие в течение 10 минут при заданной температуре и заданной скорости сдвига.

Таким образом, технологические инновации в производстве пленочных материалов на основе полиэтилена формируют будущее отрасли, создавая продукты с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Особое внимание уделяется развитию стретч-плёнок как перспективного направления, сочетающего в себе высокие функциональные свойства и экономическую эффективность.

Дальнейшее развитие отрасли будет направлено на интеграцию новых технологий, повышение экологичности производства и создание материалов с расширенным функционалом, отвечающих современным требованиям рынка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Загорский А. Л. Полиэтиленовая стретч-плёнка как упаковочный материал для пищевой продукции // Пищевая промышленность. – 2006. – №5. – С. 6-9.
2. А. Л. Зиновенко Эффективность производства силоса в стретч-плёнке // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2016. – №19 (1). – С. 84-93.
3. СИБУР ПАО «Нижнекамскнефтехим»: официальный сайт. – URL: <https://www.sibur.ru/nknh/ru/products/> (дата обращения 30.04.2025).

СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ БРОМБУТИЛКАУЧУКА

М.А. Ерычев,

НХТИ ФГБОУ «КНИТУ», г. Нижнекамск

erychevma@nknh.sibur.ru

Науч. рук. канд.хим.наук, Е.А. Маркина.

***Аннотация.** В работе предложена разработка технологии процесса получения галобутилкаучука, направленная на улучшение технологичности при переработке ГБК. Показано, что регуляторы молекулярной массы способствуют расширению молекулярно-массового распределения. Достигнуто расширение полидисперсности лабораторного образца бутилкаучука до 3,5. Проведены эксперименты по модификации бромбутилкаучука и показано также улучшение технологичности при переработке за счет эффекта разветвления.*

***Ключевые слова:** изобутилен, изопрен, сополимеризация, галобутилкаучук, модификация.*

Галобутилкаучуки ПАО «НКНХ» являются товаром с высоким экспортным потенциалом. Рост потребления ГБК за рубежом в значительной степени определяется увеличением объемов производства

бескамерных шин. В СХ (Сибур-Холдинг) есть 2 производства ГБК. Одно – на «Нижекамскнефтехим», другое – в г. Дхамнагар (Индия штат Гуджарат) – это совместное предприятие (доля Сибура – 25%).

Введенное в эксплуатацию в 1973 г. производство бутилкаучука в ПАО Нижнекамскнефтехим СИБУР, с проектной мощностью 30 тыс. тонн/год в настоящее время вышло на объемы выпуска до 220 тыс. тонн/год бутиловых каучуков суммарно. НКНХ входит в первую тройку крупнейших глобальных поставщиков бутиловых каучуков с долей 17,9% по данным 2022 года.

Шинные клиенты (премиальный сегмент для ГБК) неохотно меняют поставщиков из-за сложностей в подборе рецептур, регулировании параметров резиносмещения и проч. Фактически, клиент привыкает к одному типу продукта в узком диапазоне спецификации и очень болезненно реагирует на любые изменения со стороны качества. Поэтому основной задачей является адаптация галобутиловых каучуков компании ПАО «СИБУР Холдинг» под специфические требования шинных производств Азии. Исходя из этого основной целью работы является разработка технологии процесса получения галобутилкаучука, направленное на улучшение технологичности при переработке ГБК. Основным путем модификации бутилкаучука является его галогенирование, при этом каучук приобретает повышенную активность при вулканизации, а вулканизаты – повышенную теплостойкость и адгезионную стойкость.

Галогенирование базового бутилкаучука проводится в растворе нефраса и протекает в основном по типу реакции замещения атома водорода в изопреновых цепях по следующему уравнению [1].

Получение базового бутилкаучука происходит таким же способом, что и товарного БК. Бутилкаучук – это продукт сополимеризации изобутилена и небольшого количества изопрена [2].

Реакция проводится при низких температурах (от минус 80 до минус 98 °С) в полимеризаторе поз.52 в среде хлористого метила, в которой бутилкаучук не растворяется, образуя дисперсию каучука. Реакцию сополимеризации проводят в присутствии катализатора – хлористого алюминия [3].

Полимеризатор – вертикальный цилиндрический аппарат с мешалкой и шестью пучками труб, в которых происходит испарение жидкого этилена. Реакция сопровождается выделением значительного количества тепла. Тепловой эффект полимеризации порядка 240 ккал/кг. Полимеризатор охлаждается жидким этиленом, испаряющимся при температуре минус 110 °С [4].

Скорость полимеризации изобутилена в этих условиях велика (составляет доли секунды), что позволяет проводить непрерывный процесс полимеризации в одном реакторе [5].

Был проведен расширенный бенчмарк-анализ анализ текущего бромбутилкаучука от разных производителей (Exxon, Arlanxco, SIBUR (NKHH), Chemboard, CENWAY). В ходе определения уровня брома и вязкости по Муни отмечается стандартный уровень этих показателей в ББК NKHH.

Общий уровень ненасыщенности составляет в среднем 1,6-1,7 % мол. Общий диапазон для Са составляет от 0,15 до 0,17 мас. %.

ББК НКНХ имеет более высокие вязкости сырых резиновых смесей при одном и том же содержании галогена, так как нижекамские каучуки характеризуются узкодисперсным ММР и вследствие этого повышенной жесткостью. Переработку косвенно можно оценить и по разнице максимального и минимального крутящего момента. Нижекамские ББК несколько отличаются от импортных аналогов.

Время вулканизации T50 и T90 (по реометрической кривой) на сопоставимом уровне. Эти показатели довольно легко регулируются дозировкой стеарата кальция и эпоксида.

При оценке данных по модулю при 300% растяжении отмечено, что ББК НКНХ отличается более высоким модулем. По газонепроницаемости наблюдается стандартный уровень.

При этом нижекамские ББК характеризуются хорошими прочностными характеристиками и стандартным уровнем относительного удлинения.

Таким образом, некоторые физико-механические параметры вулканизатов на основе ББК-232 несколько отличается от импортных аналогов. Но при этом ББК НКНХ находится в одной лиге с мировыми производителями. В первую очередь отличие связано, с влиянием узкой полидисперсности и высоким содержанием функционального брома. Следует отметить, что уровень функционального галогена - основной показатель, который влияет не только на физико-механические но и на технологические свойства вулканизатов на основе ББК. При этом разница между функциональным галогеном и общим уровнем галогена, который заложен в ТУ на ББК может меняться в зависимости от качества отмывки.

Значение функционального брома в галобутилкаучуке определяется как сумма структур II (exo-форма), III (endo-форма) и IV. Значение остаточной непредельности определяется по структуре I (1,2 и 1,4

свободного от галогена – структуры свободного от галогена изопренового звена).

Однако «узкий» ММР дает и преимущества в свойствах. ББК НКНХ обладает меньшей воздухопроницаемостью и более высокой прочностью. Более низкая воздухопроницаемость гермослоя обеспечивает лучшие эксплуатационные характеристики шин, такие как безопасность, долговечность.

Таким образом, нашей задачей в настоящее время является - улучшение перерабатываемости галобутилового каучука на стороне производителя, которая может решиться следующими способами:

1. Понижение уровня галогена и неопределенности – в настоящий момент данный способ возможен к осуществлению без дополнительных кап. затрат.

2. Расширение молекулярно-массового распределения (ММР) базового бутилкаучука. Расширение ММР базового БК отразится на свойствах переработки ГБК (влияние различных регуляторов на молекулярно-массовые характеристики каучука)

Таким образом, наиболее подходящим регулятором является диизобутилен, так как он обладает большим сродством с изобутиленом, меньше снижает конверсию и активность катализатора.

Таким образом: впервые проведено систематическое исследование закономерностей сополимеризации изобутилена (ИБ) с изопреном (ИП) в среде метилхлорида в присутствии регуляторов молекулярной массы.

Показано, что регуляторы молекулярной массы способствуют расширению молекулярно-массового распределения. При этом эффективность по регулированию молекулярных характеристик уменьшается в ряду: диизобутилен > α -бутен > толуол.

Достигнуто расширение полидисперсности лабораторного образца бутилкаучука до 3,5 за счет увеличения доли низкомолекулярной фракций и показано улучшение технологичности при переработке бромбутилкаучука за счет данного способа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сангалов Ю.А. Полимеры и сополимеры изобутилена: Фундаментальные работы и прикладные аспекты / Ю.А. Сангалов, К.С. Минскер.-Уфа: Гилем, 2001.С.381-384.
2. Сангалов Ю.А. О природе активных центров аквакомплексов алкилалюминийдихлорида в электрофильной полимеризации олефинов /

Ю.А.Сангалов, Ю.Я.Нелькенбаум, О.А.Пономарев, К.С.Минскер // Высокомол. соедин.- 1979. -Сер. А. -Т.21.- №10.- С.2267-2274.

3. Коршак В.В. Катализ и каталитические процессы / В.В.Коршак, Н.Н.Лебедев // ДАН СССР.-1967.-Т. 57.- №3.С.263-266.

4. Ерусалимский Б.Л. Процессы ионной полимеризации / Б.Л. Ерусалимский, С.Г. Любецкий.-Л.:Химия, 1974.С.250-256.

5. Богомолова Т.Б. Особенности катионной полимеризации под влиянием комплексов, активированных мономерами / Т.Б.Богомолова, А.Р.Гантмахер // ДАН СССР.-1974.-Т.217- №2-С.369-372.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭТИЛБЕНЗОЛА

Р.И. Хаертдинов

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

ramzik1337@gmail.com

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Ю.Н. Чиркова

***Аннотация.** В статье предложен сравнительный анализ гомогенного и гетерогенного методов получения этилбензола, алкилирование бензола этиленом в присутствии хлорида алюминия и цеолитного катализатора. Представлены результаты анализа рынка производства этилбензола и цеолитных катализаторов.*

***Ключевые слова:** этилбензол, алкилирование, хлорид алюминия, цеолиты.*

Этилбензол один из базовых продуктов основного органического синтеза. Этилбензол является полупродуктом. Самостоятельно, в качестве растворителя, используется не более 1% производимого вещества. Основная масса этилбензола перерабатывается в стирол, который используется как мономер при производстве пластиков и каучуков [1].

Крупнотоннажные установки по всему миру обладают суммарным потенциалом выпуска этилбензола более 35 млн.т. Ожидается, что общий спрос на этилбензол будет расти со скоростью 3,03% в год и к 2029 году составит 40,56 млн.т. Основные зарубежные производители и мощность производства показаны в таблице 1.

Таблица 1

Основные зарубежные производители этилбензола

Секция 1

Компания	Страна	Мощность производства, млн тонн в год
LyondellBasell Industries	Нидерланды/США	1,5–2
ExxonMobil	США	1–1.2
Shell	Нидерланды	800
Dow Chemical	США	700–900
BASF	Германия	600–800
Sinopec	Китай	1–1,5
Formosa Plastics Group	Тайвань	500–700
Reliance Industries	Индия	400–600

Россия на сегодняшний день, единственная из стран СНГ и Балтии, на территории которой производится этилбензол. В ней насчитывают 4 основных производителя: ПАО «Нижнекамнефтехим» с мощностью производства 348 тыс. тонн в год, ОАО «Газпром нефтехим Салават» – 230 тыс. тонн в год, АО «Сибур – Химпром» – 220 тыс. тонн в год, ОАО «Ангарский завод полимеров» – 33 тыс. тонн в год.

Как было отмечено ранее, 99% этилбензола используется как полупродукт в производстве стирола, в связи с чем рынки этих двух продуктов зависимы, предложение товарного этилбензола на рынке ограничено, поскольку большая часть мощностей по производству стирол-мономера интегрировано с производством этилбензола. Спрос на стирол растет не так динамично. Причина – слабый спрос на полимеры стирола (исключение – АБС-пластики).

В практике наиболее часто используются 2 метода получения этилбензола – гомогенный в присутствии хлорида алюминия и гетерогенный на цеолитах. Усредненные параметры процессов указаны в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика процессов алкилирования бензола этиленом

Показатели	Гомогенный, хлорид алюминия	Гетерогенный, цеолит
Мольное соотношение бензол: этилен	2:1	15:1
Температура, °С	80-120	220-250
Давление, МПа	0,15-0,2	3,2-3,5

Секция 1

Концентрация этилена, % (об.)	30-100	90-100
Степень превращения этилена за один проход, %	95-98	70-98

Сравнение данных показывает, что процессу в присутствии хлорида алюминия необходимо отдать предпочтение, так как реакция протекает при более низкой температуре и давлении.

Преимущества хлорида алюминия – высокая активность при сравнительно мягких технологических параметрах и, как следствие, высокая селективность превращения сырья. Однако применение хлорида алюминия вызывает коррозию аппаратуры, приводит к образованию большого количества сточных вод, требует тщательной очистки бензола, этилена и этилбензола от побочных продуктов [2].

На алюмосиликатных катализаторах алкилирование бензола этиленом протекает при высокой температуре и высоком мольном соотношении бензол : этилен. А цена на цеолитные катализаторы выше, чем на хлорид алюминия.

Несмотря на это, алкилирование на цеолитах предпочтительней, так как отсутствие химически загрязненных сточных вод и меньшее количество абгазов играет ключевую роль. Цеолиты имеют большой срок службы, достаточно устойчивы к примесям в сырье, их можно легко регенерировать и переработать [3]. В таблице 3 представлены отходы, образующиеся при разных методах производства этилбензола.

Таблица 3

Отходы и выбросы при производстве этилбензола

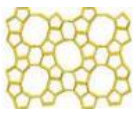
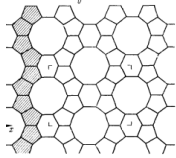
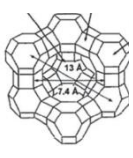
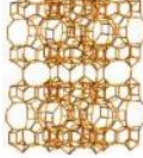
Загрязняющее вещество	Алкилирование на хлориде алюминия	Алкилирование на цеолите
	Среднее значение массы выбросов загрязняющих веществ, кг/т этилбензола	
Бензол	0,15	0,08
Этилбензол	0,077	0,031
Диэтилбензол	0,041	0,0026
Шлам от зачистки оборудования	0,016	-
ХПК	0,08	0,017

Секция 1

Большинство современных разработок в области технологии алкилирования бензола этиленом посвящены созданию и использованию гетерогенных катализаторов, которые представляют собой твердые пористые многокомпонентные системы, содержащие активный компонент (цеолит) и матрицу (связующее вещество). В качестве активного компонента используют цеолиты типов ZSM-5, ZSM-11, морденит, β , MCM-22. Их сравнение представлено в таблице 4.

Таблица 4

Типы цеолитных катализаторов

Цеолит	ZSM-5	ZSM-11	Морденит	β	MCM-22
Структура					
Тип каркаса	MFI	MEL	MOR	BEA	MWW
Кольцевой размер	10	10	12	12	10
Система каналов	Трехмерная	Трехмерная	Одномерная	Трехмерная	Двухмерная
Основные производители	Zeolyst International, Tosoh Corporation, ExxonMobil Chemical Company	Zeolyst International, Tosoh Corporation, ExxonMobil Chemical Company	TOMOE Engineering Co., Shandong Synergy Tech Co., Protech Minerals	Zibo Jiulong Chemical Co., Zeolyst International	ExxonMobil Chemical Company, Naike Chemical Equipment Packing Co., Tianjin Hutong Global Co.

Развитие отечественной нефтехимии строилось на приобретении готовых технологий за рубежом, основанных на импортных катализаторах. Но в последнее время курс направлен на разработку и внедрение отечественных катализаторов.

В области нефтехимии ведутся работы по внедрению технологий алкилирования углеводородов, основанных на цеолитах. В 2003 г. в ОАО «Газпром нефтехим Салават» внедрен отечественный процесс

жидкофазного алкилирования бензола этиленом, разработанный ИХС РАН, «ГрозНИИ» и «Газпром нефтехим Салават». В настоящее время процесс работает на импортном катализаторе ЕВЕМАХ-1 на основе цеолита MWW (Süd Chemie). С 2010 г. на предприятии «СИБУР-Химпром» действует установка алкилирования бензола этиленом по жидкофазной технологии ЕВМах с использованием в качестве катализатора цеолита MWW.

В России отсутствует крупное производство цеолитных катализаторов нефтехимических процессов и процессов органического синтеза на основе высококремнистых среднепористых цеолитов MWW, ведущих к получению важных мономеров для полимерной промышленности, в том числе и этилбензола.

Необходимость перехода к новым технологиям, обеспечивающим устойчивое развитие и прогресс нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей, требует разработки отечественных технологий производства цеолитов. В нынешнее время эта проблема становится крайне актуальной.

В 2019 году в рамках программы Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, была создана компания ООО «Цеолитика», целью которой является разработка новых современных технологий синтеза отечественных цеолитов разных структурных типов и их производство в промышленных масштабах для импортозамещения катализаторов на отечественные.

ООО «Цеолитика» уже сейчас предлагает различные формы таких цеолитных катализаторов, как MFI (ZSM-5), MEL (ZSM-11), BEA (β), MOR (морденит), MWW (MCM-22) [4].

Таким образом, алкилирование бензола этиленом на цеолитных катализаторах является предпочтительным способом получения этилбензола. А разработка и производство отечественных цеолитных катализаторов является актуальной задачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ размера и доли рынка этилбензола – тенденции роста и прогнозы (2024–2029 гг.) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/ethylbenzene-market> (дата обращения: 16.04.2025).

2. Лебедев, Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: учебник для студентов химикотехнологических специальностей вузов. – Москва: Альянс, 2013. – 592 с.

3. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям, ИТС 18-2019, Москва, Бюро НДТ, 2019, 421 с.

4. Цеолитика - синтез цеолитов для нефтепереработки и нефтехимии [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://zeolitica.ru/zeolitica.ru/index.html#rec302208199> (дата обращения: 21.04.2025)

УЗКИЕ МЕСТА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЕТИЛ-ТРЕТ-БУТИЛОВОГО ЭФИРА

А.Ф. Фахериева

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

afaheriewa31@gmail.com

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Р.З. Агзамов

***Аннотация.** В работе рассматриваются проблемы и узкие места в производстве метил-трет-бутилового эфира (МТБЭ), который является важным компонентом бензина и используется в нефтеперерабатывающей промышленности. Исследование узких мест в производстве МТБЭ позволяет выявить ключевые проблемы и недостатки в процессе производства этого химического соединения. Результаты и выводы статьи могут быть использованы для разработки стратегий улучшения производства МТБЭ и повышения его эффективности и качества.*

***Ключевые слова:** МТБЭ, узкие места, производство, технологические проблемы, качество продукции, производственная эффективность, безопасность, экология.*

Производство метил-трет-бутилового эфира (МТБЭ) имеет стратегическое значение для топливного рынка по нескольким ключевым аспектам:

1. Увеличение октанового числа бензина. МТБЭ является важным компонентом, который увеличивает октановое число бензина [1]. Это позволяет улучшить качество и производительность бензина, обеспечивая более эффективное сгорание и снижение выбросов вредных веществ [2].

2. Экономическая выгода. Использование МТБЭ в производстве бензина может быть экономически выгодным, так как он является относительно дешевым и эффективным компонентом для улучшения качества топлива.

3. Соответствие стандартам качества. МТБЭ помогает производителям бензина соответствовать стандартам качества,

установленным для топливного рынка. Это важно для обеспечения безопасности и эффективности использования топлива [3].

4. Повышение конкурентоспособности. Производство МТБЭ позволяет компаниям улучшить качество своего бензина, что способствует повышению конкурентоспособности на рынке и привлечению потребителей.

Таким образом, производство МТБЭ играет важную роль в обеспечении качественного и эффективного топлива на рынке, способствуя устойчивому развитию и соблюдению стандартов качества и безопасности.

Несмотря на значительное применение МТБЭ, производство этого соединения может столкнуться с различными технологическими и организационными проблемами, которые могут затруднить эффективное и качественное производство.

Узкими местами производства МТБЭ являются:

1. Необходимость «жесткого» контроля за технологическим режимом, в частности:

а) за содержанием бутиленов и воды в сырье (изобутан-изобутиленовой фракции), вследствие влияния данных компонентов сырья на качественные показатели готовой продукции, в результате изменения которых возможны образования побочных продуктов, таких как димеры изобутилена, триметилкарбинол.

б) за режимом работы ректификационной колонны по разделению реакционной шихты на возвратную фракцию ИИФ и товарный МТБЭ, так как товарная фракция с куба колонны отводится на склад готовой продукции.

Для исключения данных нарушений предлагается установка поточных хроматографов и влагомеров.

2. Наличие затрат на «восполнение» метанола, отводимого с метанольной водой на сжигание (содержание 15-20 %). Вследствие чего требуются дополнительные затраты на покупку метанола. Наличие дополнительной ректификационной колонны по разделению отводимой на сжигание метанольной воды позволило бы снизить эксплуатационные затраты на покупку метанола, вследствие возврата рециклового метанола в приемную емкость для дальнейшей подачи на синтез, тем самым снизило бы и негативное воздействие на окружающую среду.

Понимание узких мест в производстве МТБЭ позволяет разработать стратегии оптимизации процесса, повысить эффективность и качество продукции, а также соблюдать стандарты безопасности и экологии. Решение этих проблем и постоянное совершенствование технологических

процессов играют ключевую роль в успешном производстве МТБЭ и обеспечивают его конкурентоспособность на рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миннуллина Э.М., Абдуллин А.И., Емельянычева Е.А. Перспективы производства и использования метил-трет-бутилового эфира // Вестник технологического университета. 2018. Т. 21, № 3. С. 70–76.
2. Опарина Л.А., Колыванов Н.А., Гусарова Н.К., Сапрыгина В.Н. Оксигенатные добавки к топливу на основе возобновляемого сырья // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2018. №1 (24).
3. Ашрафов Р.А., Оруджев Ю.И., Алиев А.Д. Получение высокооктановых бензинов с пониженным содержанием бензола, соответствующих требованиям, предъявляемых к топливам для двигателей стандарта Евро-4 и более // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. №2.

ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫЙ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНЫЙ КАУЧУК В СОСТАВЕ ЗИМНИХ ШИН

Е. Ю. Выборнов

СИБУР ПолиЛаб Нижнекамск, ПАО «Нижнекамскнефтехим»

vybornoveiu@nknh.sibur.ru

***Аннотация.** Данная работа посвящена весьма актуальной проблеме - оценить возможность применения ДССК-615В для получения оптимального состава протекторной резины с целью улучшения низкотемпературных характеристик зимних шин на его основе.*

***Ключевые слова:** резиновые смеси, вулканизаты, ДССК-615В, синтетические каучуки.*

В последнее время большое внимание уделяется вопросам повышения безопасности и комфортабельности движения автомобиля, рационального расхода топлива, защиты окружающей среды. В связи с этим, к современным автомобильным шинам предъявляются повышенные требования такие, как высокое сцепление с оледенелой дорогой, низкое сопротивление качению, износостойкость. Достичь определенного улучшения эксплуатационных показателей стало возможным при использовании протекторных шин на основе растворных функционализированных бутадиен-стирольных каучуков с пониженным

содержанием 1,2 звеньев в бутадиеновой части и стирола в полимерной цепи (ДССК-615В).

Проведен сравнительный анализ резин на основе «литиевого» бутадиен-стирольного каучука с низким содержанием винильных звеньев, разных производителей, изготовленных по рецептуре с кремнекислотным наполнителем. Проведены подробные исследования технологических и вулканизационных свойств резиновых протекторных смесей, физико-механические и эксплуатационные испытания полученных протекторных резин.

Показано, что резины на основе функционализированного ДССК-615В имеют низкую температуру стеклования, что позволит расширить эксплуатационный интервал резин на его основе при низких температурах. По такому важному показателю для зимних резин как морозостойкость образцы на основе ДССК-615ВВ существенно превосходят импортные аналоги. Также, на сопоставимом уровне с импортными аналогами, находятся вулканизаты на основе ДССК-615В по сцепным свойствам и сопротивлению качению.

Таким образом, налаживая тесную обратную связь с потребителем, систематизируя информацию о требованиях заказчика, о технологических требованиях к продукции, мы можем выпускать продукцию с заданными свойствами для каждого конкретного потребителя.

Испытания ДССК-615В стало очередным успешным этапом в программе по развитию отечественных синтетических каучуков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пичугин А.М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин. — М.: Машиностроение, 2008. — 383 с.
2. Киселев И.С., Лагунова С.А., Рахматуллин А.И. / XIX международная научно-практическая конференция «Резиновая промышленность: сырье, материалы, технологии». — М., 2014. — С.46-47.
3. Аверко-Антонович, Ирина Юрьевна. Методы исследования структуры и свойств полимеров: Учеб. пособие / И. Ю. Аверко-Антонович, Р. Т. Бикмуллин; М-во образования Рос. Федерации. Казан. гос. технол. ун-т. — Казань: Изд-во КГТУ, 2002. — 603с.

II. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ

3D МОДЕЛЬ УСТАНОВКИ АЛКИЛИРОВАНИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ ПРОГРАММНОМ ПРОДУКТЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

А.А. Софронов¹, А.А. Фирсин², Э.В. Гарифуллина³

ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань

¹sofronova17062016@gmail.com, ²FirsinAA@corp.knrtu.ru, ³garifullinaev@fnnh.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Э.В. Гарифуллина

Аннотация. В данной работе рассматриваются отечественные программные решения, предназначенные для проектирования и разработки трехмерных (3D) моделей установок нефтехимической промышленности. В последние годы наблюдается активное развитие программного обеспечения, которое позволяет инженерам и проектировщикам создавать высококачественные 3D модели, что значительно упрощает процесс проектирования и оптимизации технологических процессов. Одним из таких решений является линейка программных продуктов Model Studio CS. Эти программы предлагают широкий функционал, который включает в себя: создание 3D моделей, интеграцию с другими системами, анализ и оптимизацию, автоматическую генерацию документации по проекту.

В качестве примера применения данного программного обеспечения в работе представлена 3D модель блока фракционирования нефтегазохимической установки фтористоводородного алкилирования. Эта установка играет ключевую роль в производстве высококачественных нефтехимических продуктов. Модель была разработана в программе Model Studio TP, которая является частью линейки Model Studio CS.

Ключевые слова: 3D модель, проектирование, отечественное программное обеспечение, нефтегазовая промышленность, фтористоводородное алкилирование.

В настоящее время любая сфера экономики тесно связана с использованием различного программного обеспечения, особенно это заметно для нефтегазоперерабатывающей и химической отрасли, вследствие её сложности, масштабности и вопросов безопасности. Для проектирования таких сложных объектов, как установки нефтегазопереработки, применяются различные программные продукты.

Среди них можно отметить AutoCAD, AVEVA PDMS, Intergraph Smart 3D, Bentley MicroStation и другие. Эти программы позволяют создавать чертежи, схемы, 3D-модели, а также рассчитывать нагрузки, проводить моделирование процессов и трассировку трубопроводов.

Однако современные реалии, накладывают серьёзные барьеры на использование иностранных программных решений в нашей стране. Пусть некоторые компании и оставили возможность использования своих продуктов, но без продления лицензии и технической поддержки. Этот фактор повлиял на активное развитие отечественного рынка программного обеспечения в области проектирования промышленных объектов [1-2].

Одним из лидеров среди российских разработчиков программного обеспечения является компания “СиСофт Девелопмент”, которая предлагает комплексную линейку программных продуктов для проектирования технологических объектов. В ее состав входят следующие ключевые программы [3]:

- CADLib Модель и Архив – программный комплекс для ведения библиотеки типовых элементов и оформления чертежей в соответствии с ГОСТ. Позволяет ускорить процесс оформления проектной документации.
- Model Studio CS Технологические схемы – инструмент для создания принципиальных технологических схем (ПТС). Позволяет использовать условные графические обозначения, формировать спецификации, а также обеспечивает взаимосвязь с 3D-моделированием.
- Model Studio CS Трубопроводы – приложение для создания трехмерных моделей трубопроводных систем, с возможностью автоматической генерации изометрических чертежей, спецификаций и ведомостей материалов.
- Model Studio CS Строительные решения – программы для проектирования железобетонных и металлических конструкций в 3D, с выпуском рабочей документации.

Наиболее полную информацию о проектируемом объекте можно получить при создании трехмерной модели установки, которая позволяет визуализировать все элементы: трубопроводы, опоры, оборудование, металлоконструкции.

В качестве демонстрации возможностей программы Model Studio TP предназначенной для трёхмерного моделирования трубопроводных систем и других компонентов промышленных объектов, в данной работе приведен

пример 3D-модели блока установки фтористоводородного алкилирования. Такая модель отображает расположение фракционных колон, сепараторов, теплообменников, трубопроводов, арматуры и несущих конструкций.



Рис.1. - 3D-модель установки фтористо кислотного алкилирования

Таким образом, отечественные разработки в области CAD-систем становятся неотъемлемой частью современного проектирования в нефтегазовой отрасли, открывая новые горизонты для повышения качества и скорости выполнения проектов. Важно продолжать поддерживать и развивать эти технологии, чтобы обеспечить конкурентоспособность российской нефтехимической промышленности на мировом рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мурзин В.М., Гарифуллина Э.В., Окружнов А.В. Модель единого информационного пространства в проектном образовании // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 6. С. 128-132.
2. Мурзин В.М., Гарифуллина Э.В., Окружнов А.В. Импортзамещение программного обеспечения в проектном образовании // Вестник Технологического университета. 2024. Т. 27. № 7. С. 120-125.
3. Официальный сайт группы компаний «CSoft» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.csoft.ru/> (Дата обращения 1.05.2024).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПАНЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

Н.А. Вилисов

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

Nikita.vilisov@mail.ru

Науч. рук. канд. пед. наук, доцент Л.Р. Вотякова

Аннотация. Автоматизация управления гидравлической станцией с электродвигателем представляет собой важную задачу в сфере механизации и оптимизации различных производственных процессов. Гидравлические системы используются в самых разных отраслях, таких как машиностроение, строительная техника, энергетика, нефтегазовая промышленность, а также в автоматических системах управления. Введение в данную тему обусловлено стремлением повысить эффективность и надежность работы гидравлических установок, а также уменьшить потребление энергии, что в условиях современной экономики имеет особое значение.

Ключевые слова: гидравлическая станция, аварийная цепь, мониторинг, автоматизация, блок управления.

Среда разработки автоматизации панели управления

Разрабатывалось ПО для панели управления в среде программирования STEP7 фирмы Siemens, программное обеспечение выпускается с интерфейсом на английском, немецком, французском и испанском языках. С помощью этой программы выполняется комплекс работ по созданию и обслуживанию систем автоматизации на основе программируемых логических контроллеров в первую очередь это работы по программированию контроллеров.

Принцип работы ПЛК заключается в обработке по прикладной программе пользователя данных с модулей входов (например, сигналов от подключенных датчиков) и последующей выдачей управляющих сигналов, посредством модулей выходов и модулей связи, обеспечивающих подключение исполнительных устройств.

Основные компоненты системы автоматизации

1. **Датчики** – устройства, предназначенные для измерения различных параметров системы, таких как давление, температура, расход жидкости и другие. Измеренные значения передаются другим компонентам системы для анализа и принятия соответствующих решений.

2. **Актuatorы** – устройства, управляющие работой гидравлической системы в соответствии с полученными от датчиков данными. Актuatorы могут контролировать расход жидкости, уровень

давления, направление движения и другие параметры системы. Обычно актуаторами являются гидравлические цилиндры или гидромоторы.

3. **Контроллеры** – устройства, отвечающие за обработку данных от датчиков и принятие решений об управлении системой. Контроллеры могут быть программными или аппаратными и выполнять различные функции, такие как регулирование давления, поддержание заданных параметров системы и диагностика неисправностей.

4. **Клапаны и приводы** – устройства, предназначенные для контроля и управления расходом и направлением жидкости в гидравлической системе. Клапаны могут быть различных типов, например, шаровые, дросселирующие или предохранительные, и управляться приводами или непосредственно контроллерами.

5. **Шланги и трубопроводы** – элементы, обеспечивающие передачу жидкости между различными компонентами системы. Шланги и трубопроводы должны быть изготовлены из прочных и надежных материалов, способных выдерживать высокое давление и агрессивные среды. [3, с. 200-203]

Кроме того, система автоматизации гидравлической системы также может включать в себя сенсорные панели, интерфейсы для удаленного доступа, базы данных и т.д.

Данная разработка представлена на рис. 1

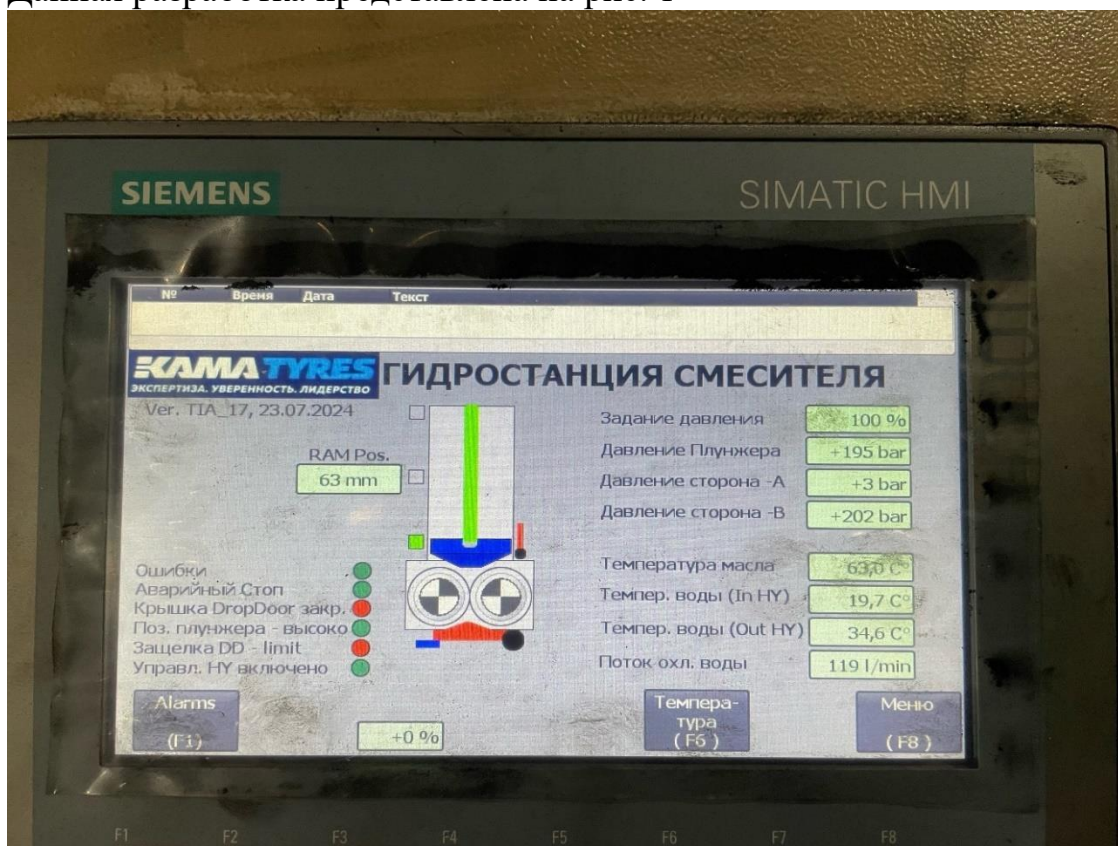


Рис. 1. Панель управления гидравлической станцией

На панели управления доступны такие функции как:

- Мониторинг давления;
- Открытие/закрытие подающей дверцы;
- Узлы аварийной цепи;
- Регулировка давления;
- Ручное управление;
- Поднятие/опускание гидравлического пресса

Заключение

В заключении необходимо отметить, что в статье была рассмотрена распространенная схема автоматизации панели управления, приведенного описания основных систем, перечислена основная и вспомогательная аппаратная часть. Особое внимание уделено преимуществам, а также тем моментам, на которые была направлена разработка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гавриленко, Б. А., Минин, В. А., Рождественский, С. Н. Гидравлический привод [Текст] / Б. А. Гавриленко, В. А. Минин, С. Н. Рождественский — 1. — Москва: Машиностроение, 1968 — 502 с.
2. Наземцев, А. С., Рыбальченко, Д. Е. Пневматические и гидравлические приводы и системы [Текст] / А. С. Наземцев, Д. Е. Рыбальченко — 2. — Москва: Машиностроение, 2007 — 304 с.
3. Ратмиров В.А. Основы программного управления станками. – М.: Машиностроение, 1982. С. 240.
4. Байнарович, В. А. Основы автоматики и системы автоматического управления [Текст] / В. А. Байнарович — 1. — Томск: В-Спектр, 2007 — 352 с.

ИНТЕГРАЦИЯ SAP И 1С: ЭФФЕКТИВНАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ

Я. Л. Мохина

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

mohinaana99@gmail.com

Науч. рук. кандидат технических наук, доцент Сабанаев И.А.

***Аннотация.** В современном мире, где информационные технологии играют ключевую роль в управлении бизнесом, интеграция различных программных решений становится неотъемлемой частью эффективного функционирования организаций. В*

Секция 2

частности, системы SAP и 1C представляют собой два мощных инструмента, широко используемых в различных отраслях для автоматизации бизнес-процессов, учета и управления ресурсами. Однако, на данный момент, многие российские компании столкнулись с проблемами, связанными с поддержкой и интеграцией иностранных систем, что привело к неэффективности в работе и потере данных.

Ключевые слова: система, бизнес-процесс, интеграция, передача данных.

Интеграция SAP и 1C представляет собой важный элемент для оптимизации бизнес-процессов в современных компаниях. Эти два программных решения обладают различными функциональными возможностями и архитектурными особенностями, что оказывает влияние на способ и эффективность передачи данных между ними.

Понятие интеграции в контексте SAP и 1C включает передачу данных, необходимых для функционирования компании между системами с целью достижения согласованности информации и устранения дублирования данных. Определение необходимых данных начинается с анализа бизнес-процессов, которые затрагиваются интеграцией.

Первый шаг в этом процессе заключается в создании модели данных, включающей в себя все сущности, которые необходимо передавать. Уточнение требований к данным начинается с исследования технологических возможностей обеих систем, чтобы определить, какие данные могут быть легко интегрированы, а какие потребуют дополнительных доработок или преобразований.

Следующим этапом является детальное сопоставление данных между системами. У каждой системы могут быть свои специфические форматы данных и необходимая степень детализации. Например, в системе SAP может потребоваться более сложная структура учета, в то время как в 1C возможна упрощенная форма представления этих данных.

Еще одним важным аспектом является использование стандартов интеграции, таких как REST API или SOAP. Эти технологии позволяют наладить быструю и надежную связь между системами, что значительно упрощает передачу данных.

В работе я собираюсь использовать технологию ALE(Application Link Enabling), которая применяется в продуктах SAP для передачи данных между системами. ALE в быту используют для передачи MB3, данных по персоналу, проводок, кредиторов и дебиторов, планов проектов и многих других объектов. Механизм позволяет реализовывать удаленные вызовы функциональных модулей с помощью технологии RFC.

ALE имеет множество преимуществ:

- Данные могут быть распределены между различными версиями системы SAP
- Пользователи могут добавить собственные усовершенствования
- Коммуникационные интерфейсы позволяют подключения к системам, отличным от SAP.

Однако, интеграция SAP и 1С – это динамично развивающаяся область, требующая постоянного совершенствования и адаптации к новым технологиям и потребностям бизнеса. В связи с этим, дальнейшие перспективы развития интеграции этих систем видятся в следующих направлениях:

- Внедрение элементов искусственного интеллекта и машинного обучения для автоматизации процессов
- Использование облачных платформ для упрощения и ускорения процесса интеграции
- Разработка и внедрение современных методов шифрования, аутентификации и авторизации

В целом, дальнейшее развитие интеграции SAP и 1С будет направлено на создание интеллектуальных, безопасных, гибких и масштабируемых решений, позволяющих предприятиям максимально эффективно использовать свои информационные ресурсы.

Таким образом, интеграция SAP и 1С представляет собой сложный, но необходимый процесс, который требует внимательного подхода на каждом этапе. В условиях быстро меняющегося рынка, где информация становится ключевым ресурсом, организации, которые смогут эффективно интегрировать свои системы, получат значительное конкурентное преимущество.

ЛИТЕРАТУРА

1. П. А. Дроговоз, Л. И. Садовский Управление проектами в системе SAP ERP. - МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 11 марта 2024. - 79 с.

2. Шитова Татьяна Федоровна, Молодецкая Светлана Федоровна Внедрение системы «1с:erp управление предприятием 2»: проблемы и пути решения // Вопросы управления. 2023. №5 (84). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-sistemy-1c-erp-upravlenie-predpriyatiem-2-problemy-i-puti-resheniya> (10.12.2024).

3. Шурыгин Владимир Николаевич, Ишматова Шахзода Шахобиддиновна Корпоративная информационная система SAP R/3 //

Вестник Московского государственного университета печати. 2015. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/korporativnaya-informatsionnaya-sistema-sap-r-3> (17.04.2025).

4. Рыкова Анастасия Александровна Анализ ит-ресурсов для автоматизации процесса введения договорной работы в коммерческих организациях // Бизнес-образование в экономике знаний. 2023. №1 (24). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-it-resursov-dlya-avtomatizatsii-protssessa-vvedeniya-dogovornoj-raboty-v-kommercheskih-organizatsiyah> (17.12.2024).

5. М. В. Волик Корпоративные информационные системы на базе 1С: предприятие 8. - Прометей, 2019. - 79 с.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СОВРЕМЕННОЙ ЖИЗНИ

А.С. Тихомиров

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

sanya22042001@gmail.com

Науч. рук. к.ф.-м.н., доцент О.В. Шемелова

***Аннотация.** В работе указываются основные сферы применения искусственного интеллекта в современном мире и его влияние на здравоохранение, образование, финансовый рынок, промышленное производство, транспорт, развлечения и быт.*

***Ключевые слова:** Искусственный интеллект, здравоохранение, образование, финансовый рынок, промышленное производство, транспорт, развлечения, быт.*

Введение

Искусственный интеллект (ИИ) стремительно меняет привычный уклад жизни, проникая во все сферы деятельности человека. От медицины и образования до бизнеса и развлечений — ИИ становится неотъемлемой частью современного общества. В данной статье рассмотрены основные области, в которых технологии ИИ оказывают влияние на жизнь людей, с акцентом на научные и практические достижения в каждой из них.

Здравоохранение

ИИ активно используется в диагностике заболеваний, разработке лекарств и персонализированной медицине. Применение ИИ в медицине требует внимательного подхода к этическим и юридическим вопросам, особенно в области конфиденциальности данных и ответственности за принятие решений. ИИ активно применяют в таких областях как:

Диагностика заболеваний: алгоритмы машинного обучения анализируют медицинские снимки (МРТ, рентген, КТ) и выявляют отклонения, которые сложно заметить врачу. Например, система Google DeepMind успешно диагностирует заболевания глаз.

Разработка лекарств: ИИ ускоряет процесс поиска новых препаратов. Компания BenevolentAI использует алгоритмы для поиска молекул, подходящих для борьбы с болезнями, что подтверждается результатами ряда клинических испытаний.

Телемедицина: чат-боты, такие как Babylon Health, помогают пациентам получить консультации без посещения врача..

Роботизированная хирургия: системы, такие как Da Vinci Surgical System, позволяют проводить сложные операции с минимальным вмешательством, сокращая время реабилитации пациентов и повышая точность процедур.

Образование

ИИ способствует индивидуализации образовательного процесса, что открывает новые возможности для улучшения качества образования. Однако важны научные исследования, подтверждающие эффективность таких решений, а также этические и методические вопросы. ИИ полезен для образования так как с помощью него созданы

Адаптивные онлайн-платформы: Coursera и Duolingo анализируют прогресс студентов и подстраивают учебные материалы под их уровень знаний.

Виртуальные репетиторы: приложения, такие как ChatGPT, помогают студентам с разбором сложных тем.

Автоматизированная проверка работ: системы, подобные Grammarly, помогают студентам улучшить их письменные работы,

Анализ эмоционального состояния учащихся: с помощью компьютерного зрения и анализа данных образовательные платформы могут отслеживать уровень вовлеченности учеников и предлагать корректировки в процессе обучения.

Бизнес и финансы

ИИ активно используется в анализе больших данных, прогнозировании финансовых рисков, автоматизации клиентской поддержки и управлении персоналом. Использование ИИ в таких сферах требует осознания вызовов, таких как безопасность данных и возможность предвзятости алгоритмов. ИИ широко применяют в бизнесе и финансах для создания элементов таких как:

Банковские системы: алгоритмы ИИ выявляют мошеннические транзакции. Например, Visa использует ИИ для обнаружения подозрительных операций.

Чат-боты: банки и компании, такие как Сбербанк и Альфа-Банк, используют виртуальных помощников для поддержки клиентов.

Анализ рынка: компании, такие как Bloomberg, применяют ИИ для прогнозирования биржевых котировок, что помогает ускорить процессы принятия решений,

Управление цепочками поставок: с помощью ИИ компании прогнозируют спрос на товары и оптимизируют запасы на складах, снижая потери и повышая доходность бизнеса.

Промышленность и производство

ИИ помогает автоматизировать рабочие процессы, прогнозировать поломки оборудования, повышать эффективность логистики и управления складом. Но необходимо учитывать и вызовы, связанные с воздействием технологий на рабочие места и возможности для рабочих систем. ИИ в данной области применяют для

Роботизированных заводов: Tesla и BMW применяют ИИ для автоматизации сборки автомобилей,

Предиктивного обслуживания: GE использует алгоритмы машинного обучения для прогнозирования неисправностей в турбинах и двигателях. Эти технологии значительно повышают производительность

Оптимизации логистики: Amazon применяет ИИ для управления складами и маршрутизации доставки.

Контроля качества продукции: системы машинного зрения автоматически обнаруживают дефекты на производственных линиях, снижая процент брака и увеличивая эффективность контроля качества.

Транспорт

ИИ играет важную роль в развитии автономного транспорта, управлении дорожным движением и повышении безопасности на дорогах. Тем не менее, это требует серьезной работы с нормативной базой, а также разработки этических и правовых норм. ИИ в транспортной системе можно задействовать в разных отраслях, например:

Автопилот: Tesla Autopilot использует ИИ для автоматического управления автомобилем. Однако здесь важны вопросы безопасности и ответственности за возможные ошибки

Оптимизация трафика: Google Maps и Яндекс.Навигатор анализируют пробки и предлагают водителям лучшие маршруты, но важно

учитывать данные о пользовательских предпочтениях и их конфиденциальность .

Развитие дронов: Amazon Prime Air тестирует доставку товаров дронами. Однако стоит обсудить возможные проблемы с регулированием воздушного пространства и безопасностью

Интеллектуальные транспортные системы: города внедряют ИИ для управления светофорами, что позволяет снижать заторы и повышать безопасность на дорогах.

Заключение

Искусственный интеллект уже прочно вошел в нашу жизнь, облегчая выполнение множества задач и повышая эффективность различных сфер деятельности. В ходе данной статьи были рассмотрены основные области применения ИИ, его влияние на общество, а также вызовы, с которыми сталкиваются пользователи и разработчики технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. 2023.
2. Гудфеллоу И., Бенгио Ю., Курвиль А. Глубокое обучение. Издательство Массачусетского технологического института, 2024.
3. Бостром, Н. Сверхразум: пути, опасности, стратегии. Издательство Оксфордского университета, 2024.
4. Тахаи М., Константиnidис М., Кверчия Д., Мюллер М. Систематический обзор литературы по ИИ, ориентированному на человека, этичному и ответственному. Springer, 2023.
5. Смит Дж. А., Чен Л. Объяснимый искусственный интеллект: текущие тенденции и направления на будущее. Издательство Кембриджского университета, 2023.
6. Браун Р., Ли М. Глубокое обучение с подкреплением для автономных систем. Elsevier, 2023.
7. Адамс С., Уайт К. Этика ИИ и предвзятость в моделях больших языков. Издательство Массачусетского технологического института, 2023.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

А. И. Салахов

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск, Россия

vasyaryupkin159@gmail.ru

Науч. рук. док. техн. наук, А.Г. Исавнин

Аннотация. В статье рассмотрены современные методы анализа сетевого трафика с использованием машинного обучения. Описаны ключевые направления, такие как классификация трафика, обнаружение аномалий, прогнозирование нагрузки и анализ зашифрованных данных. Особое внимание уделено преимуществам нейросетевых моделей, включая сверточные (CNN) и рекуррентные (LSTM) нейросети, в сравнении с традиционными подходами. Приведены результаты исследований, демонстрирующие высокую точность и эффективность машинного обучения в решении задач сетевой безопасности и оптимизации. Также обсуждаются актуальные проблемы, такие как качество данных, интерпретируемость решений и скорость обработки, и намечены перспективы дальнейшего развития этой области.

Ключевые слова: машинное обучение, сетевой трафик, классификация трафика, обнаружение аномалий, прогнозирование, зашифрованный трафик, нейросети, безопасность.

Введение

С каждым годом цифровые технологии развиваются всё стремительнее, а вместе с ними растут и объёмы сетевого трафика. Это серьёзно усложняет задачи по мониторингу и обеспечению безопасности сетей. Привычные подходы уже не справляются с новыми вызовами — они недостаточно эффективны при современных угрозах и не масштабируются под огромные массивы данных. Здесь на сцену выходит машинное обучение. Оно даёт нам инструменты для автоматизации анализа трафика, помогает находить аномалии, распознавать типы трафика и даже прогнозировать возможные угрозы.

Ключевые направления применения машинного обучения в анализе трафика

Можно выделить несколько основных задач, в которых машинное обучение особенно полезно:

- Классификация трафика: помогает определить, какие приложения или сервисы создают трафик, просто глядя на его параметры.
- Обнаружение аномалий: выявляет поведение, отличающееся от нормы, что может сигнализировать об атаках или сбоях. [1]
- Прогнозирование: строит модели, которые предсказывают будущую загрузку сети — это важно для её оптимизации.

Классификация трафика

Классификация трафика — важный инструмент для контроля качества связи, обеспечения безопасности и отслеживания сетевой активности. Старые методы, вроде анализа портов или глубокого анализа пакетов, плохо работают с зашифрованными данными или при использовании динамических портов. Зато машинное обучение умеет распознавать трафик, анализируя его статистику — без необходимости вскрывать пакеты.

В работе [2] показано, как ансамбль глубоких нейросетей классифицирует трафик, анализируя последовательности пакетов и интервалы между ними. И, как оказалось, делает это точнее, чем классические алгоритмы.

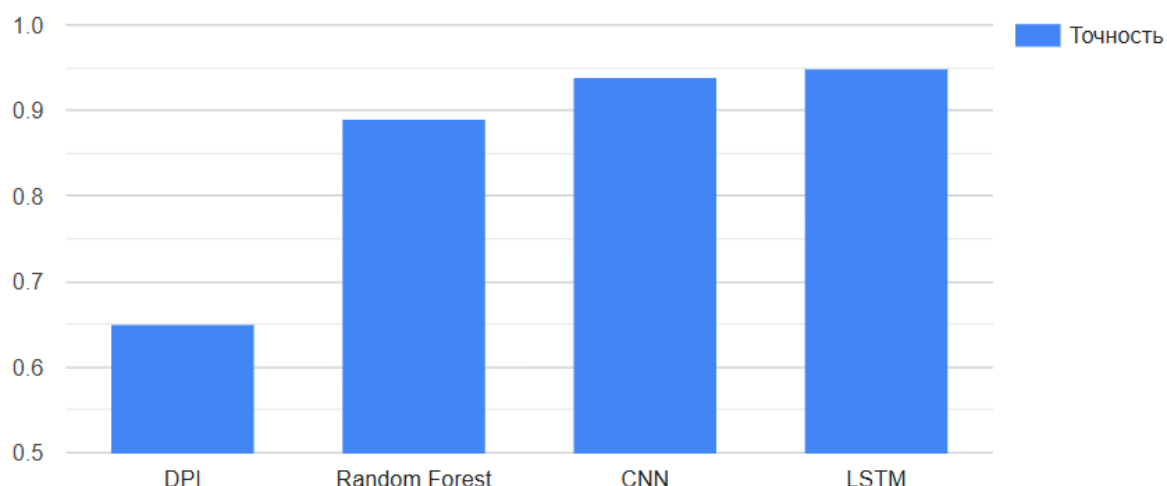


Рис. 1. Сравнение точности различных моделей анализа трафика. [1]

Обнаружение аномалий

Поиск аномалий в трафике — это попытка найти в потоке данных что-то нетипичное: подозрительную активность, неисправности, атаки. Здесь особенно хороши нейросети. Например, в исследовании [4] предлагается использовать сверточные нейросети (CNN), чтобы “нащупывать” аномалии в сетях пятого поколения. Результат — высокая точность и в определении нормального трафика, и в распознавании отклонений.

Прогнозирование трафика

Зачем прогнозировать трафик? Чтобы знать, где и когда ждать нагрузку, и заранее готовить ресурсы. Это снижает риски перегрузок и делает работу сети стабильнее. В обзоре [3] говорится, что нейросети отлично справляются с анализом временных зависимостей — и именно это делает их такими мощными инструментами для прогнозирования.

Анализ зашифрованного трафика

Чем больше трафика шифруется, тем хуже работают традиционные методы анализа — например, глубокий анализ пакетов. А вот машинное обучение справляется и здесь. В работе [5] авторы показывают, что нейросети могут извлекать “высокоуровневые” признаки, не вскрывая сам трафик, и успешно классифицировать зашифрованные данные.

Табл. 1

Сравнение методов машинного обучения по базовым метрикам [1]

Метод	Обработка зашифр. Трафика	Интерпретируемость	Точность	Скорость

Анализ портов	-	++	+	+++
DPI	-	+	+	+
Random Forest	+	+	+	++
CNN	+	-	++	+
LSTM	+	-	+++	+

Проблемы и вызовы

Конечно, всё не так просто. Есть ряд серьёзных вызовов:

- Качество данных: если данные “грязные” или неполные, модель будет ошибаться.
- Пояснимость решений: некоторые алгоритмы принимают решения, которые сложно объяснить — а это критично в безопасности.
- Скорость обработки: чтобы работать в реальном времени, нужна серьёзная мощность.

Будущее здесь — за развитием более понятных, быстрых и интегрируемых моделей, которые можно будет комбинировать с анализом больших данных и облачными решениями.[6]

Заключение

Машинное обучение уже сейчас даёт мощные инструменты для анализа сетевого трафика: автоматизация, точность, масштабируемость. Да, есть проблемы. Но и прогресс очевиден — и это обещает большие перемены в области безопасности и управления сетями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zhang J., Luo Y., Yu F. Deep Learning for Network Traffic Classification: A Review // IEEE Communications Surveys & Tutorials. — 2019. — Vol. 21, No. 3. — P. 2226–2280. DOI: 10.1109/COMST.2019.2904897.
2. Nguyen T.T., Armitage G. A Survey of Techniques for Internet Traffic Classification using Machine Learning // IEEE Communications Surveys & Tutorials. — 2008. — Vol. 10, No. 4. — P. 56–76. DOI: 10.1109/SURV.2008.080406.
3. Lopez-Martin M., Carro B., Sanchez-Esguevillas A., Lloret J. Network Traffic Classifier with Convolutional and Recurrent Neural Networks for Internet of Things // IEEE Access. — 2017. — Vol. 5. — P. 18042–18050. DOI: 10.1109/ACCESS.2017.2735638.

4. Rassam M.A., Maarof M.A., Zainal A. Machine Learning based Anomaly Detection for 5G Networks: A Survey // Journal of Network and Computer Applications. — 2021. — Vol. 182. — Art. 103036. DOI: 10.1016/j.jnca.2021.103036.
5. Aceto G., Persico V., Pescapé A. Deep Learning in Network Traffic Analysis: A Review // Computer Networks. — 2019. — Vol. 165. — Art. 106944. DOI: 10.1016/j.comnet.2019.106944.
6. Anderson B., McGrew D. Machine Learning for Encrypted Malware Traffic Classification: Accounting for Noisy Labels and Non-Stationarity // Proceedings of the 23rd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. — 2017. — P. 1723–1732. DOI: 10.1145/3097983.3098163.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДЕГИДРИРОВАНИЯ ИЗОАМИЛЕНА

И.Р.Гайнатуллин

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

Ilnazilnaz0303@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент А.В. Дмитриев

***Аннотация.** В статье предложена модернизация системы управления процессом дегидрирования изоамилена. В настоящее время вопрос импортозамещения стал особенно актуальным из-за ограничений на поставки комплектующих для высокотехнологичных отраслей промышленности из недружественных стран. В рамках данной статьи анализируется оборудование, соответствующее требованиям отечественных производственных стандартов и прошедшее полный цикл локализации.*

***Ключевые слова:** Импортозамещение, Автоматизация, системы управления.*

В настоящее время на установке дегидрирования изоамилена реализована распределенная структура управления технологическим процессом. Система технических средств автоматизации установки выполнена на элементарной базе исполнения пневматических приборов системы «СТАРТ».

Анализируя систему управления, можно выявить ряд наиболее важных на сегодняшний день проблем:

- большинство приборов КИП выработали срок эксплуатации, морально устарели и недостаточно надёжные. Промышленностью такие

технические средства не выпускаются, и серьёзной проблемой является отсутствие запасных деталей.

- большая конструктивная ёмкость системы, так как локальные средства отображения информации, расположенные на щитах, занимают огромное пространство в операторных и требуют от технологического персонала постоянного перемещения по периметру щита, кроме того, не способствуют восприятию о ходе технологического процесса оператором.

- способ хранения информации, основанный на диаграммных лентах на сегодняшний день достаточно примитивен. Вторичные приборы-регистраторы имеют свойство «зажёвывать» диаграммную ленту или вообще не прокручивать по причине ненадёжности механизма.

- применяемые приборы неудобны в эксплуатации, материалоемкие, ненадёжные.

При постройке системы необходимо учитывать санкционную политику недружественных стран, и экономическую безопасность. На заводе СК применяется система компании Emerson «DeltaV» производства США. В данный момент поставки данного ПО ограничены на территорию Российской Федерации.

Компания АО ПГ «Метран» в 2024 году выпустила распределительную систему «ТАУ» полностью взаимозаменяемую с системой «DeltaV», как на программном уровне, так и на уровне специализированного «железа».

Направлением модернизации является:

- а) Установка распределенной системы управления и противоаварийной защиты ТАУ.

- б) Замены существующих приборов на более современные аналоги;

Для измерения давления, расхода, уровня и температуры предлагается использовать датчики российской фирмы Метран, который поддерживает протокол Foundation Fieldbus и HART. В качестве барьеров искробезопасности предложено использовать барьеры фирмы «ЛенПромАвтоматика», а в качестве РСУ и ПАЗ реализовать на многофункциональных контроллерах фирмы АО ПГ «Метран».

Для измерения температуры предусмотрено использование интеллектуальных датчиков серии «Метран» 2700. Российское производственное предприятие, расположенное в г. Челябинск.

Измерение температуры предлагаю осуществить с помощью термопреобразователя с унифицированным выходным сигналом ТХА «Метран» 2700. ТХА предназначены для измерения температуры

нейтральных и агрессивных сред, по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионностойким.

Для измерения давления, расхода и уровня предлагаю использовать искробезопасные датчики «Метран». Все датчики сертифицированы в России и включены в Госреестр средств измерений.

Интеллектуальные датчики давления серии Метран-150 взрывозащищенного исполнения предназначены для измерения и непрерывного преобразования в унифицированный аналоговый токовый сигнал и/или цифровой сигнал в стандарте протокола HART следующих входных величин:

- избыточного давления (Метран-150CG);
- разности давлений (Метран-150CD);
- гидростатического давления (уровня) (Метран-150CD).

Для всех датчиков Метран-150 характерна непрерывная самодиагностика, установка нуля нажатием кнопки, в режиме измерения отображается текущее значение измеряемого параметра.

В качестве регулирующих клапанов используются клапаны «ДС Контролз» серии 21000, которые полностью удовлетворяют требованиям. Клапаны предназначены для автоматического регулирования расхода и перекрытия жидких и газообразных сред.

В качестве отсечных клапанов используются запорные клапаны «ДС Контролз» серии 35000 этой же фирмы, которые также удовлетворяют всем требованиям.

Управление регулирующими клапанами осуществляется с помощью электро-позиционера «ДС Контролз» серии SVI с входным сигналом 4...20 мА. Он перемещает привод в клапане соответственно уставке. Управление клапанами осуществляется с помощью позиционера SVI 2 AP «ДС Контролз».

Для обеспечения искробезопасности входных цепей устанавливаются универсальные активные барьеры искробезопасности:

- ЛПА-310-200 – аналоговый вход (2 канала);
- ЛПА-310-210 – аналоговый выход (2 канала);
- ЛПА-340-220 – дискретный выход (2 канала).

Обоснование выбора микропроцессорных систем. При выборе микропроцессорной системы необходимо учитывать предъявляемые к ним требования. Это:

- отказоустойчивость, безопасность, высокая надежность;
- высокая скорость обработки и передачи информации;
- простота разработки и конфигурирования;

Секция 2

- работа с различными датчиками и исполнительными механизмами;
- единая база данных;
- человеко-машинный интерфейс.

Таблица 1

Характеристики PCY Regul R500 и ТАУ

Характеристики PCY	Regul R500 фирмы «Прософт -системы»	ТАУ ФирмыАО ПГ «Метран»
Связь АСУТП с информационными системами управления	Ехаорс – интер-фейсный пакет для OPC.	Ехаорс – интер-фейсный пакет для OPC.
Сеть для передачи данных проектирования на станцию оператора и для коммуникационной связи с компьютером	Сеть Ethernet	Сеть Ethernet
Сеть для передачи данных процесса, обмена сообщениями и передачи сигналов управления	Сеть Regulbus	Сеть SISnet
Резервирование	Концепция полного резервирования, на всех уровнях системы	Двойная резервированная конфигурация и «горячее» переключение
Средства разработки	CFC – схемы непрерывного управления; SFC – схемы последовательного управления; Технологические библиотеки – готовые протестированные блоки, экранные панели управления и символы (пиктограммы) блоков.	Построитель схем управления; Функциональные блоки; Блоки функциональной схемы последовательности (SFC); Пользовательские функции SEVOL; Построитель графических объектов.
Тестирование	Функция тестирования	Функция виртуального тестирования
SCADA	AlfaRegul	Каскад

Менеджер ресурсов предприятия	AstraRegul	станция инженера КИПиА
Интеграция в систему управления системы обеспечения безопасности	Regul R500S	ТАУ А01

Системы управления ТАУ фирмы АО ПГ «Метран» и Regul R500 фирмы «Прософт-системы» имеют схожие характеристики отвечающие требованиям современным РСУ. Фирма АО ПГ «Метран» предлагает надежные контроллеры, их бесперебойную работу. Их качество доказано практикой их эксплуатации на различных производствах.

В отличие от ТАУ фирмы АО ПГ «Метран», в контроллерах Regul R500 фирмы «Прософт-системы» используется закрытая архитектура, благодаря чему система менее подвержена к несанкционированному доступу, или вирусным атакам.

Разработанная система достаточно проста в использовании и надежна. Она позволяет значительно улучшить работу оператора, обеспечить качественное управление процессом, более полно и экономно использовать ресурсы. Все оборудование используемое в модернизации произведено в Российской Федерации, в связи с чем достигается экономическая безопасность объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дудников Е.Г. Автоматическое управление в химической промышленности: Учебник для вузов. М.; Химия, 1987. 368 с.
2. Ключев А. О., Кустарев П. В., Платунов А. Е. Распределенные информационно-управляющие системы. Учебное пособие. Санкт-Петербург: СПб.: Университет ИТМО, 2015. - 58 с.
3. Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. Учебник для техникумов. – 2-е изд. 1985 г., 386 с.
4. Технологический регламент цеха 4813 завода СК ПАО «НКНХ».
5. Конфигурация системы ТАУ. (Электронный ресурс) – <http://www.metran.ru/catalog>
6. ДС КОНТРОЛЗ. Каталог клапанов. (Электронный ресурс) – <https://dscontrols.net>.
7. Промышленная группа «Метран»: датчики температуры, давления, расхода, уровня. (Электронный ресурс) - <http://www.metran.ru/catalog>.

8. Инструкция по монтажу, эксплуатации и обслуживанию барьеров искробезопасности ЛПА.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ ВЫДЕЛЕНИЯ БЕНЗОЛА И СМОЛОТДЕЛЕНИЯ

Д.Л. Шакиров

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

smlew777@gmail.com

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Н.В. Лежнева

***Аннотация.** В статье предложена модернизация системы управления узлом выделения бензола и смолоотделения. В настоящее время актуальна задача импортозамещения, в связи с ограничением поставок в высокотехнологических отраслях промышленности комплектующих из недружественных стран. В данной статье для модернизации предлагаются технические средства, производство которых локализовано на территории Российской Федерации.*

***Ключевые слова:** импортозамещение, модернизация, автоматизация*

Существующая система управления узлом выделения бензола и смолоотделения реализована на базе ПЛК Centum CS3000 фирмы Yokogawa, а так же первичных преобразователей данной фирмы. В основном все технические средства автоматизации на узле выработали свой срок эксплуатации и промышленностью такие приборы практически уже не выпускаются. Так же сложившиеся геополитические условия ограничивают доступ российских нефтегазовых предприятий к качественной лицензионной поддержке зарубежного оборудования фирмы Yokogawa, вследствие чего дальнейшая эксплуатация узла становится невозможной. В связи с этим существует производственная необходимость в импортозамещении и подборе технических средств автоматизации отечественного производства в системе управления узлом выделения бензола и смолоотделения.

При выборе технических средств автоматизации узла учитывались следующее [1]:

- надёжность средств автоматизации;
- набор выполняемых функций;
- простота обслуживания;
- поддержка различных протоколов передачи данных;

- производство на территории Российской Федерации.

На уровне контроллеров в модернизированной системе управления узлом предлагаются следующие ПЛК фирмы «Прософт-системы», характеризующиеся высокой надежностью [2]: для распределенной системы управления Regul R500, а для системы противоаварийной защиты Regul R500S.

На полевом уровне предлагается использовать следующие средства автоматизации [3, 4, 5]:

– для измерения давления, расхода искробезопасные датчики фирмы «Метран» поскольку они производятся на территории России, сертифицированы и включены в Госреестр средств измерений. Для измерения давления первичный преобразователь «Метран-150CG». Это датчик избыточного давления с допустимой основной погрешностью 0,075, верхним пределом измерения 250 кПа, выходным сигналом 4-20 мА, цифровым сигналом в стандарте протокола HART и напряжением питания 12–42 В, имеющий встроенный индикатор для отображения параметров по месту. Для измерения расхода методом переменного перепада давления – в качестве сужающего устройства диафрагма камерная фирмы «Метран» и датчик разности давлений «Метран-150CD» с основной допустимой погрешностью 0,075, верхним пределом измерения 63 кПа, предельно допускаемым рабочим избыточным давлением 16 МПа, выходным сигналом 4-20 мА, цифровым сигналом в стандарте протокола HART и напряжением питания 12–42 В, а также встроенным индикатором параметров;

– для измерения и сигнализации уровня искробезопасные датчики «Ризур», которые тоже сертифицированы в России и включены в Госреестр средств измерений. Уровнемер рефлекс-радарный «Ризур» серии 1300 взрывозащищенного исполнения предназначен для измерения уровня и непрерывного преобразования в унифицированный аналоговый токовый сигнал и/или цифровой сигнал в стандарте протокола HART. Датчики уровня Ризур серии 1300 обладает рядом сервисных преимуществ: удобство и простота обслуживания в условиях эксплуатации; сокращение затрат при монтаже; экономия затрат и времени на процедурах настройки и калибровки, на техническом обслуживании, на проведении периодических проверок (раз в 3 года) и ремонтов. Для сигнализации уровня на узле выделения бензола и смолоотделения – искробезопасный вибрационный сигнализатор «Ризур» серии 500, предназначенный для контроля уровня жидких сред, а также сигнализации их наличия или отсутствия на объектах химической, нефтехимической, фармацевтической, пищевой и других

отраслей промышленности. Прибор используется в открытых или закрытых, в том числе, находящихся под давлением емкостях в технологических установках;

- для измерения температуры термометр сопротивления PT100 с преобразователем «Метран-2700-Exd», который имеет высокую точность измерения, унифицированный выходной сигнал 4-20 мА, с цифровым сигналом в стандарте протокола HART и напряжением питания 12 – 42 В.

- в качестве исполнительных механизмов для регулирования процесса и аварийной защиты клапаны фирм «РУСТ» и «ДС Контролз». Регулирующие клапаны «РУСТ» серии 21000 предназначены для автоматического управления потоками жидких и газообразных сред, включая агрессивные и пожароопасные, а отсечные клапаны «ДС Контролз» серии 35002 - для перекрытия потока жидких и газообразных сред, включая агрессивные и пожароопасные. Позиционер для регулирующего клапана фирмы SVI 2 AP производства «ДС Контролз», являющийся цифровым позиционером линейного исполнения с магнитной обратной связью, унифицированным выходным сигналом 4-20 мА и напряжением питания 12 – 42 В. На запорных отсечных клапанах установлены электромагнитные клапаны фирмы «Метран» серии 327 с высокой пропускной способностью, не требующие минимально-рабочего давления с напряжением питания 12 – 42 В, а так же установлены концевые выключатели фирмы «ДС Контролз» серии 496, предназначенные для прямых и поворотных приводов с напряжением питания 12 – 42 В.

Для обеспечения искробезопасности входных цепей предлагаются универсальные активные барьеры искробезопасности фирмы «ЛенПромАвтоматика»:

ЛПА-310-200 – аналоговый вход (2-х канальный), HART;

ЛПА-310-210 – аналоговый выход (2-х канальный), HART;

ЛПА-340-220 – дискретный выход (2-х канальный), контроль цепей;

Таким образом, в результате проведенного анализа существующей системы управления узлом выделения бензола и смолоотделения разработаны предложения по ее модернизации на базе ПЛК Regul K 500 и R500S фирмы «Прософт-системы», а также технических средств автоматизации фирм «Метран», «Ризур», «ЛенПромАвтоматика», «ДС Контролз» и «Прософт-системы».

ЛИТЕРАТУРА

1. Ицкович Э.Л. Рациональный выбор средств измерения в системах автоматизации производства // Промышленные контроллеры АСУ. 2001. №12
2. Инструкция по монтажу, эксплуатации и обслуживанию программируемых логических контроллеров серии Regul RX00 Прософт-системы.
3. Паспорт с инструкцией по эксплуатации датчиков «Метран».
4. Руководство по эксплуатации уровнемеров «Ризур».
5. Руководство по эксплуатации запорно-регулирующей арматуры «ДС Контролз».

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ЛИНИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЩЕЛОЧНОГО ПОЛИМЕРИЗАТА

Б.Р. Забиров

НХТИ ФБГОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

bulat.zabirov.98@mail.ru

Науч. рук. канд. тех. наук, доцент Н.В. Лежнева

***Аннотация.** В статье рассматривается актуальная тема импортозамещения иностранного оборудования на предприятии СИБУР ПАО «Нижнекамскнефтехим» и предложены отечественные аналоги оборудования АСУТП. Обсуждаются возможности замены существующих иностранных компонентов на отечественные аналоги (преференции при выборе оборудования). В частности, акцентируется внимание на товары от компании Леппромавтоматика, Метран. Статья также анализирует влияние текущей геополитической ситуации и экономических санкций на эксплуатацию и обслуживание иностранного оборудования.*

***Ключевые слова:** отечественное оборудование, трудность эксплуатации иностранного оборудования, преференции.*

Нефтехимическая и нефтеперерабатывающая отрасли являются основой экономики России, и ее развитие напрямую зависит от внедрения современных информационных технологий и автоматизированных систем управления. Однако текущая геополитическая ситуация, экономические санкции, таможенная война ставят перед нами новые вызовы, особенно в контексте импортозамещения.

Примером возможного импортозамещения может служить цех 2518 ПАО «Нижнекамскнефтехим» где реализована универсальная линия получения щелочного полимеризата. В настоящее время возможным

видеться замена иностранного оборудования, а именно барьеры искробезопасности (Италия), распределительная система управления (РСУ) и датчики (США), регулирующие клапаны (Финляндия). С учетом таможенных пошлин и санкций, возникает необходимость оценить возможность обслуживания и эксплуатации этого оборудования в условиях новых реалий. С течением времени отечественное оборудование неплохо продвинулось вперед, и оно не уступает зарубежным аналогам. РСУ будет представлено в исполнении промышленной группы «МЕТРАН», модель Система управления Тау. Система Тау представляет собой надежный и простой в работе и исполнении Программно-аппаратный комплекс (ПАК), в состав которого входит набор стандартных взаимозаменяемых и свободно компонованных элементов (контроллеры, модули ввода/вывода и рабочие станции). Модули системы Тау полностью совместимы и взаимозаменяемы с аналогичными модулями комплексов ДельтаВ. Датчики будут также в исполнении «МЕТРАН».

Барьеры искробезопасности будут от компании ООО «Ленпромавтоматика» (ЛПА). Основным направлением деятельности является разработка и производство барьеров искробезопасности (барьеров искрозащиты). «ДС Контролз» выполняет весь комплекс гарантийных и послегарантийных работ по обслуживанию регулирующей, запорно-регулирующей и отсечной арматуры.

Также факт отечественного производства предоставляет существенные преимущества для поставщиков в России. При госзакупках и тендерах предпочтение отдается именно предприятиям-изготовителям нашей страны. Российские изготовители продукции получают значительные преференции при участии в госзакупках, так как в нашей стране поощряется развитие отечественного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подтверждение производства продукции в РФ: [Электронный ресурс] URL: <https://csartel.ru/stati/podtverzhdenie-proizvodstva-produkczii-v-rf> (Дата обращения: 03.05.2025)
2. Официальный сайт компании «ООО «Ленпромавтоматика»: [Электронный ресурс] URL: <https://lpadevice.ru/>. (Дата обращения: 03.05.2025)
3. Официальный сайт компании «ДС Контролз»: [Электронный ресурс] URL: <https://dscontrols.net/> (Дата обращения: 03.05.2025)
4. Официальный сайт компании «МЕТРАН»: [Электронный ресурс] URL: <https://www.metran.ru/> (Дата обращения: 03.05.2025)

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ

А.Д. Шапошников¹, Д.С. Гайфуллин², Ю.Х. Усманова³, Э.В. Гарифуллина⁴

ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань

¹andrsch092@gmail.com, ²damir230702@mail.ru, ³UsmanovaYuKh@corp.knrtu.ru,

⁴garifullinaev@fnnh.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Э.В. Гарифуллина

Аннотация. На сегодняшний день российская нефтегазовая отрасль зачастую сталкивается с нехваткой квалифицированных кадров, способных эффективно решать комплексные производственные задачи для реализации высокотехнологичных проектов и поддержания устойчивого роста производства. В связи с этим в работе предложен метод их подготовки с использованием отечественных компьютерных тренажеров в школах, колледжах и вузах. Проанализированы отечественные продукты по таким критериям, как визуализация, полнота моделей, аварийные сценарии и сбор статистики. Выявлено, что тренажеры «РТСИМ.Карьера» наиболее универсальны благодаря иерархической структуре, встроенным инструкциям и подробному учёту показателей пользователя. Предложенный подход способствует формированию практических навыков, повышению мотивации обучающихся, профориентации и объективной оценке их компетенций работодателем.

Ключевые слова: компьютерные тренажеры, профориентационная подготовка, практические навыки, нефтегазовая промышленность, образовательные технологии.

Нефтегазопереработка в России является одной из ключевых отраслей в экономике страны, предъявляя высокие требования к квалификации специалистов, способных эффективно и профессионально управлять сложными технологическими процессами. Для подготовки таких кадров необходимы современные образовательные инструменты, которые позволяют дополнять теоретические знания практическими навыками [1].

Компьютерные тренажеры становятся важной частью образовательной системы благодаря своей способности моделировать реальные условия работы в безопасной виртуальной среде. Сегодня различные российские компании активно создают такие решения, применяя их на разных этапах профессионального становления будущих специалистов: от школьных курсов до университетских программ.

Современная промышленность достигла высокого уровня автоматизации и цифровизации, что обостряет проблему нехватки квалифицированных инженеров. Один из возможных путей решения заключается в формировании интереса к техническим специальностям уже на этапе школьного обучения. Проведение занятий с использованием компьютерных тренажеров позволит школьникам, которые в будущем могут стать специалистами высокого уровня, на какое-то время примерить роли оператора или технолога, увидеть изнутри специфику будущей профессии. Такая практика сделает образовательный процесс интереснее и нагляднее, давая возможность ученикам попробовать себя в инженерных дисциплинах, а значит, осознаннее подойти к выбору дальнейшего пути карьеры.

Основную роль в процессе получения профессионального образования занимают среднеспециальные и высшие учебные заведения. Применение компьютерных тренажёрных комплексов в образовательном процессе развивает у студентов практические компетенции и уверенность в работе с промышленным оборудованием. За счёт имитации производственных сценариев — от стандартных операций до аварийных ситуаций — учащиеся получают ценный опыт принятия решений в условиях, приближенных к реальности, без риска для оборудования и безопасности. Также у работников, имеющих опыт работы на тренажерах, проще и быстрее проходит адаптационный период при трудоустройстве на производстве [2].

Компьютерный тренажёр — это специализированное программное обеспечение, предназначенное для создания интерактивной виртуальной среды, в которой в реальном или приближенном к реальному времени имитируются технологические процессы, производственные операции и рабочие ситуации, характерные для конкретных отраслей промышленности. Такие тренажёры позволяют пользователям отрабатывать практические навыки, осваивать алгоритмы действий и обучаться безопасной эксплуатации оборудования без риска для здоровья и без реальных материальных затрат.

Рассмотрим отечественные варианты компьютерных тренажеров, таких компаний как:

1. ООО “ПрограммЛаб” - тренажер предназначен для обучения и проверки знаний по направлению переработки нефти и газа. В своих тренажерах компания делает основной акцент на 3D-визуализацию и визуализацию внутреннего устройства оборудования [3].

2. ООО “РТСИМ” - предлагает как промышленные тренажеры, так и тренажеры облегченной версии РТСИМ.Карьера, предназначенные для учебных заведений. Тренажер представляет собой программно-аппаратный комплекс, моделирующий реальные технологические процессы на основе динамических моделей, что позволяет моделировать различные ситуации при работе установки: пуск оборудования, нормальная эксплуатация, плановый останов, различные аварийные ситуации, с учетом влияния действий оператора на экономическую эффективность процесса в целом [4].
3. ООО “Т-Софт” - тренажер предназначен для подготовки оперативного персонала к управлению технологическими установками в штатных, нештатных и аварийных ситуациях. В своем арсенале тренажеры имеют имитаторы “поля”, сценарии с широким набором отказов и аварий, эмулятор РСУ, аналогичный реальному [5].
4. АО “ИНИУС” - программно-аппаратная платформа, предназначенная для создания высокоточных динамических моделей технологических процессов, в которой представлена высокая вариативность исполнения интерфейса полевого оператора [6].

Из всех описанных выше отечественных компьютерных тренажеров, для подготовки инженерных кадров из школьников, студентов колледжей и вузов, наиболее подходящими являются тренажеры “РТСИМ.Карьера”. В отличие от продуктов компаний “Т-Софт” и “ИНИУС”, тренажеры “РТСИМ.Карьера” имеют структурированную иерархию, предназначенную для поэтапного освоения технологических процессов в нефтегазовой и химической промышленности. В первых тренажерах представлены базовые элементы (аппараты), в последних моделируются комплексные установки. Также преимуществом “РТСИМ.Карьера” является инструктор-справка для каждого тренажера, в котором не только описывается последовательность выполняемых действий, но и представлена краткая информация о самом процессе с рекомендациями по управлению.

Еще одним положительным аспектом тренажеров “РТСИМ.Карьера”, по сравнению с другими программными продуктами, является сбор и хранение данных о всех запускаемых упражнениях. На основе этих данных программа рассчитывает персональную статистику пользователя, а именно количество часов, проведенных в программе, оперативность и правильность действий, общий рейтинг по всем тренажерам. Затем персональная статистика пользователя размещается на платформе подбора кадров нефтегазопереработки “РТСИМ. Портал карьеры”, где формируется

персональное резюме и выложены объявления с вакансиями на предприятия.

Таким образом, отечественные компьютерные тренажеры «РТСИМ.Карьера» представляют собой мощный инструмент для подготовки инженерных кадров нефтегазовой отрасли по всей карьерной траектории. Применение данной компьютерного тренажерного комплекса на всех уровнях образования — от школ до вузов — способствует формированию высококвалифицированных специалистов, готовых к решению сложных технологических задач. В школах тренажеры помогают в профориентации, в колледжах обеспечивают практическую подготовку, а в вузах открывают карьерные перспективы через соревнования и сотрудничество с промышленностью. Благодаря безопасности, экономичности и доступности, тренажеры РТСИМ.Карьера укрепляют кадровый потенциал отрасли, делая обучение более эффективным и ориентированным на реальные потребности производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермаков С.С., Быстрова Ю.А. Анализ исследований роли компьютерных тренажеров в формировании, измерении и совершенствовании навыков командной работы // Экспериментальная психология. 2024. Том 17. № 2. С. 113–127.
2. Дудырев Ф. Ф., Максименкова О. В. Симуляторы и тренажеры в профессиональном образовании: педагогические и технологические аспекты // Вопросы образования/Educational Studies Moscow. – 2020. – № 3. – С. 255–272.
3. ПрограмЛаб. Программный комплекс «Переработка нефти и газа» [Электронный ресурс] // ПрограмЛаб. – URL: <https://pl-lab.ru/catalog/neft-i-gaz/pererabotka-nefti-i-gaza/programmnyy-kompleks-pererabotka-nefti-i-gaza/> (дата обращения: 25.04.2025).
4. Гарифуллина Э.В. Цифровые модели технологических процессов / Э.В. Гарифуллина, А.И. Черевина; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань: Изд-во КНИТУ, 2023. - 116 с.
5. ООО «Т-Софт». Компьютерные тренажерные комплексы [Электронный ресурс] // T-Soft. – URL: <https://t-soft.ru/products/operator-training-simulator/> (дата обращения: 17.04.2025)
6. ООО «ИНИУС». Динамическое моделирование и разработка учебных комплексов [Электронный ресурс] // ИНИУС. – URL: https://inius.ru/dynamic_modeling_and_development_of_training_complexes/ (дата обращения: 26.04.2025)

ПОСТРОЕНИЕ ЗАЩИЩЕННОЙ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ПО ГК ASTRALINUX

А.Н. Константинов

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск, Россия

konstandrej6@mail.ru

Науч. рук. доцент каф. ИСТ, к.т.н. Л.Х. Сафиуллина

***Аннотация.** В данной статье на основе аналитического обзора требований ФСТЭК и научных исследований в области информационной безопасности рассматриваются методы построения ИТ-инфраструктуры компании на основе ПО ГК AstraLinux. Особое внимание уделено проектированию архитектуры на базе ОС AstraLinux и СУБД Tantor, а также практическим мерам по обеспечению безопасности данных. Будут рассмотрены возможности выбранных продуктов.*

***Ключевые слова:** информационная безопасность, AstraLinux, Tantor, база данных.*

AstraLinux изначально разрабатывалась с упором на безопасность: здесь встроены такие инструменты, как SELinux для мандатного контроля доступа и средства аудита, которые позволяют отслеживать любые подозрительные действия.

Виртуализация позволяет имитировать работу реальной сети компании — с сегментацией на отделы, настройкой межсетевых экранов и VPN. Существует три зоны:

Публичная зона — для доступа в интернет через прокси-сервер.

Внутренняя зона — для сотрудников с ограниченными правами.

Безопасная зона — для серверов с конфиденциальными данными.

Рассмотрим преимущества использования выбранных продуктов для инфраструктуры и метод применения.

При развертывании сервера документооборота, где хранятся договоры с конфиденциальными условиями, AstraLinux обеспечивает мандатный контроль доступа (SELinux), запрещая даже администраторам просматривать файлы без соответствующих полномочий.

Система изначально настроена на минимизацию уязвимостей. AstraLinux включает предустановленные профили настройки SELinux, инструменты аудита (auditd) и механизмы криптографической защиты данных. Например, шифрование дисков через LUKS с использованием российских алгоритмов ГОСТ Р 34.12-2015.

Если AstraLinux защищает инфраструктуру на уровне ОС, то Tantor решает задачи безопасности на уровне данных. Эта СУБД, основанная на PostgreSQL, не просто повторяет функционал зарубежного аналога, но и дополняет его возможностями, отвечающими российским стандартам.

Tantor поддерживает ГОСТ-шифрование как для данных «в покое», так и «в движении». При передаче запросов между сервером приложений и базой данных используется протокол TLS с российскими сертификатами, что исключает риск перехвата информации через sniffing трафика. Она включает встроенные инструменты аудита, например pgAudit, который позволяет отслеживать каждое действие пользователя — от попытки входа до изменения схемы данных. Также выступает в роли хранилища данных клиентов.

Сетевой уровень:

- 1) Маршрутизатор на базе AstraLinux с настроенным nftables, фильтрующий входящий трафик и блокирующий сканирование портов.

- 2) VPN-шлюз на WireGuard, использующий ГОСТ-алгоритмы для шифрования подключений удаленных сотрудников.

Серверный уровень:

- 1) Контроллер домена, управляющий учетными записями и политиками паролей.

- 2) Сервер приложений с веб-порталом, где настроен SELinux для изоляции процессов.

Уровень данных:

- 1) Кластер Tantor с репликацией: основной сервер в безопасной зоне, резервный — в облаке с шифрованием.

- 2) Ежедневные бэкапы, хранящиеся на отдельном узле с доступом только по SSH-ключу.

В такой конфигурации даже успешная атака на один из компонентов (например, взлом веб-портала) не приведет к утечке данных, так как злоумышленник не сможет преодолеть изоляцию или расшифровать резервные копии.

На этапе развертывания операционная система устанавливается на все серверы и рабочие станции, обеспечивая единую политику безопасности.

При создании корпоративного портала для сотрудников, AstraLinux настраивается таким образом, чтобы изолировать веб-сервер от других компонентов сети. Для удаленного доступа сотрудников развертывается сервер с поддержкой ГОСТ-шифрования, что гарантирует защиту данных даже при использовании публичных сетей.

Tantor интегрируется в эту систему как надежное хранилище критически важной информации. База данных с персональными данными клиентов или финансовой отчетностью размещается на выделенном сервере под ее управлением. Все соединения с этой СУБД шифруются на уровне протокола, а доступ предоставляется только определенным сервисам через строгую аутентификацию. Если веб-порталу требуется запросить информацию из базы, запрос проходит через промежуточный слой приложений, где дополнительно проверяются права пользователя.

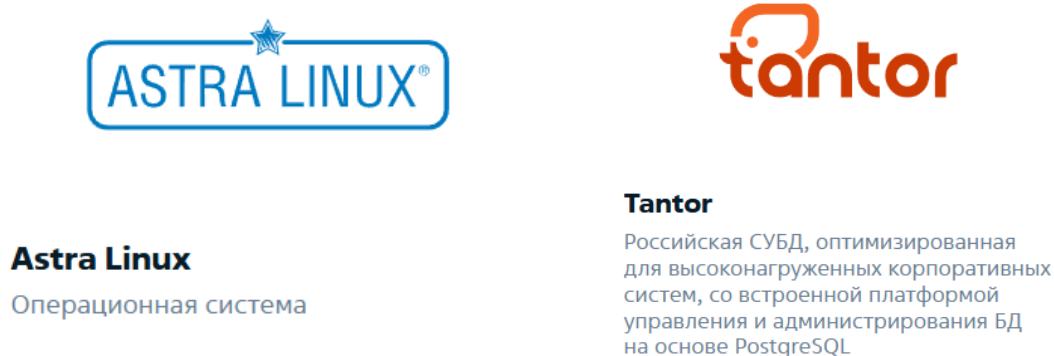


Рис. 1. Продукты группы “Астра”

Совместная работа продуктов проявляется в сценариях ежедневной эксплуатации. Файл сохраняется на файловом сервере, где автоматически шифруется с использованием алгоритмов. Одновременно метаданные о загрузке записываются в базу, где защищены от изменений благодаря функциям аудита. В случае попытки несанкционированного доступа к этим данным, заблокируется подозрительная активность, а Tantor зафиксирует событие в журналах.

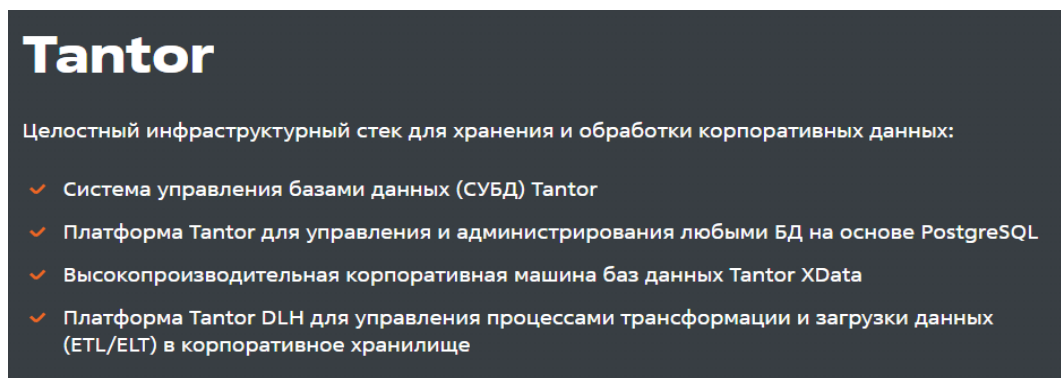


Рис. 2. Структура Tantor

Для обеспечения отказоустойчивости резервные копии данных регулярно создаются и хранятся на отдельном сервере, где доступ к ним возможен только по криптографическим ключам. Это позволяет восстановить информацию даже в случае физического повреждения основного оборудования или кибератаки.

AstraLinux обеспечивает защиту на уровне сети и приложений, а Tantor гарантирует целостность и конфиденциальность данных. Такая связка позволяет компании соответствовать требованиям регуляторов и выстроить систему, где безопасность становится неотъемлемой частью рабочих процессов, а не набором разрозненных мер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации». от 27.07.2006 № 149-ФЗ (ред. От 04.08.2023) [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/ (дата обращения: 30.04.2025).

2. Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.07.2006 № 149-ФЗ. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/ (дата обращения: 01.05. 2025).

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОРФОГРАФИИ И ОЦЕНИВАНИЯ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ

Д.А. Артамонов

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

den.art5@mail.ru

Науч. рук. старший преподаватель О.А. Кадочникова

***Аннотация.** Доклад посвящен разработке автоматизированной системы для проверки орфографии и оценки письменных работ, направленной на повышение эффективности и объективности процесса анализа текстов. Проблема также затрагивает потребность в улучшении обратной связи для обучающихся.*

В работе определены ключевые задачи разрабатываемой системы. Преимущества новой системы включают улучшенное качество проверки, повышение

скорости анализа, предоставление подробных рекомендаций для улучшения текста и снижение временных затрат преподавателей.

Ключевые слова: проверка орфографии, оценка письменных работ, Python, стилистический анализ, автоматизация, компьютерное зрение.

Актуальность проблемы

В эпоху информатизации и цифровизации образовательных процессов растет потребность в эффективных инструментах для анализа и оценки письменных работ. Традиционно, проверка орфографии, грамматики, стилистики и выставление оценок преподавателями является трудоемким и ресурсозатратным процессом, что ограничивает возможность предоставления студентам оперативной и детальной обратной связи и повышает риск субъективности в оценке. Это подчеркивает актуальность проблемы в образовательном процессе и в сфере онлайн-обучения, где ощущается острая потребность в автоматизированных инструментах для решения этих задач.

Ручные методы проверки связаны с рядом недостатков, а именно: значительные временные затраты преподавателей, вероятность некорректной оценки, сложность предоставления обучающимся своевременной и развернутой обратной связи, а также ограниченная масштабируемость при работе с большим объемом письменных работ.

Разработка такой системы для проверки орфографии и оценки письменных работ решает несколько ключевых задач:

- Повышение эффективности: автоматизация процесса проверки позволяет значительно сократить время, затрачиваемое преподавателями.
- Объективизация оценки: минимизация субъективности при выставлении оценок за счет использования четких критериев и алгоритмов.
- Улучшение обратной связи: предоставление обучающимся более подробной и персонализированной обратной связи по их работам.
- Масштабируемость: возможность обработки большого количества письменных работ, что особенно актуально в условиях онлайн-образования.
- Оптимизация процесса обучения: фокусировка усилий преподавателей на более важных аспектах образовательного процесса, таких как индивидуальная работа учащимися.

Методы и технологии

Python — выбран за простоту, кроссплатформенность и богатую библиотечную поддержку для обработки данных и интеграции с облачными API.

Flask — легковесный веб-фреймворк для создания backend-части приложения с REST API.

OpenCV — библиотека компьютерного зрения для предварительной обработки изображений перед распознаванием текста.

Yandex Vision API — облачный сервис для точного распознавания текста на изображениях.

Yandex GPT API — сервис искусственного интеллекта для семантического анализа и улучшения текста.

Yandex Speller API — сервис проверки орфографии и грамматики.

HTML/CSS/JavaScript — для создания интуитивно понятного веб-интерфейса.

Архитектура системы включает:

- Модуль загрузки и обработки изображений
- Модуль распознавания текста
- Модуль анализа текста
- Модуль оценки работ
- Веб-интерфейс

Разрабатываемая система будет включать следующие функциональные возможности:

Автоматическое распознавание текста: улучшение качества, выравнивание и обрезка изображения, вывод распознанного текста с сохранением исходного форматирования

Вывод распознанного текста с сохранением исходного форматирования

Умная проверка орфографии и стиля: автоматическое выделение орфографических, пунктуационных и грамматических ошибок, контекстные подсказки с вариантами исправлений, анализ стилистики текста с оценкой читаемости и логической связности

Система автоматической оценки: настройка критериев оценки, сравнение с эталоном и независимая оценка качества

Ограничения:

- Точность оценки зависит от качества распознавания
- Не определяет смысловые ошибки в содержании
- Требуется четкие изображения
- Требуется стабильное интернет-соединение

Заключение

Разработанная система автоматической проверки работ значительно упрощает процесс оценки знаний, экономя время преподавателей и обеспечивая объективность результатов. Она особенно важна в условиях

роста числа учащихся и увеличения учебной нагрузки, помогая поддерживать качество образования без потери эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yandex Cloud Documentation: Vision API [Электронный ресурс]. - URL: <https://cloud.yandex.ru/docs/vision/> (дата обращения: 01.05.2025)
2. Jurafsky D., Martin J.H. Speech and Language Processing. 3rd Edition. - Pearson, 2020. - 1024 p.
3. official documentation Flask [Электронный ресурс]. - URL: <https://flask.palletsprojects.com/en/2.3.x/> (дата обращения: 01.05.2025)
4. Yandex Speller API Documentation [Электронный ресурс]. - URL: <https://yandex.ru/dev/speller/> (дата обращения: 01.05.2025)
5. Лутц М. Изучаем Python. — СПб.: Символ-Плюс, 2022. — 992 с.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОИСКА РАБОТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА

И.А. Гимадеев

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ» г. Нижнекамск

teleboting@yandex.ru

Науч. рук. Д.Р. Кондаков

***Аннотация.** В статье рассматривается проблема автоматизации поиска работы и анализа резюме. Представлена разработанная автоматизированная система, использующая методы обработки естественного языка (NLP) для повышения эффективности процесса трудоустройства. Описываются основные компоненты системы, алгоритмы анализа резюме и результаты экспериментальной оценки, показавшие повышение точности подбора вакансий на 15%. Подчеркивается значимость разработки для повышения конкурентоспособности выпускников и специалистов на рынке труда.*

***Ключевые слова:** автоматизация, поиск работы, обработка естественного языка, NLP, анализ резюме, машинное обучение, трудоустройство, GigaChat API, TF-IDF, Word2Vec.*

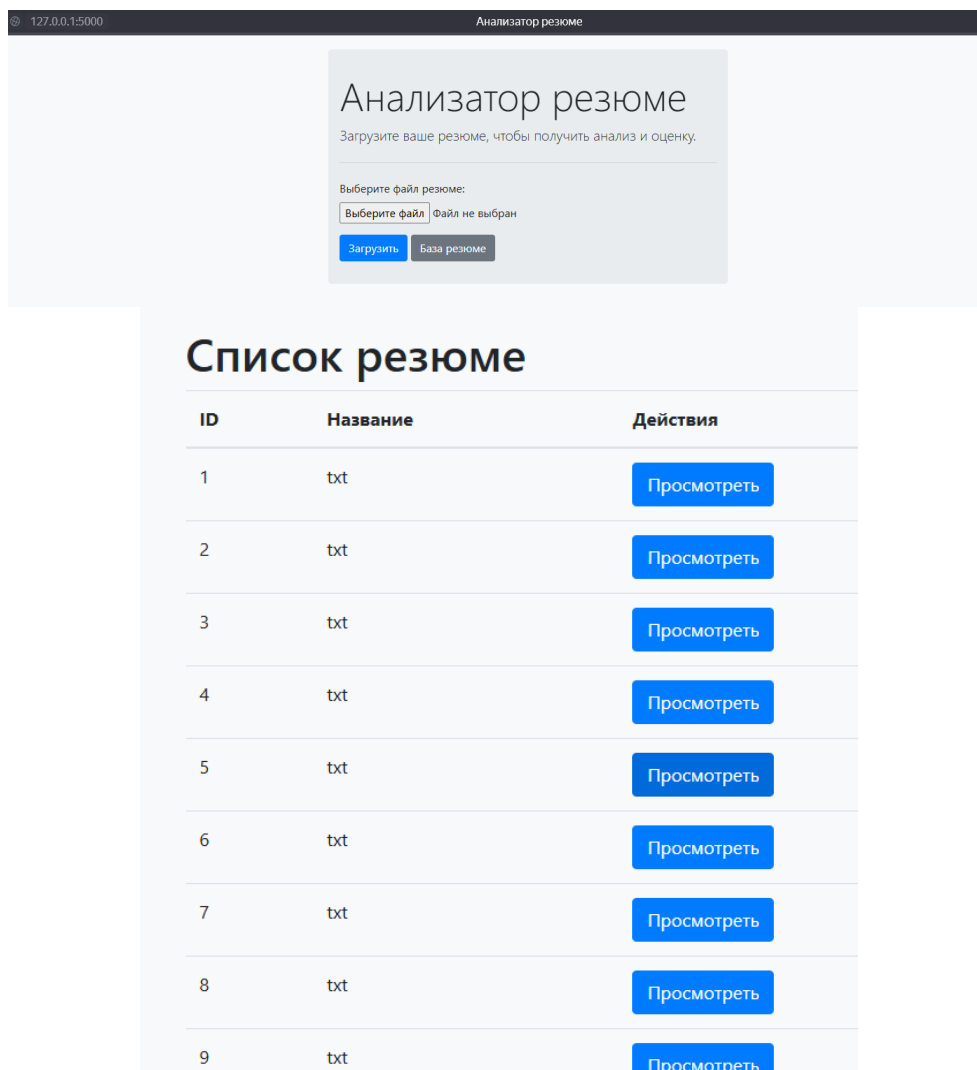


Рис.1.

Введение

В условиях современного рынка труда автоматизация процесса поиска работы и анализа резюме становится все более актуальной задачей. Традиционные методы поиска работы требуют значительных временных и трудовых затрат, как со стороны соискателей, так и со стороны работодателей. В связи с этим разработка интеллектуальных систем, способных автоматизировать эти процессы, представляет собой важную научно-практическую задачу. 1.

Празднование 80-летия Победы напоминает о важности развития кадрового потенциала страны, что является вкладом в будущее, за которое сражались наши предки. Разработка и внедрение инновационных решений в сфере трудоустройства способствует укреплению экономики страны.

Целью данной работы является разработка и исследование интеллектуальной системы автоматизированного поиска работы и улучшения резюме на основе методов обработки естественного языка (NLP)

и возможностей GigaChat API. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- Разработка алгоритмов для анализа резюме, выявления слабых мест и генерации рекомендаций по улучшению.
- Разработка системы оценки резюме на соответствие заданным критериям и требованиям рынка труда.
- Разработка системы автоматизированного поиска вакансий на основе анализа резюме и предпочтений пользователя.
- Интеграция GigaChat API для генерации персонализированных сопроводительных писем и подготовки к собеседованию.
- Проведение экспериментальной оценки эффективности разработанной системы на реальных данных.

Научная новизна заключается в создании комплексного подхода к автоматизации поиска работы, включающего разработку алгоритмов обработки естественного языка (токенизация, стемминг, лемматизация, анализ тональности), использование векторных представлений слов (Word2Vec) для оценки семантической близости резюме и вакансий, и применение генеративной нейронной сети (GigaChat API) для генерации персонализированных и убедительных сопроводительных писем, что в совокупности повышает эффективность процесса трудоустройства

Обзор существующих решений и методов

Анализ существующих систем поиска работы (HeadHunter, LinkedIn), показал, что они обладают ограниченными возможностями в плане автоматического анализа резюме и генерации персонализированных рекомендаций. [2,3] Обзор методов NLP и машинного обучения, применяемых в задачах анализа текста и поиска информации, выявил перспективность использования методов TF-IDF, Word2Vec и GigaChat API. 4 TF-IDF позволяет выделить наиболее важные слова в тексте, Word2Vec – представить слова в виде векторов, отражающих их семантическую близость, а GigaChat API – генерировать связные и грамматически правильные тексты. Для реализации системы использовались библиотеки NLTK (для обработки текста), Flask (для создания веб-приложения) и SQLite (для хранения данных). [5,6,7]

Описание разработанной системы

Разработанная система представляет собой веб-приложение, реализованное с использованием фреймворка Flask. Основными компонентами системы являются:

- Модуль анализа резюме: отвечает за извлечение текста из резюме, обработку с использованием методов NLP (токенизация,

удаление стоп-слов, стемминг) и анализ содержания. Для выделения ключевых слов используется метод TF-IDF, а для представления навыков и опыта в виде векторов – модель Word2Vec.

- Модуль оценки соответствия: предназначен для оценки соответствия резюме требованиям вакансии с использованием косинусного сходства между векторами резюме и вакансии, построенными на основе Word2Vec.

- Модуль генерации сопроводительных писем: использует GigaChat API для автоматической генерации персонализированных сопроводительных писем на основе информации из резюме и вакансии. При этом GigaChat API получает запрос, содержащий описание вакансии и ключевые навыки кандидата, и генерирует текст сопроводительного письма, адаптированный под конкретную вакансию.

- База данных: SQLite используется для хранения информации о резюме, вакансиях и результатах анализа.

- Пользовательский интерфейс: обеспечивает удобное взаимодействие пользователя с системой, позволяя загружать резюме, просматривать результаты анализа и получать рекомендации.

Результаты экспериментальной оценки

Для оценки эффективности системы был проведен эксперимент на наборе данных, состоящем из 200 резюме и 100 вакансий, собранных с различных онлайн-платформ. В качестве метрик использовались точность (Precision), полнота (Recall) и F1-мера. В ходе эксперимента сравнивалась эффективность системы с базовым алгоритмом поиска вакансий, не использующим методы NLP. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты оценки эффективности системы

Алгоритм	Точность	Полнота	F1-мера
Разработанная система	0.85	0.90	0.87
Базовый алгоритм	0.70	0.75	0.72

Анализ результатов показал, что разработанная система позволяет повысить точность подбора вакансий на 15% по сравнению с базовым алгоритмом. Также было отмечено, что использование GigaChat API позволяет значительно улучшить качество генерируемых сопроводительных писем, что повышает шансы соискателей на успешное трудоустройство.

Заключение

В рамках данной работы была разработана система автоматизированного анализа резюме, предназначенная для облегчения процесса поиска работы и повышения качества представляемых кандидатами документов. Система объединяет в себе методы обработки естественного языка (NLP) и возможности GigaChat API, что позволяет проводить комплексный анализ резюме, выявлять сильные и слабые стороны кандидата, а также генерировать персонализированные рекомендации по улучшению. Использование комбинации методов TF-IDF и Word2Vec для анализа резюме и вакансий, а также GigaChat API для генерации сопроводительных писем, позволило повысить точность подбора вакансий на 15% по сравнению с базовым алгоритмом.

Разработанная система может быть использована как кандидатами для улучшения своих резюме и повышения шансов на успешное трудоустройство, так и рекрутерами для автоматизации процесса отбора кандидатов.

В дальнейшем планируется расширить функциональность системы за счет разработки API для внешнего доступа и добавления поддержки других языков, а также исследовать возможности использования более сложных моделей машинного обучения для анализа резюме и вакансий. [8,9,10,11,12]

Разработка и внедрение интеллектуальных систем в сфере трудоустройства способствует укреплению экономики страны, за которую сражались наши предки. Данная работа – это небольшой вклад в будущее, за которое они отдали свои жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байбородин Д.А. Обработка естественного языка на Python: учебное пособие / Д.А. Байбородин. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 2020. – 124 с.
2. Воронцов К.В. Машинное обучение: учебник / К.В. Воронцов. – М.: МФТИ, 2014. – 420 с.
3. Bird S., Klein E., Loper E. Natural Language Processing with Python: Analyzing Text with the Natural Language Toolkit. – O'Reilly Media, 2009. – 532 с.
4. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. - MIT Press, 2016. – 800 с.
5. Flask Documentation (Версия 2.3.3). [https://flask.palletsprojects.com/en/2.3.x/](https://flask.pallet)
6. Онлайн-курс: NLP with Python on Coursera (Andrew Ng). Coursera, 2022. \

7. Gitflic репозиторий:
[https://gitflic.ru/project/ilgimdar/resume_analyser.git]
8. Ресурсы Stack Overflow: (“Как использовать NLTK для стемминга текста на Stack Overflow: [https://stackoverflow.com/questions/19036288/stemming-unstructured-text-in-nltk]”)

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ОСНОВАМ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Е.В. Иголкина

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

igolkina.2003@mail.ru

Науч. рук. А.Ю. Вохрин

***Аннотация.** В современном цифровом мире информационная безопасность становится одной из ключевых задач как для организаций, так и для частных пользователей. Несмотря на наличие множества технических средств защиты, основным уязвимым звеном остаётся человек — пользователь, который может неосознанно допустить ошибки, привести к утечке данных или стать жертвой фишинговых атак и других видов киберугроз. Однако уровень знаний и осведомлённости большинства пользователей в области информационной безопасности остаётся низким. Существующие обучающие материалы часто сложны для восприятия, не интерактивны или недостаточно адаптированы под разные категории пользователей. Это приводит к недостаточной эффективности обучения и повышенному риску возникновения инцидентов, связанных с нарушением безопасности.*

***Ключевые слова:** веб-приложение, приложение, основы информационной безопасности, киберугрозы.*

С увеличением объёмов обрабатываемой информации и ростом числа кибератак возрастает необходимость повышения уровня знаний пользователей в области информационной безопасности. Согласно статистике, значительная часть инцидентов связана именно с человеческим фактором — ошибками пользователей или недостатком знаний о современных угрозах. В условиях постоянного развития технологий и появления новых видов атак традиционные методы обучения становятся менее эффективными. Веб-приложения, обладающие интерактивностью, доступностью и возможностью адаптации под индивидуальные

потребности пользователя, представляют собой перспективное решение для повышения осведомлённости и формирования устойчивых навыков безопасного поведения в сети.

Для решения обозначенной проблемы я предлагаю разработку веб-приложения, предназначенного для обучения пользователей основам информационной безопасности. Приложение будет включать теорию по основам информационной безопасности, тесты для проверки знаний, что позволит повысить вовлечённость и эффективность усвоения материала.

Для разработки приложения я собираюсь использовать на первом этапе React — библиотека для создания пользовательских интерфейсов [1]. Она позволяет создавать быстрые и интерактивные веб-приложения без перезагрузки страницы. Вторым этапом нужно будет реализовать серверную часть приложения. Здесь я буду использовать Node.js и Express.js (представляет удобный интерфейс для создания маршрутов, обработки запросов и ответов, а также работы с базой данных; будет обеспечивать взаимодействие фронтенда и бэкенда приложения). Для управления состоянием на клиенте буду использовать библиотеку Redux, чтобы управлять большим объёмом данных. Для взаимодействия с базой данных для приложения собираюсь использовать MySQL — реляционная система управления базами данных, которая будет позволять хранить информацию о пользователях, тестах, ответах и результатах [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Tutorial: Intro to react. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ru.react.js.org/tutorial/tutorial.html> (дата обращения: 30.04.2025).
2. TimeWeb. Как создать базу данных и нового пользователя в MySQL: инструкция. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://timeweb.cloud/tutorials/mysql/kak-sozdat-bazu-dannyh-i-novogo-polzovatelya-v-mysql> (дата обращения: 30.04.2025).

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ, ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СФЕРЕ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ПЛАТФОРМЕ 1С

Р.Ф. Махмутов

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

rafaelmakhmutov19@gmail.com

Науч. рук. канд. пед. наук, доцент Л.Р. Вотякова

***Аннотация.** Статья посвящена исследованию методов оценки и выявления рисков в области строительного производства предприятий, а также представлению результатов проведенных исследований. Особое внимание уделено важности своевременной идентификации угроз на этапах реализации строительных проектов. Обосновывается выбор платформы 1С для создания информационной системы управления рисками.*

***Ключевые слова:** риски, идентификация, оценка, моделирование, анализ, реализация, автоматизация, стратегия, строительство.*

Методы исследования рисков при реализации проектов строительства

В исследовании используются данные о предыдущих проектах капитального строительства, которые предоставляют ценную информацию о типичных рисках и их проявлениях на различных этапах реализации проектов. Эти данные были собраны из различных источников, включая отчеты об оценке и аудите выполненных работ, внутренние документы предприятий, а также публикации в научных и профессиональных изданиях.

Первым этапом исследования было осуществление SWOT-анализа [1], который представляет собой инструмент стратегического планирования, помогающий выделить основные сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы, исходящие из внешней среды. Этот метод позволил выявить критические факторы, которые могут повлиять на успех реализацию строительства, и, таким образом, сосредоточить усилия на оценке рисков, возникающих в рамках проектной деятельности.

Во втором этапе применялись методы экспертной оценки, которые заключаются в анализе мнений специалистов и опытных профессионалов из области строительства и проектного менеджмента. Использование таких методов позволяет получить информацию, основанную на практическом опыте, что значительно повышает точность прогнозов и оценок рисков.

Заключительным этапом анализа рисков было осуществление статистических методов и методов моделирования, которые позволили определить вероятность и масштаб воздействия опасных ситуаций на проект. В частности, для этой цели использовались методы анализа временных рядов и регрессионные модели, что дало возможность оценить динамику возникновения рисков на основе исторических данных проектной деятельности.

Результаты исследования

В ходе проведенного исследования были выявлены виды риски, которые могут оказать значительное влияние на ход строительства объекта, Изученные риски делятся на несколько категорий [2]:

- Проектные риски. Связаны с возможностью отклонения от первоначального плана, что может проявляться в нарушении сроков реализации или в превышении бюджета;

- Финансовые риски. Связаны с изменениями в экономической ситуации, колебаниями курсов валют или цен на строительные материалы. Данный анализ показал, что неэффективное управление финансовыми потоками и отсутствие резервных фондов для покрытия неожиданных затрат могут привести к серьезным финансовым потерям в ходе выполнения проекта;

- Технические риски. Возникают из-за недостатков в проектировании, ошибках в расчетах или использовании некачественных материалов и технологий. Эти риски могут повлиять на безопасность объекта, его эксплуатационные характеристики и сроки завершения работ;

- Социальные риски. Связаны с возможным недовольством местного населения или работников строительства. Например, негативная реакция местного населения на строительство может привести к конфликтам и замедлению работ.

Среда разработки информационной системы для управления рисками

Для реализации информационной системы была выбрана платформа 1С благодаря ряду ключевых преимуществ перед аналогичными решениями:

1. Широкая распространенность платформы

Платформа 1С является одной из наиболее популярных и распространенных в России сред разработки корпоративных информационных систем.

2. Поддержка аналитической отчетности

Встроенный инструментальный формирование отчетов и аналитики упрощает создание специализированных форм документов и визуализацию результатов оценки рисков.

3. Интеграция с другими корпоративными системами

Возможность глубокой интеграции с бухгалтерскими, управленческими и производственными учетными системами облегчает сбор и обработку исходных данных для анализа рисков.

4. Высокий уровень безопасности

Решения на платформе 1С предоставляют современные механизмы защиты данных от несанкционированного доступа и утечек информации [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Валерий Федорович Шурсев, О. В. Кудрявцева, Ильдар Исболатович Шукуров. ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ БАНКРОТСТВА. DOI 10.52684/2312-3702-2022-41-3-109-113 // Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region. 30.09.2022 URL: <https://xn--80aai1dk.xn--p1ai/journal/isvp/3-41-2022/stroitelstvo-i-arxitektura-15/> (дата обращения: 28.04.2025).
2. Москалев А.К. Критерии и оценка рисков завода масел Ангарской нефтехимической компании: бакалаврская работа / М.С. Эльберг. — Красноярск, 2017. — 48 с.
3. Александр Зайцев, Дмитрий Родионов, Людмила Эдуардовна Дубаневич, Светлана Ильченко. АУДИТ И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ. DOI 10.17513/vaael.1793 // Bulletin of the Altai Academy of Economics and law. 01.01.2021 URL: <https://vaael.ru/article/view?id=1793> (дата обращения: 27.04.2025).

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВА БЕНЗИНА, ЛОГИСТИКИ СЫРЬЯ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Ю.Б. Бочкарева

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

iulbochkareva@gmail.com

Науч. рук. канд. физико-математических. наук, доцент О.В. Шемелова

Аннотация. В статье предложена информация о разработке автоматизированной информационной системы мониторинга производства бензина, логистики сырья и готовой продукции на нефтегазоперерабатывающем заводе, реализованная с использованием фронт-энд-фреймворка React для пользовательского интерфейса и языка программирования Python для серверной части.

Ключевые слова: мониторинг, поставка, процесс производства, план производства, состав, компонент, продукция, компоненты на смешение, прием компонентов.

Цель и назначение автоматизированной информационной системы

Основным назначением системы является мониторинг и своевременное оповещение в случае риска остановки производства из-за

нехватки определенного сырья необходимого для производства продукции. Система включает в себя три блока: «Поставка», «Производство» и «Отгрузка».

В блок «Поставка» осуществляется мониторинг поставки необходимого для производства сырья в настоящем времени. Блок «Производство» содержит информацию о процессе производства продуктов, включающую выполнение плана производства, плана поставки сырья и плана подачи компонентов на смешение. Блок «Отгрузка» представляет собой мониторинг поставки готового сырья.

Мониторинг поставки сырья для производства

Блок «Поставка» содержит информацию о текущих поставках сырья, которое ожидает завод для дальнейшего производства. Поставка сырья осуществляется транспортировкой сырья железнодорожным транспортом в вагоно-цистернах. На экране оператора представлен список текущих поставок, таймлайн состава, его текущее местоположение, информация о составе поставки и наличие поставляемого компонента на складе производства.

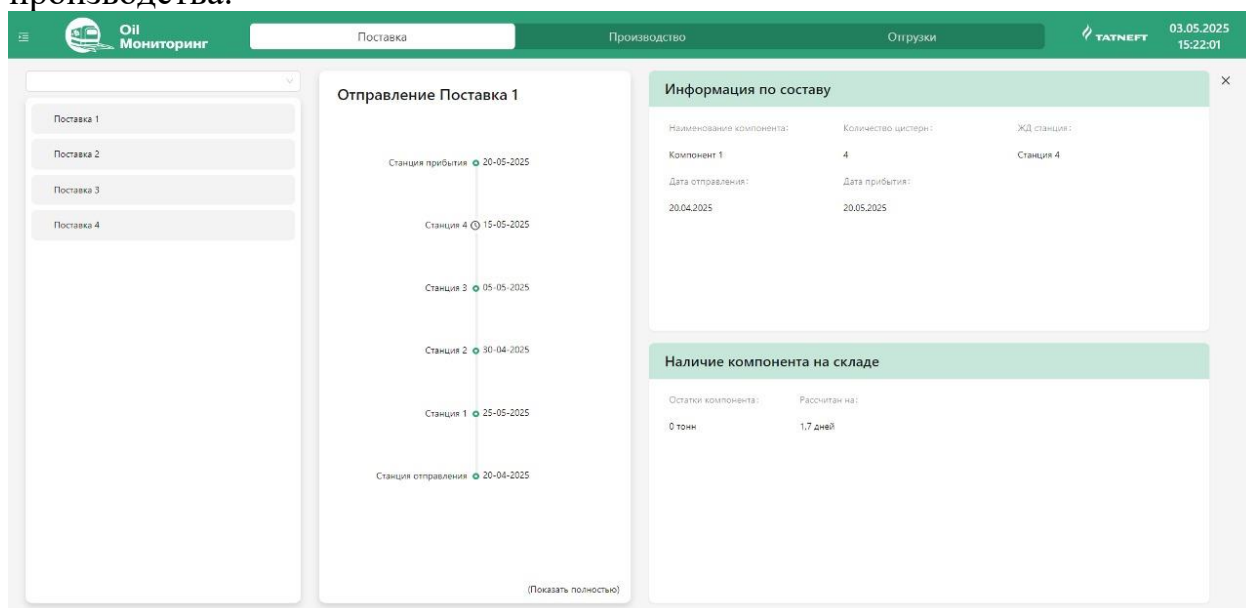


Рис. 1. Мониторинг текущего состава в блоке «Поставка»

Мониторинг таймлайна состава поезда в системе осуществляется при помощи интеграции с автоматизированной системой «ЭТРАН» - российской транспортно-логистической компании, специализирующейся на железнодорожных перевозках, в том числе грузов в вагонах-цистернах.

В случае критической ситуации – задержки состава на станции – в списке всех настоящих поставок номер поставки «подсвечивается» красным

Секция 2

предупреждающим цветом, в таймлайне станция на которой происходит задержка также выделяется красным, что привлекает внимания оператора, также меняется дата прибытия состава. В случае нехватки компонента на складе производства, система также подсвечивает рассчитанное количество компонента на количество дней красным. Далее система оповещает круг ответственных лиц по электронной почте о критической ситуации для их своевременных действий для решения данной проблемы.

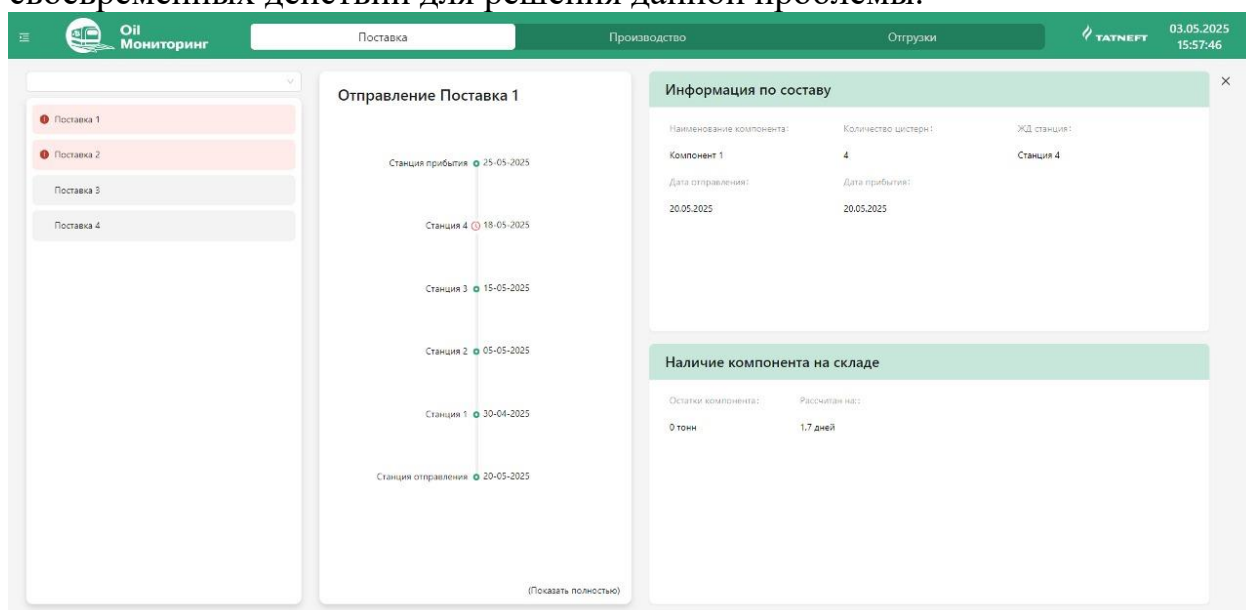


Рис. 2. Мониторинг текущего состава в блоке «Поставка» в случае задержки состава

Производство продукции и отображение сравнения плановых и фактических значений компонентов

В блоке «Производство» отображается информация о производимой продукции, плановых и фактических значениях компонентов производства продукции (компоненты на смешение) и компонентов из поставки (прием компонентов).

На экране в верхней части страницы выбирается продукт производства из списка. Далее отображается таблица «Подача компонентов на смешение» со значениями подачи компонентов на смешение — те компоненты, которые имеются у завода. В таблице отображаются плановые и фактические значения, а также отклонения от плана, если таковые присутствуют. Та же самая информация присутствует в таблице «Прием компонентов» - компоненты, приходящие при поставке.

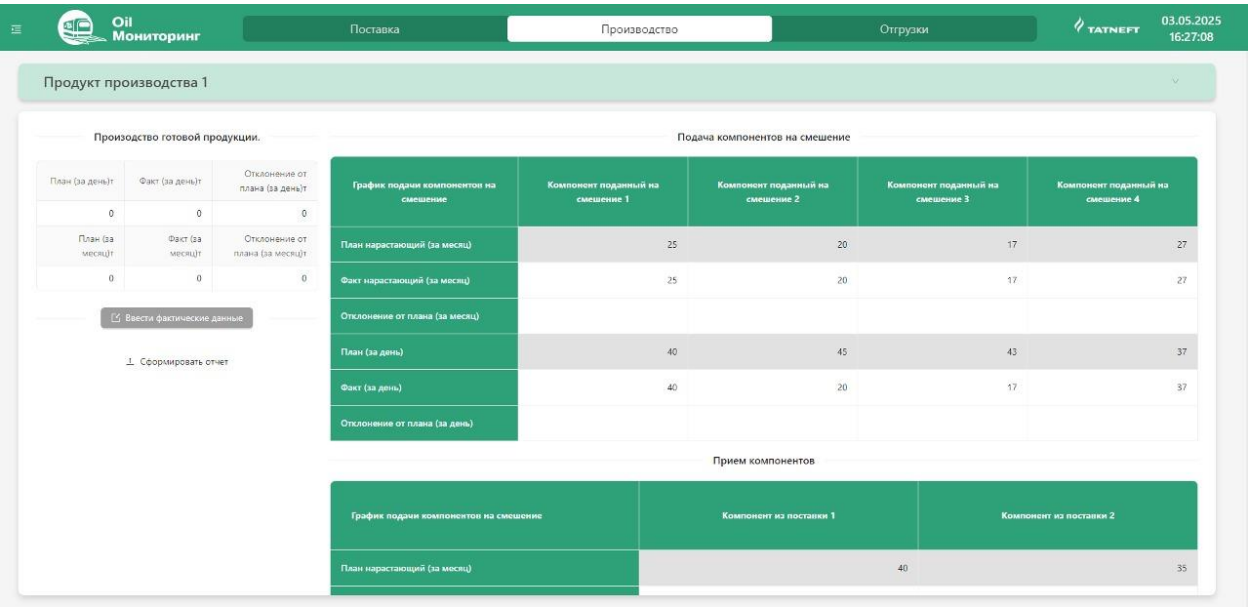


Рис. 3. Блок «Производство»

Вывод на экран плановых значений в обеих таблицах осуществляется путем загрузки ответственными лицами в систему плана производства в виде таблицы Excel. Вывод фактических значений происходит путем ежедневного ввода оператором фактических значений в специальные поля ввода в системе. Табличные данные доступны для формирования отчета.

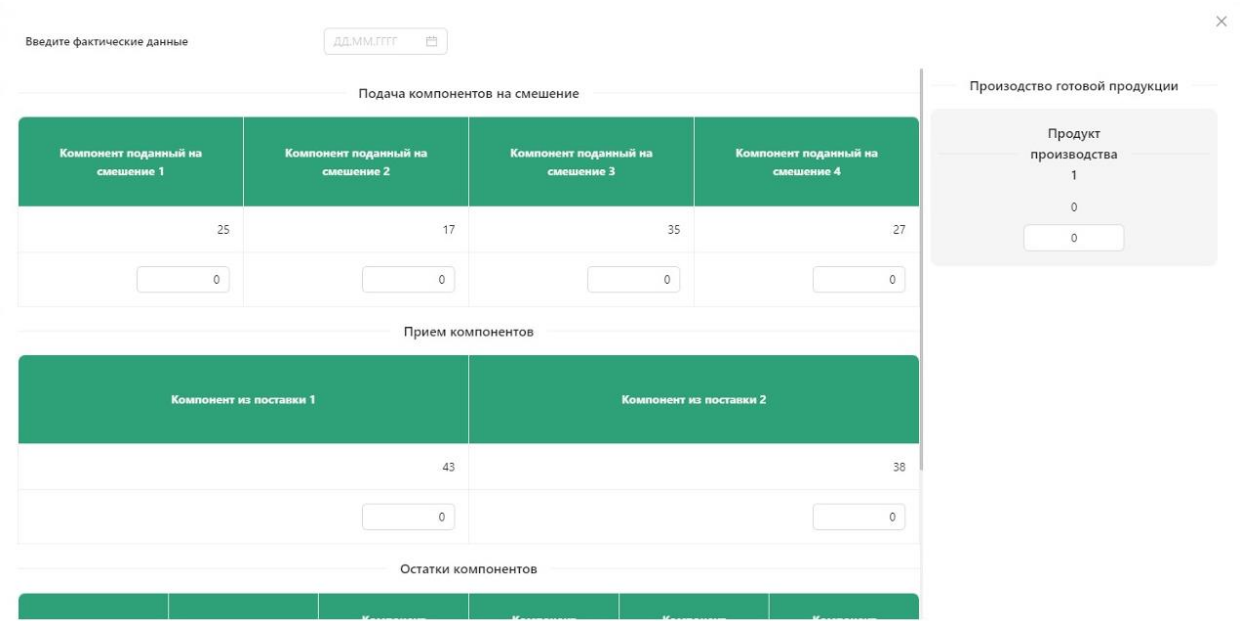


Рис. 4. Ввод фактических значений

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальная документация React [Электронный ресурс]. - URL: <https://react.dev/> (дата обращения: 03.05.2025).
2. Мардан А. Профессиональная разработка на React. – СПб.: Питер, 2023. – 480 с.
3. Banks A., Porcello E. React и Redux: функциональная веб-разработка. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 354 с.
4. Янг А., Тиленс Б., Кантелон М. Node.js в действии. – М.: Вильямс, 2020. – 416 с.
5. Стерлигов А.Н. Логистика нефтепродуктов. – М.: Альфа-Пресс, 2022. – 410 с.
6. Bowersox D. Управление цепями поставок. – М.: Юрайт, 2021. – 670 с.

РАЗРАБОТКА МЕДИАПЛЕЕРА С ПОДДЕРЖКОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ СУБТИТРОВ

А.Ф. Садыков

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск, Россия

aydar_sadykov2002@mail.ru

Канд. техн. наук, доцент Н.А. Староверова

***Аннотация.** Доклад посвящен разработке медиаплеера с функцией автоматической генерации субтитров, который отвечает современным требованиям пользователей к обработке видеоконтента. Введение описывает актуальность проблемы, связанной с недостатками существующих медиаплееров, таких как устаревший интерфейс и ограниченные функции управления субтитрами. Проблема особенно важна для людей, имеющих нарушения слуха.*

В работе выделены ключевые задачи, решаемые разрабатываемым медиаплеером: эффективная обработка видеоинформации для образовательных целей, персонализация пользовательского опыта и повышение доступности контента. Преимущества нового медиаплеера включают интерактивные субтитры и использование технологий распознавания речи для повышения точности субтитров.

Закключение подчеркивает значимость разработки медиаплеера как шага в области мультимедийных технологий, а также намечает планы по расширению функционала, что сделает продукт более универсальным и удобным для всех категорий пользователей. Список литературы включает как книги по программированию, так и

документацию по используемым технологиям, что подтверждает научную обоснованность предложенных решений.

Ключевые слова: медиаплеер, Python, автоматические субтитры, распознавание речи, tkinter, VLC.

Введение

В современном мире видеоконтент стал важнейшим источником информации и развлечений. С увеличением объема видеoinформации и разнообразия форматов, пользователи сталкиваются с необходимостью в эффективных инструментах для ее обработки. Разработка медиаплеера, который не только воспроизводит различные типы медиафайлов, но и включает функцию автоматической генерации субтитров, представляет собой актуальную задачу.

Актуальность проблемы

Медиаплееры, существующие на рынке, часто не удовлетворяют потребности пользователей. Многие из них имеют устаревший интерфейс, ограниченные функции управления субтитрами и не обеспечивают достаточного комфорта при взаимодействии с видеоконтентом. В частности, для пользователей, имеющих нарушения слуха, возможность автоматической генерации субтитров является важным аспектом.

Разработка медиаплеера с поддержкой автоматической генерации субтитров решает несколько ключевых задач:

Обработка видеoinформации: пользователи могут эффективно анализировать и понимать содержание видео, что особенно актуально в образовательных целях.

Персонализация: возможность быстрого поиска и переключения между субтитрами, а также их адаптация под нужды пользователей.

Доступность: субтитры делают контент более доступным для широкой аудитории.

Методы и технологии

Для разработки медиаплеера используются следующие технологии:

- Python — выбран за простоту, кроссплатформенность и богатую библиотечную поддержку.
- tkinter — для создания графического интерфейса.
- python-vlc — для воспроизведения медиафайлов.
- Яндекс SpeechKit — для автоматического распознавания речи и генерации субтитров.

Архитектура плеера включает:

- Главное окно с элементами управления.

- Модуль воспроизведения на основе VLC.
- Модуль генерации субтитров через API Яндекс SpeechKit.

Преимущества разрабатываемого медиаплеера

Разрабатываемый медиаплеер будет включать следующие ключевые функции:

Интерактивные субтитры: пользователи смогут выбирать определенные фразы и мгновенно переходить к ним на временной шкале, получая дополнительную информацию.

Использование технологий распознавания речи: применение API для автоматической генерации субтитров, что позволит повысить точность и качество субтитров.

Ограничения:

- Генерация субтитров только для файлов с аудиодорожкой.
- Требуется подключение к API для распознавания речи.

Заключение

Разработка медиаплеера с функцией автоматической генерации субтитров представляет собой важный шаг в области мультимедийных технологий. Он не только решает актуальные задачи пользователей, но и предоставляет новые возможности для обработки и восприятия видеоинформации. В дальнейшем планируется расширение функционала, что сделает медиаплеер более универсальным и удобным инструментом для всех категорий пользователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лутц М. Изучаем Python. — СПб.: Символ-Плюс, 2022. — 992 с.
2. Документация VLC. — URL: <https://wiki.videolan.org/Documentation:Documentation/>
3. API Яндекс SpeechKit. — URL: <https://cloud.yandex.ru/docs/speechkit/>
4. Python GUI Programming with Tkinter. — Packt Publishing, 2021. — 340 p.
5. Распознавание речи: теория и практика / Под ред. А.И. Корякина. — М.: Наука, 2020. — 412 с.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПАРОЛЯМИ

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск, Россия

adtroshin24@mail.ru

Науч. рук. ст. преп. А.Ю. Вохрин

***Аннотация.** В статье предложена организация работы приложения для эффективной защиты паролей от различных угроз. Показан принцип работы приложения, то как происходит хранение и управление паролями.*

***Ключевые слова:** Android Studio, Java, AES.*

Разработка приложения происходит в программе Android Studio.

Android Studio – это интегрированная среда разработки (integrated development environment) от Google для создания Android-приложений. В ней можно писать код, проектировать графический интерфейс, проводить отладку и сборку приложений для публикации в магазинах [1].

Как и любая IDE, Android Studio упрощает написание кода. Например, она умеет автоматически искать и исправлять ошибки в программах и даже писать самостоятельно код.

Когда код будет написан и протестирован, Android Studio приведёт его к формату, подходящему для публикации в Google Play, AppGallery, RuStore и других магазинах приложений для Android [2].

Для программирования приложений используется язык программирования – Java. Это язык программирования общего назначения, предназначенный для того, чтобы позволить разработчикам писать код где угодно и запускать его где угодно, не беспокоясь о базовой вычислительной архитектуре. Код Java может работать на любой платформе, поддерживающей Java.

Java разработана таким образом, что основное внимание уделяется ранней проверке ошибок, с помощью которых компиляторы Java способны находить даже те ошибки, которые трудно обнаружить с помощью других языков программирования [3].

Приложение для безопасного хранения и управления паролями предоставляет возможность сохранять пароли из других приложений, для безопасного хранения их в одном месте.

Безопасность обеспечивается посредством шифрования AES с последующим хранением в базе данных.

Шифрование – это процесс блокировки информации с помощью криптографии. Информация, которая была заблокирована таким образом, зашифрована.

AES – Advanced Encryption Standard, алгоритм Rijndael, разработанный бельгийцами Д. Дейменом и В. Райменом.

AES – это действующий стандарт. Он быстрый, простой, защищенный, универсальный и хорошо подходит для реализации в приложении. Кроме того, алгоритму присущ внутренний параллелизм, за счет этого эффективно используются процессорные ресурсы, и дополнительно уменьшается время работы алгоритма. Rijndael – это итерационный блочный шифр, имеющий архитектуру «Квадрат». Шифр имеет переменную длину блоков и различные длины ключей. В стандарте AES определена длина блока, равная 128 битам [4].

При входе в приложение пользователь вводит имя пользователя и пароль, что необходимо для регистрации и последующей аутентификации при входе в приложение.

В целях повышения безопасности пароль не сохраняется, вместо этого хранится ключ, который будет использоваться для входа в систему. Ключом является хэш пароля, что позволяет успешно блокировать угрозы от кибератак. Ключ от пароля хранится в SQLiteDatabase.

SQLiteDatabase имеет методы для создания, удаления, выполнения команд SQL и выполнения других распространенных задач управления базами данных.

После регистрации приложение спрашивает подтверждение на отслеживание ввода текста, что необходимо для реагирования приложения на момент ввода пароля. Если разрешение не дано, то приложение отключается.

Если разрешение есть, то при вводе логина и пароля в других приложениях будет всплывать окно с предложением сохранить их в приложении для хранения пароля. При положительном ответе логин и пароль считываются приложением, шифруются с помощью алгоритма шифрования AES, после чего происходит размещение в SQLiteDatabase.

Таким образом обеспечивается безопасность пароля.

Когда пользователь хочет просмотреть свои пароли он после аутентификации в приложении сразу попадает на страницу со списком всех приложений, пароли от которых хранятся в приложении. После нажатия на название выпадает строка с паролем, сначала он не виден и демонстрируется в виде *****, после нажатия на кнопку «Посмотреть» он показывается в незашифрованном виде.

ЛИТЕРАТУРА

1. What is Android Studio? [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.scaler.com/topics/android/what-is-android-studio/> (Дата обращения: 28.04.2025).
2. Android Studio: what is it and what is it for. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://androidayuda.com/en/android-studio/> (Дата обращения: 27.04.2025).
3. Лафоре Р. Структуры данных и алгоритмы в Java. – СПб.: Питер, 2013. – 704 с.
4. Симметричный алгоритм блочного шифрования Advanced Encryption Standart. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/534620/> (Дата обращения: 29.04.2025).
5. SQLiteDatabase. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://developer.android.com/reference/android/database/sqlite/SQLiteDatabase> (Дата обращения: 28.04.2025).

РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА ДЛЯ ADOBE AFTER EFFECTS

М.К.Фадеев

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г.Нижнекамск

maksim-maks-fadeev@mail.ru

Науч. рук, кандидат технических наук, доцент Сабанаев И.А.

***Аннотация.** В данной работе рассматривается разработка специализированного плагина для Adobe After Effects, предназначенного для автоматического удаления слов-паразитов и ненормативной лексики из аудиодорожек. Предложенное решение сочетает технологии распознавания речи (Whisper) и обработки естественного языка (NLP) для эффективной обработки аудиоконтента. Особое внимание уделено вопросам интеграции плагина в существующую экосистему Adobe After Effects и оптимизации производительности.*

***Ключевые слова:** Adobe After Effects, плагин, обработка аудио, распознавание речи, NLP, автоматизация.*

Современные технологии видеомонтажа предъявляют высокие требования к качеству аудиоконтента. Одной из ключевых проблем при постобработке является очистка аудиодорожек от нежелательных элементов: слов-паразитов, пауз и ненормативной лексики. Существующие решения требуют значительных временных затрат на ручное редактирование, что особенно критично при работе с большими объемами данных.

Adobe After Effects, являясь industry-стандартом в области видеомонтажа, не предлагает встроенных инструментов для автоматизации этого процесса. Разрабатываемый плагин призван заполнить эту нишу, предоставив пользователям эффективный инструмент для автоматической обработки аудио.

Актуальность разработки подтверждается растущим спросом на инструменты автоматизации в медиапроизводстве. По данным исследований, более 68% видеомонтажеров тратят до 30% рабочего времени на ручную обработку аудио.

Архитектура решения включает три ключевых компонента:

Модуль распознавания речи на базе модели Whisper (OpenAI) с временной разметкой

NLP-процессор для идентификации нежелательных элементов (BERT-классификатор)

Система постобработки с алгоритмами кросс-фейда и шумоподавления (RNNoise)

Технологический стек:

1. Ядро: C++ (Adobe SDK)
2. Интеграция ИИ: Python (ONNX Runtime)
3. Интерфейс: ExtendScript

Ключевые этапы обработки:

1. Сегментация аудиопотока (30-секундные блоки)
2. Транскрибация с временными метками
3. Классификация текстовых фрагментов
4. Вырезание/замена помеченных сегментов
5. Постобработка для сохранения плавности звучания

Преимущества решения:

1. Глубокая интеграция с After Effects
2. Возможность настройки словарей
3. Минимальное вмешательство пользователя
4. Кроссплатформенность (Windows/macOS)

Перспективы развития

1. Внедрение адаптивных алгоритмов машинного обучения для улучшения точности
2. Интеграция облачных сервисов для распределенной обработки
 - Разработка пресетов для различных типов контента (подкасты, интервью)
3. Реализация функции автоматической коррекции интонации

Предложенное решение существенно сокращает временные затраты на обработку аудио в профессиональном видеомонтаже. Дальнейшее развитие проекта направлено на создание комплексного инструмента для автоматизированной постобработки мультимедийного контента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Adobe After Effects SDK: Developer Guide [Электронный ресурс]. – URL: <https://developer.adobe.com/> (дата обращения: 01.07.2024)
2. OpenAI Whisper Technical Report // arXiv. – 2022. – URL: <https://arxiv.org/abs/2212.04356>
3. Devlin J. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding // NAACL. – 2019. – P. 4171-4186
4. Valentini-Botinhao C. Noise Reduction for Speech Enhancement // Interspeech. – 2016. – P. 448-452
5. Кристиансен М. After Effects CC: Визуальные эффекты и кинопроизводство. – СПб.: Питер, 2020. – 672 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ НАВЫКОВ ПО ПРОФЕССИИ

А.А. Саетгараев

Нижнекамский химико-технологический институт, г. Нижнекамск

albertsaetgaraev72@gmail.com

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент И. А. Сабанаев

Аннотация. В статье посвящена процессу разработки прототипа VR-приложения, демонстрирующего основные функциональные возможности системы управления виртуальной реальностью (VR) для освоения навыков по выбранной профессии. Описываются этапы проектирования приложения, создания 3D-моделей и интерактивных элементов, интеграции с системой управления VR.

Ключевые слова: 3D модель, виртуальная реальность, программное обеспечение, система управления VR, энергоэффективность, надежность приложения.

Проектирование VR-приложения является важным этапом, определяющим структуру, функциональность и пользовательский опыт. На данном этапе необходимо определить цели и задачи приложения, целевую аудиторию, основные сценарии использования, а также разработать

концепцию интерфейса пользователя и взаимодействия с виртуальной средой.

Целью разработки VR-приложения является создание прототипа, демонстрирующего возможности VR-технологий для освоения навыков по выбранной профессии. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- Создать реалистичную виртуальную среду. Виртуальная среда должна максимально точно воспроизводить реальное рабочее место или учебный полигон, где обучающиеся будут осваивать профессиональные навыки.

- Разработать интерактивные элементы. VR-приложение должно предоставлять возможность взаимодействия с виртуальной средой, позволяющее выполнять различные действия и получать обратную связь.

- Интегрировать систему управления VR. VR-приложение должно быть интегрировано с системой управления VR, обеспечивающей настройку параметров обучения, сбор данных и анализ результатов.

- Обеспечить удобный и интуитивно понятный интерфейс. Интерфейс приложения должен быть адаптирован для использования в виртуальной реальности и предоставлять пользователю всю необходимую информацию о процессе обучения.

высококачественных 3D-моделей и анимации.

Процесс создания 3D-моделей включает в себя следующие этапы:

- Моделирование. Создание геометрии объектов с использованием различных инструментов Blender.

- Текстурирование. Наложение текстур на модели для придания им реалистичного вида.

- Освещение. Настройка освещения в виртуальной среде для создания атмосферы и реалистичного отображения объектов.

На рисунке 1 представлена трехмерная модель токарного станка, которую можно использовать для виртуального обучения.

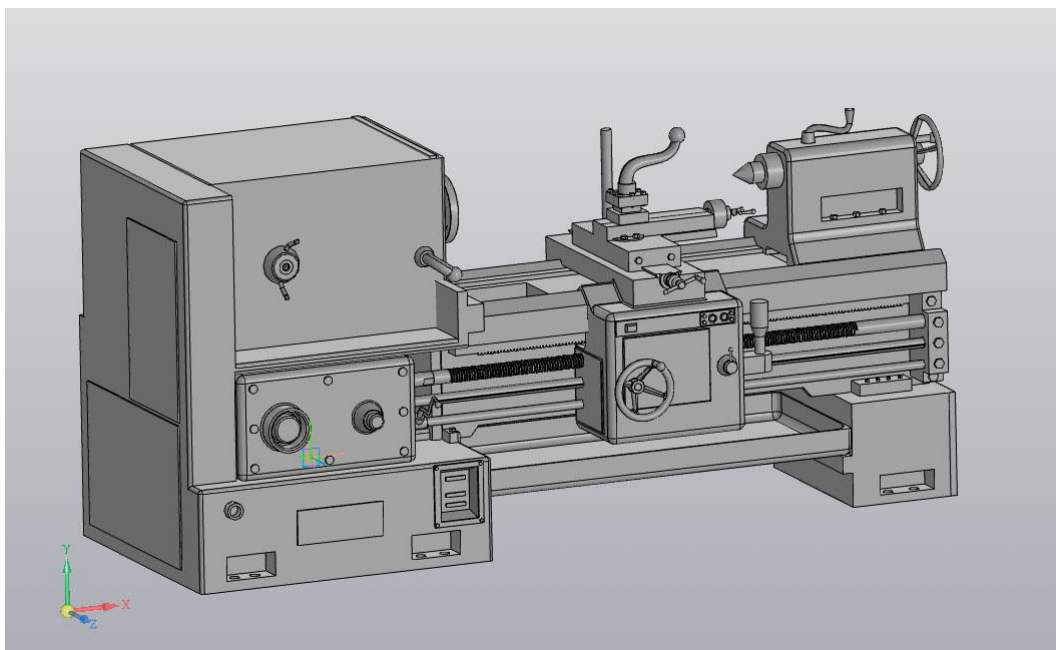


Рис. 1. Модель токарного станка

На рисунке 2 представлена разработанная 3D-модель резца, используемого для обработки деталей на станке.

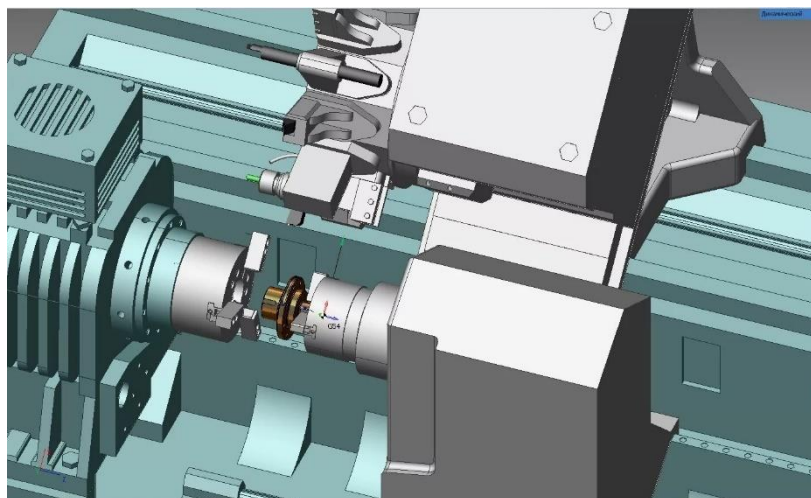


Рис. 2. 3D-модель резца

Для создания реалистичной атмосферы производственного процесса воссоздана 3D-модель цеха (Рисунок 3)

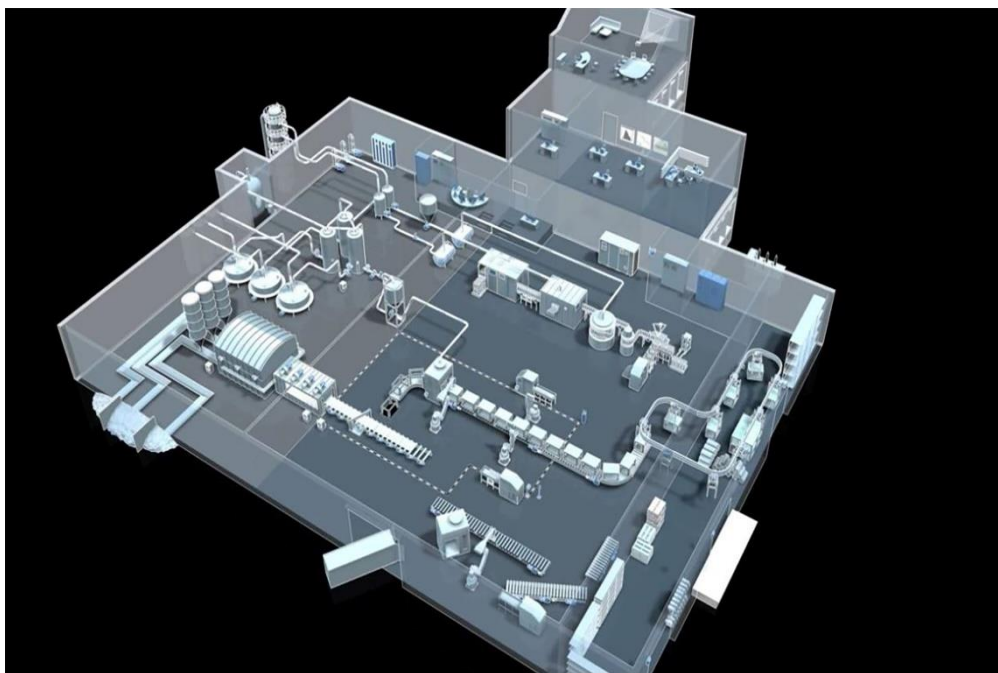


Рис. 3. 3D модель цеха

Для обеспечения интерактивного взаимодействия с виртуальной средой необходимо использовать скрипты на языке C#. Скрипты позволяют реализовать различные действия, такие как:

- Перемещение пользователя по виртуальной среде. Скрипты позволяют пользователю перемещаться по виртуальной среде с использованием VR-контроллеров или клавиатуры и мыши.
- Взаимодействие с объектами. Скрипты позволяют пользователю взаимодействовать с объектами в виртуальной среде, манипулировать ими, активировать различные функции и получать обратную связь.
- Обработка событий. Скрипты позволяют обрабатывать различные события, такие как нажатие кнопок, столкновения объектов и другие.
- Управление интерфейсом. Скрипты позволяют управлять отображением информации на интерфейсе пользователя, отображать сообщения, советы и оценки.

На рисунке 4 представлен код захвата объекта, на рисунке 5 обработка события, на рисунке 6 представлен скрипт управления интерфейсом

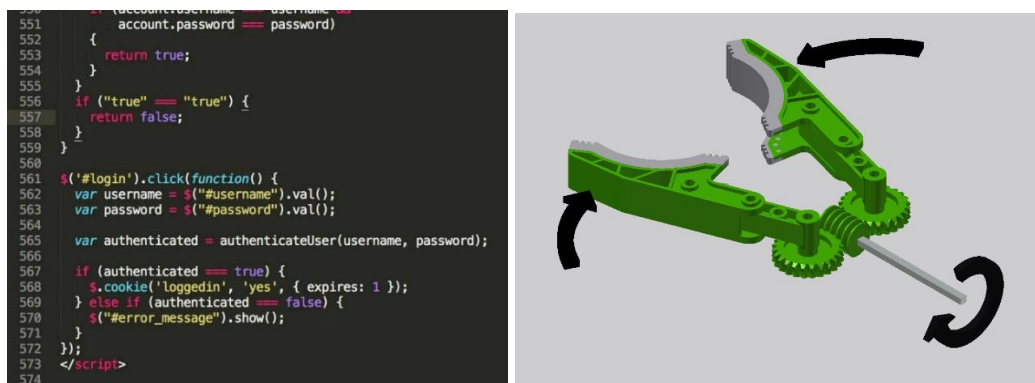


Рис. 4. Фрагмент кода скрипта захвата объекта



Рис. 5. Обработка событий

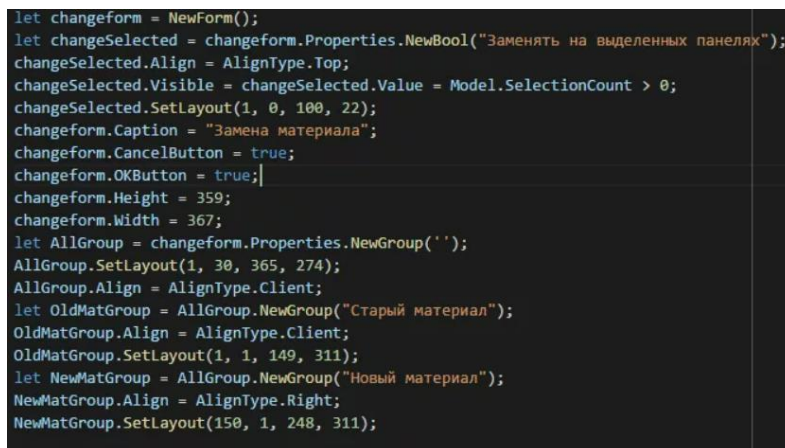


Рис. 6. Скриншот скрипта управления интерфейсом

Информационная безопасность является важным аспектом при разработке VR-приложения, особенно если оно содержит конфиденциальную информацию, такую как данные о пользователях, результатах обучения и параметрах конфигурации. Необходимо принять меры для защиты от несанкционированного доступа, модификации и уничтожения информации.

Для защиты от угроз информационной безопасности необходимо принять следующие меры:

- Использование надежных паролей. Требование к пользователям использовать надежные пароли и регулярно их менять.
- Шифрование данных. Шифрование данных, хранящихся на компьютере и передающихся по сети, для защиты от несанкционированного доступа.
- Контроль доступа. Разграничение прав доступа к данным приложения для различных категорий пользователей.
- Аудит безопасности. Регулярное проведение аудита безопасности приложения для выявления уязвимостей и разработки мер по их устранению.
- Защита от вредоносного программного обеспечения. Использование антивирусного программного обеспечения для защиты от вирусов, троянов и других вредоносных программ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бухтияров, А.В. Как изучать и осваивать сложные профессиональные навыки. – М.: Альпина Паблишер, 2021. – 224 с.
2. Васильев, В.Н., Петров, А.П. Виртуальная реальность в образовании: состояние, проблемы и перспективы // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2018. – Т. 14, № 1. – С. 102–110.
3. Гергей, Т., Портер, Д., Фейрли, Р. Разработка и использование виртуальных учебных сред. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 320 с.
4. Иванов, Д.А., Смирнов, А.В. Применение технологий виртуальной реальности в профессиональном обучении // Инновации в образовании. – 2020. – № 4. – С. 45–53.
5. Кривошеев, А.В. Виртуальная реальность: инструменты, технологии, применение. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 288 с.
6. Купер, А., Рейманн, Р., Кронин, Д. Об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия. – СПб.: Символ-Плюс, 2014. – 688 с.
7. Ляпунов, А.Н., Савельев, А.И. Виртуальные тренажеры в системе профессионального образования: опыт и перспективы // Вестник Томского государственного университета. – 2019. – № 442. – С. 128–135.
8. Норман, Д. Дизайн привычных вещей. – М.: Вильямс, 2006. – 304 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАМЕНЫ МЕЖСЕТЕВОГО ЭКРАНА FORTINET НА ОТЕЧЕСТВЕННОЕ РЕШЕНИЕ USERGATE В РАМКАХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

К.М. Дозморов

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск, Россия

dozmorovkirill1503@mail.ru

Науч. рук. ст. преп. А.Н. Сарсадских

***Аннотация.** В данной статье на основе аналитического обзора межсетевых экранов и научных публикаций описывается процесс замены межсетевого экрана Fortinet на отечественное решение UserGate в рамках стратегии импортозамещения. Особое внимание уделено сравнительным характеристикам межсетевых экранов и практическим рекомендациям по внедрению. На конкретном примере продемонстрирована возможность эффективной замены зарубежных средств защиты информации на российские аналоги без снижения уровня безопасности и производительности сети компании.*

***Ключевые слова:** межсетевой экран, средства защиты, сетевая инфраструктура, информационная безопасность, импортозамещение.*

В современных условиях санкционного давления и необходимости обеспечения технологической независимости российские компании вынуждены пересмотреть свою ИТ-инфраструктуру, уделив особое внимание замене зарубежных решений СЗИ на отечественные продукты.

В данной статье рассматриваются некоторые аспекты обеспечения безопасности сетевой инфраструктуры с использованием зарубежного межсетевого экрана с дальнейшей его заменой на отечественный UserGate.

Под межсетевым экраном (брандмауэром или firewall) понимается специализированное программное обеспечение или программно-аппаратное решение, предназначенное для контроля и фильтрации сетевого трафика между различными сетями, такими как корпоративная сеть и Интернет, на основе заданных администратором параметров и правил [1].

Стоит подчеркнуть, что основное место в обеспечении целостности, конфиденциальности и доступности информации, передаваемой по сети, занимают именно межсетевые экраны. Эти средства защиты могут предотвращать внешние атаки и контролировать доступ к внутренним ресурсам сети.

Значительной части крупных предприятий рекомендуется установка межсетевого экрана и это будет наиболее целесообразным решением для

обеспечения информационной безопасности своей внутренней сетевой инфраструктуры.

Чтобы обеспечить защиту от НСД снаружи, межсетевой экран необходимо установить на границе защищаемой внутренней сети предприятия с потенциально враждебной сетью (Интернет). Все взаимодействия, осуществляемые между данными сетями, должны проходить лишь через межсетевой экран. В масштабах предприятия межсетевой экран считается критически важным элементом для защиты внутренней сети от атак из внешнего периметра [2].

На рисунке 1 представлена схема подключения межсетевого экрана между защищаемой сетью предприятия и внешней сетью.

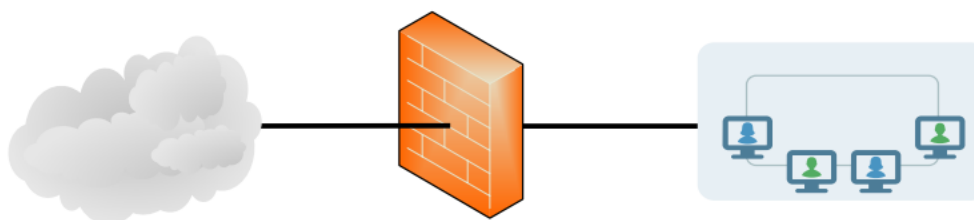


Рис. 1. Схема подключения межсетевого экрана

Ключевыми функциями межсетевых экранов можно назвать регистрацию событий, реагирование на заданные события, а также анализ зарегистрированной информации и подготовка отчетов. Являясь важным компонентом системы защиты корпоративной сети предприятия, межсетевой экран обладает функцией регистрации всех фиксируемых действий в сети. К таким действиям можно отнести не только пропуск или блокирование сетевых пакетов, но и изменение правил разграничения доступа администратором. Подобная функция позволяет обращаться к создаваемым журналам по мере необходимости (в случае возникновения инцидента информационной безопасности).

Межсетевые экраны можно классифицировать в зависимости от того, на каких уровнях модели OSI они работают. Эталонная модель описывает, как устройства в локальных и глобальных сетях обмениваются данными, как строятся сетевые маршруты и как взаимодействуют все устройства на пути передачи информации от источника к получателю.

На основании функционирования межсетевых экранов по уровням модели OSI, их можно классифицировать следующим образом (см. рисунок 2):

- управляемый коммутатор;
- экранирующий маршрутизатор (пакетный фильтр);

Секция 2

- шлюз сеансового уровня;
- инспекторы состояния;
- посредники прикладного уровня (экранирующий шлюз).

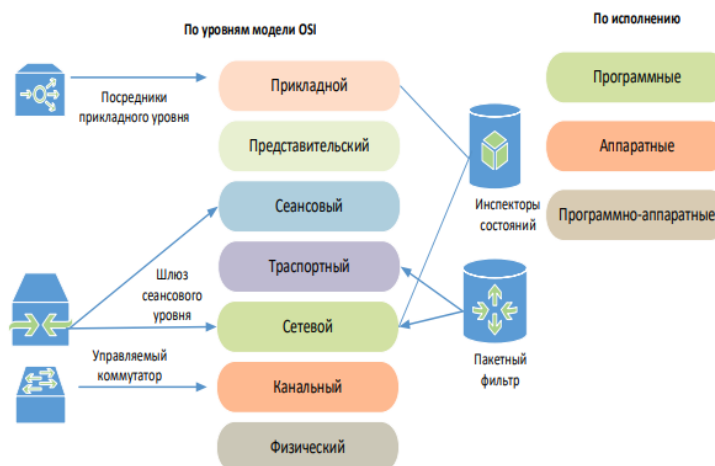


Рис. 2. Типы межсетевых экранов

Кроме классификации межсетевых экранов на основе эталонной модели OSI, их можно также классифицировать по классификации от регулятора ФСТЭК России. В основе классификации заложено деление по уровням контроля межсетевых информационных потоков.

Произошедшая эволюция межсетевых экранов до нового поколения позволила разработчикам интегрировать функции пакетных фильтров и прикладных межсетевых экранов, дополнив их расширенными возможностями анализа и контроля сетевого трафика.

NGFW объединяет в себе функционал АВЗ, брандмауэров, IDS/IPS и других средств защиты, являясь эффективным средством защиты информации от различного типа угроз, нежели межсетевые экраны прошлых поколений.

В текущей сетевой топологии используется межсетевой экран Fortinet FortiGate 400E – высокопроизводительный NGFW для защиты корпоративных сетей и предприятий. Брандмауэр сочетает в себе значительные функции безопасности, высокую пропускную способность и гибкость его развертывания, что делает FortiGate очень востребованным решением среди организаций.

Данный межсетевой экран предлагает комплексные решения для обеспечения безопасности предприятий, включая в себя:

- IPS, АВЗ, веб-фильтрацию, защиту от DDoS, sandboxing, контроль приложений;

- поддержку SSL/TLS-инспекции для выявления скрытых угроз в зашифрованном трафике;
- технологию FortiGuard;
- поддержку Zero Trust Network Access (ZTNA) и SD-WAN для безопасного доступа и маршрутизации.

Многие организации и крупные предприятия, которые ранее использовали продукты Fortinet, сейчас рассматривают возможность перехода на российское решение UserGate (рис. 3). Данный переход обусловлен не только политикой импортозамещения, но и исходя из практических соображений. Поскольку на текущий момент необходимо соответствовать требованиям регуляторов, иметь гарантированную техническую поддержку и долгосрочную стабильность работы.

Устройство работает на базе производительной платформы и процессорах, тем самым эффективно обеспечивает выполнение множества функций обеспечения безопасности для большого числа пользователей. Модель UserGate F8000, как и другие NGFW, защищает корпоративную сеть предприятия от современных киберугроз и атак, обеспечивает анализ и фильтрацию трафика по контенту, контролирует используемые интернет-приложения, своевременно блокирует опасные скрипты и приложения, защищает в режиме реального времени сеть от вирусов и спама [3].



Рис. 3. Межсетевой экран UserGate F8000

Переход на UserGate предоставляет организации ряд существенных преимуществ. Во-первых, это полное соответствие требованиям российских регуляторов, что исключает большие риски при проверках. Во-вторых, отсутствие зависимости от зарубежных вендоров гарантирует организациям стабильность поддержки и обновлений. Ну и в-третьих, UserGate хорошо интегрируется с другими российскими решениями.

В таблице 1 представлены ключевые характеристики обоих межсетевых экранов.

Основные характеристики Fortinet и UserGate

Характеристика	Fortinet Fortigate 400E	UserGate F8000
Пропускная способность МЭ, Гбит/с	40	до 60 при max нагрузке
Пропускная способность IPS, Гбит/с	7,8	8
Пропускная способность IPSec VPN, Гбит/с	20	10
Пропускная способность NGFW, Гбит/с	6	8
Пропускная способность SSL-VPN, Гбит/с	4,5	4
Одновременных TCP-сессий	4 000 000	48 000 000
Новых сессий в секунду	450 000	135 000
Доступные интерфейсы	16x1/10G SFP+ 8x1G/10G RJ45 2x40G QSFP+ 2x10G SFP+(HA)	8x10G SFP+ 8x1G/10G RJ45 2x40G QSFP+ 2x100G QSFP28 (опционально)
Сертификация ФСТЭК	Отсутствует	Есть (тип А, Б, Г и Д 4 класса защиты, СОВ 4 класса защиты и 4 уровень доверия)

На основании всего вышеизложенного можно подметить, что выбор межсетевого экрана UserGate F8000 является более обоснованным по сравнению с Fortinet FortiGate 400E в силу его обширного функционала и высокой скорости обработки сетевого трафика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Межсетевой экран: что такое и как работает [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://selectel.ru/blog/firewall/?ysclid=ma0qswraq64968132> (дата обращения: 20.04.2025).

2. Шаньгин, В. Ф. Информационная безопасность и защита информации: учеб. пособие / В. Ф. Шаньгин. – 1-е изд. – Москва: ДМК Пресс, 2017. – 702 с.: ил. – ISBN 978-5-94074-768-0 (дата обращения 23.04.2025).

3. Межсетевой экран UserGate F8000 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.usergate.com/ru/products/usergatef?ysclid=ma0rkanyg6237750167> (дата обращения: 28.04.2025).

СЕРВИС ПО ОНЛАЙН БРОНИРОВАНИЮ МЕСТ В РЕСТОРАНАХ

И.М.Гиниятуллин

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

taero-wf@mail.ru

Науч. рук, старший преподаватель, доцент Кадочникова О.А.

***Аннотация.** Актуальность данной темы обусловлена растущим спросом на онлайн-сервисы для организации досуга. В условиях высокой конкуренции заведения общественного питания стремятся внедрять технологические решения, которые обеспечивают удобство бронирования, оперативное оповещение клиентов о статусе резервации, а также возможность управления бронированием в режиме реального времени. Однако существующие платформы не всегда отвечают специфическим требованиям пользователей или требуют значительных затрат на интеграцию. В связи с этим разработка специализированного web-сайта для бронирования столиков становится важной задачей, направленной на совершенствование клиентского сервиса и повышение конкурентоспособности ресторанного бизнеса.*

***Ключевые слова:** сайт, АмНям, сервис, веб-сайт.*

Процесс создания веб-сайта АмНям, предназначенного для осуществления онлайн-бронирования столиков в кафе и ресторанах, включает в себя несколько ключевых шагов. Один из важнейших аспектов работы над проектом — это формирование архитектуры системы. Архитектура веб-ресурса представляет собой структурированную систему компонентов, которые работают в тесной связке, обеспечивая бесперебойную работу сайта. Она включает в себя интерфейсы, серверные и клиентские части, а также механизмы взаимодействия с пользователями.

Секция 2

В этом разделе будет подробно описан процесс проектирования архитектуры АмНям, начиная с выбора технологий до разработки функционала, который обеспечивает бесперебойную работу веб-сайта. На рисунке 1 показана главная страница сайта.

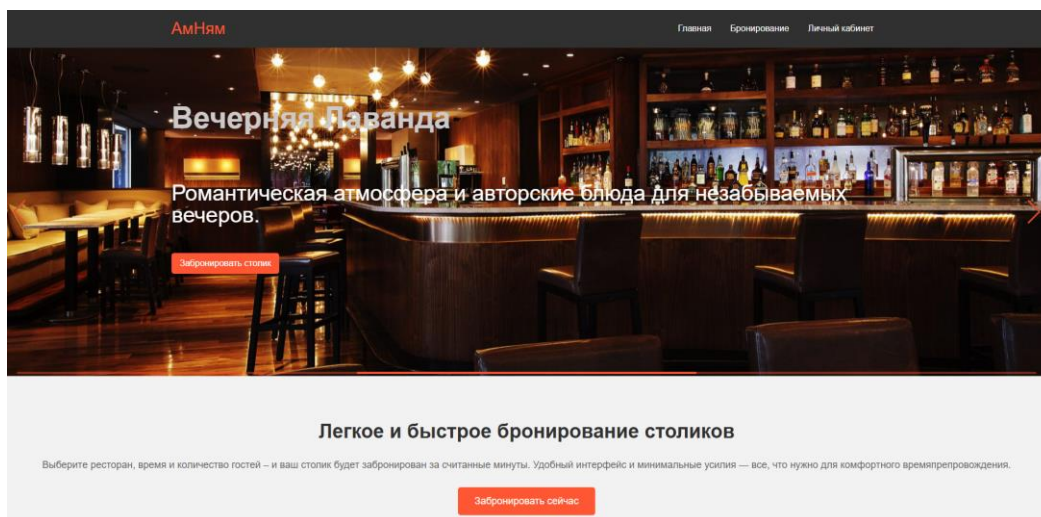


Рис. 1. – Главная страница сайта АмНям

Основные результаты

Разработка пользовательского интерфейса для веб-платформы АмНям, предназначенной для организации процесса бронирования столиков в кафе и ресторанах, требует внимательного подхода к удобству и простоте эксплуатации. Важно, чтобы интерфейс был интуитивно доступным, визуально привлекательным и эффективным.

Главная страница сайта должна быть максимально лаконичной и функциональной. Она содержит форму для бронирования столика, которая включает выбор ресторана, даты, времени и числа гостей. Все элементы объединены в едином блоке, что делает процесс бронирования доступным и понятным. Также следует предусмотреть легкую навигацию, обеспечивающую доступ к другим разделам сайта, таким как личный кабинет и меню ресторанов. Элементы интерфейса должны быть удобно размещены, чтобы пользователь без проблем мог перемещаться по разделам сайта. Например, главное меню должно быть всегда в поле зрения и располагаться в верхней части страницы. На главной странице сайта реализован слайдер на три слайда с параллакс эффектом, показан на рисунке 4,5,6.

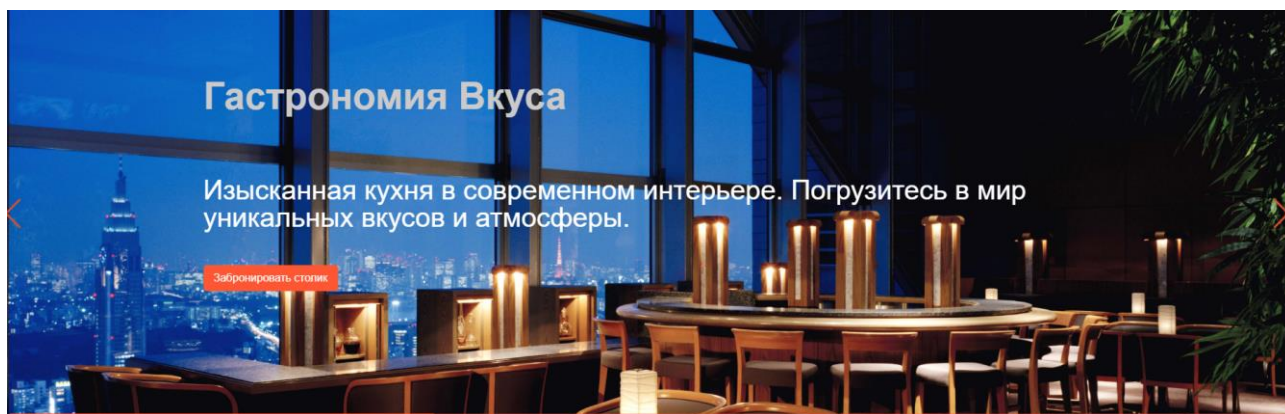


Рис. 2. – Слайдер на главной странице сайта «АмНям» (первый слайд)

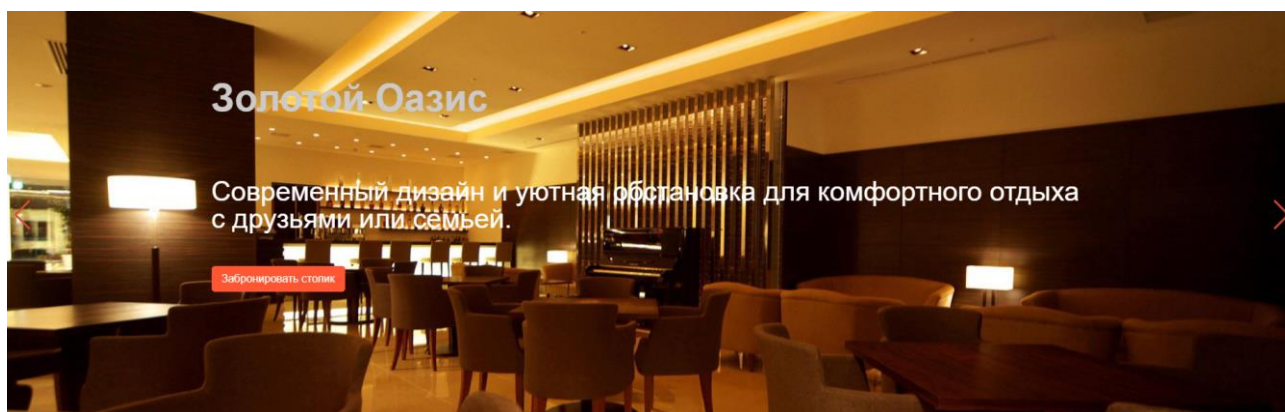


Рис. 3. – Слайдер на главной странице сайта «АмНям» (второй слайд)

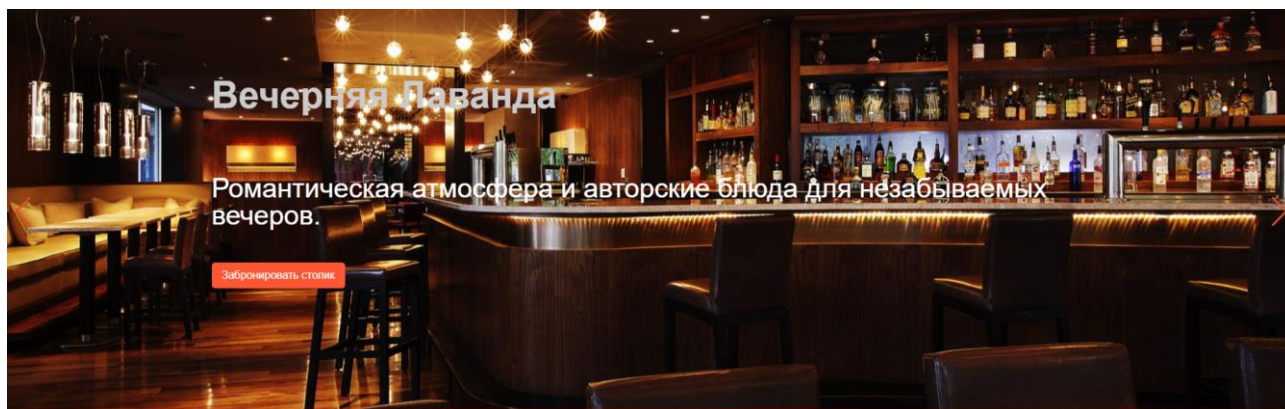


Рис. 4. – Слайдер на главной странице сайта «АмНям» (третий слайд)

Заключение

В рамках работы создан веб-ресурс АмНям, предназначенный для оформления бронирований столиков в заведениях общественного питания. Исследование охватывало весь процесс формирования клиентской части сайта — от изучения существующих платформ до анализа перспектив его последующего усовершенствования.

На первоначальном этапе выполнено изучение актуальных сервисов для онлайн-бронирования, что позволило определить их сильные и слабые стороны. Основываясь на полученных сведениях, были сформулированы основные требования к системе, включающие удобство пользовательского интерфейса, оперативную загрузку страниц и поддержку адаптивного отображения. В итоге определен технологический стек, в который вошли HTML, CSS, JavaScript, а также современные инструменты верстки, использующие Flexbox и Grid.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бенни Б. "Основы веб-разработки: HTML, CSS, JavaScript" / Бенни Б. — М.: БХВ-Петербург, 2016. — 288 с.
2. Дэвидсон Э. "Веб-разработка с использованием Node.js" / Э. Дэвидсон. — М.: Диалектика, 2017. — 432 с.
3. Дэвис М. "JavaScript. Секреты мастеров" / М. Дэвис. — М.: Вильямс, 2015. — 528 с.
4. Кент Бек. "Реактивное программирование" / К. Бек. — М.: О’Рейли, 2018. — 350 с.
5. Краус А. "Веб-разработка для начинающих" / А. Краус. — М.: Издательский дом Питер, 2019. — 320 с.
6. Ларсон Дж. "Фронтенд-разработка для мобильных приложений" / Дж. Ларсон. — СПб: Питер, 2018. — 304 с.
7. Мюррей Р. "Разработка на React. Полное руководство" / Р. Мюррей. — М.: БХВ-Петербург, 2020. — 416 с.
8. Симмонс К. "Основы разработки RESTful API" / К. Симмонс. — М.: Вильямс, 2017. — 320 с.
9. Шимон Н. "Программирование на Python для веб-разработчиков" / Н. Шимон. — М.: О’Рейли, 2016. — 350 с.
10. Яковлев В. А. "Основы программирования на JavaScript" / В. А. Яковлев. — М.: Диалектика, 2020. — 450 с.

СИНТЕЗ АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ИЕРАРХИИ ОГРАНИЧИВАЮЩИХ ОБЪЕМОВ

А.М. Садуллаев¹

¹ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань

¹alimsadullaev18@gmail.com

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент М.Л. Шустрова

***Аннотация.** В работе предложен метод построения ограничивающих объемов, представляющий собой синтез классической иерархии ограничивающих объемов, дерева квадрантов, мульти-проходного алгоритма объединения и построения бинарного дерева на основе эвристической оценки площади поверхности. Представлен пример результата работы алгоритма.*

***Ключевые слова:** алгоритм, коллизия, пересечение, иерархия ограничивающих объемов.*

В связи со стремительным ростом сложности графического программного обеспечения (сокр. ПО) возникает спрос на совершенствование инструментов для его реализации. Обнаружение коллизий между графическими объектами является одной из сложнейших задач при создании подобного ПО. Существующие решения позволяют снизить вычислительные затраты на обнаружение коллизий. В то же время, синтез классических методов обработки графической информации позволяет добиться высокой производительности при решении конкретных задач данного типа [1]. Примером такого синтеза является предлагаемый в рамках данной работы алгоритм, обладающий высокой эффективностью при динамическом построении ограничивающих рамок статических геометрических объектов.

Основным требованием для работы предлагаемого алгоритма является наличие маски, однозначно определяющей границы и площадь обрабатываемого на изображении объекта. Для примера на рисунке 1 представлено изображение четырех геометрических фигур (слева) и соответствующая им маска (справа):

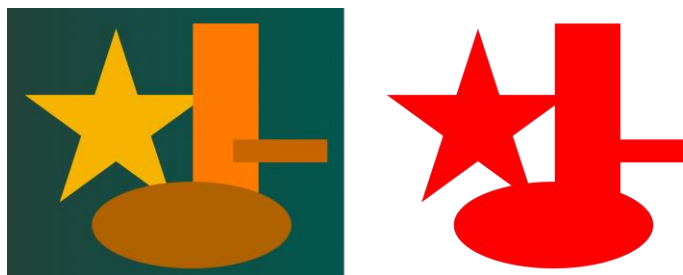


Рис. 1. Исходное изображение объектов и соответствующая им маска

Первый этап работы алгоритма заключается в построении дерева квадрантов (англ. Quadtree). Данный процесс представляет собой рекурсивный вызов функции разделения пространства на четыре равных квадранта [2]. Базовым случаем является достижения заданного пользователем минимального размера одной из сторон разделяемого пространства или полное отсутствие в нем областей, покрываемых маской объекта. В ходе разделения пространства строится дерево квадрантов, листья которого представляют отдельные участки исходной маски.

Поскольку размеры квадрантов пропорциональны размерам изображения, то зачастую квадрант может лишь частично содержать маску объекта. В связи с этим устанавливается порог, представляющий процентное отношение площади области, представленной маской и заключенной в квадрант, к площади данного квадранта. В случае превышения данного порога квадрант считается листом дерева.

На рисунке 2 представлен пример разделения объекта по маске при помощи классического quadtree (слева) и модифицированного в рамках работы quadtree (справа). Минимальный размер листа равен 16 пикселям. Для наглядности каждый лист дерева окрашен в случайный цвет:

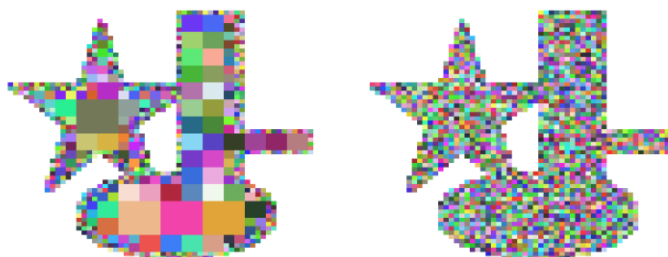


Рис. 2. Результат разделения объектов по маске при помощи quadtree

Из рисунка 2 очевидно, что классический quadtree состоит из меньшего количества листьев. Это связано с тем, что в отличие от классического алгоритма построения quadtree, в предлагаемом алгоритме полное заполнение квадранта областью маски не является базовым случаем, что обусловлено спецификой процесса объединения квадрантов, описанного ниже.

Второй этап работы алгоритма заключается в мульти-проходном объединении [3] листьев построенного quadtree. Поскольку обход листьев деревьев является рекурсивной функцией, что нежелательно ввиду высокого потребления памяти, необходимо предварительно собрать все листья и представить в виде невложенного списка.

Объединение листьев производится поочередно по всем осям координат по следующему принципу: если два соседних листа имеют равные размеры по данной оси, то производится операция объединения этих листьев. Например, объединении листьев по горизонтали производится в том случае если их размеры по вертикали равны.

Максимальное количество операций объединения n по всем осям для дерева глубиной d и количеством осей a может быть вычислено по формуле:

$$n = \sum_{k=1}^a ((2^{d-1} - 1)^k * 2^{(d-1)(a-k)})$$

Результатом работы алгоритма на втором этапе является список ограничивающих исходную маску рамок или объемов (в зависимости от количества осей координат). Для краткости, далее в тексте статьи будет использовано обобщающее понятие «ограничивающий узел». На рисунке 3 представлен пример результата мульти-проходного объединения листьев для построенного на предыдущем этапе quadtree:

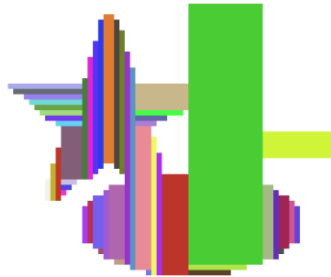


Рис. 3. Результат мульти-проходного объединения листьев quadtree

Заключительным этапом построения дерева является разделение полученных ограничивающих узлов. В предложенной реализации для решения данной задачи используется бинарное дерево для хранения иерархии узлов и функция эвристической оценки площади поверхности (англ. Surface Area Heuristic, SAH).

Использование функции SAH является одним из подходов к решению задачи разделения пространства при построении деревьев иерархии ограничивающих объемов [4]. Суть его работы заключается в том, что

значение $Cost_{split}(V_l, N_l, V_r, N_r)$ должно быть минимальным для заданной области:

$$Cost_{split}(V_l, N_l, V_r, N_r) = C_{trav} + C_{isec} * (P(V_l | V) * N_l + P(V_r | V) * N_r)$$

Здесь $P(V_l | V)$ и $P(V_r | V)$ – вероятности пересечения лучом плоскости V_l и V_r соответственно, C_{trav} и C_{isec} – стоимость шага обхода и определения пересечений луча соответственно, N_l и N_r – количество объектов в V_l и V_r соответственно [5].

Рекурсивный вызов функции разделения пространства при помощи функции SAN с глубиной, не превышающей заданную на первом этапе глубину quadtree, позволяет построить бинарное дерево иерархии ограничивающих узлов [6], полученных на втором этапе.

На рисунке 4 представлена иерархия ограничивающих узлов (слева) и соответствующее ей бинарное дерево с координатами и размерами узлов дерева иерархии (справа). Максимальное количество ограничивающих узлов в каждом узле иерархии на рисунке равно восьми.

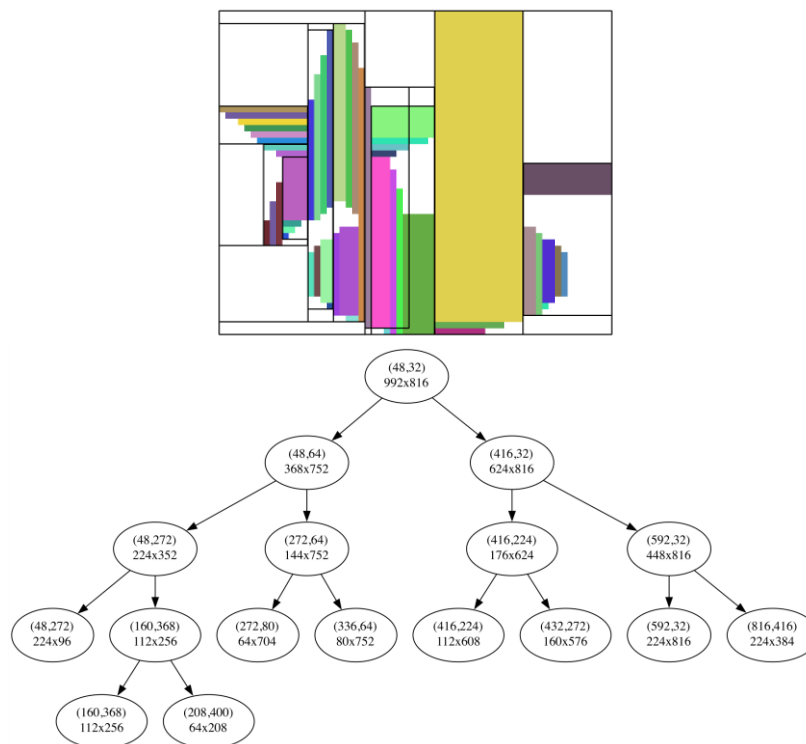


Рис. 4. Иерархия ограничивающих узлов и соответствующее дерево

ЛИТЕРАТУРА

1. Christer Ericson. Real-Time Collision Detection. - 1-е издание изд. - Бока-Ратон, Флорида, США: CRC Press, 2004. - 632 с. DOI: 10.1201/b14581

2. Mark Berg, Otfried Cheong, Marc Kreveld, Mark Overmars. Computational Geometry. Algorithms and Applications. 3-е изд. - Berlin, Heidelberg: Springer, 2008. - 386 с. DOI: 10.1007/978-3-540-77974-2
3. Гонсалес Рафаэль, Вудс Ричард. Цифровая обработка изображений. 3-е изд. – Москва, Техносфера, 2024. – 1104 с. ISBN: 978-5-94836-331-8
4. Ingo Wald. On Fast Construction of SAH based Bounding Volume Hierarchies // Interactive Ray Tracing. - 2007. - №33-40. - С. 395-404. DOI: 10.1109/RT.2007.4342588
5. Ingo Wald. Realtime ray tracing and interactive global illumination: дис. д-р компьютерные науки наук: 09.06.01. - Stuhlsatzenhausweg, 2004. - 311 с.
6. Wan Chao, Liu Pingping, Hong Bo. Research on Bounding Volume Boxes Collision Detection Algorithm in Virtual Reality Technology // International Journal of Advanced Network Monitoring and Controls. - 2018. - №3. - С. 84-88. DOI: 10.21307/ijanmc-2018-041

ФИНАНСОВЫЕ МОШЕННИЧЕСТВА. СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Б.Н. Шакиров

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

b.shakirov@nchti.ru

Науч. рук кандидат технических наук, доцент Н.В. Лежнева

***Аннотация.** В статье рассматривается проблема финансового мошенничества в условиях цифровой экономики и предлагается применение нейронных сетей как одного из наиболее перспективных инструментов для его выявления. Рассматриваются теоретические основы, архитектуры моделей, этапы построения, а также основные преимущества и вызовы, связанные с использованием нейросетевых подходов. Работа направлена на научное обоснование актуальности и эффективности применения методов глубокого обучения в сфере финансовой безопасности.*

Особое внимание уделено сложности выявления мошеннических операций в силу их маскировки под легитимные транзакции и дисбаланса данных, при котором количество мошеннических операций значительно ниже. Обоснована необходимость применения интеллектуальных систем, способных к обучению на больших объемах данных и выявлению нетривиальных закономерностей. Приводятся примеры применения таких архитектур, как полносвязные, сверточные, рекуррентные нейронные

сети и автокодировщики. Также рассматриваются этапы построения эффективной модели: сбор и обработка данных, обучение, тестирование и внедрение в реальную банковскую инфраструктуру. Предложенные методы позволяют повысить точность обнаружения мошенничества и адаптироваться к новым угрозам в финансовой сфере.

Ключевые слова: финансовое мошенничество, нейронные сети, машинное обучение.

Введение

Финансовое мошенничество представляет собой одну из самых острых и актуальных проблем современной цифровой экономики. С развитием электронных платежей, интернет-банкинга и онлайн-транзакций участились случаи незаконного доступа к счетам, подделки операций и других видов злоупотреблений. Классические методы обнаружения мошенничества, основанные на жёстких правилах и статической аналитике, теряют свою эффективность в условиях растущей сложности и масштабируемости финансовых систем. В этой связи особую актуальность приобретают интеллектуальные методы анализа данных, в частности нейронные сети, демонстрирующие высокую адаптивность, обучаемость и способность выявлять скрытые закономерности [1, 2].

Цель данной статьи — научно обосновать применение нейронных сетей для задач детекции финансового мошенничества, описать их архитектуру, преимущества и особенности реализации в финансовом секторе.

Теоретическое обоснование

Финансовое мошенничество можно условно классифицировать на следующие категории: кража данных, несанкционированные переводы, клонирование карт, ложные заявки на кредиты и страхование, отмывание денег и прочее. Все эти виды объединяет сложность в выявлении и высокая скорость изменений, что требует от аналитических систем постоянной адаптации [3].

Нейронные сети, как разновидность методов машинного обучения, способны находить нетривиальные взаимосвязи в многомерных наборах данных. Применительно к финансовым транзакциям они обучаются на исторических данных, включающих как легитимные, так и мошеннические операции. После обучения сеть способна классифицировать новые входящие транзакции с учётом накопленного опыта [4].

Наиболее популярными архитектурами нейронных сетей для задач обнаружения мошенничества являются:

- Полносвязные нейронные сети (Fully Connected Neural Networks, FCNN) — простейшие структуры, применимые для хорошо структурированных табличных данных.
- Рекуррентные нейронные сети (RNN) — учитывают временную зависимость между транзакциями, что важно при анализе последовательностей действий клиента.
- Сверточные нейронные сети (CNN) — могут использоваться при анализе изображений (например, поддельных документов).
- Автокодировщики (Autoencoders) — применяются для выявления аномалий путём восстановления нормального поведения и выявления отклонений [5].

Этапы построения модели

Процесс построения модели нейронной сети для детекции мошенничества включает следующие ключевые этапы:

1. Сбор и подготовка данных: используются реальные и синтетические датасеты транзакций, содержащие признаки: сумма, страна, устройство, время суток, категория магазина и метка (мошенничество или нет).
2. Предобработка:
 - Очистка данных от пропусков и выбросов;
 - Нормализация числовых признаков;
 - Кодирование категориальных признаков (например, с помощью one-hot encoding);
 - Балансировка классов (мошенничество встречается редко, важно использовать методы oversampling или undersampling).
3. Обучение модели: используется выбранная архитектура нейронной сети. Обучение проводится на тренировочном наборе данных с использованием функции потерь (например, binary crossentropy) и оптимизаторов (Adam, SGD и др.).
4. Оценка качества: применяются метрики:
 - AUC (Area Under ROC Curve);
 - Accuracy (точность);
 - Precision и Recall (особенно важны при работе с дисбалансом классов);
 - F1-мера.
5. Интерпретация и внедрение: после достижения удовлетворяющего качества модель внедряется в банковские системы и начинает анализировать транзакции в реальном времени [2, 5].

Преимущества и вызовы

Основными преимуществами применения нейронных сетей являются:

- высокая точность классификации;
- адаптация к новым типам атак;
- автоматическое выявление сложных нелинейных закономерностей [1, 4].

- Однако существуют и сложности:
- необходимость большого объема размеченных данных;
- высокая вычислительная сложность обучения;
- трудности в интерпретации модели (особенно у глубоких нейросетей);
- необходимость постоянного мониторинга и обновления модели.

Заключение

Применение нейронных сетей в задачах детекции финансового мошенничества представляет собой перспективное направление, позволяющее существенно повысить безопасность финансовых операций. Обоснование эффективности нейросетевых моделей подкрепляется успешными примерами их внедрения в банковской сфере. Тем не менее, для достижения оптимальных результатов необходимо сочетание современных алгоритмов, качественной предобработки данных и постоянного мониторинга работы системы [3, 5].

Продолжение исследований в этом направлении позволит повысить адаптивность систем безопасности, улучшить защиту клиентов и снизить убытки от мошеннических действий в цифровой экономике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chalapathy R., Chawla S. Deep Learning for Anomaly Detection: A Survey // ACM Computing Surveys. Нью-Йорк, 2021. С. 7-9.
2. Fiore U., De Santis A., Perla F., Zanetti P., Palmieri F. Using generative adversarial networks for improving classification effectiveness in credit card fraud detection // Information Sciences. Амстердам, 2020. С. 448-455.
3. Carcillo F., Le Borgne Y.A., Caelen O., Bontempi G. Combining unsupervised and supervised learning in credit card fraud detection // Information Sciences. Амстердам, 2021. С. 317–331.
4. Kundu S., Singh A., Das A.K. An effective deep learning approach for detecting fraud in imbalanced datasets // Expert Systems with Applications. Оксфорд, 2021. Статья 113764.

5. Ahmed S., Mahmood A.N. Deep learning for real-time fraud detection in financial big data // Future Generation Computer Systems. Амстердам, 2022. С. 286–299.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕХИМИИ

А.И. Уралёва

Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань,
Россия

uraleva.alena595@gmail.com

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Е.И. Черкасова

***Аннотация.** В статье говорится о программном продукте - специализированном российском компьютерном тренажере и обучающей платформе на его основе - РТСИМ.Карьера. Рассматривается одна из установок программного обеспечения «Колонна разделения бутанов-экономика производства», где помимо возможности ведения, пуска и останова модели реализован расчет экономических показателей.*

***Ключевые слова:** цифровизация, цифровые двойники, РТСИМ, п-бутаны, изобутаны, температура, давление, уровень, экономические показатели*

Четвертая промышленная революция позволила реформировать систему образования, включив в процесс обучения цифровые технологии. Основным трендом Индустрии 4.0 является внедрение искусственного интеллекта, информационных технологий и автоматизации технологических процессов, то есть минимизация участия человека в процессе промышленного производства.

Производственные объекты топливно-энергетического комплекса Российской Федерации — нефтеперерабатывающие предприятия, относятся к объектам повышенной взрывопожароопасности. При этом нефтеперерабатывающие заводы играют ключевую роль в топливной экономике, обеспечивая не только энергетические ресурсы, но и сырье для химической промышленности.

Безопасное ведение производственного процесса играет важнейшую роль при эксплуатации промышленного предприятия. Компьютерные тренажерные комплексы, представляющие собой цифровой двойник технологической установки, позволяют смоделировать производственный процесс в реальном времени и отработать безаварийную эксплуатацию установки [1].

Обучение на компьютерных тренажерных комплексах и отработка навыков процесса управления технологической установкой позволяют снизить вероятность аварийных ситуаций на производстве, так как цифровой двойник представляет собой виртуальную модель всех объектов и систем, входящих в состав технологической установки. При этом, если процесс обучения начинать у студентов, то при окончании высшего учебного заведения выпускник уже владеет навыками работы оператора – контроль работы технологической установки и имеет представление о безопасном ведении процесса.

Санкционное давление на Российскую Федерацию способствует развитию технологического суверенитета страны. Высокотехнологичные компании занимаются разработкой собственного программного обеспечения, предназначенного для управления и ведения процесса производства в автоматическом режиме. Компания «РТСИМ» – резидент инновационного центра «Сколково», является разработчиком специализированных российских компьютерных тренажеров для нефтегазового сектора и активно сотрудничает с инженерными ВУЗами РФ [2].

Пилотной площадкой, где происходит апробирование новых разработок компании — цифровых двойников технологических установок, является Казанский национальный исследовательский технологический университет. Студенты, обучающиеся на тренажерах получают навыки работы оператора технологических установок и наращивают свои цифровые профессиональные компетенции в области ведения производственного процесса при нормальной эксплуатации установки. При этом кейсы, заложенные для решения, в программном продукте «РТСИМ.Карьера» позволяют изучить работу установки согласно технологическому регламенту, освоить пуск и останов в нормальных условиях и отработать сценарий действий оператора при срабатывании сигнализации, то есть симулирование той или иной аварийной ситуации, возможной на данном производстве.

В качестве примера рассмотрим одну из установок программного обеспечения РТСИМ.Карьера – Колонна разделения бутанов-экономика производства [3].

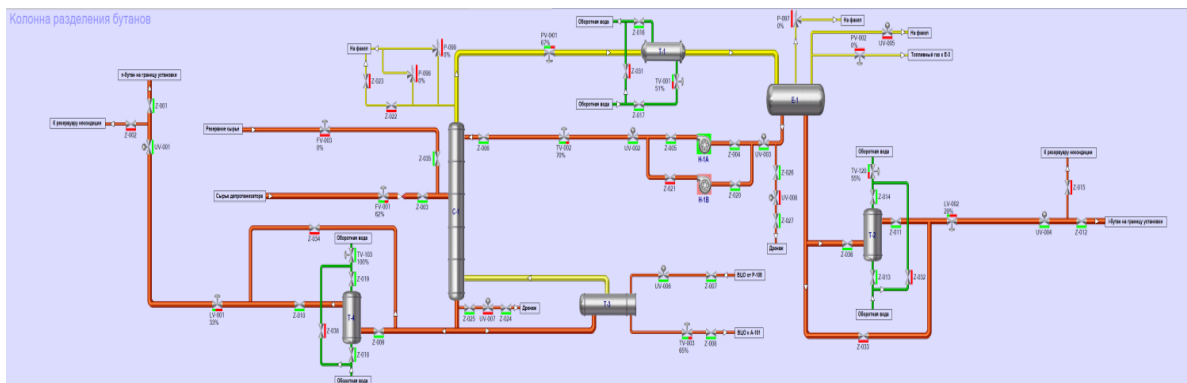


Рис. 1. Колонна разделения бутанов-экономика производства

Колонна разделения бутанов представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат высотой 60,45 метров, диаметром 1,5 метра, оснащенный 91 однопоточной тарелкой. Тарелки – это контактные устройства, предназначенные для интенсификации процесса разделения многокомпонентной смеси по температурам кипения.

Выделяемый в процессе разделения н-бутан широко используется в быту (баллоны для газовых плит), автомобилях, отопительных аппаратах. А также служит сырьем в химической и нефтехимической отраслях – для получения бутилена, 1,3-бутадиена и др.

Изобутан используется в органическом синтезе, в качестве хладагента, в моторном топливе и в качестве аэрозольного пропеллента, а также в синтетическом каучуке и в жидкости для калибровки приборов.

В данной цифровой модели реализован функционал экономических показателей, которые предназначены для демонстрации эффективности производства в денежном эквиваленте (рис 2).

На панели распределенной системы управления от вендора ИНТАЧ представлены основные показатели процесса в виде спидометров (на рисунке 2 под красной цифрой 1). На них опираются и ориентируются, в первую очередь, при запуске данной установки.

В правом верхнем углу располагается кнопка (на рисунке 2 под красной цифрой 2), при нажатии на которую откроется таблица с технико-экономическими показателями (на рисунке 2 под красной цифрой 3), в которой более подробно показаны все остальные экономические показатели.

В данной таблице экономических показателей представлены:

✓ Материальные и энергозатраты, а также их нормы расхода (отношение затраченного сырья или энергоносителей в кг, к полученным продуктам в тоннах);

Секция 2

- ✓ Выработка, которая показывает стоимость отдельных продуктов;
- ✓ Выручка от продажи продукции, определяющая стоимость всей продукции;
- ✓ Себестоимость, показывающая затраты предприятия на производство одного килограмма продукции;
- ✓ Прибыль, полученная в процессе работы установки;
- ✓ Премия участника, принимавшего участие в запуске установки

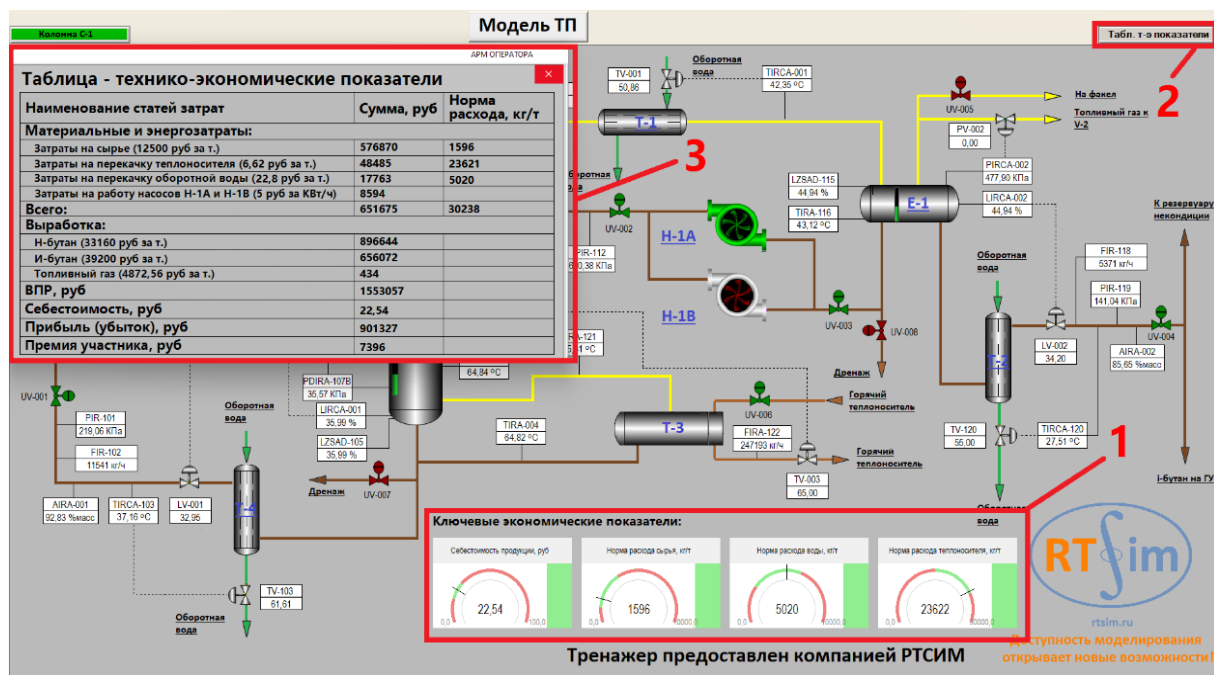


Рис. 2. Основные экономические показатели, представленные в виде спидометров

Расчет технико-экономических показателей при отработке ведения технологического процесса на компьютерных тренажерных комплексах позволяет определить оптимальные технологические параметры, при которых себестоимость производимой продукции может быть снижена, без ущерба качеству продукта.

Изучение модуля «Колонна разделения бутанов-экономика производства» позволяет студентам изучить корреляцию ценообразования готовой продукции и прибыли предприятия, в зависимости от особенностей ведения процесса. И также изучить безопасную эксплуатацию технологической установки - получить навыки работы оператора, что позволит сократить срок адаптации молодого специалиста при трудоустройстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. РБК Тренды. Что такое цифровые двойники и где их используют. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/6107e5339a79478125166eeb> (дата обращения 03.08.2021)
2. РТСИМ [Электронный ресурс]. URL: <https://rtsim.ru/>
3. РТСИМ.Карьера [Электронный ресурс]. URL: <https://rtsimskills.tilda.ws/#!/tab/469571278-1>

III. ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ НАГРУЗКИ НА ВЫБОР НОМИНАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКА БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ

Д.И. Поярков

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

Poyarkov.20@gmail.com

Науч. рук. доцент кафедры ЭТЭОП Афлятунов И. Ф.

***Аннотация.** В статье представлен анализ влияния таких параметров как: коэффициент мощности, полная мощность и активная мощность нагрузки на выбор параметров источников бесперебойного питания для нагрузки. В статье рассмотрены эффективные методы подбора и расчета параметров источника бесперебойного питания в зависимости от параметров питаемой нагрузки.*

***Ключевые слова:** источник бесперебойного питания, коэффициент мощности, активная мощность, полная мощность.*

Введение

Источник бесперебойного питания или ИБП – это прибор, обеспечивающий питание для оборудования в случае падения или отсутствия напряжения в сети, резкого снижения частоты и т.д. Таким образом, в случае отключения или выхода за пределы нормальных показателей, электрической сети, источник бесперебойного питания будет выдавать на выходе питание, которое полностью соответствует всем стандартам, что поможет избежать поломки или простоя оборудования.

В зависимости от чувствительности и важности оборудования выбирают различные виды источников бесперебойного питания. Вот самые распространенные виды:

- **ИБП пассивного резерва (оффлайн)** - самый простой и недорогой ИБП. Используется для базовой защиты персональных компьютеров, маломощного офисного оборудования, рабочих станций, IP-телефонии или бытовых приборов в сетях с незначительными отклонениями напряжения. Обеспечивают бесперебойное питание в течение 15–30 минут.

- **Линейно-интерактивные ИБП** используются для защиты корпоративных сетей и IT-систем от внезапного отключения электропитания, провалов и всплесков напряжения, а также длительного

пониженного и повышенного напряжения. Такой ИБП имеет основную цепь со ступенчатым стабилизатором и резервную цепь с аккумулятором и инвертором. В нормальном режиме устройство подключено к основной цепи и управляется микропроцессором, который отслеживает качество сети и реагирует на отклонения. При обнаружении отклонений ИБП автоматически переключается на резервную цепь. При возвращении параметров сети к норме ИБП также автоматически переключается на основную цепь.

- **ИБП двойного преобразования (онлайн)** - самый продвинутый вид ИБП, обеспечивающий максимальное качество, непрерывность и стабильность электропитания в случае практически любых проблем в сети. ИБП с двойным преобразователем подойдет к любому оборудованию, но чаще всего используется для защиты электрооборудования с высокой чувствительностью к параметрам тока (серверы, контроллеры, и т. д.).

Коэффициент мощности

Коэффициент мощности — это отношение активной мощности (P) к полной мощности (S):

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

- **Активная мощность (P)** — полезная мощность, которая преобразуется в механическую работу, тепло, свет и т. д.
- **Реактивная мощность (Q)** — мощность, необходимая для поддержания электромагнитного поля в индуктивных или ёмкостных нагрузках.
- **Полная мощность (S)** — векторная сумма активной и реактивной мощностей, измеряется в вольт-амперах (ВА).

Идеальное значение $\cos \varphi = 1$, что означает отсутствие реактивной составляющей. Однако на практике большинство нагрузок являются индуктивными, что снижает коэффициент мощности до 0.7–0.95.

Выбор номинальной мощности ИБП

При выборе номинальной мощности ИБП важно учитывать коэффициент мощности нагрузки. Так, к примеру, для питания нагрузки в 100 кВт и коэффициентом мощности 0,8 нам необходимо будет выбрать ИБП с мощностью

$$S_{\text{ИБП}} = \frac{100 \text{ кВт}}{0,8} = 125 \text{ кВА}$$

200

Кроме учета коэффициента мощности нагрузки стоит учитывать, что источник бесперебойного питания не должен работать на 100% загруженности, а также учитывать пусковые токи, если ИБП обеспечивает работу двигателей.

Для двигателей расчет будет выглядеть примерно так:

$$S_{\text{ИБП}} = \frac{P_{\text{дв}} + 5 \cdot P_{\text{дв}}}{0,7}$$

Так, для двигателя мощностью в 100 Вт и коэффициентом мощности 0,7, мощность ИБП будет равной 857 ВА. Тогда подходящим ИБП будет модель с мощностью в 850 или 900 ВА.

Если же коэффициент нагрузки близок к единице (0,95-0,99) следует выбирать ИБП с запасом по мощности.

$$S_{\text{ИБП}} = \frac{P}{\cos\varphi} * 1,2$$

Вывод

Коэффициент мощности — ключевой параметр при выборе и проектировании источников питания. Его недооценка приводит к перегрузке оборудования, снижению его срока службы и дополнительным затратам. Современные стандарты проектирования требуют учета полной мощности и применения корректирующих мер. Учитывая влияние $\cos\varphi$, можно обеспечить эффективную, безопасную и экономически целесообразную работу электроснабжающей системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климов В. Современные источники бесперебойного питания: классификация и структуры однофазных ИДП. Часть 1//Электронные компоненты, №6, 2008.
2. Климов В. Структуры силовых цепей трехфазных ИБП. Часть 2//Электронные компоненты, №8, 2008.
3. International Standard IEC 62040-3.1999, Uninterruptible Power Systems (UPS), part 3: Method of Specifying the Performance and Test Requirements.
4. ГОСТ 27699-88. Системы бесперебойного питания приемников переменного тока. Общие технические условия.
5. Jean N. Fiorina Inverters and Harmonics, MGE UPS Systems, MGE 159, 1993

6. Климов В., Москалев А. Коэффициент мощности и нагрузочная характеристика ШИМ-инвертора в системах бесперебойного питания//Силовая Электроника, №3, 2007.

7. Климов В., Смирнов В. Коэффициент мощности однофазного бестрансформаторного импульсного источника питания//Практическая силовая электроника, вып.5, 2002.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОДОЛЬНОЙ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

С.Ф. Саттаров

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск, Россия

sattarov.samat@list.ru

Науч. рук. канд. техн. наук И.Ф. Афлятунов

***Аннотация.** В данной работе рассматриваются принципы, методы и практическое применение продольной компенсации реактивной мощности (ПКРМ) в современных электрических сетях. Актуальность темы обусловлена ростом нагрузок на энергосистемы, необходимостью интеграции возобновляемых источников энергии и требованием повышения устойчивости ЛЭП.*

***Ключевые слова:** продольная компенсация, реактивная мощность, устойчивость энергосистемы, падение напряжения.*

Введение

Продольная компенсация реактивной мощности (ПКРМ) — это метод улучшения пропускной способности и устойчивости электрических сетей за счет включения компенсирующих устройств последовательно с линией электропередачи (ЛЭП). В отличие от традиционной поперечной компенсации (шунтирующих реакторов и конденсаторов), ПКРМ позволяет управлять реактивным сопротивлением линии, снижая потери напряжения и повышая стабильность энергосистемы. Традиционная схема продольной компенсации реактивной мощности представлена на рисунке:

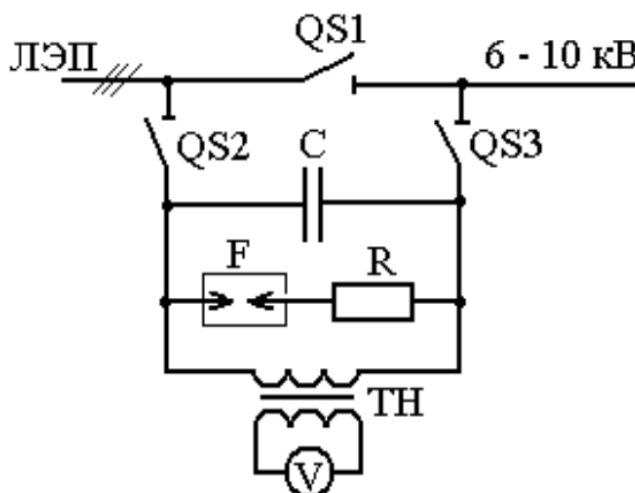


Рис. 1. Традиционная схема продольной компенсации реактивной мощности

- 1) QS1 – QS3 – разъединители или выключатели нагрузки;
- 2) C – конденсаторы ПЕК;
- 3) F – разрядник для защиты изоляции конденсаторов от опасного повышения напряжения при протекании тока КЗ;
- 4) R – ограничительное сопротивление;
- 5) TH – трансформатор напряжения для измерения напряжения на конденсаторах и для их разряда после отключения.

Принцип работы

Продольная компенсация реализуется с помощью управляемых реакторов, тиристорно-управляемых последовательных конденсаторов (ТУПК) или статических синхронных последовательных компенсаторов (SSSC). Эти устройства встраиваются в линию и генерируют или поглощают реактивную мощность в зависимости от режима работы, компенсируя индуктивное сопротивление ЛЭП.

- Конденсаторы: Конденсаторы являются основными устройствами для компенсации реактивной мощности. Они создают положительную реактивную мощность (емкостную), которая может компенсировать отрицательную реактивную мощность (индуктивную), потребляемую нагрузкой.

- Автоматизация: В современных системах часто используются автоматизированные системы управления, которые отслеживают уровень реактивной мощности и автоматически включают или отключают конденсаторные батареи для поддержания оптимального уровня.

Преимущества ПКРМ

Продольная компенсация реактивной мощности имеет несколько значительных преимуществ, которые способствуют улучшению работы электрических систем. Вот основные из них:

1. Увеличение коэффициента мощности: Продольная компенсация помогает повысить коэффициент мощности ($\cos \varphi$), что уменьшает потребность в реактивной мощности и, следовательно, снижает нагрузку на трансформаторы и линии электропередачи.

2. Снижение потерь энергии: Уменьшение реактивной мощности позволяет снизить потери в электрических системах, так как меньшая реактивная мощность требует меньших токов для передачи активной мощности.

3. Улучшение качества электроэнергии: Компенсация реактивной мощности способствует уменьшению колебаний напряжения и улучшению стабильности сети, что в свою очередь повышает качество электроэнергии.

4. Повышение пропускной способности линий: Снижение уровня реактивной мощности позволяет повысить пропускную способность электрических линий, что может быть критически важно в условиях высокой нагрузки.

5. Снижение затрат на электроэнергию: Многие энергокомпании взимают штрафы за низкий коэффициент мощности. Улучшение коэффициента мощности за счет компенсации позволяет избежать этих дополнительных затрат.

6. Увеличение срока службы оборудования: Снижение перегрузок на трансформаторы и другие электрические устройства может привести к увеличению их срока службы и снижению затрат на обслуживание.

7. Гибкость в управлении нагрузкой: Современные системы компенсации могут быть автоматизированы, что позволяет оперативно реагировать на изменения в нагрузке и поддерживать оптимальный уровень реактивной мощности.

8. Снижение риска перегрева: Уменьшение реактивной нагрузки снижает риск перегрева проводников и оборудования, что может предотвратить аварийные ситуации и повысить безопасность эксплуатации.

В целом, продольная компенсация реактивной мощности является важным инструментом для оптимизации работы электрических систем и повышения их эффективности.

Области применения

- Магистральные ЛЭП сверхвысокого напряжения (500 кВ и выше).
- Сети с неравномерной нагрузкой и значительными перетоками мощности.

- Системы с высокой долей возобновляемых источников энергии (ВИЭ), требующие динамической стабилизации.

Примеры внедрения

В России был осуществлен проект: Компенсация на ЛЭП 500 кВ "Сибирь – Дальний Восток"

1) Цель: Снижение потерь мощности и стабилизация напряжения в протяженных магистральных сетях.

2) Реализация: Установка тиристорно-управляемых последовательных компенсаторов (ТУПК) производства Siemens.

3) Результаты:

- Увеличение пропускной способности линии на 15–20%.
- Снижение аварийных отключений из-за качаний мощности.
- Окупаемость проекта за 5–7 лет за счет уменьшения технологических потерь.

4) Особенности:

- Учет суровых климатических условий (низкие температуры, ветровые нагрузки).
- Интеграция с системами релейной защиты для предотвращения субсинхронного резонанса.

Недостатки и ограничения

1. Недостаточная коррекция коэффициента мощности: Если ограничить компенсацию, это может привести к недостаточному уровню коррекции коэффициента мощности, что в свою очередь может вызвать штрафы со стороны энергокомпаний и увеличить затраты на электроэнергию.

2. Увеличение потерь в системе: Ограниченная компенсация может привести к увеличению токов в проводниках, что вызывает дополнительные потери энергии в виде тепла и снижает общую эффективность системы.

3. Нестабильность напряжения: Недостаточная компенсация реактивной мощности может привести к колебаниям напряжения в системе, что может негативно сказаться на работе оборудования и повысить риск его повреждения.

4. Снижение пропускной способности: Ограничение компенсации может уменьшить пропускную способность линий электропередачи, особенно в условиях пиковых нагрузок, что может привести к перегрузкам и отключениям.

5. Повышенные требования к оборудованию: В условиях недостаточной компенсации оборудования может потребоваться больший запас по мощности, что приведет к необходимости установки более мощных

трансформаторов и других устройств, что увеличивает капитальные затраты.

6. Сложности в управлении нагрузкой: Ограниченная компенсация может усложнить управление нагрузкой и реактивной мощностью, особенно в динамичных условиях, когда нагрузки могут быстро меняться.

7. Проблемы с гармониками: Ограничение системы компенсации может привести к усилению гармонических искажений в сети, что также негативно сказывается на качестве электроэнергии.

Таким образом, важно тщательно подходить к вопросу ограничения продольной компенсации реактивной мощности, чтобы избежать негативных последствий для работы электрических систем.

Заключение

Продольная компенсация реактивной мощности — перспективная технология для современных энергосистем, особенно в условиях роста нагрузок и распространения возобновляемых источников энергии. Несмотря на затраты, ее применение экономически оправдано за счет повышения надежности и эффективности передачи электроэнергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васьков, М. Исследование вопроса компенсации реактивной мощности в электрических сетях "Россети Ленэнерго" / М. Васьков, В. Тульский // Электроэнергия. Передача и распределение. - 2019. - № S3(14). - С. 28-33.

2. Дрей, Н. М. Разработка рекомендаций по компенсации реактивной мощности в электрических сетях АО «Конденсат» / О.В. Афанасьева, Н.М. Дрей // Труды Академии электротехнических наук Чувашской Республики. Материалы научно-технической конференции молодых специалистов, прошедшей в рамках форума «РЕЛАВЭКСПО-2017» -Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2017. - С. 95-98.

3. Ефременко, В. М. Выбор оптимальных способов компенсации реактивной мощности в электрических сетях промышленных предприятий/ В. М. Ефременко, Р. В. Беляевский, Н. В. Пономарев // Вестник кузбасского государственного технического университета: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева. - Кемерово, 2011. - С. 81-84.

4. Кабышев, А. В. Компенсация реактивной мощности в электроустановках промышленных предприятий: Учеб. пособие. - Томск: - Томский политехнический университет, 2012. - 234 с.

5. Остробородов, М. А. Применение установок продольной компенсации реактивной мощности для стабилизации напряжения при резкопеременной нагрузке / М. А. Остробородов, Н. С. Бакшаева // Общество. Наука. Инновации (НПК-2017). - 2017. - С. 1672-1681.

АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ФИЛЬТРОВ, УСТАНОВЛИВАЕМЫХ НА ВЫХОДЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Фахрутдинова А.А

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

arinapyfik@yandex.ru

Науч. рук. доцент кафедры ЭТЭОП Афлятунов И. Ф.

***Аннотация.** В статье представлен детальный анализ двух типов выходных фильтров для преобразователей частоты: синусных фильтров и фильтров du/dt . Рассмотрены конструктивные особенности, принципы работы, основные характеристики и параметры каждого типа фильтров. Проведен сравнительный анализ преимуществ и недостатков, определены области оптимального применения. Особое внимание уделено рекомендациям по выбору и монтажу фильтров в зависимости от условий эксплуатации и требований к системе. Представлены современные тенденции развития технологий фильтрации и их влияние на эффективность работы систем электропривода.*

***Ключевые слова:** синусные фильтры, фильтры du/dt , преобразователь частоты, электромагнитная совместимость, качество выходного сигнала, высшие гармоники, коммутационные перенапряжения, защита электродвигателя.*

Введение

В современных системах электропривода особое внимание уделяется качеству выходного сигнала преобразователей частоты. Для обеспечения требуемых характеристик выходного напряжения применяются специализированные фильтры - синусные фильтры и фильтры du/dt .

Синусные фильтры

Синусный фильтр - это устройство, предназначенное для формирования выходного напряжения, максимально приближенного к синусоидальной форме.

Конструкция и принцип работы

Основные компоненты:

- Индуктивный элемент (реактор)

Секция 3

- Конденсаторная батарея
- Демпфирующие резисторы
- Защитные элементы

Принцип действия основан на:

- Фильтрации высших гармоник
- Формировании синусоидального напряжения
- Снижении пульсаций тока
- защите электродвигателя

Характеристики и параметры

Основные параметры:

- Номинальное напряжение
- Номинальная мощность
- Частота среза
- Индуктивность реактора
- Емкость конденсаторов
- Потери мощности

Рабочие характеристики:

- Коэффициент гармоник $\leq 3-5\%$
- Время отклика ≤ 10 мс
- Температурный диапазон $-20\dots+40^{\circ}\text{C}$
- Класс изоляции F/H

Области применения

Синусные фильтры наиболее эффективны в следующих случаях:

- Системы с высокоточным оборудованием
- Медицинское оборудование
- Лабораторное оборудование
- Системы с чувствительными датчиками
- Оборудование с длительным режимом работы
- Приводы с высокой точностью позиционирования

Преимущества и недостатки

Преимущества:

- Формирование чистого синусоидального напряжения
- Снижение уровня высших гармоник до минимума
- Защита электродвигателя от перегрева
- Увеличение срока службы изоляции
- Снижение акустического шума
- Возможность работы с длинными кабелями

Недостатки:

- Дополнительные потери мощности 3-5%

Секция 3

- Увеличение габаритов установки на 15-20%
- Повышение стоимости системы на 10-15%
- Необходимость периодического обслуживания
- Сложность настройки

Фильтры du/dt

Фильтр du/dt - это устройство, предназначенное для ограничения скорости изменения напряжения на выходе преобразователя частоты.

Конструкция и принцип работы

Основные компоненты:

- Реактор с распределенной индуктивностью
- Демпфирующие элементы
- Защитные компоненты
- Система охлаждения

Принцип действия основан на:

- Ограничении скорости нарастания напряжения
- Снижении коммутационных перенапряжений
- защите изоляции электродвигателя
- Уменьшении электромагнитных помех

Характеристики и параметры

Основные параметры:

- Номинальное напряжение
- Номинальная мощность
- Время нарастания напряжения
- Индуктивность реактора
- Сопротивление демпфирования
- Потери мощности

Рабочие характеристики:

- Скорость нарастания напряжения ≤ 1 кВ/мкс
- Температурный диапазон $-20...+40^{\circ}\text{C}$
- Класс изоляции F/H
- Время отклика ≤ 5 мс

Области применения

Фильтры du/dt рекомендуются для использования в следующих случаях:

- Системы с длинными кабельными линиями
- Оборудование с высокой чувствительностью к перенапряжениям
- Приводы с частыми пусками и остановками
- Системы с высокой электромагнитной активностью
- Оборудование с дорогостоящей электроизоляцией

Секция 3

- Приводы с высокой частотой коммутации

Преимущества и недостатки

Преимущества:

- Защита изоляции статора
- Снижение радиопомех
- Увеличение ресурса электродвигателя
- Возможность работы с длинными кабелями
- Совместимость с существующим оборудованием
- Простота интеграции в систему

Недостатки:

- Дополнительные потери мощности 2-4%
- Увеличение габаритов установки на 10-15%
- Повышение стоимости системы на 8-12%
- Необходимость настройки параметров
- Ограничения по максимальной длине кабеля

Рекомендации по выбору

При выборе типа фильтра необходимо учитывать:

Для синусных фильтров:

- Требования к чистоте выходного сигнала
- Необходимость минимизации гармоник
- Длительный режим работы
- Работа с высокоточным оборудованием
- Особые требования к качеству электроэнергии

Для фильтров du/dt :

- Длина кабельных линий
- Необходимость защиты от перенапряжений
- Частота коммутаций
- Требования к электромагнитной совместимости
- Условия эксплуатации

Рекомендации по монтажу

Основные требования:

- Минимальное расстояние до преобразователя частоты
- Достаточное охлаждение компонентов
- Механическая прочность конструкции
- Электромагнитная совместимость с другими элементами
- Защита от внешних воздействий
- Удобство обслуживания

Порядок монтажа:

- Проверка соответствия параметров

- Правильная ориентация компонентов
- Надежное крепление
- Качественная изоляция соединений
- Проверка тепловых режимов
- Тестирование работы системы

Заключение

В результате проведенного анализа различных типов выходных фильтров для преобразователей частоты можно сделать следующие выводы:

Синусные фильтры являются оптимальным решением для систем, где критически важно качество выходного сигнала. Их применение позволяет:

- Обеспечить чистоту синусоидального напряжения
- Минимизировать уровень высших гармоник
- Защитить оборудование от негативного воздействия несинусоидальных составляющих
- Увеличить срок службы электродвигателей и других элементов системы
- Снизить уровень акустического шума

Фильтры du/dt представляют собой эффективное решение для защиты оборудования от коммутационных перенапряжений. Их использование обеспечивает:

- Защиту изоляции электродвигателей
- Снижение уровня электромагнитных помех
- Возможность работы с длинными кабельными линиями
- Повышение надежности системы в условиях частых коммутаций

- Совместимость с существующим оборудованием

При выборе типа фильтра необходимо учитывать следующие факторы:

- Требования к качеству выходного сигнала
- Длину кабельных линий
- Условия эксплуатации
- Тип и характеристики подключенного оборудования
- Экономические соображения

Таким образом, выбор типа выходного фильтра должен базироваться на комплексном анализе требований к системе, характеристик нагрузки и условий эксплуатации. Только при таком подходе можно обеспечить максимальную эффективность работы всей системы электропривода и ее компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ключев В.И., Терехов В.М., Шакарян Ю.Г. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов. — М.: Энергия, 2023. — 408 с.
2. Козаченко В.Ф. Преобразователи частоты с непосредственной связью для электропривода. — СПб.: Энергоатомиздат, 2022. — 288 с.
3. Вольдек А.И., Попов В.А. Электрические машины. — СПб.: Питер, 2024. — 352 с.
4. Капунцов В.Г., Капунцов А.В. Системы управления электроприводов. — М.: Академия, 2023. — 320 с.

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА ПРИМЕНИМОСТИ МОДЕЛИ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ В РАМКАХ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ЕЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ

А.В. Логунов

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, Россия

logunovav97@mail.ru

Науч. рук. доктор техн. наук, доцент Ю.К. Шлык

***Аннотация.** В работе предложен подход к определению частотного диапазона, в котором модель кабельной линии, разработанная в рамках методики определения места ее повреждения, будет обеспечивать необходимую точность. Представлены результаты экспериментального исследования частотных характеристик реальной кабельной линии с помощью измерителя иммитанса E7-20. Проанализированы АЧХ и ФЧХ характеристики в широком диапазоне частот и дана оценка зависимости корректности параметров модели от выбранной частоты измерительного сигнала.*

***Ключевые слова:** модель кабельной линии, первичные параметры, определение места повреждения, частотные характеристики, резонансные частоты.*

Определение места повреждения в кабельных линиях электропередачи – одна из регулярно возникающих задач в работе эксплуатирующих электросетевых организаций [1]. Для ее решения используются разнообразные методы, большая часть которых связана с расчетами на основе математических моделей кабельных линий [2]. В рамках разработки новой методики были предложены модели кабельной

линии на основе теории четырехполюсников с переменной топологией [3] и теории длинных линий с использованием АФКХ-характеристик [4].

Данные модели включают первичные (R_0 , L_0 , C_0 , G_0) и вторичные ($Z_{\text{в}}$, γ) погонные параметры, которые оказывают существенное влияние на точность определения места повреждения линии. Эти параметры являются частотно-зависимыми, а значит могут существовать диапазоны частот, в рамках которых модель линии не будет отвечать требованиям точности параметров.

На предыдущих этапах исследования был выполнен цикл экспериментов в лабораторных условиях на реальном кабеле марки КММц-2х0,35 мм² длиной 100 метров, в рамках которого с помощью измерителя иммитанса Е7-20 были зафиксированы значения комплексного входного сопротивления линии ($Z_{\text{вх}}$) в режимах короткого замыкания и холостого хода на частотах измерительного сигнала от 1 кГц до 1 МГц с шагом 25 кГц. По результатам построены амплитудно- и фазочастотные характеристики, см. рис. 1, 2 [5].

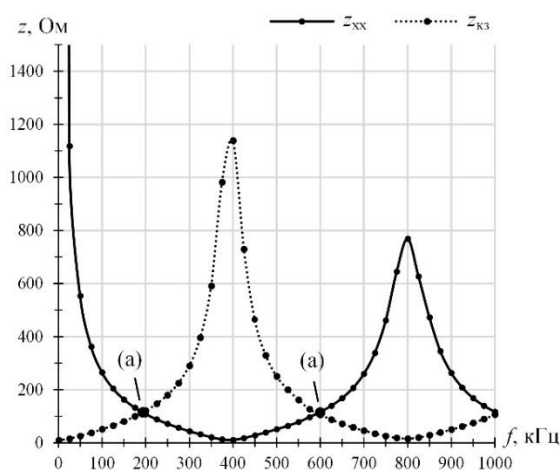


Рис. 1. АЧХ характеристики $Z_{\text{вх}}$ в режимах ХХ и КЗ линии.

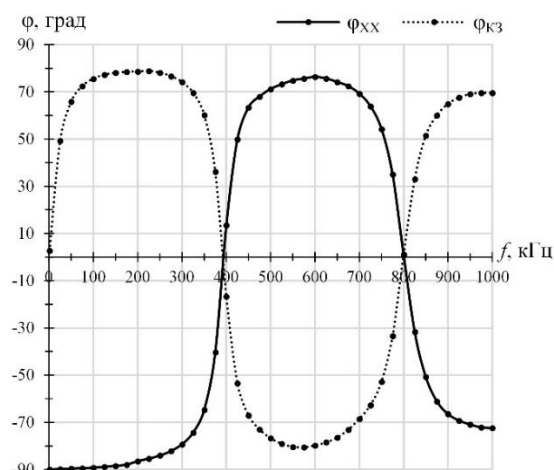


Рис. 2. ФЧХ характеристики $Z_{\text{вх}}$ в режимах ХХ и КЗ линии.

В ходе анализа данных зависимостей, было отмечено, что в указанном частотном диапазоне есть резонансные частоты кратные 400 кГц, вблизи которых происходит смена знака значений фазового угла, при этом скорость изменения этих значений может затруднять их корректную фиксацию. Таким образом в области резонансных частот повышается вероятность погрешности в определении параметров линии.

Также было выявлено, что с увеличением частоты измерительного сигнала происходит изменение значений рассчитанного погонного

активного сопротивления и активной проводимости линии, что должно быть учтено при формировании ее математической модели.

Были проанализированы АЧХ и ФЧХ характеристики волнового сопротивления. Отмечено, что значение амплитуды волнового сопротивления приходит к стабильной номинальной величине при частоте более 100 кГц. В то же время на частотах свыше 400 кГц происходит колебание фазового угла в области его малых значений, обусловленное собственной погрешностью измерения прибора Е7-20.

Таким образом, для выбранной кабельной линии целесообразно ограничить частотный диапазон измерительного сигнала от 150 кГц до 300 кГц. Аналогичный подход может быть применен к кабельным линиям других типов, что позволит корректно определять параметры расчетных моделей линий, используемых при определении места их повреждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Береснев, Е. И. Анализ повреждаемости электрооборудования городских электрических сетей / Е. И. Береснев // Сборник материалов X Всероссийской, научно-практической конференции молодых ученых с международным участием "Россия молодая", Кемерово, 24–27 апреля 2018 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2018. – С. 21003.1-21003.5.
2. Аржанников, Е. А. Методы и приборы определения мест повреждения на линиях электропередачи / Е.А. Аржанников, А.М. Чухин. – М.: НТФ «Энергопресс», 1998. – 87 с.
3. Логунов, А. В. Разработка модели кабельной линии с повреждением на основе теории четырехполюсников с переменной топологией / А. В. Логунов, Ю. К. Шлык // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2023. – Т. 66, № 3. – С. 48-54. – DOI 10.17213/0136-3360-2023-3-48-54.
4. Логунов, А. В. Разработка алгоритма определения места повреждения кабельной линии с использованием ее амплитудно-фазовых координатных характеристик / А. В. Логунов, Ю. К. Шлык // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2023. – Т. 25, № 3. – С. 93-104. – DOI 10.30724/1998-9903-2023-25-3-93-104
5. Логунов, А. В. Экспериментальное определение частотных характеристик двухпроводной кабельной линии / А. В. Логунов, Ю. К. Шлык // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2024. – Т. 67, № 4. – С. 64-69. DOI 10.17213/0136-3360-2024-4-64-69.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МЕТОДОМ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

С.Н. Шатунов

ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск, Россия

Stepan_9009@mail.ru

Науч. рук., канд. техн. наук, доцент Е.В. Тумаева

***Аннотация.** В работе предложена методика предиктивной диагностики высоковольтных асинхронных двигателей методом частичных разрядов. Описаны современные способы регистрации дефектов с помощью акустических, TEV, RFCT датчиков и СВЧ-антенн. Представлена система мониторинга, включающая измерительные преобразователи и программное обеспечение.*

Рассмотрены принципы локализации дефектов с точностью до 0,4 метра и особенности беспроводных систем диагностики. Показаны преимущества метода, позволяющие перейти к предиктивному обслуживанию, а также экономический эффект от внедрения системы.

***Ключевые слова:** асинхронные электродвигатели, частичные разряды, диагностика изоляции, методы контроля, дефекты изоляции, предиктивное обслуживание, высоковольтные двигатели, измерение параметров, системы мониторинга, локализация дефектов.*

В современной промышленности асинхронные электродвигатели стали неотъемлемой частью производственных процессов. Они показали себя простыми по конструкции и надёжными в эксплуатации, поэтому их применяют в качестве приводов станков, насосов, компрессоров и другого оборудования. Однако, как показывает практика, около 40% всех случаев выхода из строя высоковольтных асинхронных двигателей происходит именно из-за повреждения изоляции обмоток. Более того, 65% всех подобных повреждений связано с локальными дефектами изоляции обмотки статора, которые долгое время развиваются незаметно для традиционных методов диагностики, применяемых при плановых ТО.

В большинстве случаев ремонт обмоток высоковольтных двигателей осуществляется преимущественно по факту выхода оборудования из строя. Это обусловлено тем, что периодичность капитальных ремонтов с заменой обмотки не устанавливается правилами ПТЭЭП. Да и экономически нецелесообразно проводить замену обмотки периодически, если там нет дефектов. Диагностика проводится стандартными методами, такими как

измерение сопротивления изоляции мегаомметром, определение тангенса угла диэлектрических потерь, коэффициента абсорбции, испытание повышенным напряжением и контроль температуры нагрева.



Рис. 1. Замер сопротивления изоляции электродвигателя мегаомметром

К сожалению, эти методы позволяют выявить только грубые дефекты и не дают информации о зарождающихся повреждениях на ранней стадии их развития. Именно эти методы применяются сегодня на производстве ПАО «Нижнекамскнефтехим» и на многих других производствах.

Революцию в диагностике высоковольтных двигателей произвело внедрение метода частичных разрядов. Частичные разряды — это локальные электрические разряды, которые происходят в изоляции электрооборудования. Обычно они возникают в электрических системах, работающих при напряжении от 3000 В и выше. Данный метод позволяет выявлять дефекты изоляции на самых ранних стадиях их формирования. Частичные разряды приводят к постепенному разрушению изоляции и возникновению электрического пробоя. Однако измерение частичных разрядов позволяет заблаговременно определять места будущих повреждений в электрооборудовании, своевременно проводить ремонт и избегать серьёзных аварий. Современные технологии диагностики частичных разрядов включают несколько основных способов их измерения:

- 1. Акустические датчики** устанавливаются непосредственно на поверхности статора и регистрируют высокочастотные колебания в диапазоне до 500 кГц. Их главные преимущества – простота установки и относительно низкая стоимость, однако существуют и определенные недостатки, такие как низкая помехозащищенность и ограниченная зона контроля.



Рис. 2. Акустический датчик марки AC-Sensor от фирмы «Димрус»

2. Емкостные датчики или измерительные конденсаторы связи монтируются на внешней поверхности статора и работают в диапазоне до 150 МГц. Их основное преимущество заключается в оперативности установки, хотя они также страдают от недостаточной помехозащищенности.



Рис. 3. Емкостные шинные датчики CHR-16 80 пФ для регистрации активности частичных разрядов

3. Датчики RFCT или датчики трансформаторного типа устанавливаются на заземляющих проводниках и используют ферритовые высокочастотные сердечники. Они обеспечивают среднюю чувствительность и приемлемую помехозащищенность, но могут быть установлены только на проводниках заземления, на токоведущих проводниках их установка запрещена.



Рис. 4. Датчики трансформаторного типа фирмы «Димрус»

4. Антенны СВЧ диапазона встраиваются непосредственно в пазы статора и работают в диапазоне до 1,5 ГГц. Их главные преимущества – высокая чувствительность и отличная помехозащищенность, хотя монтаж таких антенн представляет определенные сложности.



Рис. 5. Датчик «BA-1» для измерения ЧР в статорах электрических машин фирмы «Димрус»

Современная система мониторинга частичных разрядов представляет собой комплексное решение, включающее в себя измерительные преобразователи, регистрирующую аппаратуру, компьютер с специализированным программным обеспечением и комплект датчиков различных типов. Особое место занимает программное обеспечение, которое позволяет не только фиксировать наличие частичных разрядов, но и анализировать их характеристики, определять местоположение дефектов и прогнозировать развитие ситуации.

Определение точного места возникновения дефекта осуществляется по разнице времени прихода импульса от частичного разряда к нескольким антеннам. Точность такой локации составляет 0,2-0,4 метра и зависит от нескольких факторов: размеров статора, мест установки антенн и типа используемого оборудования. Благодаря этому подходу специалисты могут не только выявить наличие проблемы, но и точно указать, где именно в конструкции двигателя находится дефект.

Этот метод позволяет:

- Перейти от ремонтной стратегии по факту отказа к предиктивному обслуживанию
- Планировать ремонт оборудования заблаговременно
- Сокращать простои производства
- Уменьшать затраты на внеплановый ремонт
- Повышать надежность электрооборудования
- Выявлять дефекты на ранней стадии развития

- Определять точное местоположение повреждения
- Оценивать динамику развития дефекта
- Прогнозировать остаточный ресурс изоляции

Внедрение системы диагностики частичных разрядов приносит значительный экономический эффект:

- Снижение количества внеплановых остановок оборудования
- Уменьшение затрат на капитальный ремонт
- Увеличение межремонтного периода
- Сокращение расходов на замену изоляции
- Повышение общей надежности производственного процесса

Метод частичных разрядов представляет собой революционный прорыв в области диагностики высоковольтных асинхронных двигателей. Его внедрение позволяет своевременно выявлять и устранять дефекты изоляции, предотвращая аварийные отказы оборудования. Особенно важно это для предприятий с непрерывным циклом производства, где каждый внеплановый ремонт повышает риск недовыработки продукции и упущенный маржинальный доход.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров, А. А. Электрические машины: учебник / А. А. Александров, В. Г. Герасимов, В. И. Новиков. — Москва: Энергоатомиздат, 2015. — 328 с.
2. Вольдек, А. И. Электрические машины: учебник для вузов / А. И. Вольдек. — Санкт-Петербург: Питер, 2016. — 448 с.
3. Капунцов, В. Г. Диагностика и прогнозирование состояния электрических машин / В. Г. Капунцов, В. В. Москаленко. — Москва: Энергоатомиздат, 2017. — 288 с.
4. Костенко, М. В. Электрические машины: учебник / М. В. Костенко, И. П. Копылов. — Москва: Высшая школа, 2018. — 368 с.

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Р.В. Челышев

НХТИ ФГБОУ ВО КНИТУ, г. Нижнекамск, e-mail

Науч.рук. Ахметшин Рамиль Исмагилович,

Аннотация. В статье рассмотрены современные методы диагностики теплотехнического оборудования и методы оценки остаточного ресурса. Приведён обзор действующих регламентирующих документов, обозначены перспективные направления по определению остаточного ресурса оборудования.

Ключевые слова: оборудование электростанций, диагностика оборудования, остаточный ресурс эксплуатации.

Остаточный ресурс эксплуатации теплоэнергетического оборудования это количество времени или рабочего цикла, в течение которого оборудование способно надёжно и безопасно выполнять свои функции с учетом износа и ухудшения технического состояния. Оценка остаточного ресурса является ключевым элементом принятия решений о продлении срока службы, модернизации или списании оборудования [1].

Различают различные виды ресурсов: паспортные (расчетный), нормативный и фактический. Для теплоэнергетического оборудования важно не только соблюдение нормативных ресурсов, но и регулярный мониторинг технического состояния для своевременного выявления повреждений или дефектов, способного повлиять на безопасность эксплуатации.

Основные документы, регламентирующие порядок эксплуатации, мониторинга и определения остаточного ресурса:

1. ФНП 01.01.2000 "Правила безопасности в энергетике" - устанавливают общие требования к безопасности эксплуатации энергетического оборудования, включая оценку его состояния.

2. ГОСТ Р 51657-2000 "Оборудование энергетическое. Общие требования к оценке остаточного ресурса» - определяет методы оценки остаточного ресурса, включая неразрушающий контроль и другие методы диагностики

3. ГОСТ Р 53780-2010 "Энергетическое оборудование. Оценка остаточного ресурса" - устанавливает требования к оценке состояния и остаточного ресурса теплоэнергетического оборудования

4. Методические рекомендации по диагностике и оценке остаточного ресурса оборудования - разработаны различными государственными и научными организациями, предоставляют практические советы по проведению диагностики и оценке.

Остаточный ресурс зависит от факторов, таких как режимы работы, качество технического обслуживания, коррозионные процессы, усталостные

нагрузки и внешние условия эксплуатации. Правильное понимание и оценка этого параметра позволяет оптимизировать сроки обслуживания и повысить эффективность использования капитальных вложений.

Техническая диагностика является основным инструментом выявления физического состояния теплоэнергетического оборудования и определения его остаточного ресурса. Существуют несколько групп методов диагностики:

Визуальный и измерительный контроль: оценка поверхности, выявление дефектов, замеры параметров геометрии и износа.

Неразрушающий контроль (НК): включает ультразвуковое, магнитопорошковое, капиллярное, радиографическое и вихретоковое исследование материалов на наличие трещин, коррозионных повреждений и других дефектов.

Мониторинг параметров эксплуатации: измерение температуры, давления, вибрации, акустических сигналов и других рабочих характеристик оборудования в режиме реального времени.

Лабораторные испытания: анализ образцов металлов и материалов на механические свойства, химический состав и остаточный ресурс с применением ускоренных методов.

Комплексное применение этих методов позволяет получить достоверные данные о техническом состоянии узлов и агрегатов, а также оценить тенденции изменений, что критично для прогнозирования срока дальнейшей безопасной эксплуатации.

Для оценки остаточного ресурса теплоэнергетического оборудования применяются различные расчётные модели, которые учитывают накопленные эксплуатационные нагрузки, температурные режимы, коррозию и другие факторы, влияющие на износ оборудования.

Основные подходы включают [2]:

1. Метод расчета усталостного ресурса на основе анализа циклов нагрузок и механических напряжений;
2. Модели коррозионного износа с учетом агрессивности рабочей среды и защитных покрытий;
3. Термический и механический износ на основе исторических данных эксплуатации и технической диагностики;
4. Интегративные методики с применением искусственного интеллекта и машинного обучения для прогнозирования дальнейшей службы на базе больших данных.

Точность расчетов зависит от достоверности входных данных и правильного выбора моделей, что требует постоянного контроля и пересмотра параметров в процессе эксплуатации оборудования.

Для эффективного продления остаточного ресурса теплоэнергетического оборудования рекомендуется:

1. Регулярно проводить техническую диагностику с применением комплексных методов;
2. Осуществлять мониторинг эксплуатационных параметров в автоматическом режиме;
3. Внедрять системы управления техническим состоянием и предупреждающие ремонты;
4. Использовать высококачественные материалы и современные технологии защиты от коррозии и износа;
5. Периодически пересматривать нормативные требования и адаптировать эксплуатационные процедуры к новым стандартам;
6. Обучать персонал методам оценки и обеспечения безопасности эксплуатации.

Следование этим рекомендациям позволит максимально увеличить срок службы оборудования, снизить аварийность и повысить экономическую эффективность производственных процессов [3].

Современная практика оценки остаточного ресурса теплоэнергетического оборудования основывается на комплексном применении нормативных документов, технической диагностики и расчетных методов. Строгий контроль и системный подход обеспечивают безопасность эксплуатации и повышение эффективности использования оборудования.

Перспективным направлением является интеграция цифровых технологий, таких как интернет вещей (IoT), искусственный интеллект и машинное обучение, которые позволяют осуществлять прогностический мониторинг с высокой точностью и автоматизацией процессов управления ресурсом.

Ожидается и дальнейшее развитие нормативной базы с учетом внедрения новых технологий, материалов и экологических требований, что потребует постоянного повышения квалификации специалистов и адаптации технических регламентов.

Таким образом, для обеспечения надежного и безопасного функционирования теплоэнергетического оборудования необходима комплексная система оценки остаточного ресурса, опирающаяся на

современные стандарты, лучшие практики технической диагностики и инновационные технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Садыхов Г. С., Савченко В. П., Елисеева О. В. Основы оценок остаточного ресурса изделий // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Естественные науки. 2011. № Спецвыпуск. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovy-otsenok-ostatochnogo-resursa-izdeliy>
2. Казаков В. С.ч, Алексеев А. С. Диагностирование и Оценка остаточного ресурса эксплуатации теплоэнергетического оборудования // Транспортное машиностроение. 2015. №2 (46). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostirovanie-i-otsenka-ostatochnogo-resursa-ekspluatatsii-teploenergeticheskogo-oborudovaniya> (дата обращения: 06.05.2025)..
3. Дашков Р. Ю. Управление остаточным ресурсом оборудования - интегрированная система интеллектуального резервирования // Газовая промышленность. 2019. №8 (788). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-ostatochnym-resursom-oborudovaniya-integrirovannaya-sistema-intellektualnogo-rezervirovaniya> (дата обращения: 06.05.2025).

ПАРТИЗАНСКИЙ КОТЕЛОК ИОФФЕ

Б.В. Крашенинников

ГАПОУ «Колледж нефтехимии и нефтепереработки имени Н.В. Лемаева»,

г. Нижнекамск

zuljagumerva@inbox.ru

Науч. рук., преподаватель З.М. Галалетдинова

***Аннотация.** Современные технологии значительно расширили возможности мобильной энергетики, причём не только в оборонной, авиационной или космической отраслях, но и в повседневной жизни. Современные аккумуляторные инструменты позволяют резать, сверлить и даже выполнять электродуговую сварку вдали от стационарных источников питания. Однако в период Великой Отечественной войны, таких технологий не существовало.*

В данном докладе рассматривается один из способов получения электричества в полевых условиях — термоэлектричество.

***Ключевые слова:** марганцево-цинковые батареи, термоэлектрический генератор, термоэлектрический эффект, полупроводниковая термоэлектрическая энергетика.*

В период Великой Отечественной войны перед советскими партизанами и диверсионными группами особенно острой стояла проблема автономного электропитания. Их единственным средством связи были коротковолновые радиостанции, которые требовали независимого источника энергии.

В то время радиосвязь обеспечивалась ламповой аппаратурой, потреблявшей большое количество энергии. Для её работы требовались специализированные батареи высокого напряжения, которые были дорогими, маломощными и недолговечными. В таких условиях даже небольшой источник энергии мог стать вопросом жизни и смерти.

Марганцево-цинковые батареи типа БАС (батарея анодная сухая) выпускались советской промышленностью и поставлялись в СССР американцами. Эти батареи были жизненно важны — от них питались радиостанции, радиоприемники, полевые проводные телефоны и другое армейское оборудование. Но на начало войны армия не располагала необходимым количеством батарей.

Особенно остро стояла проблема перед партизанскими формированиями. Скрытность базирования, являвшаяся их главным тактическим преимуществом, одновременно создавала серьезные трудности в организации устойчивой связи.

Масштабы партизанского движения были беспрецедентными: на оккупированных территориях действовало около 6200 отрядов общей численностью свыше миллиона человек. Однако их снабжение, по объективным причинам, осуществлялось по остаточному принципу — основные ресурсы в первую очередь направлялись на регулярные фронтовые части.

Помощь пришла со стороны советской науки. Ключевую роль в этом сыграл выдающийся советский физик, академик Абрам Федорович Иоффе, которого по праву называли "отцом советской физики". С началом войны он возглавил Государственную комиссию по военной технике, одновременно руководя эвакуированным в Казань Ленинградским физико-техническим институтом. Одним из перспективных направлений его исследований было термоэлектричество. Специально созданная группа института оперативно приступила к разработке портативного электрогенератора для нужд партизанских отрядов.

Результатом работы стал термоэлектрический генератор ТГ-1, получивший в народе название "партизанский котелок". Его конструкция, при всей своей простоте, отличалась высокой эффективностью (см. рисунок 1).

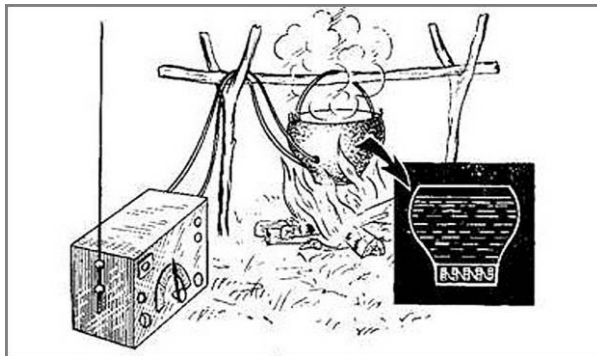


Рис.1

Устройство представляло собой металлическую емкость, в дно которой были вмонтированы несколько десятков последовательно соединенных термопар. Принцип работы основывался на термоэлектрическом эффекте: при нагреве одной стороны термопары и охлаждении другой возникала разность потенциалов, создающая электрический ток.

В практическом применении одна сторона генератора нагревалась пламенем костра, вторая охлаждалась кипящей водой (температура которой не превышала 100°C). Перепад температур в 200-250 градусов позволял получать мощность около 3 ватт - достаточную для обеспечения работы партизанских радиостанций.

Это изобретение стало ярким примером того, как фундаментальные научные знания в условиях войны находили практическое применение, решая критически важные задачи обеспечения боевых действий.

Существует немало заблуждений относительно вклада Абрама Иоффе в развитие термоэлектрических технологий. Некоторые ошибочно полагают, что именно он открыл термоэлектрический эффект. Другие, зная, что это явление в 1821 году обнаружил немецкий физик Томас Иоганн Зеебек, считают, что Иоффе лишь адаптировал его открытие для практического применения. Однако истина лежит глубже.

Действительно, принцип работы термопар был известен еще с XIX века. За десятилетия до Иоффе термоэлектрические генераторы уже находили применение в различных сферах — было выдано множество патентов, а в промышленности выпускались сотни моделей таких устройств, от компактных до крупногабаритных.

Гениальность советского ученого заключалась в революционном усовершенствовании конструкции. Вместо традиционных металлических термопар он предложил использовать полупроводниковые материалы. Это позволило:

- Повысить КПД устройства (хотя он все равно оставался скромным — менее 1%);
- Уменьшить необходимый перепад температур между нагреваемой и охлаждаемой сторонами;
- Создать максимально простую, компактную и дешевую конструкцию.

Именно эти качества сделали "партизанский котелок" идеальным решением для условий лесных отрядов. Простота эксплуатации и надежность выгодно отличали его от альтернатив — например, от велосипедных динамо-машин ("солдат-моторов"), которые требовали физических усилий и были менее практичны в полевых условиях.

Таким образом, Иоффе не изобрел термоэлектричество заново, но нашел оптимальный способ его применения, что в военные годы имело стратегическое значение. Его разработка стала ярким примером того, как фундаментальная наука может давать практические решения в критических ситуациях.

После окончания Великой Отечественной войны академик Абрам Фёдорович Иоффе продолжил свои фундаментальные исследования, заложив научные основы полупроводниковой термоэлектрической энергетики. Его выдающийся вклад в науку был отмечен присуждением Ленинской премии в 1961 году за цикл теоретических и экспериментальных работ по изучению свойств полупроводников и создание теории термоэлектрических генераторов. К сожалению, эта высокая награда нашла учёного посмертно - Иоффе ушёл из жизни годом ранее.

Разработанные под руководством Иоффе термоэлектрические генераторы нашли широкое применение в послевоенные годы, особенно в районах, не охваченных централизованным электроснабжением. Среди наиболее распространённых моделей можно отметить серийно выпускавшиеся устройства ТГК-3 и ТЭГК-2-2 (см. рисунок 2).



Рис.2

Эти практичные приборы выполнялись в виде насадок для стандартных керосиновых ламп, что позволяло одновременно решать две задачи: обеспечивать освещение и вырабатывать электроэнергию без ущерба для основной функции осветительного прибора.

Были и оформленные в виде керогазов (фитильных керосиновых горелок для приготовления пищи) модели ТГК-9, ТГК-10 и ТГУ-1 — более мощные, но без сопутствующего эффекта освещения.

В отличие от своего военного предшественника, эти послевоенные термоэлектрические генераторы использовали принципиально иную систему охлаждения. Вместо водяного охлаждения, применявшегося в "партизанских котелках", здесь использовались алюминиевые ребристые радиаторы, отводившие тепло за счёт естественной конвекции воздуха.

Подобные устройства нашли широкое применение в сельской местности, где они:

- Обеспечивали питание бытовых радиоприёмников
- Работали с маломощными колхозными радиостанциями "Урожай"
- Поддерживали связь между колхозными правлениями и полевыми бригадами
- Использовались на выездных машинно-тракторных станциях

Примечательно, что эти практичные генераторы пользовались спросом не только внутри страны, но и за рубежом, поставляясь на экспорт. Их надёжность и автономность делали их идеальным решением для удалённых районов с неразвитой инфраструктурой.

Такая эволюция термоэлектрических устройств - от военных "котелков" к мирным сельским генераторам - наглядно демонстрирует, как передовые научные разработки могут адаптироваться для решения повседневных задач народного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Партизанский котелок академика Иоффе (Андрей Бухаров) / Проза.ру
2. Бойцы без петлиц и погон: с чего начиналось партизанское движение. – РИА новости. - <https://ria.ru/20160629/1454469249.html>
3. Будни подпольной войны: как жили партизаны. – Российский учебник. - <https://rosuchebnik.ru/material/partizanskiy-bit-v-gody-velikoy-otechestvennoy-vojni/>

СОВРЕМЕННОЕ СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Д.В. Кудряшова

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

dinaramalyhina@mail.ru

Науч. рук., доцент кафедры ЭТЭОП НХТИ Ганиев Р.Н.

***Аннотация.** В этой работе указаны нормативы к освещению промышленных предприятий, т.к. это важная часть установки освещения. Рассматривается два вида освещения, за искусственное освещение взят вариант современных светодиодных ламп, потому что они менее затратные, безопасные и потребляют меньше энергии по сравнению с лампами накаливания, легки в установке, обслуживании и утилизации.*

Системы освещения, построенные на основе светодиодных источников света, в последние годы стали приобретать все большую популярность. Светодиодные лампы практически полностью заменили собой компактные люминесцентные лампы в категории «энергосберегающие». Этому в первую очередь способствует их высокая светоотдача и низкое энергопотребление, которые и формируют высокий спрос на них.

***Ключевые слова:** лампа, освещение, предприятие, помещение, энергоэффективность, свет, светильники, температура.*

Производственное или промышленное освещение – это особый вид освещения, которое служит для обеспечения оптимальных условий труда на производстве и соответствует специфике выполняемой работы. Конвейеры, ангары, производственные цеха, складские комплексы и другие виды помещений промышленных предприятий нуждаются в качественном освещении, отвечающем требованиям отраслевых стандартов.

В соответствии с нормативами охраны труда и задачами предприятия, к функциям производственного освещения относятся:

- обеспечение безопасности труда работников, снижение риска травматизма;
- улучшение условий труда, повышение производительности;
- уменьшение утомляемости, сохранение здоровья сотрудников, снижение риска профессиональных заболеваний;
- повышение качества выпускаемых изделий.

Виды освещения: естественное и искусственное

Естественное (натуральное, солнечное) освещение – оптимальный вариант освещения на производстве, так как к нему зрение более приспособлено с биологической точки зрения. Солнечный свет имеет наиболее комфортную для органов зрения цветопередачу, позитивно влияет на работоспособность и самочувствие человека.

Для освещения цехов, ангаров и иных помещений естественным солнечным светом стены и потолки делают наиболее прозрачными. Это дает значительную экономию в дневное время.

Для организации натурального освещения могут быть использованы:

- окна в наружных стенах (для бокового освещения);
- кровельные прозрачные конструкции (для верхнего освещения);
- сочетание двух вышеперечисленных вариантов (комбинированное, совмещенное освещение).

У естественного освещения есть один критически важный недостаток – его непостоянство. Влиять на уровень солнечного света невозможно, он зависит от ряда факторов – времени дня, географического расположения, сезонности, особенностей рельефа местности. В российских регионах уровень естественной освещенности в солнечный день может быть в пределах от 4 000 до 30 000 ЛК.

Искусственное освещение и его разновидности. Используется в ночное и вечернее время, или круглосуточно в помещениях, где по каким-либо причинам нет возможности организовать естественное освещение. Разделяется на следующие виды:

Рабочее. Стандартный режим освещения производственных помещений, используемый для обеспечения необходимого уровня освещенности в помещениях;

Аварийное. Используется в экстренных случаях, в ситуации, когда возникают перебои с электричеством;

Дежурное. Применяется в нерабочее время, для обеспечения видимости персонала, осуществляющего контроль оборудования;

Сигнальное. Обозначает опасность либо указывает безопасный путь эвакуации;

Охранное. Применяется для освещения проходов, коридоров, фасадов и периметра объекта, может включаться на движение. Задачей охранного освещения является обеспечение необходимой видимости для сохранности оборудования и иных материальных ценностей.

Требования к осветительному оборудованию для производственных помещений

Одним из основных требований к промышленным осветительным приборам является их безопасность. Они не должны создавать рисков травм и ухудшать условия труда – перегреваться, издавать сильный шум, повышать пожароопасность. При эксплуатации промышленных светильников должен быть исключен риск их взрыва, также недопустимы колебания освещенности, которые приводят к быстрому утомлению глаз.

К другим требованиям нужно отнести:

- соответствие характеристик светильников производственного освещения (сила света, уровень освещенности, цветовая температура) требованиям стандартов охраны труда, специфике и задачам производства;
- в поле зрения сотрудников должны отсутствовать объекты с поверхностью, которая имеет высокую отражающую способность и может привести к ослеплению;
- экономическая эффективность осветительного оборудования (энергоэффективность);
- равномерность распределения световых потоков по всей площади помещения;
- отсутствие теней, в том числе и динамических, которые являются одним из наиболее частых причин производственных травм;
- сами светильники и сопутствующее оснащение (провода, трансформаторы, щитки) должны быть расположены в местах, безопасных для сотрудников и исключающих риск травм и удара током;
- простота обслуживания, удобство и надежность осветительного оборудования;
- правильный угол падения света (60 градусов), что обеспечивает наилучшую видимость.

Светодиодные системы освещения: очевидный выбор производств

В большинстве случаев в помещениях промышленных производств устанавливаются светодиодные системы освещения. Есть ряд причин, по которым LED-светильники стали наиболее популярным выбором производственных предприятий.



Ключевые критерии, учитываемые при проектировании и расчете промышленных систем освещения

Инженеры учитывают следующие критерии, влияющие на выбор источников света при проектировании систем светодиодного освещения каждой зоны промышленного объекта.

- Виды освещения об этом мы рассказали выше.
- Величина светового потока. На основе этого показателя инженеры выбирают тип и количество источников для получения необходимой освещенности. При этом учитываются: высота и площадь помещения, его назначение и тип, работы, которые будут выполняться, а также прописанные в СНиПах и стандартах нормы.
- Условия эксплуатации. На выбор промышленных светодиодных светильников оказывают влияние температурный режим, влажность, запыленность, наличие в воздухе взрывоопасных летучих веществ, вибрационные и ветровые нагрузки.
- Цветовая температура. Определяет цвет светового потока. В промышленном освещении используют светильники с цветовой температурой 5000–6000 К.

Экономическая целесообразность. Светильники на светодиодах в разы экономичнее люминесцентных и галогеновых аналогов. В них нет ртути и других веществ, опасных для здоровья, поэтому их утилизация обходится дешевле. Низкий уровень энергозатрат при работе обеспечивает быструю окупаемость такого оборудования;

Долгий срок службы. Эта особенность светодиодных светильников является одним из ключевых преимуществ для использования в качестве производственного освещения. Рабочий ресурс может быть до 100 000 часов, что соответствует 8 годам работы в непрерывном режиме;

Практичность и надежность. Осветительные приборы на светодиодах имеют прочную конструкцию, небольшой вес, сохраняют

работоспособность при падении, механических воздействиях. Они не боятся частых включений-выключений, вибрации;

Возможность эксплуатации в сложных условиях. Данные приборы способны работать в условиях высокой влажности и запыленности, резких перепадов температур;

Широкий диапазон характеристик светового потока. Можно выбрать светильники с тем уровнем спектра, цветовой температуры, направленности и мощности, которые соответствуют специфике производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Промышленное светодиодное освещение.
<https://ksosvet.ru/blog/promishlennoe-svetodiodnoe-osveshenie/>
2. Петров, А. В. Анализ энергопотребления современных светодиодных ламп / А. В. Петров, А. А. Кретов, Р. А. Тамбиев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 27 (213). — С. 35-42. — URL: <https://moluch.ru/archive/213/51922/>

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Э.Р. Шарифуллин¹, А.П. Трифонова².

Науч.рук. к.ф.-м.н. Семенников Антон Владимирович
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹morgan.a1z@mail.ru, ²annatrifonova083@gmail.com

Аннотация. *Статья посвящена исследованию основных экологических аспектов современного состояния электроэнергетической отрасли, выявлению существующих угроз и путей их преодоления. Рассматриваются негативные факторы влияния традиционной энергетики на окружающую среду, включая выделение парниковых газов, загрязнение атмосферы, гидрологических нарушений и риска аварийных ситуаций на объектах атомной энергетики.*

Ключевые слова: *современная электроэнергетика, производство электроэнергии, экологические последствия, парниковые газы, отходы, металлы*

Современная электроэнергетика является одной из ключевых отраслей экономики любого государства, обеспечивая население и промышленность необходимым количеством электроэнергии. Однако производство электричества сопровождается рядом серьёзных экологических последствий, связанных с выбросами парниковых газов,

загрязнением воздуха, воды и почвы, уничтожением природных ландшафтов и нарушением экосистемы.

Наиболее распространённым источником выработки электроэнергии являются тепловые электростанции (ТЭЦ), работающие преимущественно на угле, нефти и газе. Их деятельность сопряжена с масштабными выбросами углекислого газа (CO_2), метана (CH_4) и оксида азота (NO_x). Эти вещества оказывают существенное влияние на изменение климата планеты, способствуя глобальному потеплению.

Помимо выбросов CO_2 , предприятия теплоэлектростанций выбрасывают в атмосферу сернистый ангидрид (SO_2), соединения тяжёлых металлов (ртуть, свинец, кадмий), пыль и зольные остатки, содержащие вредные компоненты. Все эти элементы негативно влияют на здоровье населения и состояние окружающей среды.

Гидроэлектростанции требуют значительных площадей водохранилищ, строительство которых ведёт к затоплению земель, нарушению естественного водного баланса рек и озёр, изменению флоры и фауны региона. Теплоэлектростанции потребляют большое количество пресной воды для охлаждения оборудования, ухудшая качество водосборных бассейнов.

Работа АЭС связана с образованием радиоактивных отходов, утилизация которых представляет собой сложную проблему ввиду длительного периода полураспада некоторых элементов и потенциальной опасности радиационного загрязнения местности.

Строительство новых объектов инфраструктуры (линий электропередач, электростанций, распределительных центров) требует вырубки лесов, изменения рельефа и разрушения плодородных слоёв земли, что способствует эрозии и опустыниванию территорий.

Опишем пути снижения негативного воздействия электроэнергетики на окружающую среду. Решению указанных экологических проблем посвящены многочисленные исследования учёных и практиков, предлагающие следующие меры: Переход на экологически чистые виды топлива Одним из наиболее эффективных способов уменьшения вредных выбросов является постепенный отказ от ископаемого топлива в пользу возобновляемых источников энергии (ВИЭ):

- солнечная энергия – использование фотоэлектрических панелей позволяет вырабатывать электричество без выделения CO_2 и других загрязнителей.

- энергия ветра – ветряные турбины способны обеспечивать энергией крупные регионы без ущерба для природы.

- биомасса – получение тепла и электричества путём переработки сельскохозяйственных отходов, древесных остатков и органических веществ сокращает зависимость от традиционных видов топлива.

- геотермальная энергия – применение подземных геотермальных резервуаров обеспечивает стабильную выработку электроэнергии, практически не влияющую на климат.

Переход на такие формы энергопотребления позволит существенно снизить нагрузку на природу и обеспечить устойчивое развитие энергетики.

Основные направления повышения эффективности:

1. Модернизация и реконструкция оборудования, она включает замену устаревших компонентов на современные аналоги, установку новых технологий и автоматизацию процессов управления оборудованием. Пример – замена паровых турбин на газовые позволяет значительно увеличить КПД энергоблоков;

2. Оптимизация режимов работы, она заключается в настройке оптимальных условий эксплуатации оборудования, минимизации потерь тепла и энергии, улучшении контроля качества сырья и продукции. Пример – использование системы мониторинга и диагностики состояния оборудования помогает своевременно выявлять неисправности и предотвращать аварии;

3. Применение энергосберегающих технологий. Использование энергоэффективных решений позволяет сократить потребление энергии и снизить издержки производства. Пример – внедрение тепловых насосов и солнечных панелей снижает зависимость от традиционных источников энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобров Ю.А., Данилов О.Л., Поляков Л.В. Экологические проблемы энергетики // Энергетика и промышленность России. — 2018. — № 5. — С. 24–29.

2. Фролова Т.С., Пляскин Д.Г. Воздействие электроэнергетики на окружающую среду и пути снижения негативного влияния // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер.: Естественные науки. — 2019. — № 1. — С. 102–113.

3. Лапшин В.Ф., Михалёв А.Ю. Вопросы рационального использования природных ресурсов в электроэнергетике // Научные труды Всероссийского электротехнического института. — 2020. — Вып. 12. — С. 54–61.

4. Казаков А.П., Скрипниченко К.М. Оценка экологической безопасности объектов электроэнергетики // Проблемы экологии и

природопользования в России и сопредельных странах : сборник научных трудов международной конференции. Москва, 2019. — С. 118–124.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

К.С. Левша

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г.Нижнекамск

klevsha@gmail.com

Науч.Рук.Доц.каф.ЭТЭОП НХТИ Ганиев Р.Н

***Аннотация.** Доклад посвящен актуальной теме энергосбережения на промышленных предприятиях. Рассматриваются основные принципы энергоэффективности, методы и технологии, позволяющие снизить энергопотребление, а также преимущества их внедрения. Особое внимание уделяется современным подходам, таким как использование возобновляемых источников энергии, автоматизация и оптимизация производственных процессов. Доклад будет полезен специалистам в области промышленности, энергетики и экологии, а также всем, кто интересуется вопросами рационального использования ресурсов.*

***Ключевые слова:** энергосбережение, промышленные предприятия, энергоэффективность, возобновляемые источники энергии, рекуперация тепла, автоматизация, модернизация оборудования.*

Энергосбережение — одна из ключевых задач современной промышленности. Рост цен на энергоресурсы, ужесточение экологических норм и необходимость повышения конкурентоспособности продукции заставляют предприятия внедрять энергоэффективные технологии. Оптимизация энергопотребления позволяет снизить затраты, уменьшить нагрузку на окружающую среду и повысить экономическую устойчивость производства.

В данном докладе рассмотрены основные направления энергосбережения на промышленных предприятиях, методы повышения энергоэффективности и примеры успешного внедрения энергосберегающих технологий.

1. Основные направления энергосбережения

1.1. Оптимизация энергопотребления оборудования

Промышленные предприятия потребляют значительное количество электроэнергии, тепла и топлива. Основные меры по оптимизации:

Замена устаревшего оборудования на энергоэффективное (например, двигатели с высоким КПД, частотные преобразователи).

Внедрение систем автоматического управления технологическими процессами для минимизации перерасхода энергии.

Регулярное техническое обслуживание и диагностика оборудования для предотвращения потерь энергии.

1.2. Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ)

Промышленные предприятия все чаще используют альтернативные источники энергии:

Солнечные панели и ветрогенераторы для частичного покрытия энергопотребления.

Биогазовые установки на предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности.

Тепловые насосы для утилизации низкопотенциального тепла.

1.3. Энергосбережение в системах освещения и вентиляции

Переход на светодиодное освещение, которое потребляет до 80% меньше энергии, чем лампы накаливания.

Установка датчиков движения и освещенности для автоматического управления светом.

Оптимизация систем вентиляции и кондиционирования с использованием рекуператоров тепла.

1.4. Теплосбережение и утилизация тепловых потерь

Теплоизоляция трубопроводов, котлов и промышленных печей.

Использование вторичных энергоресурсов (утилизация тепла отходящих газов, пара).

Внедрение когенерационных установок, одновременно вырабатывающих электричество и тепло.

2. Методы повышения энергоэффективности

2.1. Энергетический аудит

Проведение энергоаудита позволяет выявить основные источники потерь и разработать план энергосбережения. Аудит включает:

Анализ энергопотребления предприятия.

Определение потенциала энергосбережения.

Разработку рекомендаций по модернизации.

2.2. Внедрение систем энергоменеджмента (ISO 50001)

Стандарт ISO 50001 помогает предприятиям системно подходить к управлению энергопотреблением. Основные принципы:

Постановка целей по энергосбережению.

Мониторинг и анализ энергопотребления.

Постоянное улучшение энергоэффективности.

2.3. Мотивация персонала

Сотрудники играют важную роль в энергосбережении. Эффективные меры:

Обучение персонала основам энергоэффективности.

Введение системы поощрений за экономию энергии.

Контроль за соблюдением энергосберегающих практик.

3. Примеры успешного внедрения энергосберегающих технологий

3.1. Metallургическая промышленность

Компания **НЛМК** (Новолипецкий металлургический комбинат) внедрила систему утилизации тепла от доменных печей, что позволило сократить потребление газа на 15%.

3.2. Химическая промышленность

Предприятие **"Сибур"** использует когенерационные установки, что снизило затраты на электроэнергию на 20%.

3.3. Пищевая промышленность

Молочный завод **"Вимм-Билль-Данн"** перешел на LED-освещение и установил солнечные панели, сократив энергопотребление на 30%.

Заключение

Энергосбережение на промышленных предприятиях – необходимое условие для снижения затрат и повышения конкурентоспособности. Внедрение современных технологий, проведение энергоаудита и обучение персонала позволяют достичь значительной экономии ресурсов. Успешные примеры ведущих компаний показывают, что инвестиции в энергоэффективность окупаются и приносят долгосрочную выгоду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности".
2. ГОСТ Р ИСО 50001-2012 "Системы энергетического менеджмента".
3. Отчеты компаний НЛМК, Сибур, Вимм-Билль-Данн по энергоэффективности.

IV. МАШИНЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

АНАЛИЗ АППАРАТНОГО ОФОРМЛЕНИЯ БЛОКА ВЫДЕЛЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА И ПОИСК ВОЗМОЖНЫХ ВАРИАНТОВ МОДЕРНИЗАЦИИ

Р.Р. Рахманов

ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань, Россия

albinaa_100@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Э.В. Осипов

В работе проведен анализ аппаратного оформления абсорбционного блока выделения углекислого газа установки получения жидкого диоксида углерода высокой чистоты, содержащей CO_2 - не менее 99,95% об., проектной мощностью 20 тысяч тонн в год или 2,5 т/час по жидкому диоксиду углерода, входящей в состав ПАО «Казаньоргсинтез». По результатам анализа предложен возможный вариант модернизации основного оборудования блока.

Ключевые слова: диоксид углерода, абсорбция, аминовая очистка газов, массообменная насадка, пластинчатый теплообменник.

Рассматриваемая установка получения жидкого диоксида углерода высокой чистоты предназначена для выделения диоксида углерода из дымовых газов методом аминовой очистки с использованием в качестве поглотителя 15% (мас.) раствора моноэтаноламина (МЭА). Проектная мощность установки составляет 20 тысяч тонн в год по жидкому диоксиду углерода, побочным продуктом установки является перегретый водяной пар в количестве до 13 т/час на выходе из установки, с учетом покрытия собственных нужд абсорбционно-десорбционного блока аминовой очистки.

Главным институтом по вопросам проектирования установок получения диоксида углерода в СССР был Всесоюзный научно-исследовательский холодильный институт, ныне Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности (ВНИХИ). Разработанные на основе его рекомендаций методы проектирования установок производства CO_2 и принятые подходы к аппаратному оформлению процесса наиболее полно описаны в монографии [1]. Будем

считать эти методы и подходы «базовыми», но в большинстве устаревшими, и проведем сравнение насколько предлагаемая установка им соответствует.

Схема абсорбционно-десорбционного блока установки с некоторыми упрощениями (не показана часть емкостного оборудования, и оборудования системы ввода пеногасителя) показана на рисунке 1.

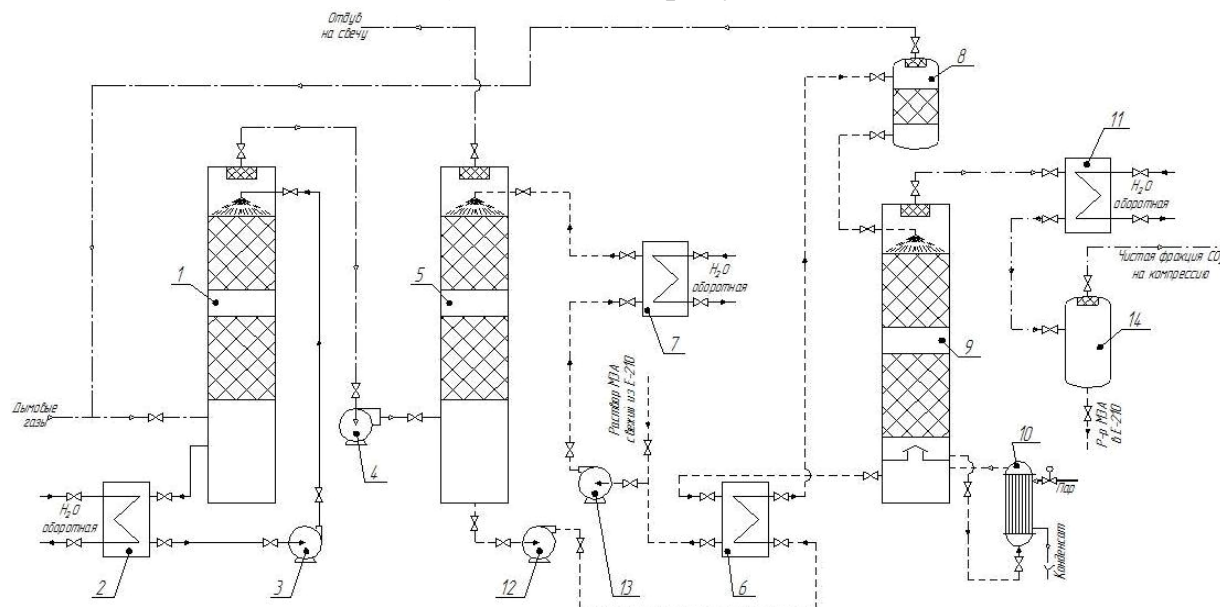


Рис.1. Схема абсорбционно-десорбционного блока установки получения диоксида углерода: 1 – скруббер; 2 – холодильник циркуляционной воды; 3 – насос циркуляционной воды; 4 – газодувная (эксгаустер); 5 – абсорбер; 6 – теплообменник раствора МЭА; 7 – холодильник раствора МЭА; 8 – промежуточный десорбер; 9 – основной десорбер (регенератор); 10 – кипятильник раствора МЭА; 11 – конденсатор паро-газовой смеси; 12 – насос насыщенного раствора МЭА; 13 – насос регенерированного раствора МЭА; 14 – сборник-разделитель.

Основным оборудованием блока являются скруббер, абсорбер, основной и промежуточный десорберы; в состав вспомогательного входит в основном теплообменное и насосное оборудование. Уже по составу основного оборудования рассматриваемая установка отличается от базовой схемы так как она включает в себя промежуточный десорбер поз. 8 на рис. 1. Причины ввода аппарата следующие. В работе [1] рекомендуется не повышать температуру насыщенного раствора МЭА в теплообменнике раствора (поз. 6 на рис. 1) свыше 80-85 °С, так как это приводит к началу процесса десорбции и ведет к возможности возникновения газовых пробок и повышенной коррозионной нагрузке на трубопровод между теплообменником раствора и десорбером. Фактически за счет тепла регенерированного раствора можно добиться нагрева насыщенного

раствора до 115-120 °С, что и реализовано в представленной схеме и приводит к более полной рекуперации тепла и снижению тепловой нагрузки и расхода охлаждающей воды в холодильнике раствора, также к снижению нагрузки на кипятильник, что ведет к увеличению доли водяного пара, получаемого в котельном блоке установки, который может использоваться вне её на другие заводские нужды. Кроме того, высокий нагрев раствора позволяет проводить дегазацию физически растворенных в нем газов (в основном азота), что происходит на насадке промежуточного десорбера. Процесс химической десорбции раствора МЭА в промежуточном десорбере незначителен, так как объем поверхности его насадки невелик и в аппарате отсутствует нижнее паровое орошение, которое несет основное количество тепла на процесс десорбции. Таким образом, отвод большей части растворенных в растворе МЭА газов в предварительном десорбере сильно снижает их содержание в углекислом газе выводимом из основного десорбера и далее из сборника-разделителя.

Согласно рекомендациям [1] при проектировании абсорберов с целью снижения сильного пенообразования, к которому склонны растворы аминов, особенно загрязненные следовало принимать фиктивную скорость газа в абсорбере в диапазоне 0,2-0,5 м/с, что составляет для различных насадок примерно 15-55% от скорости газа в точке захлебывания. В рассматриваемой схеме блока предусмотрено использование высокоэффективного пеногасителя. В поверочном расчете абсорбера, проведенном при выполнении квалификационной работы бакалавра установлено, что фиктивная скорость газа в абсорбере составляет примерно 0,7 от скорости в точке захлебывания, что находится на нижней границе рекомендованного интервала 70-90%. Увеличение скорости газа позволяет уменьшить расчетный диаметр аппарата, а с учетом того, что высота, эквивалентная теоретической ступени контакта для насадочных колонн увеличивается с ростом диаметра, уменьшить также общий расчетный объем насадки абсорбера.

Согласно рекомендациям [1] предлагается использовать крупную насадку (не менее 50 мм), так как она менее склонна к пенообразованию и засорению. На установке в абсорбере и десорберах применяются керамические кольца Палля диаметром 50 мм. На момент проектирования и ввода в строй установки (введена в строй в 2008 году) данный выбор можно считать условно оптимальным. Например, в работе [2] того времени в результате сравнительного анализа различных кольцевых и седловых насадок, при том, что кольца Палля оказались не самой высокоэффективной

насадкой, именно они были предложены как оптимальный выбор по критерию высокая эффективность/низкое гидравлическое сопротивление.

Конструкции скруббера и основного десорбера в общем типовые, принятый тип насадки такой же, как и для абсорбера.

На установке из вспомогательного оборудования наиболее широко используются теплообменники. Ранее в качестве теплообменных аппаратов было рекомендовано использование различных типов кожухотрубчатых теплообменников [1]. В рассматриваемой установке используется только один кожухотрубчатый аппарат - кипятильник раствора МЭА (поз. 10 на рис. 1), во всех других случаях используются разборные пластинчатые теплообменники (РПТ). Преимущества и недостатки РПТ по сравнению с кожухотрубчатыми аппаратами хорошо известны [3], при давлениях до 1,6 МПа и температурах до 200 °С для умеренно опасных теплоносителей выбор разборных пластинчатых аппаратов является оптимальным.

Проведенный анализ показал, что оборудование абсорбционно-десорбционного блока установки получения диоксида углерода было спроектировано и подобрано в основном с учетом существующего на момент разработки уровня развития науки и техники и является довольно современным. Однако, с учетом срока эксплуатации установки более 15 лет её модернизация возможна. Очевидным решением является возможность замены массообменной насадки. Технический прогресс не стоит на месте и уже в текущем столетии разработаны новые высокоэффективные зарубежные и отечественные типы насадок в том числе нерегулярных [4-6]. Некоторые типы новых нерегулярных насадок показаны на рисунке 2.

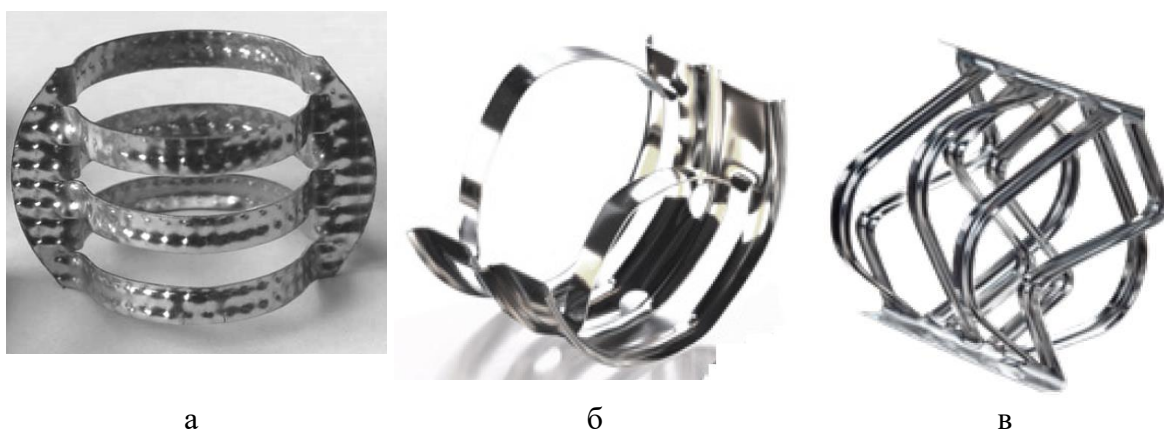


Рис.2. Новые типы высокоэффективных нерегулярных насадок: а – «Инжехим-2000»; б – Sulzer Nutter-Ring; в – Sulzer NeX-Ring.

По данным фирмы Sulzer [4] кольца Палля (P-Ring) относятся к нерегулярным насадкам 2-го поколения Nutter-Ring (см. рис. 2б) – третьего, а NeX-Ring (см. рис. 2в) – четвертого.

Самыми высокоэффективными насадками являются металлические, так как высокая прочность металла позволяет изготавливать их из максимально тонких листа или проволоки, что обеспечивает большое значение свободного объема насадки. Керамические насадки самые толстостенные, поэтому наименее эффективные, полимерные насадки занимают промежуточное положение. По данным работы [6] эффективная площадь пластиковой нерегулярной насадки на 15% ниже аналогичной металлической за счет худшей смачиваемости, кроме того, для металлических насадок, производимых из листа, возможна специальная обработка поверхности для увеличения эффективности (см. рис. 2а). Металлические насадки изготавливают в основном из высоколегированных коррозионностойких сталей, поэтому они также и самые дорогие.

Свободный объем керамических колец Палля составляет 78%, для насадок, представленных на рис. 2 от 96 % для насадки представленной на рис. 2а, до 98% для NeX-Ring (см. рис. 2в). При удельной поверхности, сопоставимой с кольцами Палля, и лучшей смачиваемости поверхности замена насадки в основных аппаратах абсорбционно-десорбционного блока на новую, позволит увеличить производительность установки на 20-25%. С учетом, что основное теплообменное оборудование состоит из разборных пластинчатых теплообменников их тепловая производительность при необходимости легко может быть увеличена установкой дополнительных пластин.

Источники

1. Пименова Т. Ф. Производство и применение сухого льда, жидкого и газообразного диоксида углерода. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 208 с.
2. Каган А.М., Пушнов А.С. Сравнительные характеристики промышленных нерегулярных насадок из полимерного материала для осуществления процессов абсорбции и ректификации // Химическая промышленность сегодня. 2006. № 11. С. 30–36.
3. Петров А. Д., Сысолятин С. А., Ильин В. В. Сравнение пластинчатых и кожухотрубных теплообменных аппаратов // Молодой ученый. 2017. № 18 (152). С. 65–70.
4. Официальный сайт компании Sulzer [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sulzer.com/> (дата обращения: 02.05.25).

5. Каган А.М., Лаптев А.Г., Пушнов А.С., Фарахов М.И. Контактные насадки промышленных теплообменных аппаратов / под ред. А.Г. Лаптева. Казань: Отечество, 2013. 454 с.

6. Титова Л.М., Максименко Ю.А., Лоцманова О.В., Теличкина Э.Р. Нерегулярные насадки колонных аппаратов: научно-аналитический обзор // Южно-сибирский научный вестник. 2020. № 2(30). С. 80–88.

АНАЛИЗ СХЕМЫ ТЕПЛООБМЕНА И КОНСТРУКЦИИ АППАРАТОВ НА КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКЕ ПО СЖАТИЮ ПИРОГАЗА

А.Е. Костров

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

E-mail: kostrovae@kos.sibur.ru

Науч. рук. док. техн. наук, доцент Э.В. Осипов

***Аннотация.** В статье рассмотрены основные схемы теплообмена и конструктивные особенности кожухотрубных теплообменников, применяемых на компрессорных установках по сжатию пирогаза. Проведен анализ эффективности теплообмена, рассмотрены параметры выбора и эксплуатации оборудования, а также приведены рекомендации по повышению надежности и энергоэффективности работы агрегатов.*

***Ключевые слова:** теплообменник, кожухотрубный, компрессорная установка, пирогаз, сжатие, теплообмен, конструкция, эффективность, эксплуатация, надежность.*

Введение

В современных технологических процессах переработки пирогаза компрессорные установки играют ключевую роль, обеспечивая требуемое давление для дальнейшей транспортировки или переработки газа. Одним из важнейших элементов компрессорной станции является кожухотрубный теплообменник, отвечающий за эффективное охлаждение газа между ступенями сжатия [1]. Эффективная схема теплообмена позволяет минимизировать энергетические потери, повысить ресурс оборудования и снизить риски аварийных ситуаций.

Схема теплообмена на компрессорной установке

В процессе сжатия пирогаза температура газа возрастает вследствие адиабатического нагрева. Для предотвращения перегрева компрессора и

поддержания оптимальных рабочих параметров между ступенями сжатия устанавливаются теплообменники, в которых сжатый пирогаз охлаждается, как правило, водой или другим теплоносителем [2]. Типовая схема теплообмена включает:

- вход сжатого пирогаза в трубное пространство теплообменника;
- циркуляцию охлаждающей воды в межтрубном пространстве;
- отвод охлаждённого пирогаза к следующей ступени компрессора.

Общий тепловой поток, передаваемый в теплообменнике, рассчитывается по формуле:

$$Q=kF\Delta T_{cp}$$

где:

Q — количество передаваемого тепла,

k — коэффициент теплопередачи,

F — площадь теплообмена,

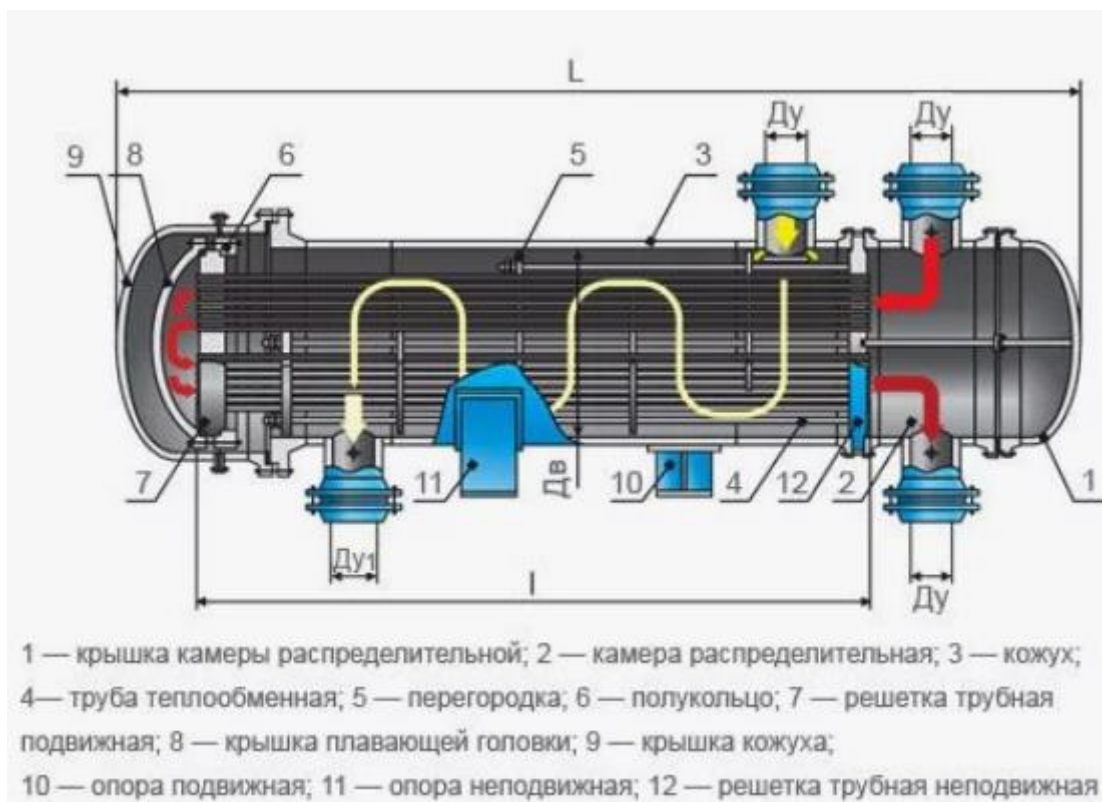
ΔT_{cp} — средняя разность температур между теплоносителями.

Эффективность теплообменника напрямую влияет на энергозатраты процесса сжатия пирогаза и на надежность работы всего комплекса [3].

Конструкция кожухотрубных теплообменников

Кожухотрубный теплообменник (см. рисунок) состоит из пучка труб, размещённых внутри цилиндрического корпуса (кожуха). Пирогаз обычно проходит по трубам, а охлаждающая вода — по межтрубному пространству. Основные элементы конструкции:

- **Кожух** — внешний цилиндрический корпус, обеспечивающий герметичность и механическую защиту.
- **Трубный пучок** — совокупность прямых или U-образных труб, по которым движется рабочее тело (пирогаз).
- **Трубные решетки** — элементы, фиксирующие и герметизирующие трубный пучок.
- **Перегородки (байпасные пластины)** — направляют поток охлаждающей среды, повышая турбулентность и коэффициент теплопередачи.
- **Крышки и штуцеры** — для ввода и вывода рабочих сред.



Схематическое изображение кожухотрубного теплообменника с плавающей головкой

В современных установках применяют кожухотрубные теплообменники различных модификаций с учетом давления, температуры и свойств пирогаза. Особое внимание уделяется материалам труб и кожуха — они должны обладать высокой коррозионной стойкостью и механической прочностью [4].

Анализ эффективности и выбор параметров

При проектировании теплообменника необходимо учитывать:

- температуру и давление пирогаза;
- расход газа и охлаждающей воды;
- допустимые потери давления;
- коррозионную активность среды.

Коэффициент теплопередачи k зависит от скорости движения сред, их вязкости, теплопроводности и характера течения. На практике при оценке эффективности кожухотрубного теплообменника используют уравнение:

$$k=1/(1/\alpha_1+b/s+1/\alpha_2)$$

где:

α_1 — коэффициент теплоотдачи от пирогаза к стенке трубы,

b — толщина стенки трубы,

s — коэффициент теплопроводности материала трубы,

α_2 — коэффициент теплоотдачи от стенки трубы к охлаждающей воде.

Для достижения максимальной эффективности рекомендуется использовать турбулизаторы, увеличивать площадь теплообмена за счет увеличения числа труб, а также выбирать оптимальное соотношение скоростей потоков [5].

Эксплуатация и надежность оборудования

Правильная эксплуатация кожухотрубных теплообменников включает:

- регулярный контроль температуры и давления на входе и выходе;
- очистку труб от отложений и загрязнений;
- контроль состояния уплотнений и сварных соединений;
- мониторинг коррозионного состояния материалов.

Своевременное обслуживание позволяет значительно увеличить срок службы оборудования, снизить аварийность и затраты на ремонт.

Заключение

Кожухотрубные теплообменники являются важнейшим элементом компрессорных установок по сжатию пирогаза. Грамотный анализ схемы теплообмена и конструктивных особенностей позволяет повысить эффективность работы оборудования, снизить энергозатраты и обеспечить надежную эксплуатацию технологического комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов И.И. Теплообменное оборудование промышленных установок: учебное пособие. — Москва: Машиностроение, 2019. — 320 с.
2. Петров П.П., Сидоров С.С. Эффективность теплообмена на компрессорных станциях // Вестник энергетики. — 2021. — Т. 18, № 2. — С. 98–104.
3. Смирнова А.А. Современные теплообменники для газовой промышленности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.gasindustry.ru/teploobmenniki> (дата обращения: 15.05.2024).
4. Кузнецов В.В. Применение кожухотрубных теплообменников в нефтехимии // Теплоэнергетика. — 2020. — № 6. — С. 52–59.
5. Соловьёв Н.Н. Инновации в области теплообменного оборудования [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://innovations-in-heat.ru/article> (дата обращения: 12.06.2024).

АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ДИАБАТИЧЕСКОЙ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ С ВИХРЕВЫМИ КОНТАКТНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

И.В. Санников

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

sannikov_nchti@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент И.Н. Мадышев

***Аннотация.** Процесс ректификации занимает значительную часть среди всех процессов нефтехимической промышленности. Одним из важнейших направлений оптимизации процесса ректификации является поиск путей снижения энергозатрат. Одним из решений данной задачи является термическая ректификация, где посредством отвода тепла от контактных устройств можно задавать необходимый температурный режим внутри колонны и тем самым регулировать массовые расходы жидкой и паровой фаз. Это позволяет за счет парциальной конденсации уменьшить количество «избыточных» паров и снизить флегмовое число, что в свою очередь ведет к уменьшению тепловых нагрузок в конденсаторе и кипятильнике. Целью исследования являлось нахождение тепловых нагрузок в конденсаторе и кипятильнике при различном количестве отводимого от контактных устройств тепла. Результаты моделирования показывают, что отвод тепла позволяет снизить расходы теплоносителей в кипятильнике и конденсаторе более чем на 18%. Авторами составлена схема расположения вихревых контактных устройств по сечению колонны с организацией отвода тепла.*

***Ключевые слова:** термическая ректификация, вихревое контактное устройство.*

Разработанное вихревое контактное устройство для диабатической ректификации (рис. 1, а) состоит из двух соосно расположенных труб, в пространстве между которыми формируется особый парожидкостный поток со вихревой структурой. На поверхности внутренней трубы выполнены прорезы (4) для пропуска пара в кольцевое пространство, при прохождении через которые пар закручивается, формируя два кольцевых вихревых потока. Для создания такого движения достаточно относительно небольшие скорости – от 1 до 25 м/с на полное сечение устройства [1-2]. Жидкая фаза проходит через отверстия (5) в верхней контактной ступени, опирающейся на основание (3), преодолевает гидрозатвор (6) и попадает на крышку цилиндрического патрубка (2). Далее, под воздействием центробежных сил, жидкость разбивается на капли, которые прижимаются

к стенкам устройства, создавая пленочный режим течения.

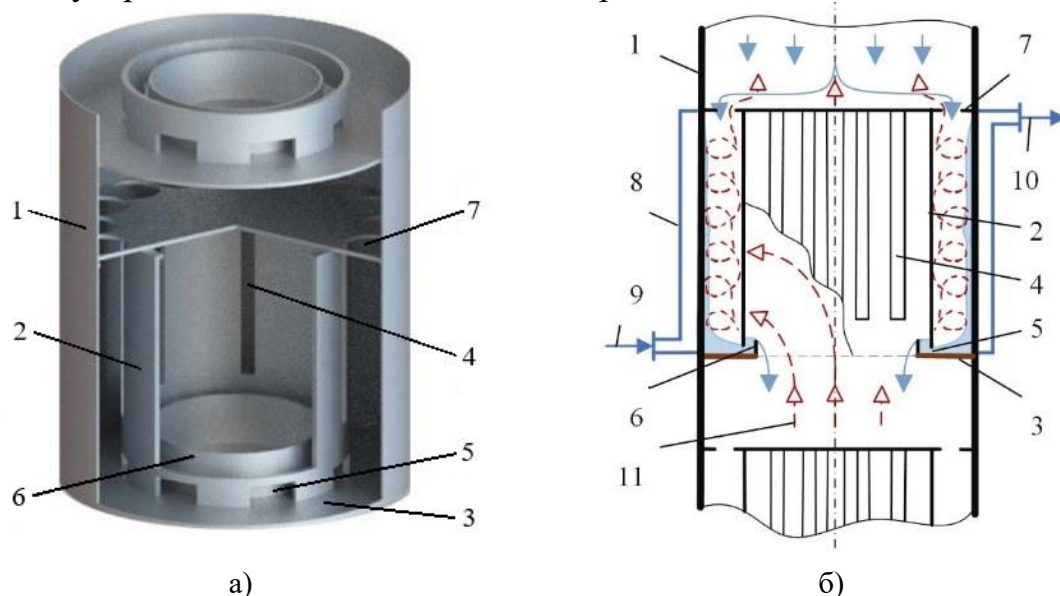


Рис. 1. Схема вихревых контактных устройств: а – 3D-модель устройства (без охлаждающей рубашки); б – схема потоков пара и жидкости на вихревой контактной ступени: 1 – корпус; 2 – цилиндрический патрубок; 3 – основание; 4 – прорези; 5 – отверстия для прохода жидкости; 6 – гидрозатвор; 7 – отверстия для прохода пара; 8 – охлаждающая рубашка; 9 – штуцер подачи воды на охлаждение; 10 – штуцер вывода воды; 11 – поток пара.

После интенсивного взаимодействия фаз парожидкостная смесь поступает в зону сепарации через плоский диск с отверстиями (7) для выхода пара. Жидкость, преимущественно находящаяся во внешнем закрученном слое, при столкновении с плоским диском стекает вниз по внутренней стенке контактного устройства и через отверстия (5) и гидрозатвор (6) спускается на нижерасположенную ступень. Отсепарированный паровой поток направляется вверх в цилиндрический патрубок вышерасположенной ступени. Для повышения пропускной способности по жидкой фазе сверху цилиндрического патрубка (2) выполняются отверстия для обеспечения равномерного распределения жидкости по сечению устройства при высоких нагрузках. Это позволяет увеличить расходы жидкости как в пленке, стекающей вдоль стенки аппарата, так и во внутренней части цилиндрического патрубка (2) в виде отдельных струй, снижая риск захлёбывания устройства и обеспечивая высокую эффективность при значительных жидкостных нагрузках.

Для осуществления процесса диабатической ректификации (рис. 1, б) вихревая контактная ступень оснащена охлаждающей рубашкой (8), куда подается теплоноситель (вода) через штуцер (9). Охлаждающая жидкость выводится через штуцер (10). Конструкция вихревого контактного

Секция 4

устройства позволяет достичь повышенной эффективности тепло-массообмена благодаря особой организации потоков внутри аппарата. Вихревые потоки, образующиеся в кольцевом пространстве, обеспечивают постоянное перемешивание жидкой и паровой фаз. Под действием центробежной силы капли жидкости отбрасываются к внутренней стенке контактного устройства, через которую осуществляется теплообмен с холодным теплоносителем в рубашке, а за счет вихревого потока происходит постоянное обновление поверхности теплообмена.

Результаты, полученные при помощи компьютерного моделирования, отображены в таблице 1 и демонстрируют, что посредством отвода тепла от вихревых контактных устройств наблюдаются снижение флегмового числа и как следствие снижение тепловых нагрузок [3], возникающих в конденсаторе и кипятильнике на 19,5% и 18,8% соответственно.

Таблица 1

Сравнение основных эксплуатационных показателей работы колонны

Показатель	Базовое производство	Проектируемое производство	
Массовый расход сырья G_F , кг/ч	1000	1000	1000
Выход дистиллята (этанол) G_D , кг/ч	445	448	449
Концентрация этанола в дистилляте, % масс	89,86	89,20	89,12
Флегмовое число R	3	1,2	0,1
Расход флегмы G_R , кг/ч	1335,4	538,1	44,9
Тепловой поток в конденсаторе, кВт	489,3	273,8	137,2
Тепловой поток в дефлегматоре, кВт	0	120	247,2
Тепловой поток в кипятильнике, кВт	506,4	410,8	401,4

Таблица 2

Энергетические затраты на технологические цели

Наименование энергоресурсов	Единица измерения	Норма расхода на 1 тонну этанола	Цена за единицу энергоресурсов, руб.
Электроэнергия	кВт·ч	106,119	4,34
Пар (теплоэнергия)	Гкал	3,541	1129,3
Пар (теплоэнергия)*	Гкал	2,876	1129,3
Вода оборотная	тыс. м ³	0,231	7170
Вода оборотная*	тыс. м ³	0,186	7170

Примечание*: проектируемое производство.

Таким образом задавшись полученными значениями тепловых нагрузок, было определено количество теплоносителя, которое необходимо подводить к кипятильнику и конденсатору в проектируемом производстве. Энергетические затраты на технологические цели для базового и проектируемого производства представлены в таблице 2.

При проектировании узла разделения бинарной смеси этанол вода был оформлен сборочный чертеж колонны с разработанными вихревыми контактными устройствами. На поперечном разрезе колонны (рис. 2) указан шаг расположения вихревых контактных устройств равный 120 мм. Вихревые контактные устройства имели следующие конструкционные параметры: внутренний диаметр наружного корпуса 80 мм, наружный диаметр внутреннего патрубка 53 мм, высота контактного устройства 300 мм из которых 90 мм отводилась под зону сепарации и 210 мм на зону кольцевого пространства. На внутреннем патрубке выполнены 6 прорезей шириной 3 мм. Контактные устройства располагались в шахматном порядке под углом 60 градусов. На боковом разрезе указан принимаемый шаг между тарелками равный 300 мм.

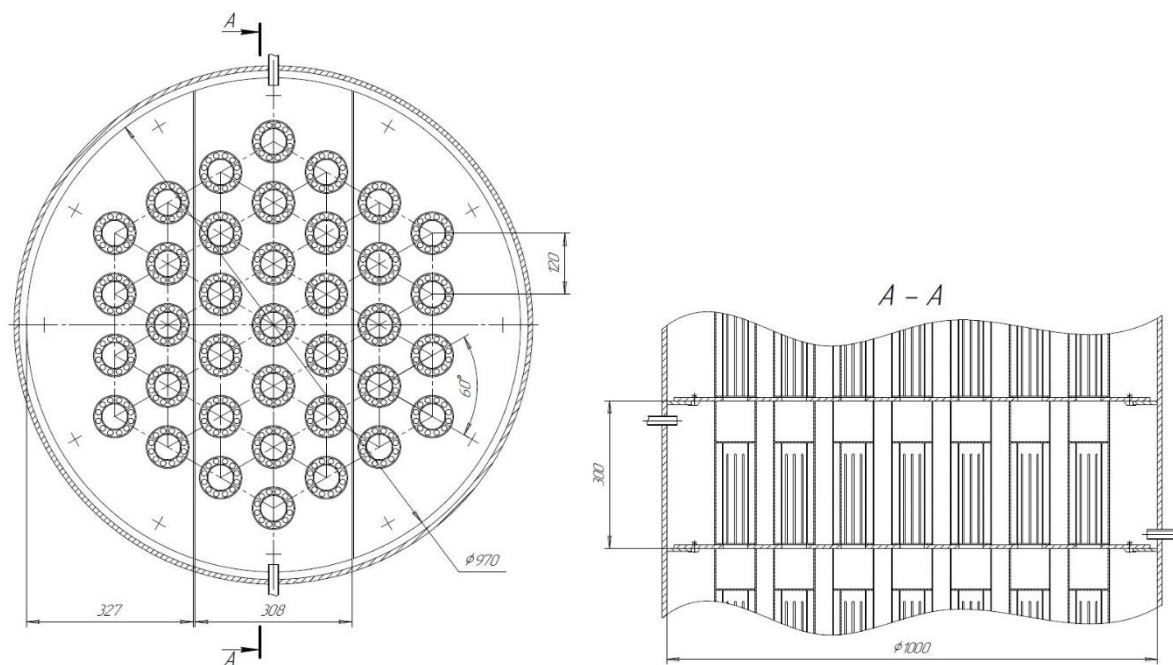


Рис. 2. Поперечный разрез колонны с вихревыми контактными устройствами в виде соосно расположенных труб.

Для организации процесса внутреннего флегмообразования необходимо выполнить отвод тепла от контактных устройств. В данной

главе рассматривается два варианта решения данной проблемы: подводом теплоносителя непосредственно к контактному устройству (рис. 2) или посредством установки рубашки на каждое контактное устройство, соединяемых между собой трубками 20х2 мм на входе и выходе из колонны объединяемые в коллектор (рис. 3). Предлагаемое решение позволит задавать более высокие нагрузки работы ректификационной колонны, что положительным образом отражается на годовом выпуске продукции.

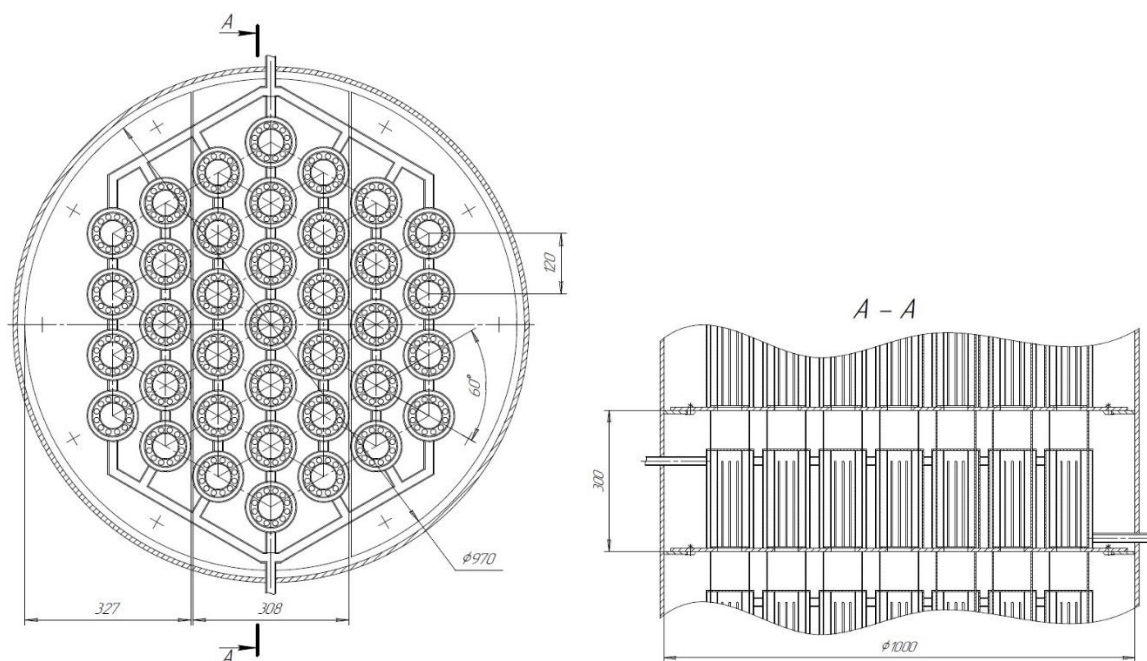


Рис. 3. Поперечный разрез колонны с вихревыми контактными устройствами в виде соосно расположенных труб и организацией теплоотвода посредством рубашек.

Результаты исследования показывают, что отвод тепла от вихревых контактных устройств за счет частичной конденсации паров позволит снизить флегмовое число и как следствие уменьшить тепловую нагрузку, возникающую в конденсаторе и кипятильнике. Таким образом можно снизить расходы теплоносителей, поступающих в конденсатор и кипятильник более чем на 18% при неизменном массовом расходе дистиллята.

ЛИТЕРАТУРА

1. Voinov N. A. A study of diabatic distillation in a column with a low pressure drop. Chemical Engineering Research and Design. 2022. V. 185.P. 1–13
2. G. R. Badretdinova, N. F. Sakhibgareev, V. E. Zinurov and I. N. Madyshev, "Study of the Flow Structure Stability in a Multi Vortex Contact

Device," 2022 4th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE), 2022, pp. 1-5

3. Madyshev I. N., Kharkov V. V., Dmitrieva O. S., Zinurov V. E. Energy saving in distillation by combining vortex contact device and thermal effects. Thermal Science and Engineering Progress. 2022. V. 34. P. 101431.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МАССООБМЕННОГО АППАРАТА ВИХРЕВОГО ТИПА

А.Р. Бакиров¹, В.В. Алексеев²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань

¹adel-19732002@mail.ru, ²valexeevtt@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент В.В. Алексеев

Аннотация. В работе предложена конструкция модернизированного аппарата вихревого типа для очистки газов, описан принцип работы. В качестве модернизации предложена замена трубчатого оросителя на винтовой. Определены экспериментальные значения гидравлического сопротивления элементов модернизированного аппарата по полному перепаду давления во входном патрубке. Представлены результаты экспериментальных исследований гидравлического сопротивления отдельных элементов с различными сменными устройствами от скорости движения газа в контактной зоне.

Ключевые слова: модернизация, комбинированный аппарат вихревого типа, закрученный поток, гидравлическое сопротивление, расчет.

Массообменный аппарат [1], выполненный в виде цилиндрического корпуса 1, внутри которого размещены винтовой ороситель 2, выполненный в виде перфорированной трубы с лопастями, и коаксиально оросителю - контактный сепаратор 3, выполненный в виде обечайки с соплообразными отверстиями 4. Аппарат снабжен закручивающим устройством 5, которое выполнено в форме улитки с установленными лопатками 6, а над лопатками выполнены отверстия 7, и расположено на корпусе аппарата под основанием конической его части 8. Аппарат имеет патрубок ввода жидкой фазы 9 и вывода ее 11 и патрубок вывода газовой фазы 10 (рис.1).

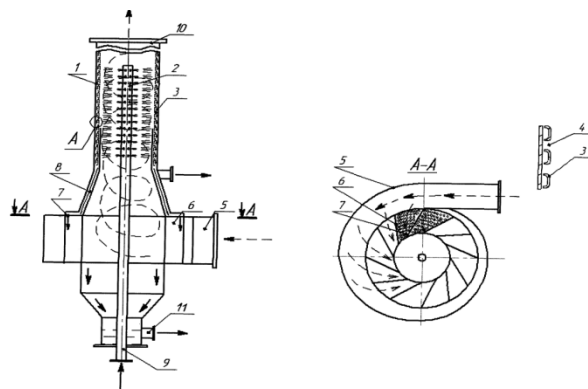


Рис. 1- Схема массообменного аппарата вихревого типа

Чистая жидкость - абсорбент, вытекает через отверстия оросителя 2. При встрече с высокоскоростным закрученным потоком газа струи жидкости дробятся на капли, причем наблюдается многократное последующее дробление капель. Капли жидкости с осажденными на них частицами твердой фазы под действием начальной радиальной скорости и центробежных сил закрученного потока оседают на контактный сепаратор 3 и образуют пленку. Образованная на сепараторе 3 пленка жидкости постоянно «бомбардируется» каплями жидкости, что дополнительно создает хорошие условия для интенсификации процесса очистки в пристенной области. Пленка жидкости, находящаяся на сепараторе 3, под действием центробежной силы продавливается через соплообразные отверстия 4 сепаратора 3 в кольцевое пространство, образованное цилиндрическим корпусом 1 и контактным сепаратором 3, откуда под действием собственной силы тяжести стекает в кольцевое пространство конической части аппарата 8, в котором создается уровень жидкости, под напором которого происходит истечение жидкости в виде струй в нижнюю зону контактирования. Коническая часть аппарата 8 обеспечивает противоточное взаимодействие газа и жидкости в аппарате и осуществляет подачу жидкой фазы из верхней зоны контактирования в нижнюю.

При высокой нагрузке по жидкости, ее уровень возрастает, и часть жидкости удаляется через байпасный слив. Газовый поток через закручивающее устройство 5 поступает в нижнюю зону контактирования, проходя последовательно зону многократного дробления капель жидкости и зону перекрестно-противоточного контактирования. Входя в нижнюю зону, газовый поток поступает в пространство, образованное лопатками 6, сужающегося проходного сечения. Установка закручивающего устройства 5, выполненного в форме улитки, обеспечивает равномерное начальное распределение газа в межлопаточном пространстве, в котором жидкость в виде струй вытекает через отверстия 7 и потоком газа дробится на капли.

Окончательные размеры капель определяются скоростью газа на выходе из каналов. В этой зоне осуществляется абсорбция газов и (или) пылеулавливание на каплях. Использование лопаток 6 позволяет увеличить скорость движения газа в межлопаточном пространстве, за счет которого достигается последовательное дробление капель, что приводит к созданию развитой межфазной поверхности. Большая межфазная поверхность позволяет увеличить пыле- и газоулавливание. Установка лопаток 6 также обеспечивает равномерное начальное распределение капель высокодисперсной газожидкостной смеси на входе в верхнюю зону. В этой зоне более крупные капли при осевой скорости движения газа меньше скорости уноса капель, совершая вращательно-поступательное движение, опускаются в бункер для сбора шламовой жидкости. Предварительно очищенная пылегазовая смесь поступает через коническую часть аппарата в верхнюю зону газо- и (или) пылеулавливания, в пространство между винтовым оросителем 2 и контактным сепаратором 3. В верхней части аппарата очистка газового потока от твердых частиц обеспечивается двумя механизмами: центробежным осаждением и улавливанием пыли на каплях жидкости. Последнее повышает разделительную способность газожидкостной системы.

Для исследования гидравлического сопротивления и аэрогидродинамических режимов в массообменном аппарате вихревого типа была создана экспериментальная установка, схематично изображенная на рис. 2.

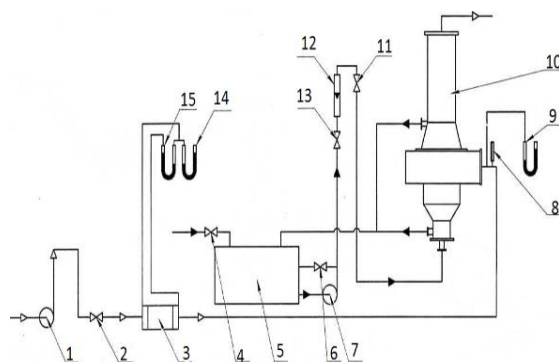


Рис. 2 – Схема экспериментальной установки

Газ (воздух) подавался в аппарат 10 вентилятором высокого давления 1. Расход газа регулировался с помощью задвижки 2 по показаниям двух U-образных дифманометров 14 и 15, присоединенных к остроугольной диафрагме 3. Перепад статического давления $\Delta P_{ст1}$, P_a аппарата и его конструктивных элементов измерялся по U-образному дифманометру 9, присоединенному к входному патрубку аппарата. Газ, после

контактирования в циркуляционной и основной зонах, удалялся из аппарата.

Жидкость (вода) подавалась при помощи насоса 7 из бака 5, который предварительно наполнялся из водопроводной сети открытием вентиля 4. Расход жидкости измерялся по показаниям ротаметра 12 и регулировался вентилем 13. Из аппарата вода поступала обратно в бак 5. Расход газовой фазы изменялся от 200 до 1000 м³/ч, а расход жидкости - от 0,5 до 2 м³/ч, при этом максимальное сопротивление газовой фазы с подачей жидкости в аппарате не превышало 2,6 кПа. Температура газовой и жидкой фазы в эксперименте составляла 20 ± 2 °С.

Экспериментальные значения гидравлического сопротивления элементов аппарата и жидкостной добавки определялись по полному перепаду давления во входном патрубке ΔP_i , Па:

$$\Delta P_i = \Delta P_{\text{ист}} + \Delta P_{\text{дин}}, \quad (1)$$

где $\Delta P_{\text{ист}} = \rho_{\text{ж}} g \Delta h_i$, Па - статический и $\Delta P_{\text{дин}} = \rho_{\text{г}} V_{\text{вх}}^2 / 2$, Па - динамический перепады давления; $\rho_{\text{ж}} = 1000$ кг/м³ - плотность воды в дифманометре; $g = 9,81$ м/с² - ускорение силы тяжести; Δh_i - перепад уровня жидкости в U - образном дифманометре, м; $V_{\text{вх}}$ - скорость движения газа во входном патрубке, м/с; $\rho_{\text{г}}$ - плотность газовой фазы, кг/м³.

В качестве съемных элементов аппарата использовались: входное тангенциальное закручивающее устройство (ТЗУ), сменные царги, предназначенные для создания нескольких ступеней контактирования, сепаратор дырчатый с соплообразными отверстиями и винтовое оросительное устройство.

На рис. 3 представлены результаты экспериментальных исследований гидравлического сопротивления отдельных элементов конструкции аппарата ΔP_i , Па с различными сменными устройствами от среднерасходной скорости движения газа в контактной зоне V , м/с, где линия 1 характеризует изменение перепада давления узла рециркуляции жидкости; линия 2 - изменение перепада давления для $L/G = 0,6$; а линия 3 - изменение перепада давления для $L/G = 2,0$ (L и G - массовые расходы жидкости и газа, кг/с).

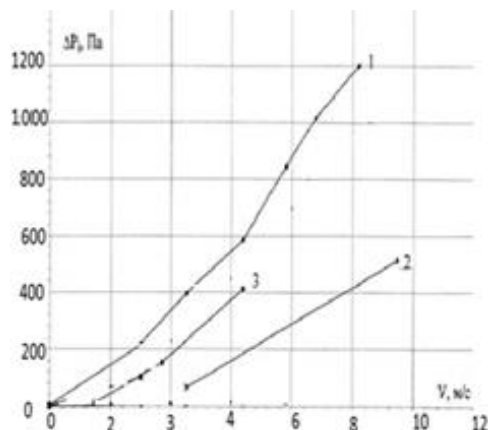


Рис. 3 – График зависимости сопротивления отдельных элементов с ΔP_i от среднерасходной скорости движения газа в контактной зоне V .

Влияние жидкостной добавки определяется относительной нагрузкой по жидкости L/G . Самое большое значение гидравлического сопротивления имеет узел рециркуляции (линия 1).

Из графика следует, что при постоянных значениях скорости движения газа в контактной зоне V большему значению относительной нагрузки по жидкости $L/G = 2,0$ соответствует и большее значение гидравлического сопротивления жидкостной добавки.

По уравнению (1) и зависимости $\Delta P_i = f_i(V)$ построен график зависимости (рис. 4) коэффициента гидравлического сопротивления элементов аппарата $\zeta_i = 2\Delta P_i / (\rho_r \cdot V^2)$ от режима движения газа $Re_r = V \cdot D \cdot \rho_r / \mu_r$, где V – скорость движения газа в контактной зоне, м/с; D – внутренний диаметр контактной зоны аппарата, м; μ_r – коэффициент динамической вязкости газа, Па·с.

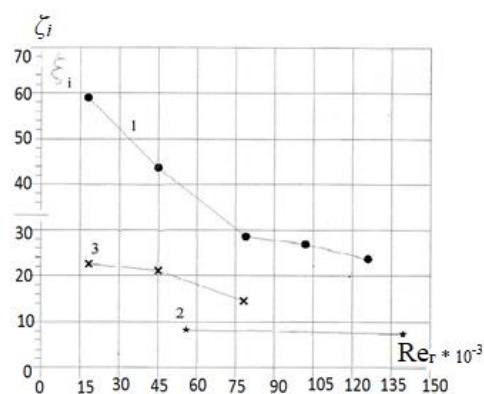


Рис. 4 – График зависимости коэффициента гидравлического сопротивления элементов аппарата ζ_i от числа Рейнольдса Re_r

Анализ этого графика показывает, что при увеличении значения числа Рейнольдса Re_r от $75 \cdot 10^3$ до $150 \cdot 10^3$ коэффициент ζ_i медленно уменьшается

и в пределе, с большой долей вероятности, стремится к постоянной величине $\zeta_i = \text{const}$, автомодельной по числу Рейнольдса.

Гидравлическое сопротивление аппарата вихревого типа определялось по уравнению:

$$\Delta P = \sum_{i=1}^n \zeta_i \frac{\rho_c V^2}{2}, \quad (2)$$

где $L/G = 0,6$ (линия 2); $L/G = 2$ (линия 3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. RU 73617 U1 «Массообменный аппарат» / В.В. Алексеев; заявитель и патентообладатель Казанский государственный технологический университет. – №200711862672; заявл. 11.05.2007; опубл. 27.05.2008.

2. Булкин, В.А. Исследование особенностей течения газа в вихревых аппаратах с оросительным устройством объемного типа / В.А. Булкин [и др.] // Теоретические основы химической технологии. – 1988. – т. 22. – №4. – С. 570 - 574.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ БОЛЬШЕГРУЗНОГО АВТОМОБИЛЯ

Я.М. Мельников

ГАПОУ «Камский государственный автомеханический техникум имени Л.Б.

Васильева, г. Набережные Челны

zibrs@yandex.ru

Науч. рук. З.Ф. Сабанаева

ГАПОУ «Камский государственный автомеханический техникум имени Л.Б.

Васильева, г. Набережные Челны

informatika44@yandex.ru

Аннотация. С использованием системы моделирования Simulink / Matlab рассмотрена компьютерная модель тормозной системы грузового автомобиля с антиблокировочным устройством; проведено тестовое численное моделирование с использованием конкретных исходных данных; показано, что результаты моделирования адекватно описывают поведение тормозной системы реального автомобиля; сделан вывод о том, что система Simulink может быть использована для моделирования механических объектов и процессов.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, тормозная система автомобиля, антиблокировочная система

Тормозная система грузового автомобиля с пневматическим приводом, схема которой показана на рисунке 1, включает в себя пневмоцилиндры двух видов: главный пневмоцилиндр и рабочие тормозные цилиндры [1]. У каждого рабочего цилиндра есть входной патрубок, через который поступает сжатый воздух из главного цилиндра и выходной, с помощью которого отработанный сжатый воздух стравливается в атмосферу.

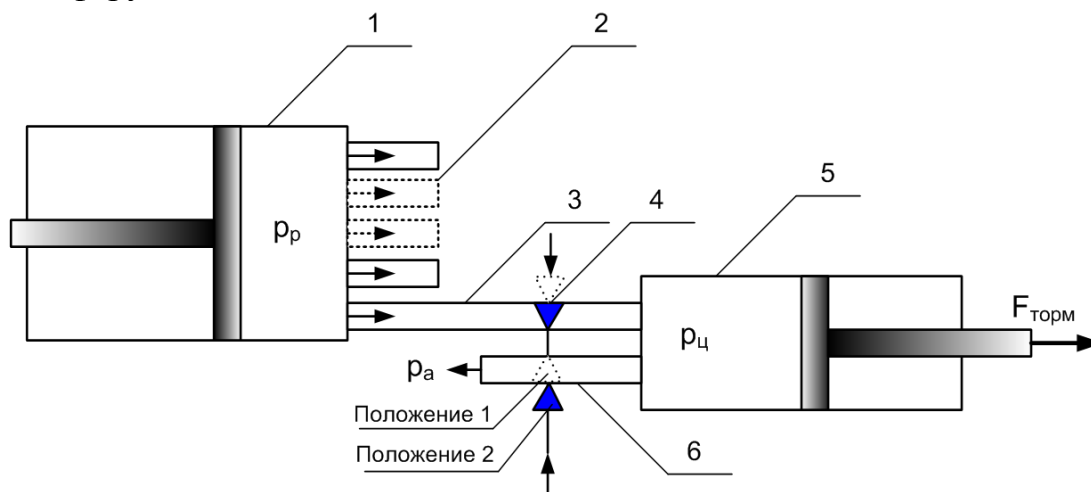


Рис. 1. Принципиальная схема устройства пневматической тормозной системы:
 1 – главный пневмоцилиндр (ресивер); 2 – линии подачи сжатого воздуха на рабочие цилиндры; 3 – линия подачи на рассматриваемый рабочий пневмоцилиндр; 4 – клапаны открытия/закрытия патрубков; 5 – рассматриваемый рабочий цилиндр; 6 – штуцер сброса отработанного сжатого воздуха.

Рассмотрим модель системы, в которой установлен сдвоенный клапан, который в противофазе открывает и закрывает попеременно входной и выходной патрубки. Пусть:

- положение 1 (фаза заполнения рабочего цилиндра) - когда трубопровод 3 открыт, а трубопровод 6 закрыт;
- положение 2 (фаза выпуска), когда 3 закрыт и 6 - открыт.

Давление в тормозном цилиндре изменяется от атмосферного до давления в ресивере (для автомобиля КАМАЗ $p_p \approx 700$ кПа).

Если на автомобиле установлена антиблокировочная система (АБС), то схема процесса торможения усложняется за счет дополнительного контроля состояния блокировки колес, а управление антиблокировкой носит итерационный характер [2] (см. рис. 2).

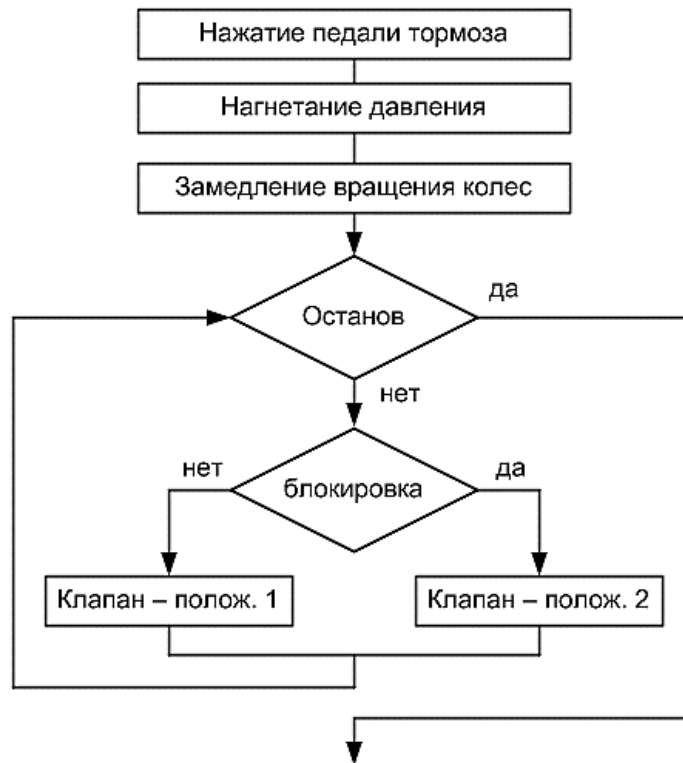


Рис. 2. Схема работы тормозной системы с АБС

Состояние блокировки можно определять по величине параметра проскальзывания s колеса в тормозном барабане (диапазон от 0 до 1). Критическое значение параметра проскальзывания $s^* = 0,2$. Работа антиблокировочной системы заключается в переключении спаренного клапана тормозной системы 4 (см. рис. 1) при превышении величины проскальзывания s критического значения s^* .

Компьютерное моделирование можно выполнить в среде Simulink [3] с некоторым набором параметров, значения которых соответствуют параметрам работы тормозной системы автомобиля КамАЗ (в скобках):

- коэффициент трения для пары колесо-дорога $\mu_{\max} = 0,8$ ($\mu_{\max}$);
- фактическая масса автомобиля $m = 8000$ кг;
- ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с² (g);
- количество колес автомобиля $N = 6$;
- атмосферное давление $p_{\text{атм}} = 98$ кПа ($p_{\text{атм}}$);
- давление в ресивере $p_p = 700$ кПа (p_{resiver});
- площадь поверхности тормозного поршня $A = 0,023$ м² (C);
- скорость изменения давления рабочей среды в тормозных цилиндрах $v = 1300$ кПа/с (v);
- скорость автомобиля перед торможением $V = 14$ м/с (V);
- радиус колеса $r_k = 0,5$ м (r);
- момент инерции колеса $J = 13,8$ кг·м² (J);

- приведенный коэффициент сопротивления воздуха $k_v = 0,6 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$ (k_v);
- коэффициент заполнения, рассчитанный по габаритам лобовой площади $k_a = 0,85$ (k_a);
- габаритная ширина автомобиля $B = 2,5 \text{ м}$ (B);
- габаритная высота автомобиля $H = 2,4 \text{ м}$ (H).

Для некоторого упрощения модели предположим:

- равенство опорных реакций и коэффициентов сцепления на колесах;
- одинаковые максимальные усилия, развиваемые тормозным механизмом на передних и задних осях;
- торможение происходит по прямой (отсутствие боковых уводов колес);
- известна текущая продольная скорость автомобиля.

Модель тормозной системы с АБС включает в себя 6 подсистем:

- расчета коэффициента тормозной силы;
- расчета фактической тормозной силы на колесе;
- расчета давления в тормозном цилиндре колеса;
- расчета тормозной силы, развиваемой тормозным механизмом на колесе;
- расчета угловой скорости колеса;
- управления АБС.

Объединив все шесть подсистем, построим модель тормозной системы с АБС (см. рис. 3). Ручной переключатель («Manual Switch») переключает систему с варианта торможения с АБС на вариант торможения без АБС.

Результаты моделирования приведены на рисунке 4 [4].

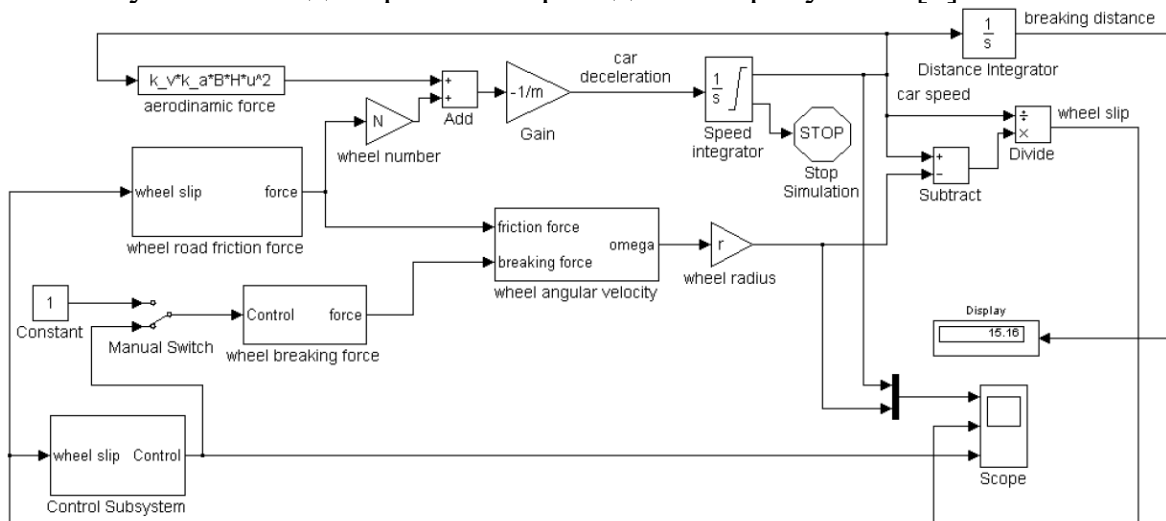


Рис. 3. Модель тормозной системы с АБС

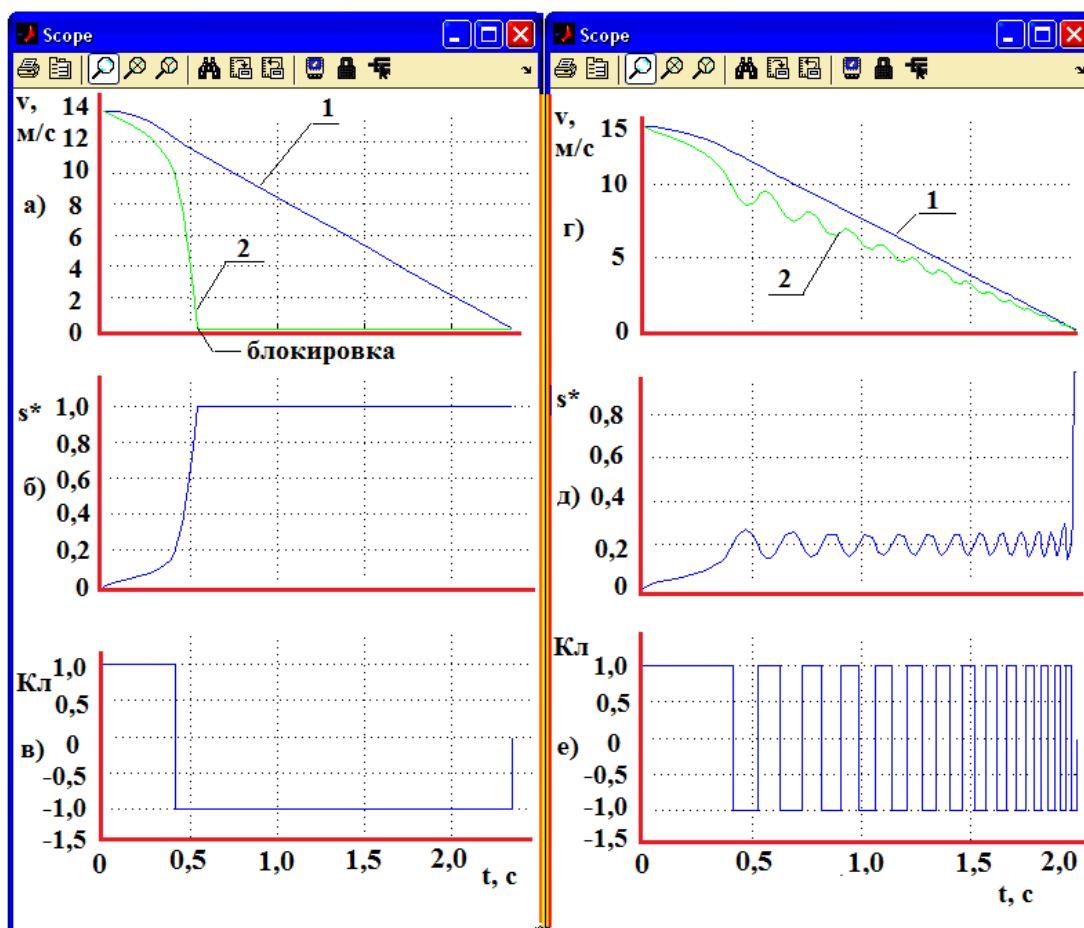


Рис. 4. Результаты моделирования в графической форме: а), б), в) – для системы без АБС, г), д), е) – для системы с АБС; 1 – скорость автомобиля, 2 – линейная скорость колеса.

Результаты моделирования в графической форме позволяют наглядно продемонстрировать работу АБС. На рисунке 4 а) и 4 г) показаны два графика: 1 - динамика снижения скорости автомобиля при торможении без АБС (см. рис. 4 а) и с АБС (см. рис. 4 г). Выигрыш по времени составляет 0,5 секунд. Это достигается за счет предотвращения блокировки колес – график снижения скорости колеса 2 (см. рис. 4 а) и (см. рис. 4 г). Моделирование показывает, что уже через полсекунды происходит блокировка колеса (см. рис. 4 а). Благодаря АБС тормозной путь снижается с 17,24 м до 15,16 м.

На рисунке 4 б) и 4 д) показаны графики изменения величины проскальзывания s^* . Видно, что АБС не допускает проскальзывания больше, чем значение $s^* = 0,2$.

На рисунке 4 в) и 4 е) показаны графики срабатывания регулировочных клапанов. Причем для случая системы без АБС, график, скорее всего, не имеет смысла [5].

В заключение можно отметить, что наша работа показала возможность использования системы моделирования Simulink для моделирования механических процессов и систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юнусов, А. Ф. Оценка тормозных свойств грузового автомобиля вагонной и капотной компоновки / А. Ф. Юнусов, К. С. Попов, В. Н. Никишин. — Текст : непосредственный // Актуальные вопросы технических наук : материалы III Междунар. науч. конф. (г. Пермь, апрель 2015 г.). — Пермь : Зебра, 2015. — С. 141-147. — URL: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/125/7860/>.
2. Малиновский, М.П. Экспериментальное исследование характеристик систем управления транспортных средств: учеб. пособие / М.П. Малиновский; МАДИ. — М., 2011. — 123 с.
3. Simulink // Softline – официальный дистрибьютор MathWorks на территории России и СНГ, 1993–2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://matlab.ru/products/simulink>.
4. Поварехо, А.С. САПР машин. Инженерный анализ в среде MATLAB-Simulink : пособие для обучающихся по специальностям 1-37 01 03 «Тракторостроение», 1-37 01 04 «Многоцелевые гусеничные и колесные машины (по направлениям)», 1-37 01 05 «Электрический и автономный транспорт» / А. С. Поварехо, В. Н. Плищ. – Минск : БНТУ, 2022. – 73 с.
5. Черных, И. В. Simulink. Среда создания инженерных приложений / И. В. Черных. – М.: Диалог-МИФИ, 2014. – 491 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ЗМЕЕВИКОВЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ ТИПА «ТРУБА В ТРУБЕ»

И.Ш. Ямалетдинов

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

yamaletdinovish@nknkh.sibur.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент А.Н. Даутова

Аннотация. Рассмотрены полезные модели современных змеевиковых теплообменников типа «труба в трубе», их конструктивные особенности с целью интенсификации теплообмена и определения их областей применения.

Ключевые слова: змеевиковый теплообменник, интенсификация теплообмена, теплопередача.

Змеевиковые теплообменные аппараты типа «труба в трубе» – это аппараты, содержащие внешнюю и внутреннюю трубы, расположенные с образованием между ними межтрубного пространства и выполненные в виде витой спирали. С целью снижения металлоемкости и интенсификации теплообмена рассмотрены следующие конструкции змеевиковых теплообменников типа «труба в трубе».

Известен змеевиковый теплообменник, содержащий внешний корпус, внутри которого смонтирован змеевик, витки которого ориентированы по винтовой линии, внешний корпус аппарата выполнен в виде змеевика, а внутренний змеевик выполнен в виде пружинно-витого канала [1]. Витки пружинно-витого канала выполнены из проволоки и жестко скреплены лазерной сваркой. Винтообразные впадины и выступы приводят к закрутке потока и как следствие к интенсификации процессов теплообмена. Кроме того, закрутка потока уменьшает солеотложения на внутренних поверхностях. В целях дальнейшего снижения металлоемкости аппарата и интенсификации теплообмена предложена конструкция теплообменного аппарата, изготовленного в виде винтовой спирали, проточная часть внутренней трубы и межтрубного пространства которого выполнены с сужающимися живыми сечениями. В процессе движения воды в проточной части трубы, ее скорость увеличивается. Это вызывает дополнительную турбулизацию потока и рост коэффициента теплоотдачи от внутренней стенки трубы. Стремление увеличить эффективность теплообменного оборудования привело к созданию змеевиковых теплообменников в виде усеченных конусов с цилиндрическими трубами и трубами на конус [2]. Предложен змеевиковый теплообменник, выполненный в виде сдвоенных усеченных конусов, обращенных друг к другу основаниями. Преимуществом предлагаемого змеевикового теплообменника является существенное снижение его металлоемкости и высокая эффективность теплообмена. Так, при нагревании воды с 20 до 60°C ее вязкость снижается в два раза, при этом критерий Рейнольдса возрастает в два раза, что вызывает рост коэффициента теплоотдачи от внутренней стенки к жидкости во внутренних змеевиках теплообменников. Это в свою очередь увеличивает коэффициент теплопередачи в змеевиковом теплообменнике, что позволяет снизить длину труб змеевика и соответственно диаметр змеевика [3].

Теплообменник, выполненный в виде змеевика, имеющий внешний контур в форме шара как фигуры, имеющей наименьшую площадь поверхности, т.е. наименьшие габариты. Предлагаемый змеевиковый теплообменник может найти применение для нагрева нефтепродуктов в зимних условиях, хранящихся в сферических емкостях, что позволит изменять их вязкость и обеспечить возможность их перекачки. Турбулентный режим течения в таком змеевике вызывает рост коэффициента теплоотдачи от внутренней стенки пружинно-витого канала к жидкости в его проточной части. Это в свою очередь увеличивает коэффициент теплопередачи в змеевиковом теплообменнике. Рост эффективности теплообмена позволит снизить длину и диаметр змеевика [4].

Известен змеевиковый теплообменник типа «труба в трубе», изготовленный по винтовой спирали, внешний контур которого выполнен по экспоненциальной кривой. Во внутренний змеевик подается вода, а в межтрубное пространство, в противоток – насыщенный пар. При таком конструктивном решении жидкость движется, во-первых, по сложной траектории в случае пружинно-витой трубы, по виткам проточной части внутреннего змеевика или элементам типа «конфузор-диффузор», где реализуется закрученное течение и, во-вторых, по винтовой линии, определяемой витками самого аппарата. Пар, подаваемый в межтрубное пространство, также совершает закрученное движение, что вызывает сброс конденсатной пленки с внешней поверхности внутреннего змеевика, тем самым увеличивая коэффициент теплоотдачи от пара к стенке. Змеевиковые теплообменники такой конструкции могут быть применены при больших разностях температур внутреннего и внешнего змеевиков, так как за счет своей формы обеспечивают компенсацию температурных деформаций между ними [5].

Предложена конструкция змеевикового теплообменника типа «труба в трубе», состоящая из двух усеченных конусов, установленных коаксиально один внутри другого, при этом меньшее и большее основания конусов обращены друг к другу. Аппарат имеет малые габаритные размеры, позволяет обеспечить высокую эффективность теплообмена, является конкурентоспособным современному теплообменному оборудованию [6].

Рассмотренные полезные модели змеевиковых теплообменников типа «труба в трубе» могут найти широкое применение в ЖКХ, энергетике и других отраслях промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Змеевиковый теплообменник: заявка на изобр. Рос. Федерация № 2010111728/06; заявл. 26.03.2010; опубл. 10.10.2011 Бюл. № 28.
2. Золотоносов Я. Д., Багоутдинова А. Г., Золотоносов А. Я. Трубчатые теплообменники. Моделирование, расчет: Монография.— СПб.: Издательство «Лань», 2022.— 272с.
3. Змеевиковый теплообменник: пол.модель 155 676 Рос. Федерация № 2015104828/06, заявл. 12.02.2015, опубл. 20.10.2015 Бюл. № 29.
4. Змеевиковый теплообменник: пол.модель 161 177 Рос. Федерация № 2015127573/06, заявл. 08.07.2015, опубл. 10.04.2016 Бюл. № 10.
5. Змеевиковый теплообменник для проведения процессов теплообмена: пол.модель 171 543 Рос. Федерация № 2016140436, заявл. 13.10.2016, опубл. 06.06.2017 Бюл. № 16.
6. Змеевиковый теплообменник типа "Труба в трубе": пол.модель 190 475 Рос. Федерация № 2019100202, заявл. 09.01.2019, опубл. 02.07.2019 Бюл. № 19.

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ БИНАРНОЙ СМЕСИ

Р.Г. Моисеев

ИХНМ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

moiseevrahim@gmail.com

Доктор технических наук, доцент Э.В. Осипов

***Аннотация.** В статье рассматривается лабораторная установка ректификационной колонны для разделения бинарной смеси. В статье описывается установка и принцип её работы. Данная установка позволит студентам исследователям наглядно изучить процесс ректификации, принцип массо- и теплообмена, а также влияние ключевых параметров на эффективность разделения, а также она сможет сформировать навыки работы с лабораторным оборудованием, проведением анализов и обработки экспериментальных данных.*

***Ключевые слова:** ректификация, бинарная смесь, дефлегматор, дистиллят.*

Введение

Ректификация известна с начала XIX века как один из важнейших технологических процессов главным образом спиртовой и нефтяной промышленности. В настоящее время ректификацию всё шире применяют в самых различных областях химической технологии, где выделение компонентов в чистом виде имеет весьма важное значение (в производствах органического синтеза, изотопов, полимеров, полупроводников и различных других веществ высокой чистоты). Таким образом, процесс ректификации позволяет решить одну из главных задач химической технологии - выделение целевых продуктов требуемой чистоты.

Ректификация - это процесс разделения жидких смесей, который сводится к одновременно протекающим и многократно повторяемым процессам частичного испарения и конденсации разделяемой смеси на поверхности контакта фаз.

Изучение процесса ректификации имеет ключевое значение для студентов и исследователей, занимающихся химической технологией и процессами разделения. Для полноценного понимания этого процесса необходимо проводить эксперименты и исследования на специализированном оборудовании.

Современные учебно-лабораторные установки предоставляют возможность студентам и исследователям получить практический опыт работы с процессом ректификации. Они оборудованы современными дистилляционными колоннами, аналитическими приборами и системами автоматизации, которые позволяют проводить различные эксперименты и анализировать полученные данные.

Изучение современных учебно-лабораторных установок по ректификации позволит студентам лучше понять принципы работы этого процесса, его применение в промышленности и основные факторы, влияющие на его эффективность.

Цель данной работы заключается в изучении современных учебно-лабораторных установок, применяемых для исследования процесса ректификации.

Цель данной статьи — в изучении современной учебно-лабораторной установки, применяемых для исследования процесса ректификации.

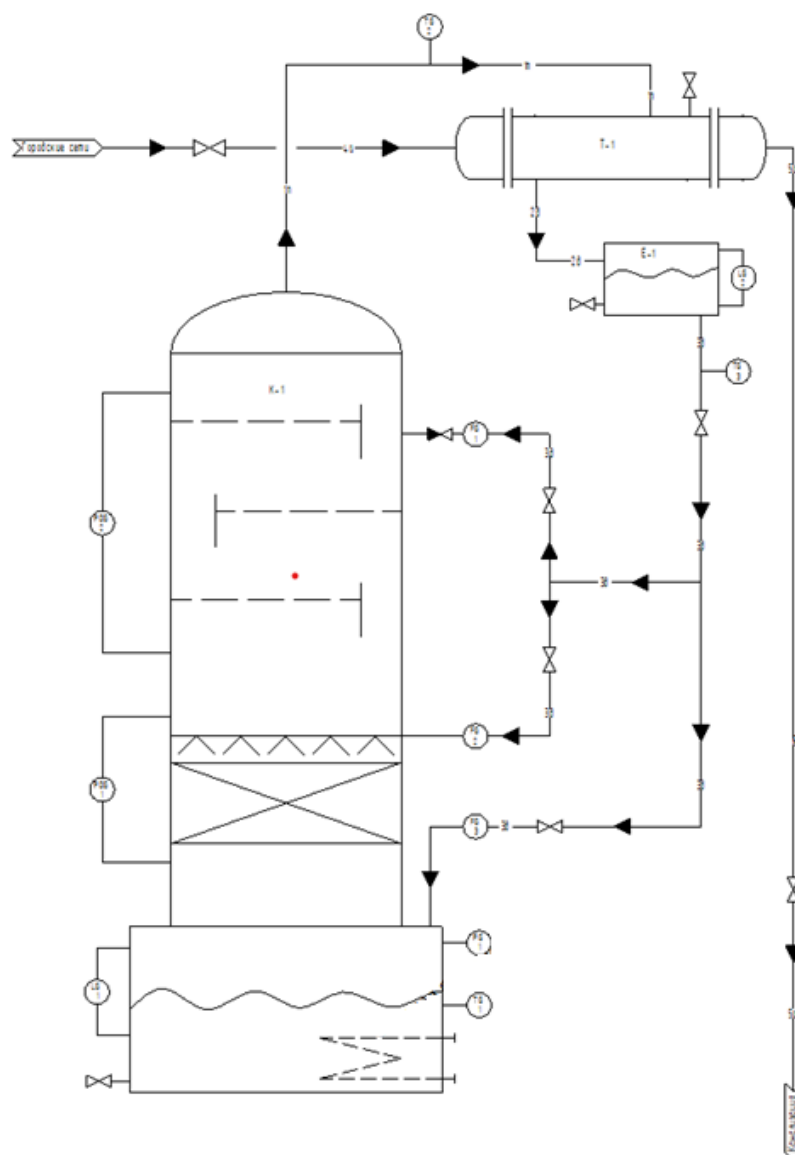


Рис. 1. Схема лабораторной ректификационной установки

Описание установки

Установка состоит из куба-испарителя, колонны диаметром, состоящей из клапанных и сетчатых тарелок, шлемовой трубы, дефлегматора, стабилизирующей емкости, делителя и вспомогательного оборудования.

Исходная смесь (этиловый спирт-вода) заливается в куб-испаритель. Для контроля уровня жидкости служит уровнемер. Обогревается куб встроенными трубчатыми электронагревателями. Ступенчатая регулировка обогрева осуществляется путём включения отдельных секций нагревателя, плавная - путем изменения напряжения, подаваемого на одну из секций поворотом ручки лабораторного автотрансформатора. Напряжение, подаваемое на эту секцию, контролируется вольтметром. Давление в кубе измеряется манометром, снабженным устройством для аварийного

отключения установки, если давление превышает допустимое. В процессе ректификации образующиеся в кубе пары поступают в колонну, на тарелках которой происходит разделение смеси при контакте стекающей с тарелок жидкости с поднимающимся на них паром. Обогащенный легколетучим компонентом пар, уходящий с верхней тарелки, поступает по шламовой трубе в дефлегматор, где конденсируется при охлаждении водой. Образовавшийся конденсат - спирт о определенной концентрации - поступает в делитель флегмы, где разделяется на два потока - флегму, идущую для вторичного орошения на верхнюю тарелку колонны и дистиллят - готовый продукт, сливаемый в куб колонны для поддержания установившегося режима работы. Расход флегмы и дистиллята задается вентилями расположенным на блоке делителя флегмы, и контролируется по показаниям ротаметров. Для замера поля концентраций потоков в колонне в соответствующих точках установлены пробоотборники по паровой и жидкой фазы. Осуществляется контрольный отбор жидкой фазы в кубе и на линии флегмы.

Температура в различных точках колонны измеряется с помощью термопар, установленных в кубе, на выходе из колонны, перед дефлегматором и на линии флегмы. Для измерения температуры в какой-либо точке колонны необходимо установить переключатель термопар в нужное положение. Показания термопар регистрируется на потенциометре. Во избежание конденсации паров, поднимающихся с верхней тарелки в дефлегматор на шламовой трубе, установлен подогреватель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ректификации бинарной смеси. Метод. указ. к лабораторной работе. / Самар. гос. тех. ун-т; Сост. В.В. Филиппов. Самара, 2019. 36с/
2. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. Изд. М.: Химия, 1973, 750 с..
3. Фролкова А.К., Бенюнес Х. Исследования ректификации бинарных смесей в сложных колоннах // Ученые записки МИТХТ. 2002. Вып. 5. С. 42–49.
4. Жаров В.Т., Серафимов Л.А. Физико-химические основы дистилляции и ректификации. – Л.: Химия, 1975. 240 с.
5. Серафимов Л.А., Фролкова А.В., Илларионов В.В. Классификация бинарных систем // Теор. основы хим. технологии. 2011. Т. 45. № 3. С. 354–358.
6. Коган В.Б. Азеотропная и экстрактивная ректификация. – Л.: Химия, 1971. 432 с.

МИНИ УСТАНОВКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОТРАБОТАННОГО МАСЛА.

Н.И.Ситдиков

КГАУ, г.Казань

nafis512.sitdikov@mail.ru

Науч. рук, доцент Р.В.Гатауллина

***Аннотация.** Обработка отработанного масла является важной задачей с точки зрения экологии и экономики. Отработанное масло может представлять собой серьезную угрозу для окружающей среды, если его не утилизировать должным образом. Мини установки для обработки отработанного масла позволяют эффективно перерабатывать масло, возвращая его в производственный цикл или подготавливая к безопасной утилизации. В данном обзоре рассмотрим основные компоненты, принципы работы и преимущества мини установок для обработки отработанного масла.*

***Ключевые слова:** обработка, утилизация, установка, компоненты, производственный цикл, принцип работы*

1. Принцип работы мини установки

Мини установки для обработки отработанного масла функционируют по нескольким основным этапам:

Сбор и предварительная очистка: На этом этапе отработанное масло собирается и проходит первоначальную фильтрацию для удаления крупных частиц, воды и других загрязняющих веществ.

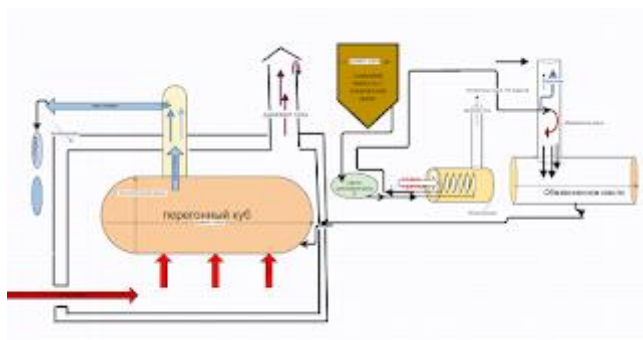
Процесс переработки:

Дегазация: Удаление газов и летучих веществ из масла. Это может быть достигнуто с помощью нагрева и вакуумирования.

Эмульсия и осветление: Удаление воды и эмульгированных веществ. Применяются специальные осадительные агенты и фильтры.

Регенерация: Это основной этап, на котором масло очищается от смол, кислот и других вредных компонентов. Используются различные методы, включая адсорбцию, дистилляцию или глубинную фильтрацию.

Финишная обработка: После очистки масло может проходить дополнительную фильтрацию для достижения необходимых стандартов качества.



Хранение и реализация: Очищенное масло хранится в специальных резервуарах и может быть использовано повторно или продано.

2. Компоновка мини установки

Мини установки обычно состоят из следующих компонентов:

Фильтры: Для предварительной очистки от механических примесей.

Вакумные насосы: Для дегазации и удаления летучих компонентов.

Обогреватели: Для повышения температуры масла в процессе переработки.

Реакционные емкости: Для обработки масла с использованием химических веществ.

Центрифуги: Для окончательной очистки и разделения компонентов.

3. Преимущества мини установок

Экологичность: Мини установки позволяют уменьшить количество отработанного масла, попадающего в окружающую среду, за счет его переработки.

Экономическая выгода: Переработанное масло может использоваться повторно, что снижает затраты на закупку нового сырья и уменьшает расходы на утилизацию.

Мобильность и компактность: Мини установки можно расположить вблизи источников отработанного масла, что снижает транспортные расходы и время обработки.

Гибкость: Такие установки могут быть адаптированы под различные типы масел и потребности пользователя.

4. Примеры использования

Мини установки для обработки отработанного масла могут быть применены в различных сферах, включая:

Автосервисы

Промышленные предприятия

Нефтеперерабатывающие заводы

Станции техобслуживания

Мини установки для обработки отработанного масла представляют собой эффективное решение для борьбы с экологической проблемой, связанной с утилизацией отработанных нефтепродуктов. Благодаря компактности, экономической выгоде и возможности адаптации под различные условия такие установки становятся все более популярными среди предприятий и сервисов, что способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду и рациональному использованию ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Писарева, С.И. Способ очистки использованных масел /Писарева С.И., Каменчук Я.А., Андреева Л.Н., Унгер Ф.Г.// Пат. № 2242504, приор. От 31.07.2003, опубли. БИ № 35,20.12.2004.
2. Каменчук, Я.А. Природа явлений старения и химических процессов очистки использованных нефтяных масел /Каменчук Я.А., Писарева С.И., Андреева Л.Н., Унгер Ф.Г.// Материалы V международной конференции “Химия нефти и газа”. Томск. 2003. –С.562-564
- 3.Поташников, Ю.М. Утилизация отходов производства и потребления Учебное пособие / Ю.М. Поташников. – Тверь.: Издательство ТГТУ, 2004. – 107 с.
- 4.Каменчук, Я.А. «Отработанные нефтяные масла и их регенерация» (на примере трансформаторных и промышленных масел) / Я.А. Каменчук // Экология и промышленность России. 2007г. – №7. – С. 3-7

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ПОСРЕДСТВОМ ТАБЛИЧНОГО ПРОЦЕССОРА

Ю.Н. Кирсанова

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

w444444444@rambler.ru

Науч. рук. И.А. Сабанаев

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

sabanaevia@nchti.ru

***Аннотация.** Рассмотрены возможности моделирование теплообменных процессов на основе решения уравнения теплопроводности численным методом с помощью инструментов табличного процессора; показано, что существует*

возможность решения краевой задачи теплообмена для плоской пластины методом разложения уравнения теплопроводности в тригонометрический ряд Фурье в среде табличного процессора, предложены инструменты для реализации итераций на основе применения стандартных функций табличного процессора.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, численные методы, уравнение теплопроводности, краевые условия.

Моделирование теплообменных процессов связано с решением дифференциального уравнения теплопроводности второго порядка с краевыми условиями. Для плоского тела данная краевая задача записывается в форме четырех выражений, первое из которых является самим уравнением [1]:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (1)$$

$$T|_{\tau=0} = T_0 \quad (2)$$

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=\pm R} = \alpha \cdot (T|_{x=\pm R} - T_f) \quad (3)$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0 \quad (4)$$

где a - м²/с - коэффициент температуропроводности материала стенки, характеризующий материал с точки зрения скорости изменения в нем нестационарного температурного поля.

$$a = \frac{\lambda}{c\rho},$$

c – теплоемкость материала; ρ - плотность материала; λ - коэффициент теплопроводности материала; T_0 – начальная температура; T_f – температура среды; x – координата; τ - время.

Начальным условием (2) здесь служит известное (в данном случае - постоянное) распределение температуры в стенке в начальный момент времени ее охлаждения.

Граничные условия на наружных поверхностях (3) симметричны и потому, по существу, являются одним условием, которое состоит в равенстве количеств подводимой теплоты изнутри материала к его наружной поверхности и отводимой в среду от этой поверхности теплоты за счет конвективной теплоотдачи. Второе граничное условие (4) - это симметричность искомого температурного профиля. Выражения (1) – (4) для решения удобнее представить в безразмерном виде [2]:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} \quad (5)$$

$$\theta|_{x=0} = 1; \quad -\lambda \frac{\partial \theta}{\partial x}|_{x=R} = \alpha \theta|_{x=R}; \quad \frac{\partial \theta}{\partial x}|_{x=0} = 0 \quad (6)$$

где безразмерная температура рассчитывается по формуле:

$$\theta(\tau, x) = \frac{T(\tau, x) - T_f}{T_0 - T_f}.$$

В качестве примера рассматривается решение задачи охлаждения тела плоской формы способом разложения в тригонометрический ряд (метод Фурье). За характерную температуру принимаем начальную температуру T_0 . Уравнение теплопроводности при разложении в тригонометрический ряд Фурье запишется как сумма членов [3]:

$$\theta(\tau, x) = 2 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin \mu_k}{\mu_k + \sin \mu_k \cos \mu_k} \cos\left(\mu_k \frac{x}{R}\right) \exp\left(-\mu_k^2 \frac{a\tau}{R^2}\right) \quad (7)$$

где μ_k – константы интегрирования.

Поскольку ряд (7) содержит бесконечное число членов, то число констант тоже бесконечно. В практических решениях число членов ряда ограничивается определенным количеством, исходя из требуемой точности решения. Процесс нахождения констант интегрирования можно изобразить графически (см. рис. 1).

Точка пересечения графика функции $\text{ctg}(\mu)$ и прямой μ/Bi дает константу интегрирования для текущего члена ряда с номером k .

Ряд (7) хорошо сходится, поэтому ограничимся суммой десяти членов. Чтобы смоделировать нестационарные поля температуры внутри пластины в различные моменты времени после начала процесса охлаждения выполним расчеты в моменты времени 0, 100, 200, 300, 400, 500 и 600 секунд для точек с координатами 0, 5, 10, 15, 20 и 25 мм.

Решение задачи в табличном процессоре

Принято считать, что с помощью табличного процессора нельзя реализовать циклические алгоритмы, а значит решение системы уравнений (5) – (6) требует программирования [4]. В статье предлагается способ, позволяющий построить компьютерную модель, реализованную с помощью инструментов табличного процессора.

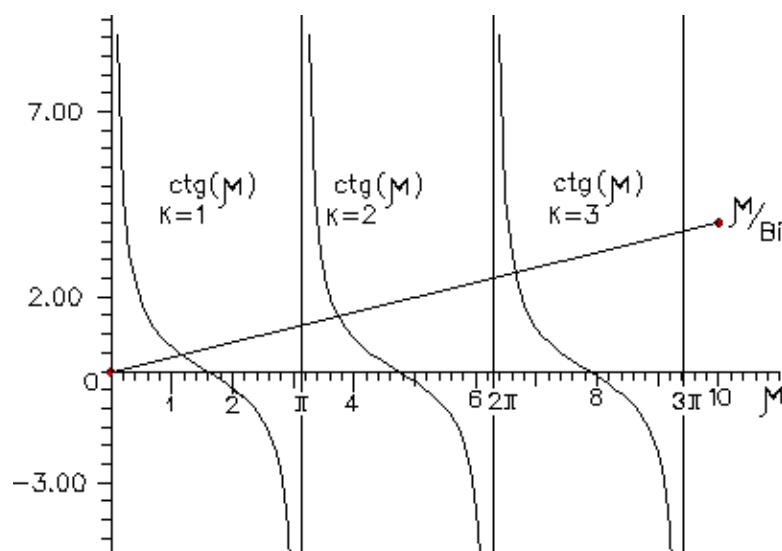


Рис. 1. Графическая интерпретация процесса нахождения констант интегрирования

На листе табличного процессора размещаются исходные данные. В качестве пробных значений возьмем данные по низкоуглеродистой стали.

Решать будем, выбрав первые 10 членов ряда ($k = 1..10$).

Основу решения составляют два процесса:

- определение констант интегрирования по точке пересечения функций $\text{ctg}(\mu)$ μ/Bi , где Bi – критерий Био (см. рис. 2);
- расчет отдельных членов ряда и их суммирование.

В первом столбце размещаем значения, образующие ось μ – непрерывное множество значений, заданных с шагом, кратным числу π , например как $1/2400$ его долю.

В остальных 10 столбцах находим 10 точек пересечения функций, определяющих значения 10 констант интегрирования. Точку пересечения графиков функций находим как наибольшее значение координаты μ на данном интервале, когда функция $\text{ctg}(\mu)$ пока еще больше функции μ/Bi . Сравнение выполняем с помощью функции *Если* табличного процессора [5]. Как только сравнение даст отрицательный результат, вывод значений прекращается – в ячейках остаются нули (см. рис. 2). Наибольшую величину фиксируем с помощью функции МАКС.

Для расчета и суммирования отдельных членов ряда, рассчитанных по формуле (7), организуем отдельный блок ячеек. После суммирования проводится обратный перевод значений из безразмерной формы в размерную. Результаты моделирования собираются в отдельном блоке ячеек, на основе которых строятся эпюры распределения температур по полутолщине пластины (см. рис. 3) и динамика снижения температуры в двух точках: центре пластины и на ее поверхности (см. рис. 4).

Секция 4

C19

Рис. 2. Расчет констант интегрирования для 10 членов ряда

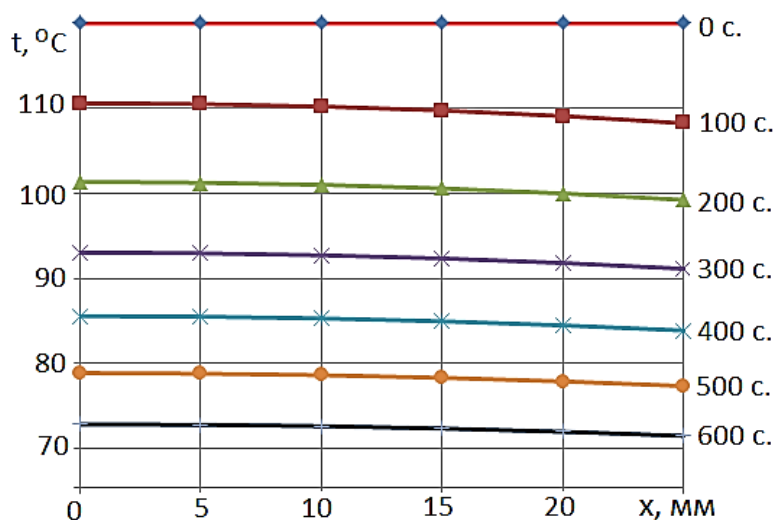


Рис. 3. Эпюра температур по толщине пластины для разных значений времени

Компьютерное моделирование позволяет изучить процесс без физического эксперимента. Например, эпюры на рисунке 3 моделируют материал с высокой теплопроводностью - слабый перепад температур по толщине пластины. Если в качестве исходных данных выбрать значения для теплоизоляционного материала, то эпюры принимают вид кривых с резким перепадом температуры по координате.

А вот по результатам, представленным на рисунке 4, видно, что процесс охлаждения происходит в условиях высокой интенсивности теплообмена на поверхности – быстрое снижение температуры во времени.

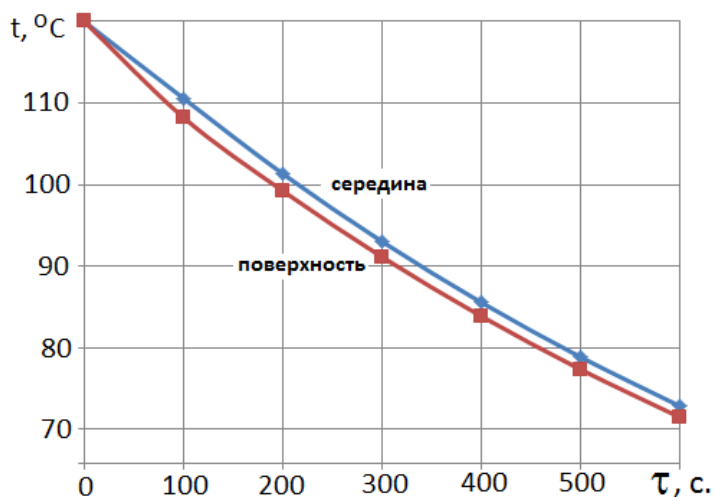


Рис. 4. Динамика изменения температуры на поверхности и в центре пластины

Таким образом, можно заключить, что моделирование многих процессов в химической технологии вполне может быть реализовано с помощью инструментов табличного процессора, что является важным моментом в учебной практике студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров В.И. Точные методы решения задач теплопроводности. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 60 с.
2. Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности / Б.А. Вороненко, А.Г. Крысин, В.В. Пеленко, О.А. Цуранов: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 48 с.
3. Иванова С.В. Методы математической физики. Учеб. пособие. – Ангарск, АГТА, 2014. - 65 с.
4. Пикулик, О.В. Использование табличного процессора в профессиональной деятельности : учебно-методическое пособие / О.В. Пикулик, С.В. Синаторов. – Саратов : ГАУ ДПО «СОИРО», 2022. – 68 с.
5. Вычислительная математика в среде Excel: Методические указания. Часть 2. / Л.Ю. Кошкина, С.А. Понкратова, Н.Н. Рено, Е.Н. Нуруллина. – Казань. Казан. гос. технол. ун-т. 2003. - 72 с.

ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В ГИБРИДНОЙ ГРАДИРНЕ ПРИ ОРОШЕНИИ ТЕПЛООБМЕННЫХ ТРУБ

А.Р. Гиниятуллин

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

***Аннотация.** Градирни представляют собой неотъемлемый элемент систем оборотного водоснабжения промышленных предприятий. Среди различных типов охлаждения испарительное является наиболее эффективным, однако из-за определённых недостатков были проведены исследования по их оптимизации.*

Гибридные системы охлаждения представляют собой наиболее практичные и эффективные способы предотвращения образования большого парового факела и избыточного количества подпиточной воды.

***Ключевые слова:** гибридная градирня, радиатор, охлаждение, оборотная вода, испарение, тепловой КПД.*

В развитие теории и практики градирен значительный вклад внесли отечественные учёные и проектировщики, такие как В. Е. Андрианов, А. Г. Аверкиев, Л. Д. Берман, А. Ф. Володин, В. А. Гладков, А. А. Гоголин, Б. В. Проскуряков, Б. С. Фарфоровский, Т. С. Ямпольский и другие. История градирен берет свое начало в 1918 году — тогда профессор машиностроения Фредерик ван Итерсон построил первую в мире гиперболоидную башню. Она находилась в городе Херлен на юге Голландии. В том же году Итерсон запатентовал изобретение. И вот уже более 100 лет градирни используются на крупных предприятиях, ТЭС или АЭС, для охлаждения горячей воды [1]. Современные градирни появились в начале 20 века и были связаны с развитием электростанций и других промышленных объектов, которым требовалось охлаждение теплоносителей. В СССР первые градирни были построены в 1920-1930-х годах на нескольких электростанциях и заводах. Они имели разную форму и конструкцию: цилиндрическую, пирамидальную, коническую, параллелепипедную и т.д. Одним из известных примеров являются гиперболоидные градирни ТЭЦ-21 в Москве, спроектированные инженером Владимиром Шуховым. Градирня - это сооружение (аппарат) для охлаждения воды атмосферным воздухом. В промышленности и энергетике с помощью охлаждённой на градирнях оборотной воды осуществляется процесс конденсации отработавшего пара и газообразных продуктов, а также охлаждение жидких продуктов и оборудования с целью предотвращения их быстрого разрушения под воздействием высоких температур [2]. Недостатком данной системы является снижение эффективности охлаждения при повышении температуры окружающей среды, особенно в случае, когда ветер дует непосредственно со стороны основных объектов ТЭЦ. Термодинамические

характеристики при этом нестабильны, удельная теплоемкость воздуха намного меньше, чем удельная теплота воды, не говоря уже о скрытой теплоте испарения воды [3]. В условиях неуклонного роста спроса на воду в последние десятилетия, одной из приоритетных задач становится поиск инновационных технологий, способных оптимизировать потребление водных ресурсов и повысить энергоэффективность.

Гибридное охлаждение является многообещающим решением для повышения эффективности работы при меньшем потреблении воды, для этого был рекомендован подход в комбинации сухого и влажного охлаждения для снижения потребления воды, т. е. используется как воздушный охладитель, так и небольшая мокрая градирня, работающие одновременно в течение лета. Так, авторы обнаружили, что после такой модернизации потребляется в среднем на 9,4 % меньше воды. Что касается энергоэффективности, изменение термодинамических параметров и принцип распределения охлаждающей нагрузки в сухих и влажных секциях в рабочем режиме при различных метеопараметрах являются фундаментальными научными вопросами, к сожалению, не полностью исследованными.

В таких системах чередуются режимы влажного и сухого охлаждения, что приводит к возникновению новых химических и физических механизмов осаждения. При переключении между этими режимами в гибридной градирне пучки труб, подверженные воздействию атмосферы, со временем сильно засоряются. Образование нежелательных отложений на нагретых поверхностях увеличивает сопротивление потоку жидкости, что, в свою очередь, влияет на энергопотребление и приводит к частым остановкам системы и необходимости проведения чисток. [4]. Для предотвращения образования биологических обрастаний на технологических трубопроводах и в резервуарах широко применяется метод обеззараживания с использованием химических окислителей, преимущественно хлора и его производных [5-6]. Проведенные исследования показали, что такой блок оросителя обеспечивает более полное соприкосновение газожидкостных потоков с минимальным количеством мертвых зон при небольших расходах жидкости.

Таблица 1

Патентный поиск.

№ патента	Автор	Краткое содержание
№ 2488058 комбинированная градирня Опубликован: 20.07.2013	Кочетов Олег Савельевич,	Изобретение относится к теплоэнергетике, в частности к теплообменным аппаратам, и

Секция 4

	Стареева Мария Олеговна	может быть использовано в системах оборотного водоснабжения тепловых электростанций и промышленных предприятий, где применяются башенные и/или вентиляторные градирни.
№2528223 комбинированная градирня с рациональной системой оборотного водоснабжения Опубликован: 10.09.2014	Кочетов Олег Савельевич, Стареева Мария Олеговна, Стареева Мария Михайловна	Изобретение относится к теплоэнергетике, в частности к теплообменным аппаратам, и может быть использовано в системах оборотного водоснабжения тепловых электростанций и промышленных предприятий, где применяются башенные и/или вентиляторные градирни.
№2306513 комбинированная градирня Опубликован: 20.09.2007	Гончаров Алексей Владимирович, Гончаров Владимир Витальевич	Изобретение относится к теплоэнергетике, в частности к теплообменным аппаратам, и может быть использовано в системах оборотного водоснабжения тепловых электростанций и промышленных предприятий, где применяются башенные и/или вентиляторные градирни.
№2006776 вентиляторная градирня Опубликован: 30.01.1994	Завелев Е.Д., Мейтин И.В., Завелев И.Г., Шамшин С.А., Бухарова Н.А., Вьюгина Т.П., Дымов В.Е.	Использование: теплоэнергетика, оборотные системы водоснабжения промышленных предприятий. Сущность изобретения: вентиляторная градирня содержит корпус с центральной решеткой из расположенных ярусами водораспределительных труб и периферийной решеткой водораспределительных труб с разбрызгивающими соплами.
№ 2445563 комбинированная градирня с рациональной системой оборотного водоснабжения Опубликован: 20.03.2012	Кочетов Олег Савельевич, Стареева Мария Олеговна	Изобретение относится к теплоэнергетике, в частности к теплообменным аппаратам, и может быть использовано в системах оборотного водоснабжения тепловых электростанций и промышленных предприятий, где применяются башенные и/или вентиляторные градирни.

№ 2248510 гради́рняОпубликован: 20.03.2005	Недвиг Ю.С., Родионов А.М.	Изобретение относится к теплообменным аппаратам для охлаждения оборотной воды в башенных и вентиляторных гради́рнях.

В результате исследования представлены в графике патентной активности:

Таблица 2



Автором статьи было установлено, что гради́рни играют важную роль в экологической сфере и охране окружающей среды. Они способствуют сокращению потребления пресной воды и предотвращают загрязнение водоёмов, которые могли бы быть использованы для охлаждения. Кроме того, гради́рни не используют хладагенты, которые могут нанести вред озоновому слою или вызвать парниковый эффект. Они также уменьшают выбросы тепла в атмосферу, что может повлиять на микроклимат и биоразнообразие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Усмонов Н.О., Исаходжаев Х.С. Повышение эффективности охлаждения оборотной воды в испарительных охладителях с псевдооживленным слоем // Вестник Московского энергетического института (Вестник МЭИ). 2019. № 2. С. 37–42. DOI: 10.24160/1993-6982-2019-2-37-42
2. Экспериментальные исследования распределения потоков воздуха в воздушных конденсаторах пара /О.О. Мильман, А.В. Кондратьев, А.В. Птахин, М.О. Корлякова // Теплоэнергетика. 2019. № 12. С. 77–85. DOI: 10.1134/S0040363619120051
3. Разработка методов интенсификации теплообмена в микроканальных теплообменниках гибридных систем термостабилизации /

Д.А. Коновалов, И.Н. Лазаренко, Н.Н. Кожухов, И.Г. Дроздов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2016. Т. 12. № 3. С. 21–30.

4. Исследование структуры отложений в системах оборотного охлаждения паровых турбин ТЭС /Н.Д. Чичирова, С.М. Власов, А.А. Чичиров и др. // Теплоэнергетика. 2018. № 9. С. 94–102. DOI:10.1134/S0040363618090023

5. Проблемные вопросы биологического обрастания и коррозии систем заборной воды и пути их решения / М.А. Панов, М.С. Позднеев, А.В. Ивановская, Т.И. Гумена // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2022. № 3. С. 90–101.

6. Патент на полезную модель № 201598 МПК F28C 1/00 (2006.01) Безреагентная испарительная градирня: № 2020117359: опубл. 22.12.2020 бюлл. № 36/ Дмитриев А.В., Дмитриева О.С., Мадышев И.Н., Хафизова А.И., Сагдеев А.А., Сагдеева Г.С., Николаев А.Н.

КОНСТРУКЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРЫ И ИХ КОМПОЗИТЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Е.А. Лотфуллин

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

lot.evgeniy@gmail.com

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент А.Н. Даутова

***Аннотация.** Рассмотрены современные высокопрочные полимерные и композиционные материалы на их основе с целью замены металлических материалов в машиностроении. Приведены их достоинства и недостатки, а также особенности технологии изготовления.*

***Ключевые слова:** композиты, композиционные материалы, полимеры, технология, изготовление, машиностроение.*

Полимерные материалы и композиты на их основе широко используются в машиностроении, зона их внедрения постоянно расширяется. Создаются новые композиционные материалы с расширенными свойствами, повышенной стойкости к химическим реагентам, диапазону температур.

Как пример успешности в разработке новых синтетических композитов можно взять углепластики – материалы, где угольное волокно в виде нитей, лент равномерно распределяются в различных типах

термопластов и реактивных смол. Легкие углепластики заменили листовую сталь, значительно уменьшив вес конструкции. Изготовление корпусов из углепластиков нашло применение в производстве корпусных деталей машин, самолетов. Различные термопластичные матрицы углепластиков: полиамидная, полиэфирэфиркетонная, полисульфонная, полифениленсульфидная характеризуются высоким уровнем сохранения свойств и высокой стойкостью к воздействию повышенных температур и различных сред [1].

Политетрафторэтилен – полимер, востребованный в промышленности. Изделия из материалов на основе политетрафторэтилена получают по двум основным технологиям – экструзией через обогреваемую формующую головку и прессованием с последующим спеканием, так как полимер имеет температуру плавления, близкую к температуре термодеструкции, и высокую вязкость расплава. Первая технология позволяет получать длинномерные изделия сравнительно простого сечения – цилиндрические стержни, трубы, специальные профили, ленты, пластины и т.п. По второй технологии изделия изготавливают путем смешивания компонентов, холодном прессовании заготовок с последующим их спеканием при 280-350°C в закрытой форме, обеспечивающей натяг в результате теплового расширения заготовки, с последующим охлаждением в форме [2].

Разработан износоустойчивый материал, полученный из модифицированной политетрафторэтиленовой смолы, обладающий очень низким средним коэффициентом износа, путем смешивания с модификатором поли(фенил-п-гидроксибензоата), с последующим холодным прессованием и спеканием или горячим прессованием и спеканием [3].

Покрытие основного слоя конструкции из стали защитным полимерным слоем позволяет применять углеродистую сталь, вместо дорогой, высоколегированной. В качестве полимерного покрытия предложена композиция из полиамидов или их смесей и полиарилэфиркетонов и кремнийсодержащих добавок, усиливающих адгезию. Недостаточная адгезия связана, с несовместимостью между многими пластмассами и различными металлами или изменяющейся химической и физической природой поверхностей вследствие процессов окисления и коррозии из-за природных или иных воздействий окружающей среды. Покрытие наносят способом литья под давлением, при котором, металлическую часть вставляют в форму, а пластмассовый

компонент отливают. Применяемые в автомобилестроении и в самолетостроении, в качестве несущих деталей и деталей, поглощающих усилия, или в качестве части корпуса. Особенностью, является увеличенная жесткость компонента с дополнительным снижением веса по сравнению с компонентами, применяемыми до этого в традиционном режиме сборки [4].

Преимуществом полимерных корпусов является их стойкость к коррозии и меньший вес в сравнении с аналогичными корпусами, изготовленными из металла. Полимерные корпуса подшипников находят применение в тех случаях, когда подшипник не подвергается повышенным нагрузкам. Подшипники, запрессованные в металлические корпуса, подвергаются значительным вибрационным нагрузкам, что приводит к более быстрому износу подшипника. При этом применение металлических корпусов также приводит и к более быстрому износу металлических валов вследствие трения. Полимерный корпус подшипникового узла для конвейерной ленты выполняют в виде опоры с внутренним посадочным местом под подшипник, опора изготовлена из композиционного материала, содержащего полимерное связующее – полиэтилен низкой или высокой плотности и минеральный наполнитель в качестве которого используют песок любого качества в количестве 60-67% [5].

Литьевые полиамиды в качестве термопластичных синтетических материалов подходят для изготовления сложных конструктивных элементов. Литьевой полиамид применяют для изготовления роликов, предпочтительно для пассажирских лифтов, и заготовок, предпочтительно емкостей, зубчатых колес, трубок, стержней и пластин для машиностроения и автомобильной промышленности. Полиамиды с коротким временем выдержки, получают при низких температурах, что позволяет получить литые детали с улучшенными характеристиками. Литьевые полиамиды превосходят экструдированные полиамиды в отношении кристалличности [6].

Предложена полезная модель, в которой ведомое зубчатое колесо предпочтительно выполнить из полимерного материала. Полимерным материалом может быть полиамид, капролон, фторопласт или полиэтилентерефталат. Полимерный материал может содержать наполнитель в виде стекловолокна или графита, который выбирается исходя из конкретных условий эксплуатации. Например, для повышения морозостойкости в качестве наполнителя используется стекловолокно, а для увеличения ресурса желательно использовать графит [7].

В полезной модели на шестеренный насос, предназначенный для нагнетания рабочей жидкости под высоким давлением в гидравлические системы, предложено его выполнить из полиэфирэфиркетона. Этот полимер обеспечивает шестеренному насосу более длительный срок службы до списания. Это достигается тем, что корпус, крышка и обе шестерни насоса изготавливаются из одного полимера, чем достигается небольшой коэффициент трения скольжения, не требуется постоянная смазка мест контактов, что практически исключает их износ в течение всего срока службы насоса до утилизации [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Сорокин А.Е., Бейдер Э.Я., Перфилова Д.Н. Влияние климатических факторов на свойства углепластика на полифениленсульфидном связующем // Труды ВИАМ.2015. №1. С.53-59.
2. Способ изготовления изделий из композиционных материалов на основе полимеров: пат. 2 266 925 Рос. Федерация № 2004104431/04; заявл. 17.02.2004, опубл. 27.07.2005 Бюл. № 21.
3. Износоустойчивый материал из модифицированного политетрафторэтилена: пат. 2 550 386 Рос. Федерация № 2013116636/05; заявл. 30.12.2010, опубл. 10.05.2015 Бюл. № 13.
4. Гибридный компонент на основе металла и пластмассы: пат.2 636 720 Рос. Федерация № 2016142169; заявл. 31.03.2015, опубл. 27.11.2017, Бюл. №13.
5. Корпус подшипникового узла: пол.модель 188 516 Рос. Федерация № 2019104360, заявл. 15.02.2019, опубл. 16.04.2019 Бюл. № 11.
6. Литые полиамиды, способ их получения и их применение: пат. 2 631 324 Рос. Федерация № 2014151606; заявл. 22.03.2013, опубл. 10.07.2016 Бюл. № 19.
7. Бортовой редуктор транспортного средства: пол. модель 179 573 Рос. Федерация № 2018102741, заявл. 24.01.2018, опубл. 17.05.2018 Бюл. № 14.
8. Шестеренный насос: пол. модель 205 690 Рос. Федерация № 2021106057, заявл. 09.03.2021, опубл. 28.07.2021 Бюл. № 22.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕАКТОРА КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗМОЖНОСТЕЙ "КОМПАС-МАКРО".

Р.Р. Хабибуллин.

ФГБОУ ВО «КНИТУ-КХТИ», г. Казань

ООО «ИНФОМАТ», Республика Татарстан, г. Казань, Россия

ravil_khabibullin_2001@mail.ru

Научный рук. доктор технических наук, доцент Э.В. Осипов

Аннотация. В данной статье рассматривается параметрическое моделирование реактора каталитического риформинга с использованием программного обеспечения «КОМПАС-Макро». Параметрическое моделирование позволяет оценить влияние конструктивных особенностей реактора на выход целевых продуктов, что критически важно для оптимизации производственных процессов в нефтехимической промышленности. Статья подчеркивает важность интеграции современных технологий моделирования с реальными процессами переработки углеводородов для достижения высоких показателей эффективности.

Ключевые слова: каталитический риформинг, моделирование, КОМПАС-Макро, нефтехимическая промышленность, реактор, python.

При проектировании реактора каталитического риформинга одним из ключевых этапов является расчет его габаритных размеров. Правильная геометрия реактора может значительно повлиять на эффективность каталитического процесса. Использование языка программирования Python позволяет гибко настраивать вычисления, интегрировать различные библиотеки и обеспечивать высокую точность результатов, а также дает возможность интегрировать этот код в макрос в Компасе 3D для автоматизации проектирования. Компас-Макро — это система автоматизированного проектирования, которая позволяет создавать детализированные трехмерные модели и проводить соответствующие расчеты. [1]

Параметрическое моделирование в Компас-Макро дает возможность:

- Легко изменять размерные характеристики конструкции
- Автоматизировать расчеты
- Снижать риск ошибок в проектировании

Пример расчета габаритных размеров реактора с помощью языка программирования Python.

```
import math
# Константы и входные данные
D_p1 = 2.4 # Диаметр реактора, м
D_c = 0.5 # Диаметр сетки, м
delta = 0.04 # Толщина стенки реактора, м
H_c = 3.39 # Высота слоя катализатора, м
```

Секция 4

```
G = 14.6 # Количество газовой смеси, кг/ч
T_sr1 = (815 + 724) / 2 # Средняя температура в реакторе, К
pi_sr1 = (3.45e6 + 3.45e6 - 0.0725e6) / 2 # Среднее давление, Па
mu_273 = 0.99 # Динамическая вязкость при 273 К, Па*с (примерное
значение)
C = 120 # Константа Сатерленда (примерное значение)
# Расчёт площади кольцевого сечения между стаканами, м^2
F = (math.pi * ((D_p1 - 2 * delta) ** 2 - D_c ** 2)) / 4
print(f"Площадь кольцевого сечения между стаканами: {F:.2f} м^2")
# Высота слоя катализатора
H_sl1 = 14.66 / F
H_s = H_sl1 - 0.4
print(f"Высота слоя катализатора (H_s): {H_s:.2f} м")
# Площадь сетки у трубы
F_c = math.pi * D_c * H_s
print(f"Площадь сетки у трубы: {F_c:.2f} м^2")
# Угол фильтрации
omega = 8.45 / F_c
print(f"Скорость фильтрации: {omega:.2f} м/с")
# Потери напора
delta_pi_sl1 = (255 * (1 - 0.524) ** 1.35) / (0.524 ** 0.29) * (1.02 ** 2 *
8.181) / (4.06e-3) - \
((3.367e-6) / (4.06e-3 * 1.13)) ** 0.35
print(f"Потеря напора в слое катализатора: {delta_pi_sl1:.2f} Па/м")
# Толщина слоя катализатора в стакане
H_1 = (D_p1 - 2 * delta - 2 * 0.02 - D_c) / 2
print(f"Толщина слоя катализатора в стакане: {H_1:.2f} м")
# Потеря напора в слое катализатора
delta_pi = delta_pi_sl1 * 1.38
print(f"Потеря напора в слое катализатора: {delta_pi:.2f} Па")
# Полная высота реактора
H_np1 = H_sl1 + 0.2 + D_p1 + 0.225 + D_p1 + 0.425
print(f"Полная высота реактора: {H_np1:.2f} м")
```

Сущность каталитического риформинга заключается в ароматизации бензиновых фракций, протекающей в результате каталитического преобразования нафтенных и парафиновых углеводородов.

Поскольку процесс сильно эндотермичен, его осуществляют в каскаде из трёх-четырёх реакторов с промежуточным подогревом сырья. В первом по ходу сырья реакторе в основном протекает сильно эндотермическая

реакция дегидрирования нафтенов. В последнем реакторе - преимущественно эндотермические реакции дегидроциклизации и достаточно интенсивно экзотермические реакции гидрокрекинга парафинов. [2]

Реакторы каталитического риформинга играют ключевую роль в повышении качества топлива и получении ценных химических веществ. Параметрическое моделирование реактора каталитического риформинга с использованием Компас-Макро и Python позволяет значительно упростить процесс проектирования и повысить его эффективность. Совместное использование этих инструментов открывает новые горизонты для оптимизации промышленных процессов в нефтехимии. (см. рисунок) [3]



Параметрическая моделирование реактора каталитического риформинга в
«Компас-МАКРО»

Проектирование реактора каталитического риформинга – это сложная задача, требующая внимательного подхода к множеству факторов. Применение "Компас-Макро" в этом процессе демонстрирует значительные преимущества в точности расчетов и возможности оптимизации всех этапов проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов А.А. Кагерманов С.М. Судаков Е.Н. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. Л.: Химия, 1974. — 344 с.
2. Лапина, А. И., Вашкевич, А. И. & Ромашов, Е. А. (2020). "Современные методы моделирования процессов каталитического риформинга." Журнал нефтехимии, 12(2), 57-64.
3. K. N. Hakeem et al., "Utilizing Python Script in Industrial Applications Using COMPAS," Journal of Engineering and Technology, 2021

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОМАССООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ CAE-ПРОГРАММНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

О.В. Гриценко

НХТИ ФГБОУ «КНИТУ», г. Нижнекамск

w444444444@rambler.ru

Науч. рук.: И.А. Сабанаев

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ» г. Нижнекамск

sabanaevia@nchti.ru

***Аннотация.** Рассмотрены возможности проектирования элементов технологического оборудования в форме осесимметричных оболочек вращения с использованием системы моделирования ПАССАТ; показано, что CAE-система ПАССАТ позволяет выполнить весь комплекс механических расчетов таких элементов, как цилиндрические обечайки корпусов реакторов, вертикальных колонных аппаратов, горизонтальных и вертикальных теплообменников, крышек и днищ аппаратов различной конструкции, включая конструкции конической, полусферической, эллиптической форм.*

***Ключевые слова:** компьютерное моделирование, проектирование тепло- и массообменного оборудования, осесимметричные оболочки вращения*

Проектирование тепло- и массообменного оборудования, корпусные элементы которого представляют собой осесимметричные оболочки вращения, составляет значительную часть всех проектных работ расчета крупнотоннажных нефтехимических установок. Повысить эффективность проектирования подобных аппаратов призваны специализированные CAE-программные пакеты, в том числе, программа ПАССАТ [1].

Программа ПАССАТ (Прочностной Анализ Состояния Сосудов, Аппаратов, Теплообменников) предназначена для расчета на прочность и устойчивость горизонтальных и вертикальных сосудов, аппаратов и их элементов для оценки несущей способности в рабочих условиях, а также в условиях испытаний и монтажа и рекомендована к применению Ростехнадзором.

Расчеты, производимые программой ПАССАТ, по типу норм и методик, а также их роли в анализе прочностного состояния, можно разделить на три, перечисленных ниже вида.

1) Методики, установленные нормативно-техническими документами (НТД) — ГОСТ Р52857.XX-2007 [2], СТО-СА-03.003–2009 [3], EN 13445-3, ASME Section VIII и пр. Если для расчета элементов конструкции в ПАССАТ предусмотрено несколько методик, пользователь может выбрать требуемый нормативный документ на этапе редактирования элемента. Программа автоматически проводит контроль исходных данных на согласованность и соответствие ограничениям методик.

2) Общие инженерные и вычислительные методы, в том числе лежащие в основе некоторых методик нормативных документов — метод Релея, метод конечных элементов и др.

3) Вспомогательные расчеты и методы, позволяющие из конструкционных параметров сосуда (аппарата) и условий нагружения автоматически определить ряд величин, которые являются исходными для расчетов по нормативным документам. Примеры таких величин — расчетные длины; массы, как отдельных элементов, так и всего сосуда (аппарата); параметры критического сечения опорной обечайки; объем заполнения сосуда по высоте налива; параметры трубных решёток и т. д. Для определения величин используются как простые, но трудоёмкие при ручном счете вычисления, так и итерационные алгоритмы. К этому виду расчетов следует также отнести балочную конечно-элементную модель, которая используется для автоматического определения взаимного влияния соседних элементов конструкции, а также для расчета перемещений и моментов.

Основные методики, используемые в программе ПАССАТ, соответствуют требованиям ГОСТ Р 52857.XX–2007 [4]. Это семейство стандартов определяет нормы и методики основных видов расчетов:

- расчет обечаек (цилиндрических и конических);
- различных видов плоских и эллиптических днищ и крышек;
- укрепления отверстий;
- элементов теплообменных аппаратов;

- сосудов и аппаратов с рубашками;
- фланцевых соединений;
- учет различных факторов и воздействий — внутреннего и внешнего давления, нагрузки на ортогональные штуцеры, опорные нагрузки на обечайку и днище, малоцикловые нагрузки, агрессивность среды и др.

Для расчетов ветровых и сейсмических воздействий, а также расчет на прочность элементов аппаратов колонного типа в программе ПАССАТ применяются ГОСТ Р 51273–99 [5] и ГОСТ Р 51274–99 [6].

ГОСТ Р 52857.ХХ–2007 [4] является обобщением и уточнением 32 созданных ранее нормативно-технических документа: ГОСТов, ОСТов, РД, РТМ. В программе ПАССАТ реализованы как расчеты по новому сборнику ГОСТов, так и по предыдущим НТД.

Для сейсмического анализа сосудов используется линейно-спектральный метод. При землетрясении инерционная нагрузка на резервуары определяются с помощью спектров коэффициентов динамичностей и величин максимальных сейсмических ускорений. Для этого применяется метод модальной суперпозиции, при котором любой искомый отклик системы (усилие, перемещение, реакция) представляется некоторой комбинацией соответствующих модальных откликов.

В САЕ-программу ПАССАТ заложены общие инженерные методы, направленные на автоматическое определение расчетных величин сложных конструкций. Например, для определения изгибающих моментов и сил над и между седловыми опорами горизонтального аппарата, а также опорных нагрузок в вертикальных аппаратах используется метод конечных элементов. За счет использования универсальной балочной модели конструкция аппарата, количество и расположение опор может быть (в отличие от условий методики, применяемой в стандарте) произвольным.

Резонансные частоты колебаний в расчете аппаратов колонного типа от ветровых и сейсмических нагрузок определяются методом Релея — Ритца [7]. Его использование позволило отказаться от чрезмерного упрощения при приведении аппарата колонного типа к модели с 2–3 участками для расчета по стандартной методике. В качестве расчетной схемы колонного аппарата принимается консольный упруго заземленный стержень кольцевой формы сечения.

Аппарат по высоте разбивается на ряд участков постоянного поперечного сечения, высота которых не превышает десяти метров. Количество элементов в расчетной схеме определяется автоматически и зависит от числа участков колонны с постоянным сечением, а также числа

сосредоточенных масс (тарелок, насадок, обслуживающих площадок, лестниц, опор трубопроводов и др.).

Распределенные нагрузки от веса каждого участка колонны (включая изоляцию и рабочую среду) рассматриваются как сосредоточенные силы G_i , приложенные в центрах тяжести каждого из участков, а сосредоточенные массы G_{ik} прикладываются к краю i -го участка. Весовые нагрузки прикладываются вертикально, а ветровая P_i и сейсмическая S_i нагрузки — горизонтально.

Для аппаратов с произвольным количеством участков период собственных колебаний:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (G_i \cdot y_i^2 + G_{ik} \cdot y_{ik}^2)}{g \sum_{i=1}^n (G_i \cdot y_i + G_{ik} \cdot y_{ik})}} \quad (1),$$

где i — номер вертикального участка колонны, y_i (y_{ik}) — перемещение i -го элемента только от весовой нагрузки G_i (G_{ik}), которая прикладывается в направлении, нормальном относительно оси аппарата.

Для построения эпюры прогиба сечений аппарата весовые нагрузки от цилиндрической обечайки, изоляции или футеровки (при их наличии), а также веса жидкости принимаются распределенными, а нагрузки от внешних и внутренних устройств (площадки, группы тарелок, насадки и др.) — сосредоточенными.

Начальный угол поворота сечения у основания аппарата Θ_0 :

$$\theta_0 = \frac{M_0}{C_F I_F} = \frac{\sum_{i=1}^n (G_i x_i + G_{ik} x_{ik})}{C_F I_F} \quad (2)$$

где M_0 — суммарный изгибающий момент у основания аппарата; C_F — коэффициент неравномерности сжатия грунта, определяется по данным инженерной геологии, I_F — момент инерции сечения аппарата, x_i (x_{ik}) — координата точки приложения сосредоточенной силы (массы).

Прогиб у основания колонны $y_{ok} = 0$.

Нагрузки, действующие на i -ый элемент, отсчитываемый со свободного конца, определяются сосредоточенной силой G_{ik} (при их наличии), а также перерезывающей силой и изгибающим моментом от последующих элементов:

$$Q_i = G_{ik} + \sum_{i=1}^n (G_i + G_{ik}); \quad M_{Gi} = \sum_{i=1}^n (G_i (h_i - h_{ik}) + G_{ik} (h_{ik} - h_{ik})) \quad (3)$$

Для последнего n -го элемента значения сил и моментов равны нулю $Q_n = 0$, $M_{Gn} = 0$.

Основные виды расчетов, выполняемых ПАССАТ, являются поверочными. При проектировании сосудов и аппаратов требуется не только проверка заданной конструкции, но и подбор параметров. Для этих целей в ПАССАТ предусмотрены предварительные справочные расчеты, позволяющие определить некоторые расчетные параметры элементов. Эти расчеты выполняются в момент редактирования исходных данных, позволяя быстро оценить требуемые величины.

Запас прочности и устойчивости готовой конструкции можно оценить по эпюрам основных параметров, которые выводятся в результатах расчета сосуда (аппарата). Вводимые исходные данные проверяются в процессе моделирования и перед расчетом.

Модель проверяется на корректность геометрии и условия применимости методик. Для упрощения ввода геометрических параметров и свойств материалов предоставляются наборы стандартных материалов и изделий — ПАССАТ имеет расширяемые базы данных материалов, типоразмеров фланцев, крышек, опор, прокладок и т. д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Краснокутский, А. Н. Методики расчетов сосудов и аппаратов и их реализация в программе «Пассат» / А. Н. Краснокутский, А. И. Тимошкин // Технологии нефти и газа. - 2012. - № 3. - С. 21-27.
2. ГОСТ Р 52857.(1–10)–2007. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.
3. СТО-СА-03.003–2009. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на сейсмические воздействия.
4. ГОСТ Р 51273–99. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Определение расчетных усилий для аппаратов колонного типа от ветровых нагрузок и сейсмических воздействий.
5. ГОСТ Р 51274–99. Сосуды и аппараты. Аппараты колонного типа. Нормы и методы расчета на прочность.
6. СА 03-004–07. Расчет на прочность сосудов и аппаратов.
7. Вайнберг М. М. Вариационный метод и метод монотонных операторов в теории нелинейных уравнений. — М., 1972.

СОВРЕМЕННЫЕ ЗМЕЕВИКОВЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ ТИПА «ТРУБА В ТРУБЕ»

И.Ш. Ямалетдинов

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

Аннотация. Рассмотрены полезные модели современных змеевиковых теплообменников типа «труба в трубе», их конструктивные особенности с целью интенсификации теплообмена и определения их областей применения.

Ключевые слова: змеевиковый теплообменник, интенсификация теплообмена, теплопередача.

Змеевиковые теплообменные аппараты типа «труба в трубе» – это аппараты, содержащие внешнюю и внутреннюю трубы, расположенные с образованием между ними межтрубного пространства и выполненные в виде витой спирали. С целью снижения металлоемкости и интенсификации теплообмена рассмотрены следующие конструкции змеевиковых теплообменников типа «труба в трубе».

Известен змеевиковый теплообменник, содержащий внешний корпус, внутри которого смонтирован змеевик, витки которого ориентированы по винтовой линии, внешний корпус аппарата выполнен в виде змеевика, а внутренний змеевик выполнен в виде пружинно-витого канала [1]. Витки пружинно-витого канала выполнены из проволоки и жестко скреплены лазерной сваркой. Винтообразные впадины и выступы приводят к закрутке потока и как следствие к интенсификации процессов теплообмена. Кроме того, закрутка потока уменьшает солеотложения на внутренних поверхностях. В целях дальнейшего снижения металлоемкости аппарата и интенсификации теплообмена предложена конструкция теплообменного аппарата, изготовленного в виде винтовой спирали, проточная часть внутренней трубы и межтрубного пространства которого выполнены с сужающимися живыми сечениями. В процессе движения воды в проточной части трубы, ее скорость увеличивается. Это вызывает дополнительную турбулизацию потока и рост коэффициента теплоотдачи от внутренней стенки трубы. Стремление увеличить эффективность теплообменного оборудования привело к созданию змеевиковых теплообменников в виде усеченных конусов с цилиндрическими трубами и трубами на конус [2]. Предложен змеевиковый теплообменник, выполненный в виде сдвоенных усеченных конусов, обращенных друг к другу основаниями. Преимуществом предлагаемого змеевикового теплообменника является

существенное снижение его металлоемкости и высокая эффективность теплообмена. Так, при нагревании воды с 20 до 60°C ее вязкость снижается в два раза, при этом критерий Рейнольдса возрастает в два раза, что вызывает рост коэффициента теплоотдачи от внутренней стенки к жидкости во внутренних змеевиках теплообменников. Это в свою очередь увеличивает коэффициент теплопередачи в змеевиковом теплообменнике, что позволяет снизить длину труб змеевика и соответственно диаметр змеевика [3].

Теплообменник, выполненный в виде змеевика, имеющий внешний контур в форме шара как фигуры, имеющей наименьшую площадь поверхности, т.е. наименьшие габариты. Предлагаемый змеевиковый теплообменник может найти применение для нагрева нефтепродуктов в зимних условиях, хранящихся в сферических емкостях, что позволит изменять их вязкость и обеспечить возможность их перекачки. Турбулентный режим течения в таком змеевике вызывает рост коэффициента теплоотдачи от внутренней стенки пружинно-витого канала к жидкости в его проточной части. Это в свою очередь увеличивает коэффициент теплопередачи в змеевиковом теплообменнике. Рост эффективности теплообмена позволит снизить длину и диаметр змеевика [4].

Известен змеевиковый теплообменник типа «труба в трубе», изготовленный по винтовой спирали, внешний контур которого выполнен по экспоненциальной кривой. Во внутренний змеевик подается вода, а в межтрубное пространство, в противоток – насыщенный пар. При таком конструктивном решении жидкость движется, во-первых, по сложной траектории в случае пружинно-витой трубы, по виткам проточной части внутреннего змеевика или элементам типа «конфузор-диффузор», где реализуется закрученное течение и, во-вторых, по винтовой линии, определяемой витками самого аппарата. Пар, подаваемый в межтрубное пространство, также совершает закрученное движение, что вызывает сброс конденсатной пленки с внешней поверхности внутреннего змеевика, тем самым увеличивая коэффициент теплоотдачи от пара к стенке. Змеевиковые теплообменники такой конструкции могут быть применены при больших разностях температур внутреннего и внешнего змеевиков, так как за счет своей формы обеспечивают компенсацию температурных деформаций между ними [5].

Предложена конструкция змеевикового теплообменника типа «труба в трубе», состоящая из двух усеченных конусов, установленных

коаксиально один внутри другого, при этом меньшее и большее основания конусов обращены друг к другу. Аппарат имеет малые габаритные размеры, позволяет обеспечить высокую эффективность теплообмена, является конкурентоспособным современному теплообменному оборудованию [6].

Рассмотренные полезные модели змеевиковых теплообменников типа «труба в трубе» могут найти широкое применение в ЖКХ, энергетике и других отраслях промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Змеевиковый теплообменник: заявка на изобр. Рос. Федерация № 2010111728/06; заявл. 26.03.2010; опубл. 10.10.2011 Бюл. № 28.
2. Золотоносов Я. Д., Багоутдинова А. Г., Золотоносов А. Я. Трубчатые теплообменники. Моделирование, расчет: Монография.— СПб.: Издательство «Лань», 2022.— 272с.
3. Змеевиковый теплообменник: пол.модель 155 676 Рос. Федерация № 2015104828/06, заявл. 12.02.2015, опубл. 20.10.2015 Бюл. № 29.
4. Змеевиковый теплообменник: пол.модель 161 177 Рос. Федерация № 2015127573/06, заявл. 08.07.2015, опубл. 10.04.2016 Бюл. № 10.
5. Змеевиковый теплообменник для проведения процессов теплообмена: пол. модель 171 543 Рос. Федерация № 2016140436, заявл. 13.10.2016, опубл. 06.06.2017 Бюл. № 16.
6. Змеевиковый теплообменник типа "Труба в трубе": пол.модель 190 475 Рос. Федерация № 2019100202, заявл. 09.01.2019, опубл. 02.07.2019 Бюл. № 19.

ТЕПЛОМАССООБМЕН ПРИ ВИХРЕВОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ГАЗОЖИДКОСТНЫХ ПОТОКОВ

В.Г. Сандиряков

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

vitaliksandirjakov11@mail.ru

Науч. рук. канд. тех. наук, доцент И.Н. Мадышев

Аннотация. В нефтепереработке и химической технологии ключевую роль играют ректификация, абсорбция, адсорбция, экстракция, сушка и деаэрация. Для их эффективного проведения используются барботажные и насадочные

массообменные аппараты. Однако их работа ограничена при высоких скоростях газового потока, что увеличивает размеры и затраты. Вихревые устройства обещают снизить энергозатраты и повысить эффективность массообмена. Однако их внедрение затруднено из-за недостаточной экспериментальной проверки и отсутствия надежных методик расчета.

Ключевые слова: *тепломассообмен, вихревые устройства, интенсификация теплообмена, турбулизация потока, патентный поиск.*

В нефтеперерабатывающей, химической и смежных отраслях промышленности для процессов разделения широко применяются теплообменные технологии, включая ректификацию, абсорбцию, адсорбцию, экстракцию, сушку и деаэрацию [1]. За десятилетия интенсивных исследований в данной области были разработаны разнообразные конструкции массообменного оборудования, основанные на различных методах подачи и организации движения фаз. Традиционно в качестве массообменных аппаратов используются барботажные и насадочные устройства. Эффективность их работы оказывает прямое влияние на качество конечной продукции и энергетические затраты на ее производство.

Однако традиционные массообменные аппараты имеют существенные ограничения. Они обеспечивают стабильную работу только при низких скоростях газовой фазы, как правило, не превышающих 2–2,5 м/с. При высокой производительности это приводит к необходимости увеличения габаритных размеров аппаратов, усложнению их монтажа и транспортировки, а также снижению эффективности из-за неравномерного распределения фаз в поперечном сечении. В результате возникает необходимость использования большого количества параллельно работающих аппаратов, что увеличивает капитальные и эксплуатационные затраты.

История разработки и исследования вихревых теплообменных устройств берет свое начало примерно четыре десятилетия назад. За этот временной промежуток был накоплен обширный массив научных и технических данных, что свидетельствует о значительном прогрессе в данной области [2–5]

Авторами проведено исследование возможности интенсификации теплообменных процессов при вихревом взаимодействии газожидкостных потоков. Вихревое движение позволяет значительно ускорить массообмен за счет турбулизации потоков, диспергирования

жидкости на мелкие капли и увеличения поверхности контакта фаз. Эти подходы открывают перспективы для повышения эффективности массообменных процессов, снижения энергозатрат и уменьшения эксплуатационных расходов.

Для оценки современного состояния исследований в данной области был проведен патентный поиск, охватывающий период с 1967 по 2023 год [6]. Глубина патентного поиска составила 58 лет.

Анализ патентной документации позволил выявить ключевые направления развития технологий вихревого теплообмена, а также оценить их потенциал для промышленного применения.

По результатам исследования был построен график, визуализирована динамика количества патентов в зависимости от даты их выдачи, что позволяет выявить временные интервалы с наибольшей интенсивностью исследовательской активности. Анализ данных демонстрирует явный пик научной продуктивности, приходящийся на период с 2007 по 2012 годы. Этот временной отрезок характеризуется значительным увеличением числа патентов, что свидетельствует о повышенном интересе к данной области исследований и внедрении инновационных разработок.

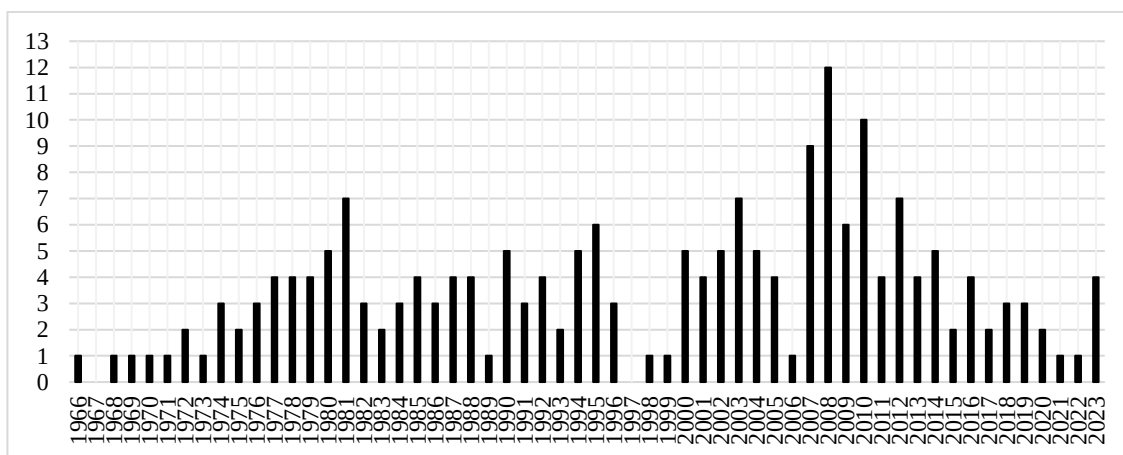


Рис.1. Количество патентов по годам

Внедрение вихревых устройств в массообменные процессы ограничено недостаточной промышленной апробацией и отсутствием надежных научно обоснованных методик расчета. Анализ патентной документации свидетельствует о значительном вкладе различных научных коллективов в развитие технологии вихревого теплообмена. В последние годы ключевые исследования в этой области были проведены такими учеными, как Харьков Виталий Викторович и Мадышев Ильнур Наилович, Войнов Николай Александрович, Кобелев Николай Сергеевич

[7]. Их исследования вносят значительный вклад в теоретическое обоснование и экспериментальную проверку принципов вихревого теплообмена, что открывает перспективы для дальнейшего совершенствования и масштабирования данной технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теплообмен // Википедия URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Теплообмен>
2. Сабитов С. С. Вихревые массообменные аппараты / С. С. Сабитов, Н. И. Савельев, Н. А. Николаев, В. М. Закревский. Обзор, инф. Сер. Общеотраслевые вопросы развития хим. промышленности. – М.: НИИТЭХИМ, 1981.-Вып.3.-30с.
3. Николаев Н. А. Конструирование ректификационных аппаратов с вихревыми контактными ступенями / Н. А. Николаев, Н. И. Савельев, А. А. Овчинников, А. Н. Николаев // Хим. промышленность. – 1992. – № 10. – С. 53–54.
4. Николаев Н. А. Исследование и расчет ректификационных и абсорбционных аппаратов вихревого типа: диссертация на соискание доктора технических наук / Н. А. Николаев. – Казань, 1974. – 388 с.
5. Склабинский В. И. Массообменные характеристики вихревых противоточных аппаратов: диссертация на соискание кандидата технических наук / Склабинский, В. И.; — Сумы, 2015. — 217 с.
6. Защита интеллектуальной собственности и патентование : учебное пособие: в 2-х частях. Часть 2 / Г.С. Сагдеева и [др.]. – Нижнекамск : НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», 2018. - 97 с.
7. Мадышев И. Н. Интенсификация теплообменных процессов в испарительных градирнях / И. Н. Мадышев, В. В. Харьков, А. Н. Николаев ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2022. - 92 с. - ISBN 978-5-7882-3129-7.

ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛООТДАЧИ В ГИБРИДНОЙ ГРАДИРНЕ С ОРЕБРЕННЫМИ ТРУБАМИ РАДИАТОРА

Я.В. Четырчинский¹, И.Н. Мадышев²

¹ НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

¹forwork-777-777@yandex.ru, ² ilnyr_91@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент И.Н. Мадышев

Аннотация. В работе предлагается оценка эффективности тепловой мощности сухой части трубчатого радиатора разработанной гибридной градирни и изменение коэффициента теплоотдачи в зависимости от типа и характера оребрения. Выполнены численные исследования для получения результатов при помощи CFD-моделирования. Найдено, что производительность тепловой мощности и теплоотдачи исследуемой установки зависит от типа и характера оребрения труб сухой части.

Ключевые слова: коэффициент теплоотдачи, площадь поверхности, гибридная градирня, тепловая мощность.

Для оценки значений коэффициентов теплоотдачи от воздуха к стенке трубы радиатора сухого блока оросителя смоделированной гибридной градирни (Рис.1) с различной формой интенсифицированной поверхности проведены численные исследования с гладкостенными трубами [1]. Стоит отметить, что сухая часть градирни используется в зимнее время года, пос-

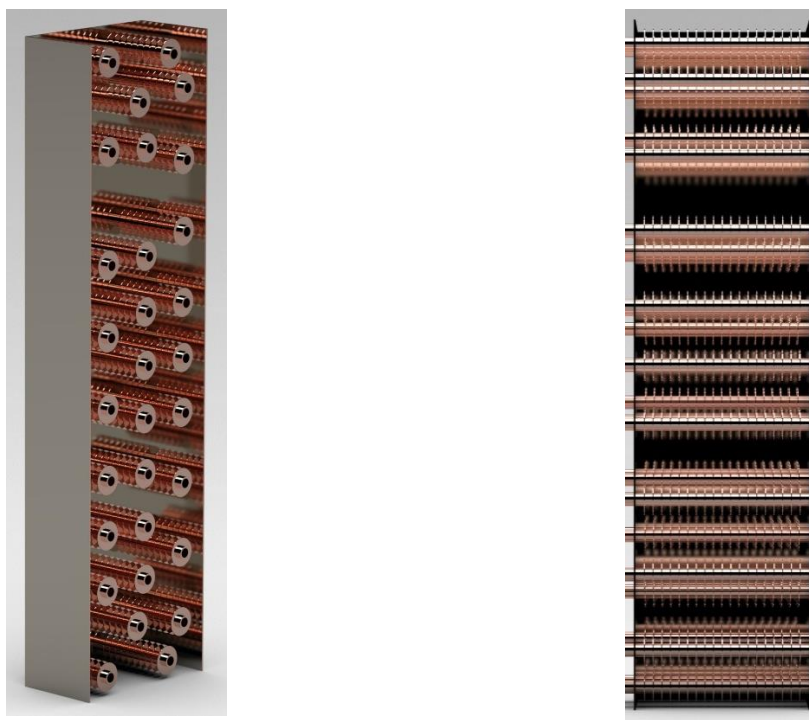


Рис. 1. 3D-модель сухого блока оросителя гибридной градирни.

кольку нет высоких тепловых нагрузок. Целью настоящих исследований является определение коэффициентов теплоотдачи и суммарного теплового потока от труб радиатора гибридной градирни, работающей в сухом режиме, с различными формами ребер при изменении их геометрических размеров.

Численные исследования проводились при помощи CFD-моделирования. Для этого была построена трехмерная модель блока оросителя, состоящая из 30 оребренных теплообменных труб, длиной 100 мм каждая. Размеры блока оросителя в поперечном сечении составляют 100x100 мм, высота 400 мм. Внутренний диаметр труб радиатора составлял 6 мм, наружный – 8 мм.

В качестве оребрения использовались поперечные круглые и спиральные ребра с базовыми размерами, представленными на рис. 2. В ходе численных исследований изменялись высота ребра h_r в диапазоне от 2 до 8 мм, шаг ребер s от 3 до 8 мм. При этом наружный диаметр ребра составлял 12 – 24 мм. В качестве материала труб и ребер была принята медь. Температура воды на входе трубчатый радиатор принималась равной 40 °С, а температура воздуха на входе в блок оросителя – 20 °С.

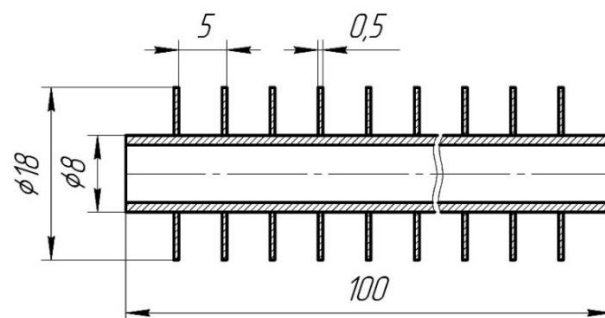


Рис. 2. Геометрические размеры и внешний вид оребренной трубы.

В ходе численных исследований изменялись средняя скорость воздуха на полное сечение блока оросителя от 1 до 8,5 м/с, что соответствует изменению числа Рейнольдса по воздуху от $0,606 \cdot 10^3$ до $5,287 \cdot 10^3$. При этом критерий Рейнольдса, отнесенный к наружному диаметру труб радиатора, определялся по формуле:

$$Re = \frac{w_{\max} \cdot d_{\text{нар}}}{\nu_G}, \quad (1)$$

где $w_{\max}$ – максимальная скорость воздушного потока в узком сечении трубного пучка, м/с; $d_{\text{нар}}$ – наружный диаметр трубы радиатора, м; ν_G –

коэффициент кинематической вязкости воздуха, $\text{м}^2/\text{с}$.

Максимальная скорость воздушного потока в узком сечении трубного пучка определялась по формуле:

$$w_{\max} = \frac{G_m}{\rho_G \cdot f_{\min}}, \quad (2)$$

где G_m – массовый расход воздуха, проходящий через блок оросителя, $\text{кг}/\text{с}$; ρ_G – плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$; $f_{\min}$ – минимальное проходное сечение для воздуха в трубном пучке, м^2 .

Результаты численных исследований влияния высоты ребра труб радиатора на тепловые характеристики гибридной градирни показывают, что с увеличением высоты ребра средняя величина коэффициента теплоотдачи снижается (рис. 3, а). Это связано с тем, что при оребрении труб увеличивается поверхность теплопередачи. Полученные при численном моделировании результаты согласуются с данными, представленными при разработке математической модели гибридной градирни, работающей в сухом режиме, а также с результатами других авторов по исследованию теплоотдачи оребренных труб [2].

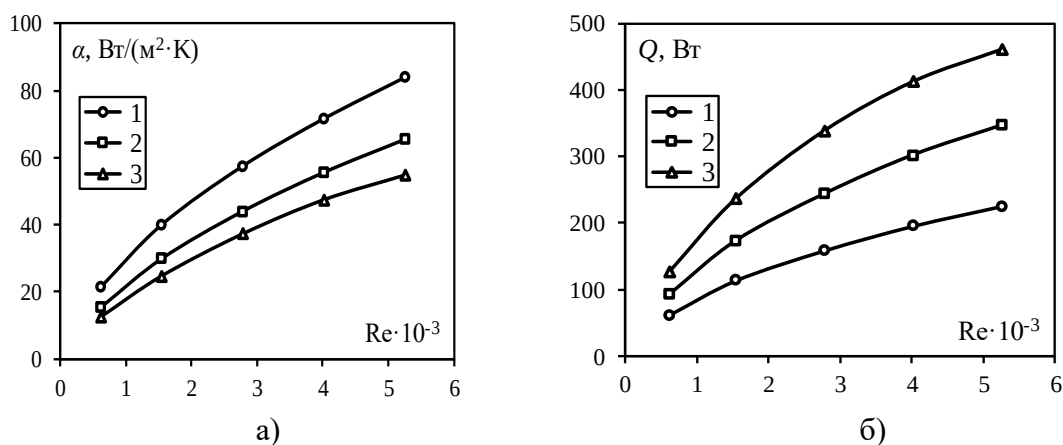


Рис. 3. Изменение коэффициента теплоотдачи (а) и суммарной тепловой мощности (б) гибридной градирни в зависимости от числа Рейнольдса по воздуху при различной высоте ребра труб радиатора h_p , мм: 1 – 2; 2 – 5; 3 – 8.

Величина суммарного теплового потока оребренных труб радиатора возрастает с увеличением поверхности оребрения, в частности, высоты ребра (рис. 3, б). Так, при увеличении высоты ребра с 5 мм до 8 мм суммарная тепловая мощность в гибридной градирне возрастает на 33,1–39,2% в зависимости от числа Рейнольдса по воздуху. Во всех исследуемых случаях установлено, что увеличение числа Рейнольдса по воздуху

приводит к повышению как значений коэффициентов теплоотдачи, так и тепловой мощности.

Результаты численных исследований влияния шага оребрения на тепловые характеристики гибридной градирни показывают, что уменьшение шага приводит к снижению средней величины коэффициента теплоотдачи. Так, например, уменьшение шага оребрения с 5 мм до 3 мм приводит к снижению коэффициента теплоотдачи на 9,8–18,4% в зависимости от числа Рейнольдса по воздуху (рис. 4, а). При этом за счет увеличения поверхности теплопередачи наблюдается повышение значений суммарной тепловой мощности на 17,7–32,2% в зависимости от числа Рейнольдса (рис. 4, б).

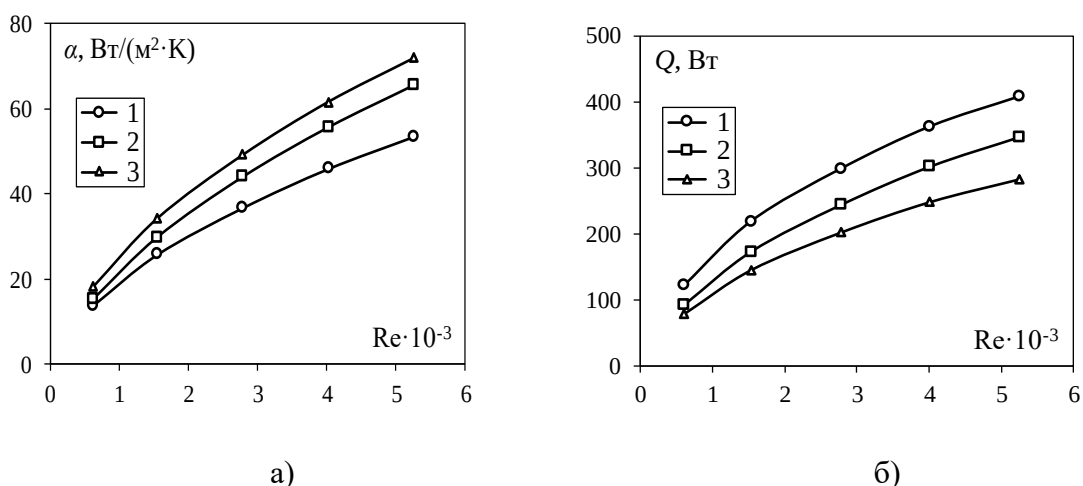


Рис. 4. Изменение коэффициента теплоотдачи (а) и суммарной тепловой мощности (б) гибридной градирни в зависимости от числа Рейнольдса по воздуху при различном шаге оребрения труб радиатора s , мм: 1 – 3; 2 – 5; 3 – 8.

Кроме того, проведены численные исследования спирального оребрения труб с высотой ребра 5 мм и шагом 5 мм. Сравнение тепловых характеристик у круглых и спиральных ребер аналогичных размеров показывает, что средний коэффициент теплоотдачи при спиральном оребрении труб возрастает на 12,8 – 20,1% в зависимости от числа Рейнольдса по воздуху (рис. 5, а). При этом, установлено, что величина суммарной тепловой мощности возрастает также на 13,3 – 20,2% (рис. 5, б).

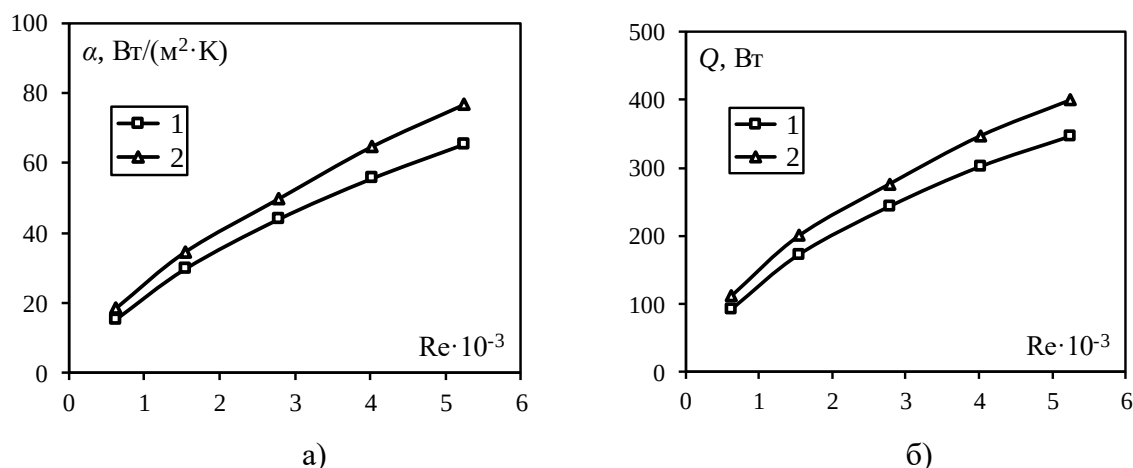


Рис. 5. Изменение коэффициента теплоотдачи (а) и суммарной тепловой мощности (б) гибридной градирни в зависимости от числа Рейнольдса по воздуху при различном оребрении труб радиатора: 1 – поперечное; 2 – спиральное.

Проведенные численные исследования влияния геометрических размеров ребер на тепловые характеристики гибридной градирни показывают, что с увеличением высоты ребра и шага оребрения, т.е. с увеличением поверхности оребрения средние значения коэффициентов теплоотдачи снижаются. При этом величина суммарного теплового потока повышается, что положительно сказывается на эффективности теплопередачи от охлаждающего воздуха к циркуляционной воде.

Исследования влияния типа оребрения труб радиатора показывают, что при одинаковых геометрических размерах ребер спиральное оребрение позволяет увеличить тепловой поток до 20% по сравнению с круглым поперечным оребрением в связи с созданием завихрений потока воздуха вблизи поверхности спиральных ребер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Madyshev, I. N. Numerical investigation on heat transfer of tube heat exchanger in closed-circuit cooling tower / I. N. Madyshev, V. V. Kharkov, Ya. V. Chetyrchinsky, P. A. Semenychev, M. G. Kuznetsov // AIP Conference Proceedings. – 2024. – Vol. 3154. – P. 020056. <https://doi.org/10.1063/5.0201208>
2. Madyshev, I. N. Enhancement of the Processes of Transfer of Heat in a Diabatic Fractionating Column / I. N. Madyshev, A. O. Mayasova // Journal of Engineering Physics and Thermophysics – 2023. – Vol. 96. – No. 6. – P. 1451–1459.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ФЛЮИДА

А.Р. Зарифов¹, Д.С. Гаврилов²

^{1,2}НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

^{1,2}ayaz.zarifov@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент А.А. Сагдеев

Аннотация. В статье описана экспериментальная установка для исследования растворимости веществ в СКФ-средах и реализации сверхкритического флюидного экстракционного процесса. Проанализированы достоинства и недостатки данной установки, указаны пути ее усовершенствования, приводящие к достижению более точного расхода СКФ, поддержанию постоянного давления и устранению многократного регулирования расхода СКФ.

Ключевые слова: сверхкритический флюид, растворимость, экспериментальная установка, экстракция, стирол.

Экспериментальные методы исследования растворимости веществ делятся на динамические и статические. В данной работе рассмотрена динамическая экспериментальная установка, разработанная авторами установка (рис.1), защищенная патентами РФ на полезную модель [1,2]. Приведен критический анализ работы данной установки с указанием основных недостатков и путей ее усовершенствования. К недостаткам установки относятся: - невозможность поддержания постоянного давления в первом сборнике экстракта, что не позволяет фракционировать определенные компоненты смеси; - отсутствие возможности поддержания и контроля точного расхода сверхкритического флюида (СКФ), проходящего через исследуемый образец, что не позволяет проводить более качественную экстракцию. Как известно, именно определенный расход СКФ обеспечивает необходимую степень насыщения сверхкритического растворителя в исследуемом образце. С целью устранения этих недостатков в схему установки были включены: редукционный клапан и клапан высокого давления. При этом экстракционная ячейка была соединена с первым сборником экстракта через клапан высокого давления и через редукционный клапан соединена со вторым сборником экстракта, на выходе из которого установлен счетчик газа. В результате удалось достичь более точный расход СКФ благодаря установке клапана высокого давления, а также прибора учета расхода газа, приводящего объем нагретого газа к

объему газа в нормальных условиях, и редукционного клапана. В связи температурными колебаниями подаваемого растворителя на всас насоса высокого давления появляется проблема постоянного регулирования расхода СКФ для поддержания заданного давления с помощью дроссельного вентиля. С целью устранения этой проблемы устройство было снабжено чиллером, хладагент которого охлаждает холодильник и головки насосов высокого давления. Благодаря установке чиллера, обеспечивающего повышенную производительность теплообмена и минимальную инерционность колебания температуры хладагента, в отличие от холодильного агрегата на базе бытового холодильника, удалось добиться достижения постоянного заданного давления в ячейке и устранения многократного регулирования расхода СКФ.

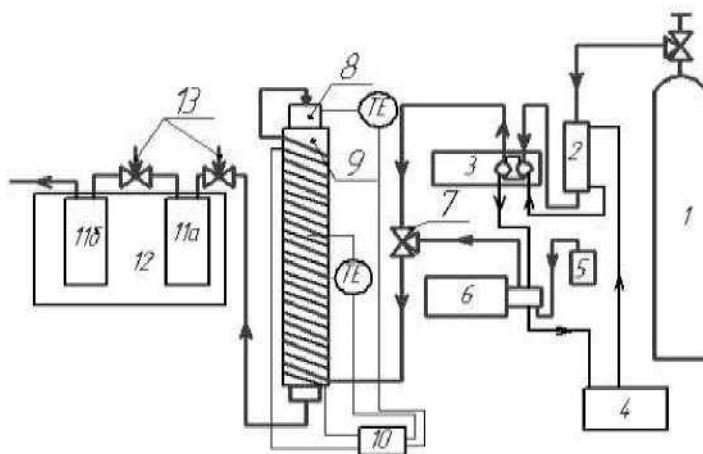


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для исследования растворимости и характеристик СКФЭ процесса: 1 – баллон с углекислым газом, 2 –холодильник, 3 – насос высокого давления «Waters P50A», 4 – холодильный агрегат, 5 – емкость для соразтворителя, 6 – насос высокого давления «LIQUPUMP 312/1», 7 – трехходовой вентиль, 8 – экстракционная ячейка, 9 – теплообменник, 10 – электронный измеритель-регулятор 2TRM1, 11a, 11б - сборники экстракта, 12 – термостатическая ванна, 13 – дроссельные вентили

Усовершенствованная экспериментальная установка за счет установки редукционного клапана, клапана высокого давления, счетчика газа и чиллера была также запатентована [3,4]. Для подтверждения достоверности получаемых результатов выполнены контрольные измерения растворимости стирола в сверхкритическом диоксиде углерода

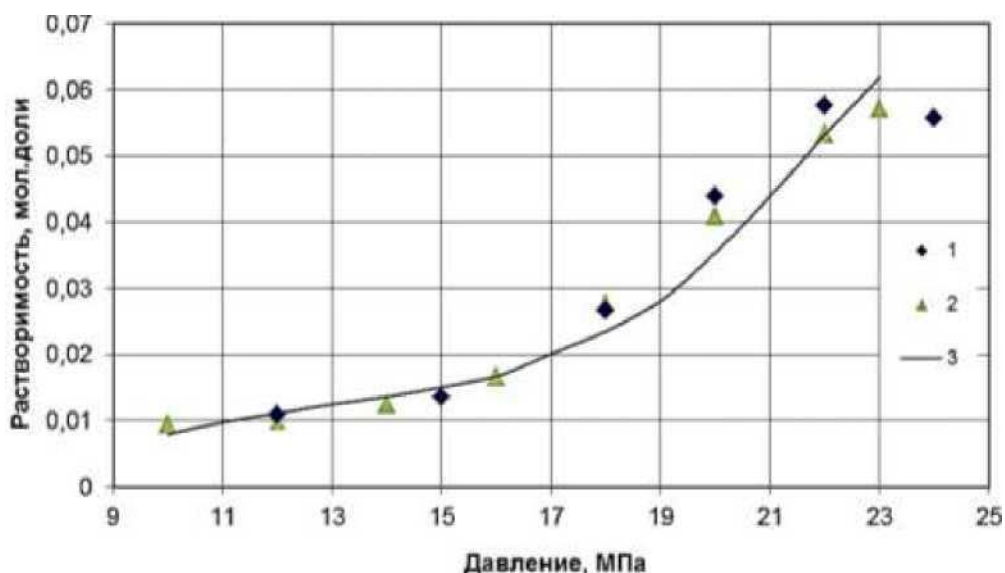


Рис. 2. Результаты растворимости стирола в СК-СО₂ при T=323 K: 1 данные работы [5]; 2 – экспериментальные данные настоящей работы; 3 – экспериментальные данные, описанные согласно уравнению состояния Пенга-Робинсона

Как видно из графика, значения растворимости стирола, полученные в настоящей работе, коррелируют в пределах суммарной погрешности результатов измерений с экспериментальными данными, полученными другими авторами в работе [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Сагдеев А. А., Хазипов М. Р. Патент на изобретение №2784729 RU. Установка для реализации сверхкритического экстракционного процесса с использованием различных соразтворителей. Оpubл. опубл.29.11.2022. Бюллетень №34.
2. Ashour I., Almehaideb R., Fateen S. E., Aly G. Representation of solid-supercritical fluid phase equilibria using cubic equations of state // Fluid phase equilibria. 2000. V. 167. №1. P. 41-61. [https://doi.org/10.1016/S0378-3812\(99\)00314-3](https://doi.org/10.1016/S0378-3812(99)00314-3)
3. Патент на полезную модель №195514 RU. Устройство для измерения растворимости веществ и их смесей в сверхкритическом флюиде / А.А.Сагдеев, М.Р.Хазипов и др. - Оpubл. 30.01.2020. Бюл. №4. 10. Патент на изобретение №2784729 RU.
4. Установка для реализации сверхкритического экстракционного процесса с использованием различных соразтворителей / А.А.Сагдеев, М.Р.Хазипов и др. - Оpubл. опубл.29.11.2022. Бюл.№34.
5. Ashour, I. Representation of solid-supercritical phase equilibria

Секция 4

using cubic equation of state / I.Ashour, R. Almehaideb, S.-E. Fateen, G. Aly // Fluid Phase Equil., – 2000, V. 167. – 41 P.

V. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ

АНАЛИЗ РИСКОВ ПРИ РАБОТЕ С ФОРМАЛЬДЕГИДОМ ОЦЕНКА И МИНИМИЗАЦИЯ

К.Д. Захарова

КТК ФГБОУ ВО «КНИТУ», г.Казань

marinnay1@mail.ru

Науч. рук. ст. преподаватель М.Г.Лаптева, канд. техн. наук, доцент Л.Р.Вотякова

***Аннотация.** В работе представлен комплексный анализ рисков, связанных с профессиональным воздействием формальдегида на работников различных отраслей промышленности. Рассмотрены физико-химические свойства формальдегида, определяющие его токсикологические характеристики и особенности распространения в производственной среде. Проанализированы основные источники поступления формальдегида в воздух рабочей зоны, пути его воздействия на организм человека и механизмы развития острых и хронических токсических эффектов. На основе анализа современных исследований сформулированы рекомендации по обеспечению безопасности работников, профессионально контактирующих с формальдегидом.*

***Ключевые слова:** формальдегид, риск, токсичность, предельно допустимая концентрация, канцерогенность, средства индивидуальной защиты.*

Формальдегид в стандартных условиях представляет собой бесцветный газ с резким, раздражающим запахом. При комнатной температуре он имеет тенденцию к полимеризации, поэтому в промышленности чаще используется в виде водного раствора (формалин) или в связанном состоянии в составе смол. Молекулярная масса формальдегида составляет 30,0 г/моль, температура кипения -6°C , точка замерзания -92°C .

Высокая растворимость формальдегида в воде определяет его способность быстро абсорбироваться на влажных слизистых оболочках дыхательных путей и глаз, что обуславливает характерное раздражающее действие. Этот газ образует взрывоопасные смеси с воздухом в широком диапазоне концентраций (нижний предел взрываемости – 7%, верхний – 73%), что создает дополнительные риски при работе с ним в производственных условиях [4].

Химическая реакционная способность формальдегида является ключевым фактором, определяющим его токсичность. Альдегидная группа легко вступает в реакции с аминогруппами белков, образуя поперечные сшивки и нарушая их функции. При взаимодействии с ДНК формальдегид может образовывать ДНК-белковые сшивки, что обуславливает его мутагенные и канцерогенные свойства. Кроме того, формальдегид способен реагировать с соляной кислотой с образованием бис-хлорметилового эфира – еще более сильного канцерогена.

Понимание этих свойств имеет решающее значение для оценки профессиональных рисков и разработки эффективных мер защиты. Летучесть формальдегида определяет его высокую миграционную способность в воздушной среде, а химическая активность – механизмы негативного воздействия на организм работников.

Токсическое действие формальдегида на организм человека имеет сложный характер, зависящий как от концентрации вещества в воздухе, так и от продолжительности экспозиции. Различают острые и хронические эффекты воздействия.

При краткосрочном воздействии формальдегида в концентрациях выше 0,1 ppm (0,123 мг/м³) возникает раздражение слизистых оболочек глаз, носа и верхних дыхательных путей. Это проявляется в виде жжения в глазах, слезотечения, ощущения дискомфорта в носу и горле, чихания, кашля. При концентрациях выше 1 ppm (1,23 мг/м³) раздражение становится интенсивным и может сопровождаться спазмом бронхов, затруднением дыхания, головной болью, тошнотой. Воздействие очень высоких концентраций формальдегида (более 100 ppm) может вызвать отек легких – опасное для жизни состояние, требующее неотложной медицинской помощи [3].

Хроническое воздействие формальдегида даже в относительно низких концентрациях приводит к развитию серьезных патологических состояний. Длительный контакт с формальдегидом увеличивает риск развития хронических респираторных заболеваний, таких как хронический бронхит и бронхиальная астма. Механизм развития этих состояний связан как с прямым повреждающим действием формальдегида на эпителий дыхательных путей, так и с его способностью вызывать сенсibilизацию иммунной системы.

Особую опасность представляет канцерогенное действие формальдегида. Эпидемиологические исследования выявили статистически значимую связь между профессиональным воздействием формальдегида и развитием рака носоглотки у работников похоронных бюро, анатомических

театров и промышленных предприятий. Также установлена связь между воздействием формальдегида и повышенным риском развития миелоидного лейкоза. Канцерогенный эффект формальдегида обусловлен его способностью вызывать повреждения ДНК, образовывать ДНК-белковые сшивки и индуцировать хромосомные aberrации.

Оценка профессиональных рисков при работе с формальдегидом требует комплексного подхода, включающего идентификацию источников опасности, количественную оценку воздействия и анализ вероятности развития неблагоприятных эффектов.

Ключевым элементом оценки риска является измерение концентрации формальдегида в воздухе рабочей зоны. Для этого применяются различные методы, включая фотометрический анализ с использованием специфических реактивов, флуориметрический метод с использованием анализатора "Флюорат-02", хроматографические методы и автоматические газоанализаторы. Выбор метода зависит от требуемой чувствительности, специфичности и оперативности получения результатов [1].

Для оценки индивидуальной экспозиции работников используются персональные пробоотборники, позволяющие определить концентрацию формальдегида в зоне дыхания в течение рабочей смены. Это особенно важно для работников, перемещающихся между зонами с различным содержанием формальдегида.

Количественная оценка риска для здоровья проводится с использованием методов зависимости "доза-эффект". Для неканцерогенных эффектов формальдегида рассчитывается коэффициент опасности как отношение фактической концентрации вещества к референтной концентрации. Для канцерогенных эффектов определяется индивидуальный канцерогенный риск с использованием фактора наклона зависимости "доза-эффект", установленного на основе эпидемиологических исследований.

Важным аспектом мониторинга рисков является оценка состояния здоровья работников через проведение регулярных медицинских осмотров с особым вниманием к состоянию органов дыхания, иммунной системы и выявлению ранних признаков онкологических заболеваний.

Эффективное снижение рисков при работе с формальдегидом требует комплексного подхода, сочетающего технологические решения, организационные меры и средства индивидуальной защиты.

Наиболее эффективными являются технологические методы, направленные на сокращение эмиссии формальдегида. При производстве карбамидоформальдегидных смол можно снизить содержание свободного формальдегида путем оптимизации мольного соотношения

карбамид:формальдегид [2]. Установлено, что маломольные смолы (с соотношением 1:<1,1) содержат меньше свободного формальдегида и, соответственно, создают меньшую нагрузку на здоровье работников. Разработаны также специальные технологии удаления свободного формальдегида из карбамидоформальдегидных смол, повышающие их экологическую безопасность.

Перспективным направлением является совершенствование технологии каталитического окисления метанола в формальдегид с использованием микроканальных реакторов, обеспечивающих более интенсивный теплоотвод от реакционной зоны и повышающих селективность процесса. Разработка новых катализаторов на основе вторичных материалов, таких как зола уноса тепловых электростанций, позволяет не только повысить эффективность процесса, но и решать задачи утилизации промышленных отходов.

Ключевое значение имеет эффективная вентиляция производственных помещений. Местная вытяжная вентиляция должна быть спроектирована таким образом, чтобы удалять формальдегид непосредственно от источников его выделения, не допуская распространения в зону дыхания работников. Исследования показывают, что увеличение воздухообмена является эффективным способом снижения концентрации формальдегида в воздухе помещений, хотя эффективность этой меры может быть ниже теоретической из-за зависимости эмиссии формальдегида от его концентрации в воздухе [5].

Важными организационными мерами являются обучение персонала безопасным методам работы с формальдегидом, регулярный контроль соблюдения технологических регламентов и инструкций по охране труда, ограничение доступа в зоны с повышенным содержанием формальдегида. Особое внимание следует уделять медицинскому контролю состояния здоровья работников с целью раннего выявления признаков негативного воздействия формальдегида.

Для защиты органов дыхания используются респираторы с соответствующими противогазовыми фильтрами. При высоких концентрациях формальдегида рекомендуется применение автономных дыхательных аппаратов. В соответствии с рекомендациями NIOSH, в зонах, где концентрация формальдегида превышает установленные пределы, должны использоваться респираторы с полной лицевой частью, работающие в режиме избыточного давления.

Защита глаз осуществляется с помощью защитных очков закрытого типа или щитков, предотвращающих попадание паров формальдегида на

слизистую оболочку глаз. Для защиты кожи используются перчатки из материалов, устойчивых к воздействию формальдегида, и защитная одежда, которая должна сниматься перед выходом из зоны с повышенным содержанием формальдегида.

Эффективность средств индивидуальной защиты зависит от правильного выбора их типа в соответствии с уровнем риска, корректного использования и своевременной замены. Работники должны быть обучены правилам надевания, снятия и обслуживания средств индивидуальной защиты.

Формальдегид остается одним из наиболее широко используемых и одновременно опасных химических веществ в промышленности. Его высокая токсичность, канцерогенность и способность вызывать аллергические реакции создают серьезные риски для здоровья работников, профессионально контактирующих с ним.

Учитывая канцерогенный потенциал формальдегида, для которого не существует абсолютно безопасного уровня воздействия, приоритетной задачей является максимально возможное снижение его концентрации в производственной среде. Перспективными направлениями в этой области являются разработка новых технологий производства с низким выделением формальдегида, внедрение эффективных систем вентиляции и создание более совершенных средств индивидуальной защиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волвенкина К. В., Коновальцева З. С., Бурыкина О. В. Определение формальдегида в сточных водах и снежных массах города Курска // Будущее науки: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. – 2023. – С. 218–220.
2. Егоров С. Н., Меркелов В. М. Снижение токсичности древесных плитных материалов путем модификации карбамидоформальдегидными смолами // Материалы XX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. – УГЛТУ, 2024. – С. 574–577.
3. Никишев Р. А., Шипилов Р. М. Влияние опасных факторов пожара на сотрудников газодымозащитной службы // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2024. – № 1–2 (88). – С. 176–178.
4. Носарев К. К., Аксенов С. Г. Опасность образующихся при горении токсичных веществ и защита от них // E-Scio. – 2022. – № 10 (73). – С. 205–210.

5. Петухова Г. А., Кулькова Т. А. Перспективы применения шунгита как сорбента формальдегида в композитных материалах // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2021. – Т. 21. – № 1. – С. 100–110.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ СТОКОВ ОТ ДМФА И ФОРМАЛЬДЕГИДА

А.С. Семочкина

ПАО «Нижнекамскнефтехим» ПолиЛаб Нижнекамск

SemochkinaAS@nknh.sibur.ru

***Аннотация.** Впервые выделены бактерии-деструкторы, способные к биodeградации ДМФА и формальдегида при высоких концентрациях. Исследование проводилось на базе активного ила биологических очистных сооружений (БОС) ПАО «Нижнекамскнефтехим». В ходе работы были выделены метилотрофные бактерии родов *Achromobacter*, *Methylobacterium* и *Pseudomonas*, которые продемонстрировали высокую эффективность в утилизации ДМФА и формальдегида. Культивирование микробного сообщества в лабораторном биореакторе BIOSAT M позволило достичь 98,4% очистки сточных вод от ДМФА за 12 часов, а от формальдегида на 90-95% за 24 часа.*

***Ключевые слова:** диметилформамид (ДМФА), активный ил, метилотрофные бактерии, биологическая очистка, биореактор, *Achromobacter*, *Methylobacterium*, *Pseudomonas*.*

Формальдегид являются одними из наиболее токсичных органических поллютантов, попадающих в поверхностные воды со стоками химических, нефтехимических, фармацевтических и других производств. Производство изопрена сопровождается образованием сточных вод, содержащих высокие концентрации формальдегида — токсичного соединения, опасного для окружающей среды и здоровья человека. Традиционные методы очистки не всегда эффективны, поэтому разработка биологических методов, основанных на использовании микроорганизмов, является актуальной задачей.

Формальдегид относится к первому классу опасности и может вызывать серьезные последствия для здоровья человека. При попадании в организм он воздействует на клеточном уровне, что может привести к:

- Заболеваниям дыхательных путей
- Пневмосклерозу

- Мутациям клеток
- Проблемам с почками

Систематическое вдыхание паров формальдегида может вызвать хронические заболевания.

Для очистки сточных вод было выделено сообщество микроорганизмов из активного ила, способных использовать формальдегид в качестве основного источника углерода. С помощью современных методов выделенные бактерии были идентифицированы как представители родов *Methylobacterium*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*.

Эти бактерии обладают метилотрофными свойствами, что позволяет им эффективно разлагать формальдегид.

Проведение исследований проводили на лабораторном биореакторе BIOSTAT M, предназначенный для непрерывной очистки сточных вод. Условия в биореакторе были оптимизированы для максимальной активности микроорганизмов.

Эксперименты показали высокую эффективность предложенного метода:

- За 24 часа микроорганизмы снижали уровень формальдегида на 90-95%.
- Начальная концентрация формальдегида составляла 2500-3000 мг/дм³, что соответствует реальным условиям производства изопрена.

Наглядным примером выделенной биомассы служит фото чашки Петри, представленное на рисунке 1.



Рис. 1. Метилотрофная биомасса-деструктор формальдегида

Диметилформамид (ДМФА) — токсичное органическое соединение, широко используемое в нефтехимической промышленности. Его присутствие в сточных водах представляет серьёзную экологическую

угрозу, так как ДМФА ингибирует активность микрофлоры, участвующей в биологической очистке. В данной работе исследована возможность биodeградации ДМФА с помощью метилотрофных бактерий, выделенных из активного ила биологических очистных сооружений (БОС) ПАО «Нижнекамскнефтехим».

Образцы ила высевали на агаризованную среду ММ с метанолом. Чистые культуры выделяли методом последовательных разведений. Из активного ила выделены 4 морфотипа бактерий, использующих метанол. Три из них идентифицированы как *Achromobacter*, один — как *Methylobacterium* (розовая пигментация).

Смешанная культура *Achromobacter* и *Methylobacterium* показала наилучший рост на среде с ДМФА (1000 мг/дм³).

В биореакторе сообщество было адаптировано к концентрации 25000 мг/дм³. При этом биodeградация 98,4% ДМФА проходила за 12 часов.

Выделенная культура представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Морфотипы метилотрофных бактерий на среде ММ с ДМФА.

Таким образом, выделенные метилотрофные бактерии адаптированы к биodeградации высоких концентраций формальдегта и ДМФА в сточных водах, что может быть использовано для локальной очистки стоков нефтехимических производств от этих токсичных соединений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьева Ю., Краснова Т., Полякова Н., Кирсанов М. Технология очистки сточных вод от диметилформамида // *Экология и промышленность России*. — 2018. — Т. 22, № 3. — С. 46–50.

2. Хотимский Б.Г., Акопиан А.И. Преобразование нефтей микроорганизмами. — Л.: ВНИГРИ, 1970. — 281 с.

ВЛИЯНИЕ СУЛЬФАТСОДЕРЖАЩИХ КОНЦЕНТРАТОВ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ПРОЦЕСС БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Е.С. Кнутова, Е.С. Балымова

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический
университет», г.Казань, Россия

katya.knutova.01@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Е.С. Балымова

Аннотация. Оценка влияния сульфатсодержащих концентратов обратноосмотических установок на процессы биологической очистки является актуальной задачей, требующей комплексного подхода. В данной работе представлены результаты оценки острой токсичности концентратов после обратноосмотических установок на двух тест-объектах: инфузориях *Paramecium caudatum* Ehrenberg и науплиях рачков *Artemia salina* L., которые широко используются в экотоксикологических исследованиях. Учитывая высокую кратность разбавления концентратов, вызывающую гибель 50% инфузорий за часовую экспозицию, составляющую 5 и 50-кратное разбавление при концентрации сульфатов 1996 мг/дм³ и 4957 мг/дм³ соответственно, рассмотрено влияние сульфатсодержащих концентратов на активный ил, осуществляющий процесс биологической очистки.

Ключевые слова: концентрат, сточные воды, обратноосмотическая установка, сульфат-ионы, активный ил.

В условиях растущего дефицита пресной воды [1] технологии водоподготовки приобретают особую важность [2]. Обратный осмос, основанный на использовании полупроницаемых мембран, стал одним из самых эффективных методов очистки воды от солей, органических соединений и микроорганизмов [3].

Этот метод успешно применяется для получения питьевой воды, опреснения морской воды и в промышленных целях. При эксплуатации данного метода возникает ряд экологических проблем. В ходе работы формируется концентрат, богатый солями и прочими компонентами, который представляет угрозу экосистеме водоема и процессу биологической очистки, приводя к повышению солевой нагрузки и

нарушает функционирование микроорганизмов, участвующих в процессе очистки воды. Целью работы является оценка влияния сульфатсодержащих концентратов обратноосмотических установок (ООУ) на процесс биологической очистки сточных вод.

Объектами исследования являлись активный ил и сточная вода с добавлением концентратов ООУ в процессе биологической очистки сточных вод.

Экспериментальное исследование биологической очистки сточных вод с концентратов ООУ проводилось с использованием модельных биореакторов вместимостью 2 дм³. Смешение активного ила и сточной воды производили в соотношении 1:1 согласно нормативам для очистных сооружений бытового и общесплавного типа. Аэрация смеси продолжалась 4,5 ч; при концентрации растворённого кислорода не менее 2,5-3 мг/дм³. Для моделирования процесса биологической очистки использовался активный ил из хозяйственно-бытовых стоков очистных сооружений Республики Татарстан. Сточная вода готовилась путем смешивания бытового стока с концентратами ООУ, содержащими 2000-5000 мг/дм³ сульфатов. Доза активного ила в ходе исследований составляла 1,14-1,41 г/дм³.

В контрольном биореакторе концентрация сульфат-ионов составляла 92 ± 15 мг/дм³, что не оказывало существенного негативного влияния на микроорганизмы активного ила. Сульфаты использовались как источник серы для синтеза аминокислот и других клеточных компонентов. Сульфатредуцирующие бактерии активно включали сульфаты в метаболизм, но количество образующихся сульфидов было незначительным, что обеспечивало эффективную биологическую очистку без нарушений нитрификации. Оценка нарушений в процессе биологической очистки, связанных с деструкцией хлопьев активного ила, проводилась на стадии отделения иловой смеси от очищенной воды. Динамика изменения объема активного ила зафиксированы через 1 ч (рис. 1) и 4,5 ч инкубации.

Представленный график наглядно демонстрирует существенное влияние повышения концентрации сульфат-ионов в сточных водах на состояние активного ила. При анализе результатов после 1 ч инкубации активного ила со сточной водой при добавлении концентрата ООУ с концентрацией сульфатов 4957 мг/дм³ (рис. 1) наблюдается ускоренное осаждение биомассы: в первые минуты ил оседает на дно, но очищенная вода остается мутной (до 50 ЕМФ/дм³).

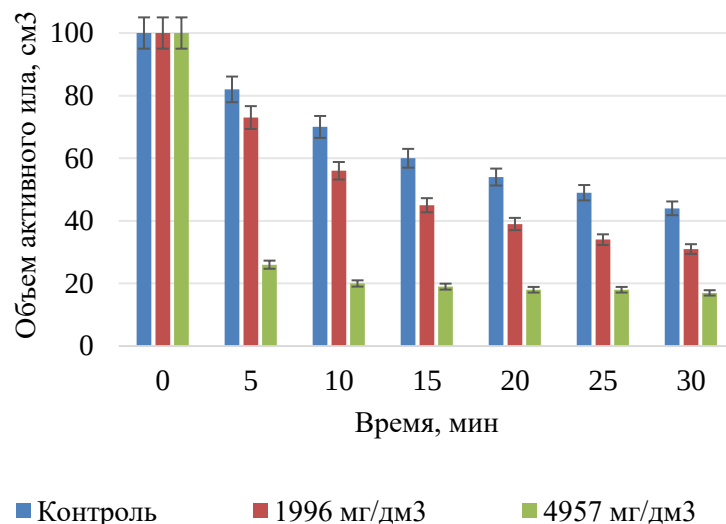


Рис. 1. Динамика изменения объема активного ила, отобранного в процессе инкубации через 1 ч

После 30 мин отстаивания дальнейшее уплотнения осадка практически не происходит. Важно отметить, после окончания процесса биологической очистки (4,5 ч инкубации) После полной биологической очистки (4,5 ч) восстановление свойств активной биомассы не происходит (рис. 2).

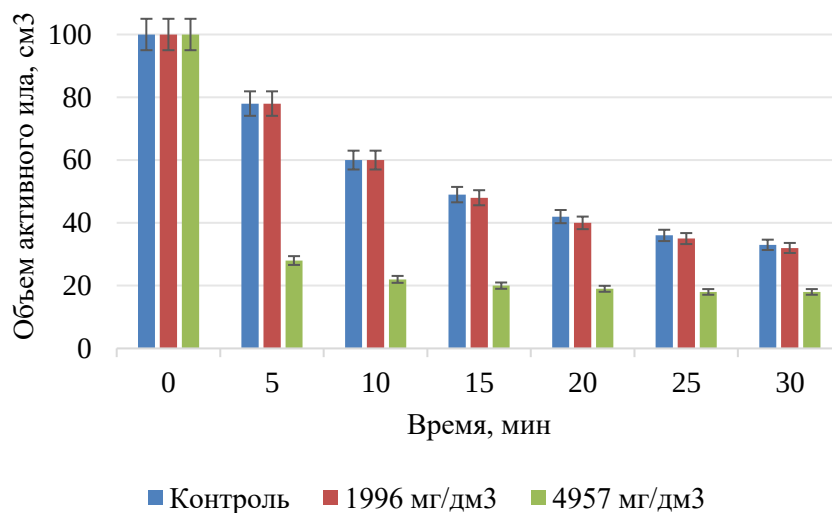


Рис. 2. Динамика изменения объема активного ила, отобранного в процессе инкубации через 4,5 ч

Иловый индекс активного ила в процессе и после биологической очистки для контрольного биореактора варьировался в пределах 255 ± 31

см³/г. Анализ данных, полученных через 1 ч инкубации, показал значительное отклонение илового индекса от контрольных значений при различных концентрациях сульфатов в концентрате ООУ. При содержании сульфатов 1996 мг/дм³ наблюдалось снижение индекса на 20% относительно контроля, а при концентрации 4957 мг/дм³ снижение составило уже 57%.

Показано, что сброс сульфатсодержащих концентратов ООУ в общесплавную систему канализации может оказать значительное ингибирующее воздействие на процесс биологической очистки сточных вод, особенно при концентрации сульфат-ионов выше 2000 мг/дм³.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2020 году». М.: Росводресурсы, НИА-Природа. 2022. 510 с.
2. Макачук Г.В., Лазарева Т.П., Шиманский К.Д. Новейшие методы водоподготовки. Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2022. № S2 (22). С. 103-109.
3. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. М.: ДеЛи принт. 2014. 328 с.

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОЦЕНОЗ АКТИВНОГО ИЛА СООРУЖЕНИЙ БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

А.Р. Новикова¹, Е.С. Балымова¹, А.А.Шульникова¹, Р.К. Закиров¹

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический

университет» г. Казань, Россия

ilc2013@inbox.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Балымова Е.С.

Аннотация. В работе рассмотрено влияние ультразвукового воздействия на хлопья активного ила, формирующегося на двух видах сточных вод – смешанных хозяйственно-бытовых и промышленных сточных водах. После воздействия ультразвука на активный ил, формирующийся на хозяйственно-бытовых и промышленных стоках, размеры хлопьев стали иметь средний периметр в 35 и 40 раз меньше соответственно. Также после ультразвука в обоих илах наблюдается частичное и полное нарушение целостности структуры клеток индикаторных

микроорганизмов. Для раковинных амёб р. *Arcella* среднеарифметический результат размеров длины и ширины после воздействия ультразвука составил 150 ± 7 нм и 125 ± 6 нм соответственно для хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод.

Ключевые слова: биологическая очистка, сточные воды, активный ил, ультразвук, мембранный кавитационный реактор, размеры хлопьев.

Промышленность с каждым днем увеличивает свои обороты по выпуску как целевых продуктов, так побочных. Одним из самых распространенных отходов на производствах является сточная вода, очистка которой необходима перед спуском в окружающую среду или для последующего использования на предприятии. Также с увеличением количества населения крупных городов и потребностей человека объем поступающих на очистные сооружения хозяйственно-бытовых стоков увеличивается.

Самый перспективный метод очистки сточных вод – биологический, так как он экономичнее, безопаснее и эффективнее существующих методов, в связи с чем исследования в данной области особо значимы и актуальны. Биологическая очистка заключается в потреблении загрязняющих веществ сточной воды микроорганизмами, представляющими биоценоз активного ила. Физические и химические характеристики сточной воды, условия проведения процесса биологической очистки, биохимические свойства активного ила – от многих показателей зависит эффективность процесса очистки [1].

Микроорганизмы, которые составляют население активного ила, потребляют загрязняющие вещества, тем самым, происходит процесс удаления загрязняющих веществ из сточной воды. Данный процесс осуществляется за счет активных ферментных систем микроорганизмов [2]. Одним из предлагаемых методов повышения ферментативной активности илов является его ультразвуковая обработка. Поэтому в данной работе рассмотрено влияние ультразвукового воздействия на хлопья активного ила, формирующегося на двух видах сточных вод – смешанных хозяйственно-бытовых и промышленных сточных водах.

В данной работе для изучения различных характеристик биоценоза активного ила используется микроскопия в темном поле. Для идентификации микроорганизмов в биоценозе активного ила и исследования физических параметров клеток (периметр хлопьев, размеры микроорганизмов) изучали препарат «раздавленная капля» с использованием смарт-микроскопа ZEISS Axio Imager D2 [3]. При использовании встроенной камеры получали микрофотографии, на которых

с учетом увеличения микроскопа и калибровки объект-микрометра определяли размеры хлопьев активного ила с использованием встроенного программного обеспечения AxiVision.

Исходный активный ил, формирующийся на двух разных видах сточных вод – хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды на очистных сооружениях, характеризуются как суспензии коричнево-зеленого или серо-коричневого цвета, хлопья плотные и объемные. Микроорганизмы в обоих биоценозах активные и без повреждений. Биоценоз активного ила представлен флокулирующими формами бактерий, в составе биоценозов микроорганизмы третьего трофического уровня (хищники – коловратки, тихоходки, сосущие инфузории) [4].

Для осуществления воздействия ультразвука на суспензию активного ила использовали стационарный мембранный кавитационный реактор с частотой 22 кГц. Ультразвуковое воздействие на активный ил проводилось в течение 90 сек, при этом конечная температура иловой суспензии составляла не более $42 \pm 2^\circ\text{C}$.

При помощи микроскопии в темном поле и программного обеспечения AxiVision через специальную функцию Measure вкладки Length были определены размеры микроорганизмов, размеры нарушений целостности структуры клеток и периметры хлопьев активного ила до и после воздействия ультразвука. Для рассматриваемых в качестве примера раковинных амёб р. *Arcella* среднеарифметический результат размеров длины и ширины составил 150 ± 7 нм и 125 ± 6 нм соответственно для хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. После действия ультразвука в обоих илах наблюдается разрыв амёбы р. *Arcella* до середины раковины или полный разрыв на две части.

Также после воздействия ультразвука на активный ил наблюдается значительное уменьшение периметра хлопьев активного ила. Периметры хлопьев рассчитаны по микрофотографиям в приложении AxiVision через специальную функцию Measure вкладки Outline. Результаты расчета средних арифметических периметров хлопьев представлены в таблице 1.

Таблица 1

Периметр хлопьев активного ила, нм

Активный ил, формирующийся на хозяйственно-бытовых стоках		Активный ил, формирующийся на промышленных стоках	
до ультразвуковой обработки	после ультразвуковой обработки	до ультразвуковой обработки	после ультразвуковой обработки

598 300±29915	16 900±845	495 200±24760	12 300±615

На рисунке 1 представлена фотография микроскопии в темном поле определения периметра некоторых хлопьев активного ила после воздействия ультразвука. Если до ультразвуковой обработки в активном иле хлопья в основном все крупные, то после ультразвука хлопья стали меньших размеров. Данное наблюдение справедливо для двух изучаемых илов вне зависимости от типа сточных вод, на которых он формируется.

Хлопья активного ила, формирующегося на хозяйственно-бытовых стоках, имеют периметр на 17% больше (в среднем 598 300 нм), чем хлопья активного ила, формирующегося на промышленных стоках (в среднем 495 200 нм). После воздействия ультразвука на активный ил, формирующийся на хозяйственно-бытовых и промышленных стоках, размеры хлопьев стали иметь средний периметр в 35 и 40 раз меньше соответственно. Также после ультразвука в обоих илах наблюдается частичное и полное нарушение целостности структуры клеток индикаторных микроорганизмов.

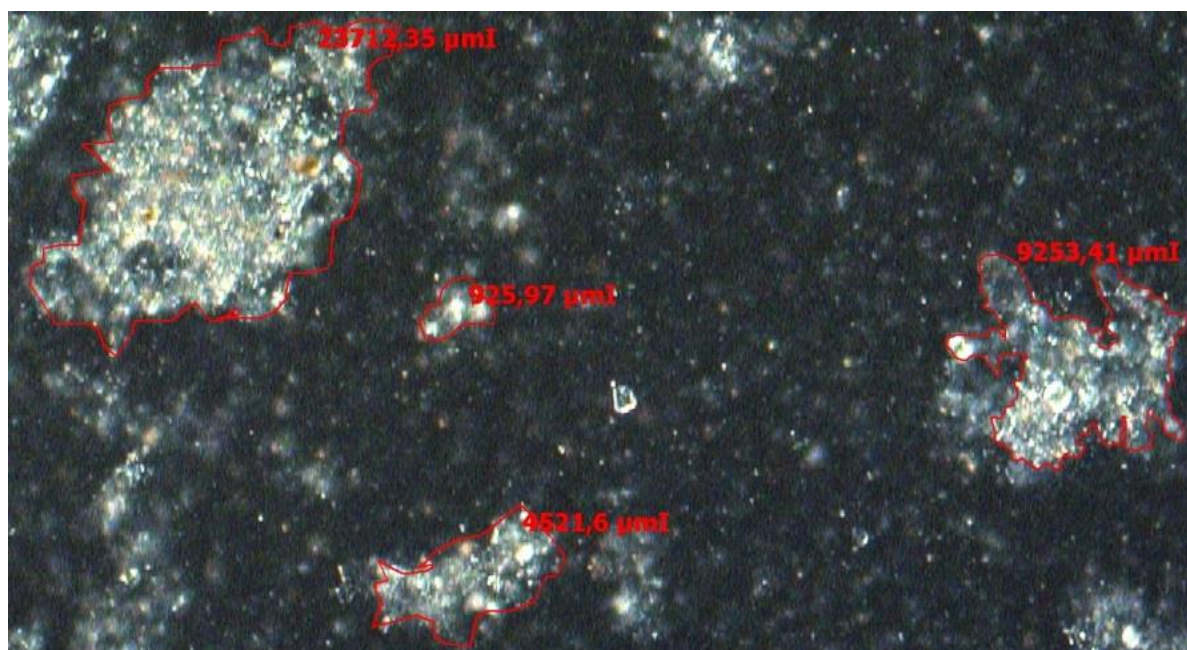


Рис. 1. Хлопья активного ила, формирующегося на промышленных стоках, после ультразвукового воздействия (x200)

Следует отметить значительное негативное влияние ультразвука с частотой 22 кГц при продолжительности обработки 90 сек на активный ил вне зависимости от типа сточных вод, на которых они формируются. Разрушенные микроорганизмы после такой обработки не способны активно

метаболизировать загрязняющие вещества в процессе биологической очистки. Необходимо значительное время для их восстановления или прироста нового активного ила, что значительно усложняет процесс биологической очистки сточных вод.

Кроме того, мелкие хлопья оседают гораздо медленнее, чем хлопья больших объемов. Это напрямую повлияет на процесс вторичного отстаивания активного ила после биологической очистки – понадобится намного больше времени при ограничении со стороны гидравлической нагрузки очистных сооружений [5]. Поэтому следует при использовании ультразвука для повышения биохимической активности и снижения возраста ила ограничивать продолжительность воздействия на биомассу. Также предотвращать воздействия ультразвука с частотой 22 кГц продолжительностью более 90 сек на активный ил вне зависимости от типа сточных вод, на которых он формируется, в противном случае могут возникнуть проблемы с эффективностью реализации технологии биологической очистки.

Заключение

Полученные данные являются подтверждением значительного влияния ультразвука на активный ил, поэтому при обработке активного ила ультразвуком с частотой 22 кГц для повышения его ферментативной активности обязательно необходимо принимать во внимание как степень деструкции биомассы бактериальных клеток с целью выбора оптимального режима ее ультразвуковой обработки, так и возраст активного ила, учитывая защитный эффект внеклеточных полимерных веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. Москва: АКВАРОС. 2003. 512 с.
2. Роговская И.И. Рекомендации по методам производства анализов на сооружениях биохимической очистки промышленных сточных вод. Москва: Изд-во лит. по строительству. 1970. 99с.
3. Балымова Е.С., Сафиуллина Ю.М., Ахмадуллина Ф.Ю., Закиров Р.К. Показатели оценки состояния активного ила в процессе водоочистки: сравнительный анализ. Бутлеровские сообщения. 2020. Т.61. №1. С.96-103.
4. Шульникова А.А., Балымова Е.С., Новикова А.Р., Закиров Р.К. Характеристика биоценоза активного ила очистных сооружений нефтехимического предприятия в холодный период года / ХимБиоSeasons

2024. Сборник тезисов докладов X юбилейного всероссийского форума молодых исследователей. Калининград, 2024. С. 112.

5. Балымова Е.С., Новикова А.Р., Закиров Р.К., Ахмадуллина Ф.Ю. Моделирование процесса биологической очистки сточных вод нефтехимического производства / Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2025. Т. 27. № 1 (123). С. 166-175.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРАЛЬНОГО САХАРОЗАМЕНИТЕЛЯ СТЕВИИ В ПРИГОТОВЛЕНИИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИИ

Р.А. Аксакова

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

rakhimova_aska@bk.ru

Науч. рук. канд. педагогических. наук, доцент Сагдеева Г.С.

***Аннотация.** В статье рассматривается проблема воздействия сахара на здоровье человека, включая такие негативные последствия, как кариес и нарушение обмена веществ. Обсуждается важность поиска альтернативных подсластителей, среди которых особое внимание уделяется стевии — природному растительному подсластителю, обладающему множеством полезных свойств. В статье подчеркивается, что стевия, в отличие от искусственных сахарозаменителей, обладает высоким уровнем сладости, не несет токсичности и имеет сертификаты безопасности в различных странах. Изложены исследования, подтверждающие терапевтические свойства стевии, включая ее применение при диабете, ожирении и других нарушениях обмена веществ. Также акцентируется необходимость разработки современных методов контроля качества продуктов на основе стевии из-за растущего интереса к ней в пищевой промышленности. Статья завершает выводом о превосходстве стевии над сахаром в контексте здоровья и благополучия, что делают ее перспективным вариантом для замены сахара в рационе человека.*

***Ключевые слова:** кондитерская промышленность, сахар, сахарозаменители, стевия, стевиозид, здоровье, обмен веществ, диабет, терапевтические свойства, контроль качества.*

Кондитерская промышленность — отрасль, производящая высококалорийные пищевые продукты, в составе которых, как правило, содержится большое количество сахара. Однако всем известно, что сладости вредны для зубов. Кариес, нарушение обмена веществ, отрицательное влияние на состояние десен и пародонта — все это последствия избыточного потребления сахара–песка. Поэтому люди стали

выпускать сахарозаменители, надеясь на то, что они будут менее опасны. Однако исследования показывают, что и заменители можно употреблять в очень ограниченном количестве, так как при избыточном использовании они могут нарушать работу почек, печени и других органов. Эти ограничения касаются всех искусственных заменителей сахара, но они не имеют никакого отношения к единственному природному сладкому аналогу – стевии. Она является природным консервантом, обладает антимикробным и противогрибковым действием.

Цель настоящего исследования – замена сахара–песка на более полезный натуральный продукт.

Среди наиболее перспективных и эффективных современных природных подсластителей внимание привлекают сладкие дитерпеновые гликозиды, накапливающиеся в надземной части растения стевия в достаточно большом количестве - до 20% в пересчёте на сухой вес и обладающие ярко выраженным сладким вкусом, в 250 - 300 раз превышающим сладость сахарозы. Стевия произрастает в основном в северной части Парагвая, а на сегодняшний день культивируется в промышленных масштабах в Бразилии, Израиле, Вьетнаме, Корее, Китае и Японии. В одной только Японии на нужды пищевой промышленности ежегодно тратится около 1700 тонн листьев стевии [1].

Экстракты стевии используются либо индивидуально, либо в композициях с другими средствами для подслащивания напитков и других продуктов питания.

Во многих странах мира - в первую очередь, в Японии, а также Бразилии, Корее, США, Парагвае, Лаосе, Китае, Индонезии, Таиланде и других - стевиозид, основной дитерпеновый гликозид стевии, используется как подсластитель в широком спектре продуктов питания: винах, безалкогольных напитках, плодово - ягодных сиропах, кондитерских изделиях, при производстве зубной пасты, жевательных резинок и косметических продуктов. Стевиозид нетоксичен, низко калориен, устойчив при температурной обработке (до 120°C) и в широком диапазоне значений pH (2 - 10). При условии применения в частных технологиях производства алкогольных и безалкогольных напитков, молочных продуктов, хлебобулочных и кондитерских изделий, а также майонезов, соусов и консервов, стевиозид наилучшим образом подходит для использования в процессах смешивания в слабокислых средах, в процессах высокотемпературной обработки и может быть внесён в рецептуру на любой стадии [2].

В последние годы в различных странах проводятся интенсивные исследования терапевтического действия стевиозида при таких распространённых заболеваниях, как гипогликемия и диабет. Обнаружены также и другие лечебные свойства, так, экстракт стевии согласно последним данным проявляет контрацептивную и противовирусную активности.

Растущий интерес к продуктам переработки стевии и появление продуктов питания и пищевых добавок на основе стевиозида на российском рынке обуславливают необходимость разработки эффективных методик контроля их качества с использованием современных методов анализа. В связи с неординарными органолептическими свойствами и биологической активностью дитерпеновых гликозидов стевии требуется углублённое изучение физико-химических и биологических свойств данных соединений, а также совершенствование методов их выделения из растительного сырья.

Стевия намного полезнее сахара-песка. Она укрепляет иммунную систему, рекомендуется беременным и кормящим матерям, улучшает обмен веществ, способствует быстрому и полному выведению из организма продуктов обмена, шлаков, снижает уровень холестерина в организме. Рекомендуется при многих заболеваниях, связанных с нарушениями обмена веществ, в том числе при ожирении, сахарном диабете, панкреатите. Отрицательное побочное действие при использовании стевии не обнаружено [3].

Пищевые добавки - природные, идентичные природным или искусственные вещества, сами по себе не употребляемые как пищевой продукт или обычный компонент пищи. Они преднамеренно добавляются в пищевые системы по технологическим соображениям на различных этапах производства, хранения, транспортировки готовых продуктов с целью улучшения или облегчения производственного процесса, или отдельных его операций, увеличения стойкости продукта к различным видам порчи, сохранения структуры и внешнего вида продукта или намеренного изменения органолептических свойств [4].

Основные цели введения пищевых добавок предусматривают:

1. совершенствование технологии подготовки и переработки пищевого сырья, изготовления, фасовки, транспортировки и хранения продуктов питания. Применяемые при этом добавки не должны маскировать последствий использования некачественного или испорченного сырья, или проведения технологических операций в антисанитарных условиях;

2. сохранение природных качеств пищевого продукта;
3. улучшение органолептических свойств или структуры пищевых продуктов и увеличение их стабильности при хранении.

Применение пищевых добавок допустимо только в том случае, если они даже при длительном потреблении в составе продукта не угрожают здоровью человека, и при условии, если поставленные технологические задачи не могут быть решены иным путем. Обычно пищевые добавки разделяют на несколько групп:

- вещества, улучшающие внешний вид пищевых продуктов (красители, стабилизаторы окраски, отбеливатели);
- вещества, регулирующие вкус продукта (ароматизаторы, вкусовые добавки, подслащивающие вещества, кислоты и регуляторы кислотности);
- вещества, регулирующие консистенцию и формирующие текстуру (загустители, гелеобразователи, стабилизаторы, эмульгаторы и др.);
- вещества, повышающие сохранность продуктов питания и увеличивающие сроки хранения (консерванты, антиоксиданты и др.). К пищевым добавкам не относят соединения, повышающие пищевую ценность продуктов питания и причисляемые к группе биологически активных веществ, такие как витамины, микроэлементы, аминокислоты и др.

Эта классификация пищевых добавок основана на их технологических функциях. Федеральный закон о качестве и безопасности пищевых продуктов предлагает следующее определение: «пищевые добавки -- природные или искусственные вещества и их соединения, специально вводимые в пищевые продукты в процессе их изготовления в целях придания пищевым продуктам определенных свойств и (или) сохранения качества пищевых продуктов».

Следовательно, пищевые добавки - это вещества (соединения), которые сознательно вносят в пищевые продукты для выполнения ими определенных функций. Такие вещества, называемые также прямыми пищевыми добавками, не являются посторонними, как, например, разнообразные контаминанты, «случайно» попадающие в пищу на различных этапах ее изготовления.

Существует различие между пищевыми добавками и вспомогательными материалами, употребляемыми в ходе технологического потока. Вспомогательные материалы -- любые вещества или материалы, которые, не являясь пищевыми ингредиентами, преднамеренно используются при переработке сырья и получения продукции с целью улучшения технологии; в готовых пищевых продуктах

вспомогательные материалы должны полностью отсутствовать, но могут также определяться в виде не удаляемых остатков.

Пищевые добавки употребляются человеком в течение многих веков (соль, перец, гвоздика, мускатный орех, корица, мед), однако широкое их использование началось в конце XIX в. и было связано с ростом населения и концентрацией его в городах, что вызвало необходимость увеличения объемов производства продуктов питания, совершенствование традиционных технологий их получения с использованием достижений химии и биотехнологии [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Щебарева. З.С. Стевия - ценное лекарственное растение для Нижнего Поволжья./З.С. Щебарева, М.Ю.Пучкова, К.В. Исаев // Иновационная наука. №2.М: – 2018. №2.–30-32с.
2. Костина В.В. Натуральный подсластитель стевиозид// Молочная промышленность. / В.В. Костина. 2004. №1. –44-45с.
3. Коробова М.М. Биологические особенности и химический состав *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Hemsl. при интродукции в Ленинградскую область: Автореф. дис. канд. биол. н. / М.М.Коробова. СПб:- 2000. –19 с.
4. Булдаков, А.С. Пищевые добавки. Справочник / А.С.Булдаков. – СПб.: ГИОРД, 2001.–176с.
5. Сизенко, Е.И. Экологическая безопасность технологий комплексной переработки сельхоз сырья для создания продуктов повышенной пищевой ценности. Пища. Экология. Человек : Доклады Четвертой международной конференции / Е.И. Сизенко.-М.:МГУПБ, 2001.–58 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПРИГОТОВЛЕНИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

М.А. Фасхутдинова

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

mur2282@bk.ru

Науч. рук. канд. педагогических. наук, доцент Сагдеева Г.С.

***Аннотация.** Статья посвящена пользе тыквенных семян, которые благодаря своему богатому витаминно-минеральному составу благотворно влияют на организм человека. Применение тыквенных семян в мучных кондитерских изделиях*

позволяет повысить пищевую ценность и тем самым расширить ассортимент продукции.

Ключевые слова: *тыквенные семена, польза, пищевая ценность, витаминно-минеральный состав.*

В последнее время сократился импорт сырья, но это не повлияло на развитие кондитерской промышленности. В мучных кондитерских изделиях всё чаще начали использовать местное и нетрадиционное сырьё растительного происхождения, что позволило повысить пищевую и биологическую ценности, а также качество готовых изделий. Одними из таких продуктов являются тыквенные семена и мука из них. Цель работы состояла в исследовании пользы тыквенных семян и разработка нового полезного мучного кондитерского изделия. Несмотря на свою скромную внешность тыквенные семена в своем составе скрывают большое количество полезных веществ, которые так необходимы для организма человека.

Семена тыквы являются ценнейшим источником целого комплекса функциональных пищевых компонентов и биологически активных веществ: белка, пищевых волокон, витаминов, липидов и минеральных веществ.

Тыквенные семена содержат большое количество таких витаминов, как:

- 1) витамины А и Е – противодействуют старению кожи
- 2) витамины группы В – нормализуют работу нервной системы
- 3) витамин К – регулирует свертываемость крови в организме, а также способствует укреплению сосудов и костной ткани витамин РР – нормализует обменные процессы в организме, снижает количество холестерина в крови, участвует в тканевом дыхании и биосинтезе[20].

Также в тыквенной муке больше минеральных веществ, таких как натрий, калий, кальций, магний, фосфор, железо, цинк. [11]. Особенности химического состава семян тыквы позволяют узнать о наличии эмульгирующих свойств, которые возможно использовать для улучшения показателей качества готового полуфабриката. Содержание жира, витаминов и минеральных веществ в семенах позволит обеспечить получение изделий с высокой пищевой ценностью. Установлено, что наилучшей эмульгирующей способностью обладает эмульсия из муки семян тыквы сорта Голосеменная[1]. Также ими заменяют орехи в кондитерской промышленности для того, чтобы снизить калорийность готового продукта. Благодаря способности тыквенной муки удерживать влагу увеличиваются сроки хранения, а также свежесть продуктов сохраняется дольше. Использование муки из тыквенных семян помогает

повысить пищевую ценность и обогатить витаминами и минеральными веществами производимых изделий. Из-за своего химического состава она содержится во многих мучных кондитерских и хлебобулочных изделиях.

Наряду с эффектом оздоровления мука тыквенная дает приятный хруст и нежный вкус готовым изделиям. Однако есть недостаток – отсутствует в составе данной муки крахмала.

По сравнению с мукой пшеничной высшего сорта тыквенная мука содержит достаточно большое количество белков, жиров, пищевых волокон, линоленовой и линолевой кислот, витаминов, что дает возможность ее использования для приготовления блюд функционального назначения [2]. Были проведены исследования внесения тыквенной муки при производстве вафельного теста. Результаты показали, что с увеличением дозировки тыквенной муки относительная плотность теста возрастала, а намокаемость изделий уменьшалась на 7,4 %. Это выражается тем, что находящиеся в муке пектины имеют влагоудерживающую способность.

Так же описаны исследования [3] разработки рецептуры бисквитного полуфабриката повышенной пищевой ценности с добавлением тыквенной муки. Разработанный бисквитный полуфабрикат был обогащен большим содержанием белка, жиров, также витамином С и бета-каротином. Он обладал улучшенными органолептическими и физико-химическими показателями, к тому же плотной пищевой ценностью. На основании проведенных исследований установлено, что использование муки из тыквенных семян способствует увеличению биологической ценности готового изделия, улучшению потребительских свойств и расширению ассортимента продуктов из бисквитного полуфабриката, положительно влияющих на организм человека.

Александровой И.В. и другими [4] была создана рецептура нового пряника с применением муки из семян тыквы и томатного порошка и установлены новые технологические периметры процесса приготовления новых изделий. Благодаря органолептической и физико-химической оценке качества пряничных изделий определены оптимальные дозировки томатного порошка 3 % и муки из семян тыквы 5 % к массе пшеничной муки. Энергетическая ценность разработанных пряников составила 362 ккал, при этом повысилось количество пищевых волокон, витаминов, макро- и микроэлементов. Изделия с использованием муки из тыквенных семян получают пышными, воздушными и с приятным запахом и вкусом, тем самым оказывают благотворное влияние на физиологические функции человеческого организма. Нами была рассмотрена возможность

замены части пшеничной муки в рецептуре традиционного мучного кондитерского изделия-кекс, профилактического назначения с использованием тыквенной муки.

Я считаю, что нужно больше уделять внимания здоровью и питаться полезной пищей. По вышесказанному можно понять, что тыквенные семена очень полезные и необходимы в питании и что готовые изделия обогащаются витаминами и микроэлементами, содержащимися в семенах тыквы. Несмотря на свой богатый минеральный состав они не часто используются в кондитерской промышленности. Поэтому каждый человек имеет возможность исследовать ценные свойства семян тыквы, разработать новые рецептуры и тем самым расширить ассортимент продукции.

Хотелось бы чаще видеть на прилавках магазинов изделия с использованием тыквенных семян, так как здоровое и сбалансированное питание является актуальным в наши дни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артемова, Е.Н. Качество эмульсий на основе муки из семечек различных сортов тыквы/Е.Н. Артемова, К.В. Дайченкова//Хранение и переработка сельхозсырья, 2009. – № 5. – С. 65-67.
2. Сагдеева Г.С. Исследование возможности замены сахара на сахарозаменитель в рецептуре кекса из пшеничной муки./Г.С. Сагдеева, Р.И. Айсина. Хлебопродукты. Москва № 2. 2021. С.46-48.
doi: 10.32462/0235 2508 2021 30 2-46-48
3. Ежова К.С., Михайленко М.В., Никонович Ю.Н., Калманович С.А., Красина И.Б., Тарасенко Н.А. СЕМЕНА ТЫКВЫ – ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-3. ; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23465> (дата обращения: 15.03.2023).
4. Рущиц А.А. Использование тыквенной муки в производстве бисквитного полуфабриката /Рущиц А.А. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые биотехнологии. – 2014. – Т. 3, №4. – С. 23-29.
5. Старовойтова О.В., Александрова И.В., Биктагирова А.И., Аухадиева М.И. Использование овощного сырья в производстве пряников // Пищевые технологии и биотехнологии. XVII Всероссийская конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием (г. Казань, 20–23 апреля 2021 г.) : материалы конференции / под ред. А. С.

Сироткина; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. — Казань : Изд-во КНИТУ, 2021. – С. 81-84.

К ВОПРОСУ О ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Е.С. Балагурова

ФГБОУ ВО «ТИУ», г. Тюмень

balagurova.liz@yandex.ru

Науч. рук. доктор техн. наук, доцент О.В. Ударцева

Аннотация. В статье рассматриваются современные угрозы пожарной безопасности на предприятиях нефтегазовой отрасли. На основе статистических данных анализируются основные причины аварий и пожаров, включая технические неисправности, человеческий фактор и внешние природные воздействия. Особое внимание уделяется влиянию таких факторов, как вертикальная и плотная застройка, недостаточное развитие инфраструктуры, рост энергоёмкости и усложнение технологических процессов. Предложены управленческие и технические меры по снижению рисков и повышению устойчивости предприятий к чрезвычайным ситуациям.

Ключевые слова: пожарная безопасность, нефтегазовая отрасль, аварии, техногенные риски, человеческий фактор, управление рисками.

Пожарная безопасность нефтегазовых объектов представляет собой важнейшую составляющую защиты человеческих жизней и имущества. Особенно это актуально для объектов, расположенных в отдаленных районах или на шельфе, где трудности с доступом к аварийным службам могут усугубить риски и ущерб.

По данным Ростехнадзора, за период 2017-2023 гг. на объектах нефтегазовой отрасли зарегистрировано примерно 260 аварий, классификация которых представлена в таблице 1 [1].

Таблица 1

Статистические данные аварий за 2017-2023 гг.

Характер аварии	2017	2018	2019	2020	2023
Неконтролируемый взрыв	13	-	12	5	5
Выброс горючих веществ, пожар	24	-	18	13	11
Повреждение, разрушение технических установок	28	-	21	16	10

Секция 5

Разрушение сооружений	18	-	3	9	6
Количество аварий	83	48	54	43	32
Пострадавшие	17	-	33	30	49
Смертельный исход	12	-	16	6	8
Экономический ущерб	1076,3 млн.руб.	-	2571,4 млн.руб.	6849,7 млн.руб.	2626,76 млн.руб.

Анализ пожаров на нефтегазовых предприятиях позволяет выделить три ключевые группы причин, способствующих их возникновению и распространению [2]:

Таблица 2

Факторы возникновения пожаров

Фактор	Пример	Количество случаев
технический фактор	разрушения в результате внешнего механического воздействия	35
	выход оборудования из строя по причине коррозии	12
	неисправности в оборудовании	7
	потеря герметичности оборудования	5
	аварии в результате нарушений при проведении ремонтных работ	4
человеческий фактор	отсутствие должного производственного контроля	33
	ведение работ без необходимых соглашений и уведомлений организации	21
	нарушения порядка проведения ремонтных и огневых работ	8
	недостаточная квалификация персонала	5
	несоблюдение правил промышленной безопасности	3
внешний неконтролируемый фактор	природные и техногенные факторы (ураганы, штормовые ветра, сильные осадки, грозовые разряды, снежные заносы)	

В условиях стремительного развития нефтехимической и перерабатывающей промышленности возникает необходимость переосмысления традиционных подходов к обеспечению промышленной безопасности, поскольку предприятия всё чаще сталкиваются с новыми и более сложными факторами риска.

Прежде всего это связано с изменением характера производственной застройки. Рост вертикальных сооружений, уплотнение застроек на промышленных площадках, а также техническое насыщение этих объектов значительно усложняют оперативный доступ в случае чрезвычайной ситуации. Это не только снижает эффективность работы аварийно-спасательных подразделений, но и повышает вероятность масштабного распространения пожара при нарушении целостности коммуникаций и систем безопасности. Снизить эти риски можно за счёт внедрения многоуровневых систем противопожарной защиты, использования автоматических установок на высотных участках, а также разработки маршрутов эвакуации и проведения тренировок с учётом особенностей вертикальной планировки.

Особое внимание следует уделять и тому, как предприятия развиваются инфраструктурно. Расширение производственных мощностей часто опережает обновление или строительство объектов противопожарной защиты. Это вызывает дисбаланс между уровнем технологической нагрузки и возможностями существующих инженерных систем. На практике это выражается в ограниченной пропускной способности пожарных проездов, нехватке резервных источников водоснабжения, а также в запаздывании системного реагирования на нештатные ситуации. В качестве управленческих решений может быть предложено проведение регулярного аудита противопожарной инфраструктуры, строительство дополнительных резервуаров для хранения воды, создание резервных проездов и установка мобильных систем оповещения и тушения с учетом перспективы увеличения мощности и расширения производства.

Не менее важным фактором становится растущая энергоёмкость производств. Увеличение количества энергозатратных процессов — будь то термическая переработка, компримирование, каталитические реакции — создаёт дополнительные риски, связанные с перегревами, замыканиями и отказами автоматизированных систем управления. Современные технологические линии предъявляют более высокие требования к устойчивости оборудования и квалификации персонала. Любая ошибка оператора или сбой в системе может повлечь за собой каскад аварийных событий, включая воспламенение паров или утечку горючих веществ. Для

снижения вероятности подобных происшествий необходимо проводить энергетический аудит, устанавливать системы контроля температуры и тока, обеспечивать защиту от перегрузок, а также внедрять предиктивное обслуживание электрооборудования.

Усложнение технологических процессов также становится серьёзным вызовом с точки зрения промышленной безопасности. Повышенная степень автоматизации, большое количество сопряжённых этапов и использование новых реагентов требуют не только технической точности, но и высокой готовности персонала к нестандартным ситуациям. При этом остаётся значительная доля риска, связанного с человеческим фактором и несовместимостью новых и старых компонентов оборудования. Повышение безопасности в этом направлении возможно за счёт создания цифровых двойников технологических процессов, повышения уровня подготовки операторов, проведения регулярных тренировок в условиях, максимально приближенных к аварийным, и внедрения систем раннего предупреждения о нестабильных режимах работы.

Пожарная безопасность промышленных объектов остаётся одной из ключевых составляющих общей системы техносферной безопасности, особенно в нефтехимической и перерабатывающей отраслях. Анализ причин возникновения и развития пожаров на таких предприятиях показывает, что основными источниками угроз по-прежнему остаются нарушения правил эксплуатации оборудования, неисправности электрических сетей и недостатки в системах управления. Однако в современных условиях эти риски усугубляются влиянием новых факторов, таких как вертикальная и плотная застройка, несбалансированное развитие инфраструктуры, повышение энергоёмкости процессов и усложнение технологических схем [3].

Противодействие этим вызовам требует не только технических решений, но и системного управленческого подхода. Эффективное планирование застройки, своевременное обновление инфраструктуры, энергетический аудит, цифровизация производственных процессов и подготовка персонала — всё это должно рассматриваться как неотъемлемая часть стратегии обеспечения промышленной безопасности.

Таким образом, дальнейшее повышение уровня защищённости производственных объектов возможно только при интеграции современных технологий с продуманной системой управления рисками. Это позволит не просто снизить вероятность возникновения пожара, но и существенно повысить устойчивость предприятий к любым видам техногенных угроз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимченко, Р. А. Пожарная безопасность в нефтегазовой отрасли / Р. А. Тимченко. — Текст : электронный // Молодой ученый. — 2023. — № 44 (491). — С. 393-395. — URL : <https://moluch.ru/archive/491/107221/> (дата обращения: 04.05.2025).
2. Калагина, Ю. М. Статистика пожаров на объектах нефтегазовой отрасли / Ю. М. Калагина. — Текст : электронный // Материалы IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» — Омск : Омский Государственный Аграрный Университет, 2020. — URL: <https://files.scienceforum.ru/pdf/2017/30219.pdf> / (дата обращения: 04.05.2025).
3. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору : [сайт]. — URL : <https://www.gosnadzor.ru> / (дата обращения: 04.05.2025). — Текст: электронный.

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ ВОДНОЙ ФАЗЫ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО ОЖИЖЕНИЯ АКТИВНОГО ИЛА СОВМЕСТНО С КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

С.В. Клементьев¹, А.С. Сироткин¹

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» г. Казань, Россия
slava_klementev3715@mail.ru

Аннотация. *Оценено влияние компонентов водной фазы процесса гидротермального ожижения на микробиоценоз активного ила. Отмечено, что при концентрации водной фазы – 1,5 % наблюдалась максимальная ферментативная активность микроорганизмов активного ила, эффективность деструкции органических соединений составила 91 %. Показано, что высокая концентрация компонентов водной фазы негативно влияет на микробиоту активного ила и имеет технологические ограничения при внедрении на действующие очистные сооружения.*

Ключевые слова: *гидротермальное ожижение, водная фазы, избыточный активный ил, дегидрогеназная активность.*

Актуальность исследования. В ходе биологической очистки сточных вод в России ежегодно образуется более 7 млн. тонн илового

осадка, который складывается на иловых полях [1]. Общая площадь иловых полей в РФ составляет 1500 га и стремительно растет [1].

К наиболее перспективным методам обезвреживания избыточного ила можно отнести гидротермальное оживление. Гидротермальное оживление (ГТО) – процесс деполимеризации влажных органических отходов в субкритических условиях [2,3]. Основным сдерживающим фактором масштабирования технологии ГТО является образование значительного количества высококонцентрированных сточных вод (водной фазы), требующих предварительной очистки [4]. Для уменьшения затрат на транспортировку отходов, гидротермальное оживление можно осуществлять сразу на очистных сооружениях и направлять водную фазу в голову аэротенка, для совместной очистки с коммунальными стоками.

Цель работы заключается в подборе оптимальной дозировки водной фазы для последующего разбавления коммунально-бытовыми сточными водами, которая будет положительно влиять на микробиоту активного ила

Объекты исследования: активный ил коммунально-бытовых очистных сооружений г. Иннополис; модельный раствор сточной воды (таблица 1), водная фаза, полученная в ходе гидротермального оживления избыточного активного ила.

Таблица 1

Состав модельного раствора сточной воды

Сахароза, г/дм ³	0,12
Крахмал, г/дм ³	0,01
Глицерин, мкл/дм ³	10
NH ₄ Cl, г/дм ³	0,08
K ₂ HPO ₄ , г/дм ³	0,015

На основании производственных данных технологического регламента было рассчитано, что концентрация водной фазы, образующейся в процессе ГТО избыточного активного ила, при смешении с поступающей на очистку сточной водой составляет 1,74 %.

В соответствии с этим для проведения экспериментального культивирования активного ила были выбраны концентрации водной фазы от 0,5-3 % (объ).

Периодическое культивирование активного ила после внесения водной фазы разбавленной модельным раствором сточной воды осуществляли в течение 12 часов. По истечении времени культивирования оценивали эффективность очистки по показателю ХПК [5]. Помимо удаления органических соединений измеряли влияние водной фазы на микробиоценоз ила с помощью дегидрогензаноной активности [6].

Начальные концентрации основных веществ при внесении разного объема водной фазы к модельному раствору сточной воды, показаны в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика модельного раствора сточной воды и вносимой в нее водной фазы процесса ГТО

Концентрация водной фазы, %	ХПК, мгО/дм ³	NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³
Контроль (0)	304 ± 6	18,52 ± 2,07	-	-	10,37±0,78
0,5	382± 24	32,69± 1,28	0,39± 0,04	0,11±0,01	13,21±0,89
1	448± 8	51,09 ± 1,59	0,52±0,02	0,15±0,01	17,71±2,14
1,5	504± 29	57,30± 1,83	0,66±0,13	0,22±0,02	21,15±1,79
2	563 ± 16	62,47± 4,72	0,79±0,05	0,27±0,01	24,36±1,81
3	658 ± 26	72,62± 4,17	1,02±0,09	0,32±0,03	31,14±0,73

Изменение концентрации органических веществ по ХПК и значения дегидрогеназной активности микроорганизмов активного ила в процессе периодического культивирования для различных концентраций водной фазы процесса ГТО показаны на рисунке 1.

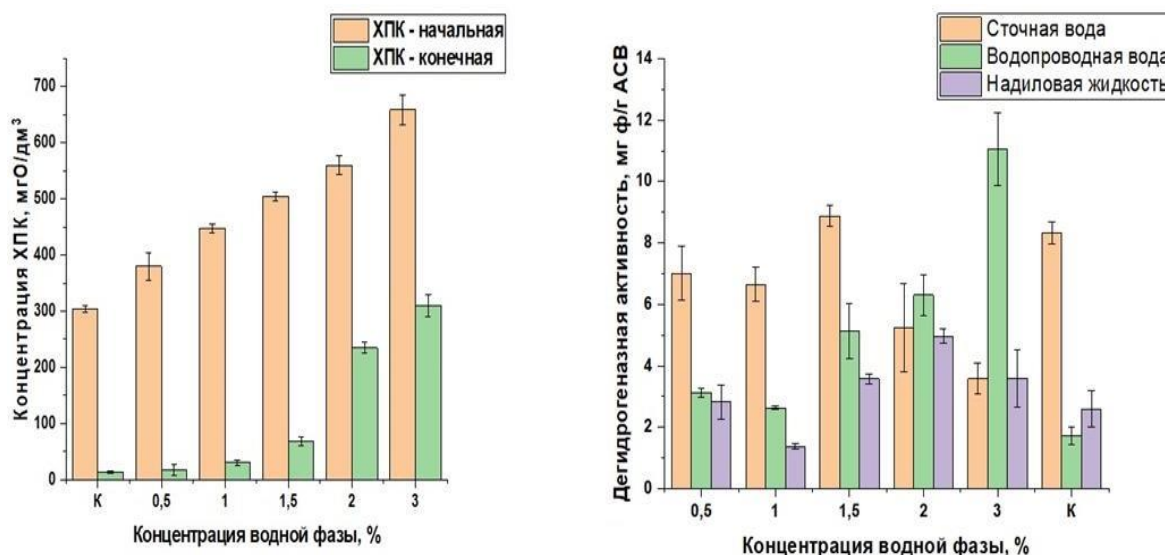


Рис. 1. – Изменение концентрации органических веществ по ХПК и дегидрогеназной активности в процессе периодического культивирования с добавлением водной фазы процесса ГТО

Согласно полученным экспериментальным результатам, на уровне контрольной системы обеспечивается эффективность удаления органических соединений при внесении водной фазы в концентрации, не превышающей 1,5 %. При повышении концентрации водной фазы в среде степень деструкции органических соединений линейно снижается, что может быть связано с тем, что в условиях острого опыта микроорганизмы активного ила недостаточно быстро адаптировались к трудноокисляемому субстрату. Этот вывод подтверждается результатами определения дегидрогеназной активности образцов активного ила. Кроме того, отмечено, что при внесении водной фазы в концентрации 3 % наблюдалось интенсивное пенообразование и вынос активного ила.

По истечении времени культивирования активный ил показал низкую дегидрогеназную активность к сточной воде при концентрации водной фазы 2 % и выше и довольно высокую активность к водопроводной воде по сравнению с меньшими концентрациями. Также была отмечена высокая дегидрогеназная активность при использовании в качестве субстрата надиловой жидкости при внесении водной фазы от 1,5 % и выше (при сравнении с водопроводной водой). Полученные результаты можно объяснить тем, что активный ил не способен в полном объеме минерализовать органические соединения водной фазы в среде с её высокими концентрациями, и необходимыми представляются дополнительные адаптационные мероприятия.

Заключение: оптимальной концентрацией водной фазы в среде, обеспечивающей максимальную ферментативную активность и удаление органических соединений в ходе периодического культивирования составляет 1,5 %. При повышении концентрации водной фазы выше 1,5 % наблюдалось снижение эффективности деструкции органических соединений и низкая дегидрогеназная активность. При концентрации водной фазы 3 % наблюдалось пенообразование и лизис микробиоценоза активного ила.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексная утилизация осадков городских сточных вод с получением техногенного почвогрунта / М.В. Быкова, Д.М. Малюхин, Д.О. Нагорнов, А.А. Дука // Записки Горного Института. – 2024. – Т. 267. – С. 453-465;
2. Клементьев С.В. Биодеструкция компонентов водной фазы процесса гидротермального ожижения биомассы активного ила / С.В.

Клементьев, В.В. Лисун, Ю.В. Куликова, А.С. Сироткин // Биотехнология. – 2024. – Т. 40. - № 2. – С. 104-112;

3. Valorization of hydrothermal liquefaction aqueous phase: pathways towards commercial viability / J. Watson, T. Wang and B. Si [et al.] // Progress in Energy and Combustion Science. – 2020. – Vol. 77 (100819);

4. Клементьев С.В. Обезвреживание компонентов водной фазы гидротермального ожижения избыточного активного ила в биосорбционных системах / С.В. Клементьев, А.С. Сироткин, А.А. Хасанова, Ю.В. Куликова // Бутлеровские сообщения. – 2024. – Т. 77, в. 3. – С. 113-121;

5. ПНД Ф 14.1:2.100-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом: утв. Государственный комитет РФ по охране окружающей среды – М. 01.09.2016. – 16 с;

6. Инструкция по лабораторному контролю очистных сооружений на животноводческих комплексах. Часть III. Определение биогенных веществ. Анализ осадков и ила. – М., 1984 - 34 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРЯДКА РЕАКЦИИ ДЛЯ ГИДРОХИНОНА НЕТРАДИЦИОННЫМИ СОРБЕНТАМИ

К.В. Волвенкина

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

christinavolvenkina@gmail.com

Научный руководитель к.х.н, доцент А.В. Лысенко

***Аннотация.** В работе был определен порядок реакции для двухатомного фенола – гидрохинона, который подвергли одноступенчатой статической сорбцией нетрадиционными сорбентами. Для этого сравнивали кинетические кривые, которые получили после сорбции, а порядок реакции определяли двумя способами – графически и математически.*

***Ключевые слова:** двухатомные фенолы, гидрохинон, непищевые отходы переработки пшеницы, полиэтилен, кожевенная стружка, одноступенчатая статическая сорбция.*

Поглощение фенолов – это важная тема в области экологии и химической технологии, поскольку фенольные соединения являются распространёнными загрязнителями, которые негативно влияют на

окружающую среду и здоровье человека [1]. Эти соединения, используемые в производстве пластмасс, красителей, фармацевтических препаратов и пестицидов, часто обнаруживаются в сточных водах и промышленных отходах. Актуальность изучения сорбции фенолов можно объяснить несколькими ключевыми аспектами.

Во-первых, фенолы обладают высокой токсичностью и канцерогенными свойствами. Они способны вызывать острые и хронические отравления, а также негативно влиять на эндокринную систему человека и животных.

Во-вторых, современные технологии очистки сточных вод часто не обеспечивают полного удаления фенолов, что приводит к их накоплению в окружающей среде. Традиционные методы, такие как биологическая очистка и окисление, могут быть недостаточно эффективными для удаления этих соединений [2].

Очистка фенолов также может быть применена в области охраны окружающей среды, например, для восстановления загрязнённых территорий.

Для этого в мерных колбах на 50 см³ методом последовательного разбавления готовили стандартные растворы фенолов следующих концентраций: 0,002 моль/дм³, 0,004 моль/дм³, 0,006 моль/дм³, 0,008 моль/дм³, 0,01 моль/дм³.

Раствор исходной концентрации 0,1 моль/дм³ отбирали объёмом в 0,1, 2, 3, 4, 5 см³, помещали в соответствующие мерные колбы, добавляли 5 см³ хлорида железа (III) и доводили объём до метки дистиллированной водой.

На приборе измерили оптическую плотность приготовленных растворов и по полученным данным построили график в координатах $A = f(-\lg(C_{\text{фенолов}}))$ [3]. Для построения кинетических кривых сорбции готовили растворы двухатомных фенолов с концентрацией равной 0,1 моль/дм³. В пятнадцать мерных стаканчиков на 100 см³ помещали по 50 см³ растворов фенолов и добавляли 1 г сорбента, время статической сорбции при перемешивании составило 10, 15, 20, 25, 30 минут для каждого поглотительного вещества [2]. От фильтратов после сорбции отбирали аликвоту в 5 см³, помещали её в мерную колбу на 50 см³, добавляли 5 см³ хлорида железа (III) и доводили объём до метки дистиллированной водой. С помощью спектрофотометра измерили оптическую плотность полученных растворов на соответствующей длине волны, по полученным данным и градуировочному графику определяли концентрацию фенолов после сорбции шестью сорбентами [4].

Для более точного определения порядка реакций был использован интегральный метод. Для этого рассчитали константы скорости каждого из сорбентов для 1-го и 2-го порядка реакций (k_1 , k_2) по формулам.

Для 1-го порядка реакции использовали формулу 1:

$$k_1 = \frac{\ln \frac{C_0}{C}}{t}, \quad (1)$$

Для 2-го порядка реакции использовали формулу 2:

$$k_2 = \frac{\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0}}{t}, \quad (2)$$

где C – концентрация адсорбата в момент времени t , моль/дм³;

C_0 – исходная концентрация адсорбата, 0,1 моль/дм³;

t – время, мин.

Если рассчитанные константы скорости совпадают, значит порядок реакции определен верно. Нулевой порядок реакции не использовали в расчетах, потому что при этом порядке скорость реакции постоянна во времени и не зависит от концентрации реагирующих веществ.

Результаты одноступенчатой статической сорбции гидрохинона традиционными сорбентами представлены в таблице 1.

Таблица 1

Экспериментальные данные процесса сорбции гидрохинона из водных растворов нетрадиционными сорбентами

Сорбент	t, мин	Г, %	C, моль/дм ³	ln(C)	1/C, дм ³ /моль
Непищевые отходы переработки пшеницы	10	98	0,002	-6,214	500,0
	15	98,2	0,0018	-6,319	555,5
	20	98,4	0,0016	-6,438	625,0
	25	98,6	0,0014	-6,571	714,3
	30	98,8	0,0012	-6,725	833,3
Кожевенная стружка	10	98	0,002	-6,214	500,0
	15	98,3	0,0017	-6,377	588,2

	20	98,5	0,0015	-6,502	666,7
	25	98,6	0,0014	-6,571	714,3
	30	98,7	0,0013	-6,645	769,2
Полиэтилен	10	98,1	0,0019	-6,266	526,3
	15	98,4	0,0016	-6,437	625,0
	20	98,5	0,0015	-6,502	666,7
	25	98,7	0,0013	-6,645	769,2
	30	98,8	0,0012	-6,725	833,3

Кинетические кривые сорбции пирокатехина сорбентами представлены на рисунке 1.

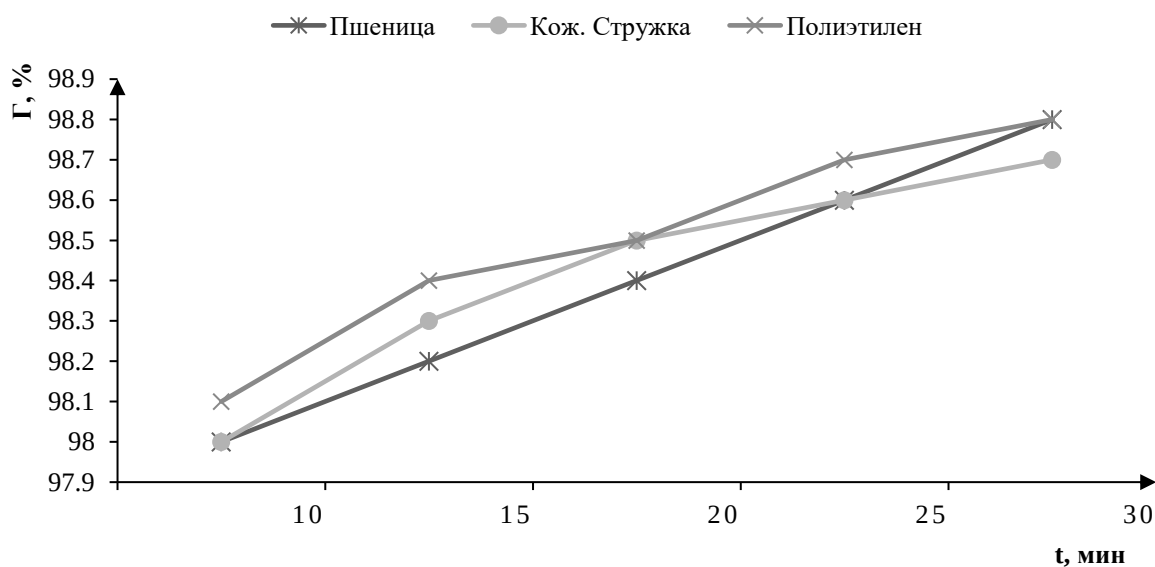
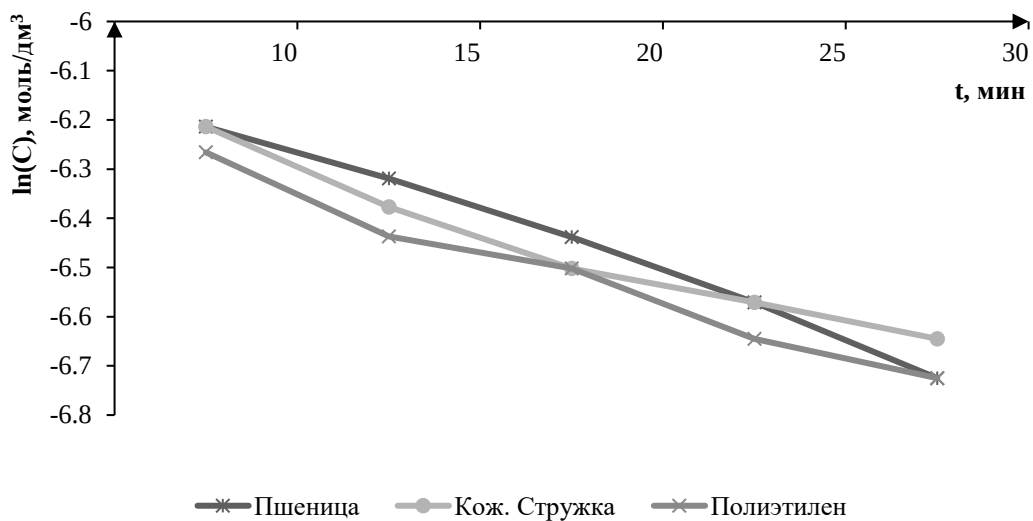
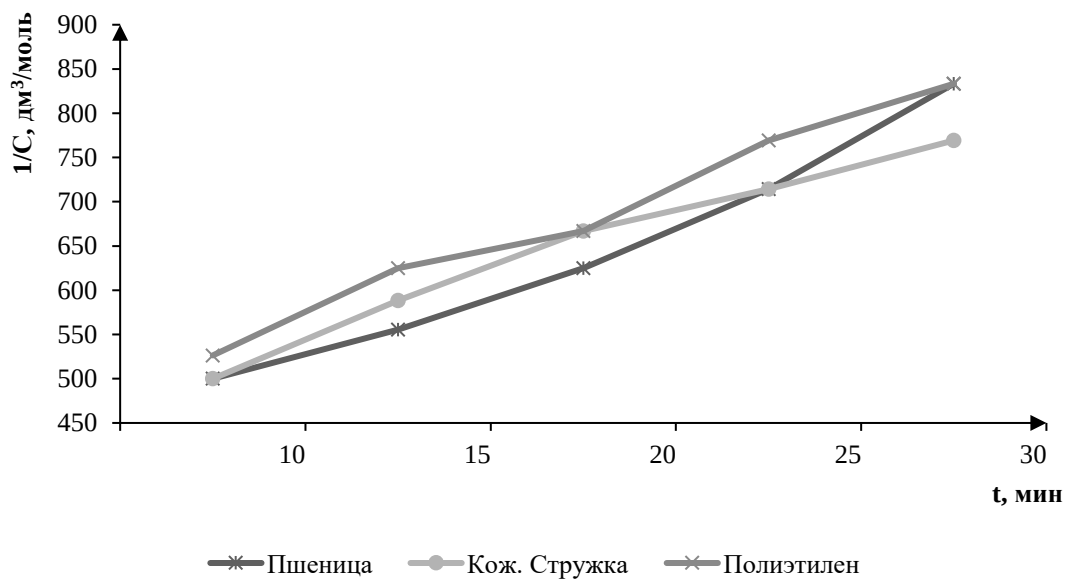


Рис. 1. Кинетические кривые сорбции гидрохинона сорбентами

Порядок реакции сорбции определяли графическим методом. Для первого порядка реакции построили графики в координатах $\ln(C) = f(t)$, а для второго порядка $1/C = f(t)$, представленные на рисунках 2-3.

Рис. 2. График зависимости $\ln(C)$ от времени для гидрохинонаРис. 3. График зависимости $1/C$ от времени для гидрохинона

Если рассчитанные константы скорости совпадают, значит порядок реакции определен верно. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнение констант скорости сорбентов

Сорбент	t, мин	k_1	k_2
Непищевые отходы переработки пшеницы	10	0,17	57,6
	15		45,6
	20		34,8

	25		28,2
	30		19,4
Кожевенная стружка	10	0,14	49,0
	15		36,4
	20		33,8
	25		22,2
	30		20,4
Полиэтилен	10	0,14	67,0
	15		55,0
	20		44,9
	25		32,9
	30		27,0

Таким образом, непищевые отходы переработки пшеницы превосходит другие исследуемые сорбенты по ряду показателей. При этом полиэтилен и кожевенная стружка тоже поглощают двухатомные фенолы и могут быть использованы для очищения вредных и токсичных веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волвенкина, К.В. Анализ изотермы сорбции раствора фенолов отходами переработки зерновых культур // сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции. Том 3, Курск: Юго-Запад. гос. ун-т, 2022. – С. 55-58.
2. Фролова, Н.В. Исследование сорбционной способности карбонатных минералов Курской области на примере сорбции ионов меди // Молодежь и XXI век - 2012. Материалы IV Международной молодежной научной конференции, Курск. – 2012. – С. 231-233.
3. Белоусова, А.П. Оценка экологического состояния окружающей среды и подземной гидросферы как приемника негативных последствий в бассейне реки Лена // Недропользование XXI век. – 2024. – № 2 (103). – С. 102-108.
4. Гладущенко, Т.А. Загрязнение воды // Теория и практика современной аграрной науки: сборник III национальной (всероссийской) науч. конф. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского

государственного аграрного университета «Золотой колос», 2020. – С. 418-420.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

И.А. Барышников¹, В.В. Алексеев²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Казань

¹bar_igor_0125@mail.ru, ²valexeevtt@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент В.В. Алексеев

***Аннотация.** В работе приведены примеры загрязнения природы продуктами и отходами производства, попадание которых вызывает длительный период разложения и создает экологическую опасность. Предложены варианты снижения негативного воздействия нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий. Одним из путей решения экологической безопасности таких производств является совершенствование технологических процессов переработки нефти, разработки и внедрения мало- или безотходных технологий и высокоэффективного оборудования.*

***Ключевые слова:** экологическая безопасность, безотходные технологии, надежность оборудования, сточные воды.*

В последний, наиболее краткий период своей истории человечество достигло такой численности и приобрело такую техногенную мощь, что стало потенциально опасным для жизни на Земле [1].

Промышленные предприятия топливно-энергетического комплекса, в том числе химической, нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности в настоящее время являются одними из наиболее крупных источников загрязнения природы: атмосферы, почвы, водоемов и морей. Со сточными водами нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) в водоемы попадают соленая вода ЭЛОУ, ловушечная нефть, нефтешламы, нефтепродукты, химические реагенты, кислые гудроны, отработанные щелочные растворы и др. С талыми и дождевыми стоками в водоемы также сбрасывается огромное количество нефтепродуктов [2].

Очистка сточных вод от бензпирена химическим окислением не очень эффективный процесс. Известно, что за 5 ч окисляется 30 % бензпирена, через 5 суток – 50 %, затем окисление прекращается, потому что продукт окисления ингибирует процесс окисления. Гетероатомные соединения нефти (кислородные, сернистые, азотистые) окисляются по-разному.

Нефтяные кислоты практически не окисляются. Фенолы окисляются легко либо биологически, либо кислородом воздуха, на чем и основано обезвреживание фенольных сточных вод. Азотистые и сернистые соединения окисляются медленно. Быстро превращаются под действием кислорода и солнечного света смолисто-асфальтеновые вещества, полициклические ароматические углеводороды. Эти компоненты при том уплотняются и превращаются в более тяжелые углеподобные вещества, которые оседают на дне водоема [3].

В настоящее время природоохранными органами предъявляются жесткие требования к промышленным предприятиям по количеству образуемых сточных вод, а также по качеству их очистки перед сбросом в водоемы [4].

Экологическая доктрина Российской Федерации определила стратегической целью государственной политики в области экологии сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций для устойчивого развития общества, повышения качества жизни, улучшения здоровья населения и демографической ситуации, обеспечения экологической безопасности страны.

Для этого необходимы:

- внедрение ресурсосберегающих и безотходных технологий во всех сферах хозяйственной деятельности;
- технологическое перевооружение и постепенный вывод из эксплуатации предприятий с устаревшим оборудованием;
- оснащение предприятий современным природоохранным оборудованием [5].

В настоящее время экологические проблемы нефтепереработчики решают по двум основным направлениям:

- 1) улучшение качества моторных топлив и других нефтепродуктов с целью повышения их экологической безопасности;
- 2) проведение природоохранных мероприятий непосредственно на технологических установках НПЗ [6].

Главным направлением решения проблемы экологической безопасности следует считать экологизацию химических производств, т.е. создание экологически чистых, безотходных, точнее малоотходных технологических производств, в которых наиболее рационального и комплексно используются все компоненты сырья и энергии и не нарушаются нормальное функционирование окружающей среды и природное равновесие [2].

Современные водохозяйственные системы НПЗ позволяют значительно сократить водопотребление и водоотведение, а в некоторых случаях полностью – создать систему замкнутого водоснабжения [4].

Вследствие создания высокоинтенсивных технологических процессов по переработке нефти и газа, а также установок большой единичной мощности возникли принципиально новые экологические требования, а именно:

- обеспечение высокой степени надежности функционирования во избежание аварийных выбросов вредных веществ в окружающую среду;
- организация оптимальной работы каждого аппарата, системы и всей технологической схемы с учетом совокупных требований энерготехнологии, экономики и экологии;
- оптимальное распределение нагрузок по аппаратам, реакторам, подсистемам и т.д., обеспечивающее наиболее полную регенерацию энергетических потоков и эффективное использование материальных ресурсов с целью полной утилизации всех возможных выбросов вредных веществ в окружающую среду;
- оптимальное сочетание вновь размещаемой установки со всей совокупностью ранее действующих на этом заводе производств по объему загрязнителей и взаимному влиянию на экологию.

При этом в связи с применением энерготехнологических систем существенно возросли сложность и жесткость связей между аппаратами, что обуславливает наличие высокого уровня надежности и устойчивости работы каждой реакционной системы и всего комплекса в целом с целью снижения вероятности аварийных остановок производства и осуществления технологического процесса в высокоэффективном оптимальном режиме без выбросов вредных веществ в окружающую среду [6].

Одной из важнейших задач развития нефтеперерабатывающей отрасли является сокращение количества воды, требуемой для технологических нужд, и количества сточных вод, сбрасываемых в водоемы. Решение этих задач зависит от ряда факторов.

Необходимо дальнейшее совершенствование технологических процессов переработки нефти и повышение эффективности работы оборудования. Например, комбинирование нескольких процессов в одной установке и, как следствие, ликвидация промежуточных парков, где происходит охлаждение и нагревание нефтепродуктов, позволяют существенно снизить требуемое количество воды. Для снижения количества нефтепродуктов, поступающих в сточные воды, производят замену сальниковых уплотнений насосов на торцовые.

Также необходимо совершенствовать систему очистки сточных вод с высоким содержанием растворенных солей. В настоящее время схема очистки такой воды включает в себя прохождение воды через нефтеловушки, флотаторы, сооружения биологической очистки. Добиться снижения солей можно путем замены биологической очистки на термическое обессоливание воды (выпаривание) и процесс обратного осмоса.

Кроме этого, необходимо повышать эффективность оборудования для очистки сточных вод. При биохимической очистке интенсифицировать процесс можно путем увеличения концентрации растворенного кислорода, а вместо воздуха использовать технический кислород, который в три-четыре раза ускоряет диффузионный и биохимический процессы, в восемь раз снижает рабочий объем аппарата.

Аппараты, в которых вместо воздуха используют технический кислород, называют окситенками. Это герметичные сооружения, позволяющие исключить неприятный запах, характерный при обычной биологической очистке. Применение кислорода также повышает эффективность его использования с 6...8 до 85...90 %, улучшает бактериальный состав активного ила.

Другим перспективным направлением интенсификации процесса биологической очистки является применение аэротенков со струйной системой аэрации. Работа такого аппарата позволяет повысить эффективность использования кислорода воздуха с 60 до 90 %, а также значительно снизить энергетические затраты на проведение процесса [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бродский, А.К. Общая экология / А.К. Бродский. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 256 с.
2. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа / С.А. Ахметов, Т.П. Сериков, И.Р. Кузеев, М.И. Баязитов; Под ред. С.А. Ахметова. – Спб.: Недра, 2006. – 868 с.
3. Рябов, В.Д. Химия нефти и газа / В.Д. Рябов. – М.: ИД «ФОРУМ», 2009. – 336 с.
4. Сугак, А.В. Оборудование нефтеперерабатывающего производства / А.В. Сугак, В.К. Леонтьев, Ю.А. Веткин. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 336 с.
5. Распоряжение Правительства РФ от 31 августа 2002 г. № 1225-р «Об экологической доктрине Российской Федерации».

6. Капустин, В.М. Технология переработки нефти. В 2 ч. Часть вторая. Деструктивные процессы / В.М. Капустин, А.А. Гуреев. – М.: КолосС, 2007. – 334 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ

Е.С. Николаева¹, Р. К. Закиров¹, Е.С. Балымова¹, Ф. Ю. Ахмадулина¹

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» г. Казань, 420115, Россия

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Закиров Р.К.

wintry.times@gmail.com

Аннотация. Мониторинг действующих биологических очистных сооружений по очистке газовых выбросов от легколетучих органических соединений является важной задачей. Идентификация микроорганизмов способных окислять сложные органические соединения необходима для исследования процесса очистки отдуваемых газов. Изучение процессов биологической трансформации, загрязняющих веществ газоочистной установки, разработка усовершенствованного процесса биофильтрации является перспективным исследованием для улучшения качества окружающей среды.

Ключевые слова: Биологическая очистка, газовые выбросы, биопленка, инертная загрузка, мониторинг процесса, легколетучие органические соединения.

Загрязнение воздуха ежегодно вызывает 4,2 млн преждевременных смертей. Основные загрязнители: пыль, оксид углерода, диоксид азота, летучие органические соединения (ЛОС).

Стоит отметить, что рост ВВП РФ в I кв. 2024 г. — 5,4%, с акцентом на промышленность и торговлю, где Татарстан занимает 6-е место по ВВП в РФ (доля промышленности – 45,8% (нефтехимия, машиностроение)).

Ведущие отрасли промышленности рассматриваемого региона: нефтегазодобывающая, нефтехимическая (производство полиэтилена, труб и деталей трубопроводов из термопластов, синтетического каучука, автомобильных шин, кинофотоплёнки и магнитной ленты, азотных и фосфатных минеральных удобрений, продуктов неорганической химии; крупные предприятия - ПАО «Нижнекамскнефтехим», ПАО «Нижнекамскшина», ПАО «Оргсинтез»), топливная (ПАО «Татнефть»), машиностроение и металлообработка (грузовые автомобили - ПАО «КамАЗ», суда, пассажирские лайнеры, вертолёты, авиамоторы, лазерное оборудование, оптические приборы, оборудование для

нефтегазодобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, медицинские инструменты и др.) [1].

В Нижнекамске зафиксировано превышение ПДК по аммиаку ($0,72 \text{ мг/м}^3$ при норме $0,2 \text{ мг/м}^3$). Основные загрязняющие вещества тыс.т/год: диоксид серы — 20,2; оксиды азота — 15,4; оксид углерода — 11,3; углеводороды (C1-C19) — 15,2 [5].

Риски для здоровья:

углеводороды (C2-C10) провоцируют мутагенные эффекты, поражение сердечно-сосудистой системы, печени, образование фотохимического смога.

превышение ПДК по формальдегиду ($0,06 \text{ мг/м}^3$ при норме $0,01$) и фенолу ($0,006 \text{ мг/м}^3$ при норме $0,005$) в Нижнекамске.

Технологические вызовы очистки выбросов:

неорганические вещества (SO_2 , NO_x) удаляются стандартными методами (адсорбция, абсорбция, нейтрализация).

ЛОС требуют энергоемких технологий (адсорбция, каталитическое окисление) из-за летучести и токсичности.

Для ЛОС перспективным методом очистки будут являться биофильтры [4].

Преимущества: низкие энергозатраты, отсутствие токсичных полупродуктов распада, деградация ЛОС до CO_2 и H_2O , адаптивность к разнообразию веществ [2].

Ограничения: низкая управляемость, риск биозагрязнения, отсутствие автоматизации.

Так для типовых предприятий нефтепереработки маркерными загрязняющими веществами среди ЛОС являются:

- бензол (циклогексатриен; фенилгидрид);
- метилбензол (фенилметан);
- этилбензол (фенилэтан);
- смесь предельных углеводородов C_6H_{14} - $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$;
- алканы C12-19 (в пересчете на C) [3].

Нормативные значения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Маркерные вещества (в частности ЛОС) для нефтеперерабатывающей отрасли и их концентрации [3,7]

Код	Наименование	ПДК _{м.р.} мг/м^3	ПДК _{с.с.} мг/м^3	ПДК _{с.г.} мг/м^3
602	Бензол (Циклогексатриен; фенилгидрид)	0,3	0,06	0,005
621	Метилбензол (Фенилметан)	0,6	-	0,4

627	Этилбензол (Фенилэтан)	0,02	-	0,04
416	Смесь предельных углеводородов C_6H_{14} - $C_{10}H_{22}$	50	5	-
2754	Алканы C_{12-19} (в пересчете на С)	1	-	-

Существуют способы очистки газовых выбросов на предприятиях нефтехимического комплекса, однако они разработаны намного раньше действующих нормативных актов.

Так в связи с устареванием методологии, ведущие предприятия Нижнекамска нуждаются в модернизации биофильтров для соответствия экологическим нормативам.

В случае если технологию не исследовать и не модернизировать, последствия могут быть разными от увеличения штрафов за нарушения ПДК (например, для бензола — ПДКс.с. 0,06 мг/м³) до роста затрат на строительство новых очистных сооружений.

Исходя из вышеизложенного внедрение гибридных систем (биофильтры + физико-химические методы) и подготовка пилотных проектов по автоматизации биофильтрации на предприятиях нефтепереработки в совокупности приведут к улучшению окружающей среды, что положительно скажется как на самом предприятии так и в ближайших населенных пунктах.

Заключение

1. Биофильтрация — ключевое решение для очистки ЛОС в нефтехимической отрасли, но требует исследований для повышения управляемости.
2. Интеграция мониторинга в реальном времени и модернизация биофильтров снизят риски для здоровья и экономические издержки.
3. Татарстан, как промышленный лидер, может стать полигоном для внедрения инновационных экологических технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экспериментальные исследования биохимической очистки газов в рабочей зоне перекрытых очистных сооружений сточных вод. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnye-issledovaniya-biohimicheskoy-ochistki-gazov-v-rabochey-zone-perekrytyh-ochistnyh-sooruzheniy-stochnyh-vod/viewer> (дата обращения 31.05.2024). — Текст: электронный.

2. Основные проблемы и пути решения комплексной очистки газовых выбросов больших объемов. – URL: <file:///C:/Users/user/Downloads/osnovnye-problemy-i-puti-resheniya-kompleksnoy-ochistki-gazovyh-vybrosov-bolshih-obemov.pdf> (дата обращения 31.12.2024). – Текст: электронный.

3. ПДК углеводородов: химические факторы производственной среды. – URL: <https://fb.ru/article/464047/pdk-uglevodorodov-himicheskie-factoryi-proizvodstvennoy-sredyi> (дата обращения 31.12.2024). – Текст: электронный.

4. БИОПЛЕНКИ: Основные принципы организации и методы исследования. – URL: https://kpfu.ru/portal/docs/F1250326711/posobie._Bioplenki._Mardanova.AM.Kabanov.D.A..Sharipova.M.R.pdf (дата обращения 31.12.2024). – Текст: электронный.

5. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в городе Нижнекамск. – URL: <https://tatarmeteo.ru/ru/monitoring-okruzhayushhej-sredyi/monitoring-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduxa-v-gorode-nizhnekamsk.html> (дата обращения 31.12.2024). – Текст: электронный.

6. Республика Татарстан. – URL: https://mojgorod.ru/r_tatarstan/index.html (дата обращения 31.12.2024). – Текст: электронный.

7. Управление экологической безопасности в нефтеперерабатывающей промышленности (на примере ООО «РН-Туапсинский НПЗ»). – URL: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_65f0a2e576a3456f942e9fb6463e9a56.pdf (дата обращения 31.12.2024). – Текст: электронный.

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.С. Балахин

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, Россия

balakhin2002@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент Л.Б. Хайруллина

***Аннотация.** В работе предложена технология разработки композиционных материалов на основе вторичного полимерного сырья. Образование и накопление полимерных отходов производства и потребления наносит большой вред экологическим системам окружающей природной среды. В рассматриваемый технологический*

процесс переработки вторичных полимерных отходов вводится пластификатор, повышающий пластичность композиционного материала, что способствует улучшению качества получаемого изделия или продукции. Представлены результаты промышленного эксперимента изготовления продукции по предложенной технологии.

Ключевые слова: *пластификатор, композиционный материал, полимерное сырье, переработка, технология, пластичность, отходы.*

Актуальность вопросов переработки полимерных отходов не вызывает сомнений. Процесс разложения пластиковых отходов может достигать до трехсот лет и при этом оказывать негативное влияние на все живые организмы экосистемы [1,2]. Решение вопросов утилизации полимерного сырья является одним из важных проблем экологической безопасности.

В статье представлены результаты экспериментальных данных по развитию технологии переработки вторичных полимерных отходов с получением продукции. За счет введения пластификатора в технологический процесс разработки композиционного материала из вторичного полимерного сырья, мы улучшаем качество получаемой продукции. Состав пластификатора выполняет роль связующего между исходными компонентами процесса получения композиционного материала, т.к. вторичные полимерные отходы содержат тугоплавкий бросовый материал [2].

В результате лабораторных исследований был разработан состав пластификатора с использованием нано-частиц гидроксида кальция, в сочетании с многоатомным спиртом, полиизобутиленом, солями (гипсовый осадок), поликарбонатом [3].

Для подтверждения результатов научных лабораторных исследований, были проведены экспериментальные испытания на производственном участке. На аппарате плавления-нагревательном (АПН) изготовлены крышки канализационных люков из полимер-песчаного композита на основе вторичного сырья, с использованием нового состава пластификатора (см. рисунок 1- а, б, в).



а



б

в

Рис.1. Экспериментальные испытания на производственном участке

Была изготовлена партия образцов крышек канализационных люков на основе полимерных отходов (31 кг.), в качестве наполнителя использовался песок (165 кг.) и, роль связующего, выполнял пластификатор (4 кг.). Все образцы изготовленных крышек исследовались на жесткость при изгибе. Для сравнительного анализа использовалась базовая продукция – крышки канализационного люка завода изготовителя. Исходным сырьем для изготовления данной базовой продукции использовалось вторичное полимерное сырье (35 кг.), песок (150 кг.) и стрейч-пленка (15 кг.). Связующим компонентом в базовых образцах являлась стрейч-пленка. Общая масса исходных компонентов в базовых и экспериментальных образцах составляла - 200 кг.

Каждый образец проходил испытания на изгиб. Максимальная нагрузка доводилась до 800 кг. Предельная нагрузка, по техническим данным паспорта завода-изготовителя, составляла 600 кг. Разрушения не произошло ни в одном из испытываемых образцов. При фиксировании перемещения на круглой центральной площадке канализационного люка у экспериментальных образцов наблюдалось существенное увеличение пластичности в сравнении с базовым. Остаточная деформация составляла

до 10 мм., это отражает тот факт, что уровень нагрузки наблюдается в области нелинейного пластичного деформирования. Пластичность экспериментальных образцов увеличилась в четыре раза.

Проведенные теоретические расчеты, также подтвердили правильность формирования эксперимента.

Таким образом, результаты проведенного эксперимента по развитию технологического процесса изготовления композиционного материала на основе вторичных полимерных отходов с добавлением пластификатора, позволяют увеличить его пластичность. Использование пластификатора позволяет уменьшить стоимость исходного сырья, т.к. из базового варианта исключается стрейч-пленка, она имеет высокую стоимость. Повышение пластичности позволяет уменьшить энергозатраты при штамповке изделия.

Научная значимость заключается в получении новых результатов, направленных на развитие малотоннажной химии. Это способствует получению новых композиционных материалов из вторичных полимерных отходов, что также решает вопросы по их утилизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хайруллина Л.Б., Мамаева Н.Л. Влияние полимерных отходов на гомеостатические механизмы водных объектов// Экосистемы: научный журнал: КФУ. Симферополь. 2024. С.16-27
2. Якубовский Ю.Е., Хайруллина Л.Б., Дубровский Е.Г. Решение вопросов экологической безопасности посредством переработки вторичных термопластов// Экология и промышленность России. 2024. Т.28 №12. С.4-7.
3. Патент РФ 837456. Пластификатор для переработки вторичных полимеров нефтехимии/ Якубовский Ю.Е., Хайруллина Л.Б., Глумов И.С., Дубровский Е.Г. Заявл. 21.11.2023. Оpubл. 31.03.2025.
4. Резанов Н.В. Модификация вторичных полимеров/ Балахин А.С., Хайруллина Л.Б.-Текст6 непосредственный //Материалы Международной научно-практической конференции «Арктика: современные подходы к производственной и экологической безопасности в нефтегазовом секторе» Тюмень: ТИУ, 2023. С. 233-236.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПШЕНИЧНО-КУКУРУЗНОГО ХЛЕБА «СОЛНЕЧНЫЙ»

Т. Курамшин¹, С. Седунова²

^{1,2}НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

^{1,2}temur.kuramshin@ya.ru

Науч. рук.: канд. пед. наук, доцент Г.Р. Сагдеева,
канд. пед. наук Т.Г. Макусева

Аннотация. При введении в рецептуру пшеничного хлеба различных добавок, другой муки изменяются органолептические и физико-химические показатели качества готового продукта. В результате исследований можно рекомендовать производству образец пшенично-кукурузного хлеба с содержанием семян тыквы и куркумы, имеющим приятный вкус и запах. Добавление предложенных компонентов приводит к увеличению содержания важных микроэлементов, а также повышает уровень витаминов. Цель данного исследования заключается в создании новых видов хлебобулочных изделий, обогащенных функциональными добавками, предназначенных для массового потребления.

Ключевые слова: пшенично-кукурузный хлеб, семена тыквы, куркума, качество хлеба.

Одним из основных приоритетных направлений государственной политики Российской Федерации в области здорового питания является расширение отечественного производства основных видов продовольственного сырья и увеличение доли производства пищевых продуктов массового потребления (включая массовые сорта хлебобулочных изделий), обогащенных незаменимыми компонентами пищи.

Обеспечение населения высококачественной и безопасной пищей – непреложное условие сохранения и укрепления здоровья любой нации. От качества питания в целом и отдельных его компонентов, в частности, напрямую зависит состояние здоровья человека. Питание лежит в основе возникновения, развития и течения или оказывает на это существенное влияние в 80% случаев известных патологических состояний. За период с 1998 по настоящее время разработано свыше 4000 видов пищевых продуктов, обогащенных биологически ценными компонентами, в том числе до 40% продуктов детского питания.

Хлеб и хлебобулочные изделия во все времена были и остаются одним из основных продуктов питания. В состав хлеба входят практически все питательные вещества, необходимые человеку. Хлеб наряду с бобовыми, крупами и картофелем является наиболее доступным источником ценного растительного белка, который содержит незаменимые аминокислоты – лизин, метионин.

Целесообразность обогащения хлебобулочных изделий обусловлена тем, что в структуре их ассортимента произошли значительные изменения, в результате которых количество нутриентов, получаемых населением

Российской Федерации с хлебобулочными изделиями, существенно снизилось (аминокислоты, витамины: тиамин, рибофлавин, ниацин; макро- и микроэлементы и др.).

Компонентный состав хлеба и хлебобулочных изделий можно корректировать путем внедрения в производство различных биологически-активных добавок, повышающих качество выпускаемого готового продукта.

Целью данной исследовательской работы является расширение ассортимента пшеничного хлеба и разработка новой технологии производства хлеба «Солнечный». Сырьё, используемое при выработке хлеба – мука пшеничная (90 %) и мука кукурузная (10 %), соль, дрожжи и вода и вносимые добавки: куркума, семена тыквы.

Кукурузная мука используется в хлебобулочных и мучных кондитерских изделиях для придания им более яркого цвета, текстуры и питательной ценности. Применение кукурузной муки позволяет снизить в питании человека дефицит пищевых волокон, отдельных витаминов и минеральных веществ. Опытным путем было установлено, что применение 10 % кукурузной муки оказывает положительное влияние на органолептические и физико-химические показатели качества хлеба из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта: а именно: улучшается цвет изделий, пористость, эластичность мякиша, форма готовых изделий, при этом хлеб обогащается микроэлементами и витаминами [1,2,3,4]. Хотим отметить, что отличительной чертой такого хлеба является довольно плотный мякиш с кукурузным вкусом и потрескавшаяся корочка. Кукурузная мука дает ему нежный золотистый цвет и приятную, мелкопористую, суховатую структуру.

Для улучшения цвета хлеба из смеси пшеничной и кукурузной муки было решено использовать куркуму, так как она является природным желтым красителем. Кроме того, куркума благотворно влияет на процесс пищеварения человека и обогащает его рацион витаминами, эфирными маслами и другими полезными веществами. Для определения количества куркумы использовали результаты эксперимента, приведенного в работе [5].

Для улучшения органолептических свойств хлеба достаточно ввести в смесь 0,7 % куркумы взамен пшеничной муки первого сорта. Хлеб при этом приобретает более яркую желтую окраску мякиша, легкие привкус и аромат куркумы, физико-химические показатели хлеба остаются вполне хорошими. Более высокая дозировка куркумы приводит к ухудшению как органолептических, так и физико-химических показателей качества хлеба.

Сегодня все больше отдается предпочтение нетрадиционным рецептурам хлеба с добавлением в тесто различных семян, злаков и тому подобное. Появляются разнообразные способы приготовления продукта с внесением семян овощных культур, изменяющих вкус и аромат хлеба, делающих их более выраженным, интересным. Эти добавки в то же время хлебобулочным изделиям придают полезные свойства, насыщают их витаминами и минеральными веществами. В связи с этим интересным является вопрос о применении в качестве улучшающей добавки в хлеб и хлебобулочные изделия семян тыквы, издавна ценившиеся своими диетическими и лечебными свойствами. Семена тыквы являются источником омега-3 и омега-6 жирных кислот, пищевых волокон и аминокислот (лизин, аланин, аргинин). При этом в натуральном или переработанном виде (мука) они реализуются на сегменте рынка продуктов питания, относящихся к продуктам здорового питания. Результаты исследований по использованию муки из семян тыквы в рецептурах бисквитного полуфабриката и маффинов также показали улучшение органолептических свойств и пищевой ценности изделий [6].

Вкусные хрустящие тыквенные семена достаточно высококалорийные. В 100 г продукта содержится около 600 ккал. Такая высокая питательность обусловлена достаточным содержанием белков, жиров, углеводов и клетчатки. Богаты они и минеральными веществами, витаминами, антиоксидантами, мононенасыщенными жирными кислотами. Семена тыквы обладают большим количеством полезного белка. Кроме того, они являются отличным источником аминокислот аргинина, триптофана и глутаминовой кислоты. В них большое количество селена, калия, кальция, фолиевой кислоты и ниацина. Особую ценность семена тыквы приобрели как продукт, содержащий цинк. Их можно добавить в тесто целиком или измельчить. Лучше вмешать в полуфабрикат после расстойки, можно и посыпать хлеб целыми семенами перед выпеканием.

При введении в рецептуру пшеничного хлеба семян тыквы изменяются органолептические и физико-химические показатели качества готового продукта. Согласно исследованию, наилучшим является внесение семян тыквы в количестве 5 % от массы муки, так как при этом хлеб имеет наиболее приятный вкус и запах, при этом не ухудшаются свойства хлеба [7].

Для расчётов за основу берётся унифицированная рецептура, предложенная в сборнике рецептов, и рассчитывается исследуемая рецептура с внесением функциональной добавки 5% от общего количества муки.

Таблица 1

Рецептура пшенично-кукурузного хлеба «Солнечный»

Наименование сырья	Количество сырья, г
Мука пшеничная	900
Мука кукурузная	100
Дрожжи	40
Соль	30
Сахар	20
Семена тыквы	50
Куркума	7
Вода	По расчету
Всего	1147

После разработки рецептуры и выпечки пшенично-кукурузного хлеба с добавлением семян тыквы и куркумы были определены органолептические показатели качества, в частности внешний вид готового продукта и состояние мякиша.

Таблица 2

Физико-химические показатели качества пшеничного хлеба

Наименование показателей	Экспериментальный образец
Влажность, %	41,9
Пористость	76
Кислотность	2,45

Выводы: Хлеб является продуктом повседневного и массового спроса у всех категорий покупателей, поэтому целесообразно включение в его рецептуру разнообразных функциональных добавок, с целью повышения пищевой и биологической ценности готовых изделий. В процессе исследовательской работы был выработан пшеничный хлеб «Солнечный». В результате исследовательской работы была рассчитана отпускная цена хлеба «Солнечный», 1 булки весом 350 грамм, что составляет 83,71 рубль, а рентабельность составляет 10%. Данный вид хлеба можно рекомендовать производителям, так как полученные образцы позволят разнообразить ассортимент и будут конкурентоспособными на рынке нашего родного города.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петровская, И. В. Кукурузная мука в хлебопечении / И. В. Петровская, Л. И. Сидоровская // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский, 04 февраля 2015 года. – пос. Персиановский: ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», 2015. С. 372-375.

2. Невенчаная, Г. А. Применение муки из высоколизиновой кукурузы в хлебопекарной промышленности / Г. А. Невенчаная, О. П. Храпко // Современные исследования - 2017: Сборник статей по материалам Международных научно-практических конференций / под общей редакцией А.И. Вострецова. Нефтекамск: Научно-издательский центр «Мир науки», 2017. С. 741-744.

3. Белявская, И.Г. Хлебобулочные изделия для здорового питания/ И.Г. Белявская//Сборник тезисов IV Международной научно-практической конференции «Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века». Краснодар: Кубанский государственный технологический университет. 2015. С. 76-78.

4. Болдина, А.А. Разработка рецептуры и технологии производства безглютенового печенья на основе кукурузной муки и рисовой муки/ А.А. Болдина// Научное обозрение – Москва: издательский дом «Наука образования». 2014. №6. С 79-83.

5. Тетюшкина А.В., Крапп К.П. Влияние куркумы на хлебопекарные свойства смеси из пшеничной и ячменной муки Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул) http://edu.secna.ru/media/f/txpz_tez_2015.pdf

6. Сапожников А.Н., Копылова А.В., Габрельян Е.Э. Использование муки из мякоти и семян тыквы в рецептурах мучных изделий // Вестник КрасГАУ. 2022. № 3. С. 199–209. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-3-199-209

7. Иванова Н.Н., Иванов Д.И., Филимонова О.С. Разработка технологии приготовления пшеничного хлеба с добавлением семян тыквы // Тенденции развития науки и образования. <https://doicode.ru/doifile/lj/61/lj-05-2020-55.pdf>

СПОСОБ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ БЕЛОГО (ЖЕЛТОГО) ФОСФОРА ПРИ ПОМОЩИ МИКРООРГАНИЗМОВ

А.З. Миндубаев¹, Э.В. Бабынин²
ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань, Россия
¹mindubaev-az@yandex.ru
Науч. рук. к.х.н. А.З. Миндубаев¹

Аннотация. Впервые проведены посевы *Aspergillus niger* в среду, содержащую белый (желтый) фосфор в качестве единственного источника фосфора. Грибы росли и окисляли белый фосфор до фосфата, необходимого для жизнедеятельности.

Ключевые слова: биodeградация, токсичные соединения фосфора, *Aspergillus niger*.

Белый фосфор (технологи чаще используют определение желтый фосфор для вещества технической чистоты) представляет собой один из самых токсичных загрязнителей. Поскольку он применяется в военных целях и крупнотоннажном промышленном производстве, данное вещество оказывается в окружающей среде [1]. Однако, элемент фосфор обладает уникальным свойством. Он является чрезвычайно опасным в виде простых веществ и восстановленных соединений. Однако, в виде фосфатов, в полностью окисленном состоянии, это биогенный элемент, необходимый всем формам жизни, включая нас, людей. Поэтому у белого фосфора есть замечательные предпосылки для биodeградации.

Выделен штамм *Aspergillus niger* F-4815D, источником которого стал белый фосфор, содержавший жизнеспособные споры [2]. Этот факт является неординарным и демонстрирует поразительную жизнестойкость микроорганизмов. Рост грибов ускоряет окисление белого фосфора в фосфат по сравнению со стерильной средой. Это позволяет создать биологический метод обезвреживания белого фосфора, вещества 1 класса опасности.

Анализ методом ³¹P ЯМР показал, что биodeградация белого фосфора действительно имеет место (рис.). В идентичных условиях гриб *A. niger* F-4815D ускоряет окисление белого фосфора до безвредных фосфат-ионов по сравнению с контролем – стерильной средой. Такой показатель эффективности метода.

Интересно, что в одном из пересевов мы получили дочерний штамм гриба *A. niger* F-4816D, еще более адаптированный к росту в среде с белым фосфором.

До сих пор это первый в мире описанный пример включения белого фосфора в биосферный круговорот фосфора.

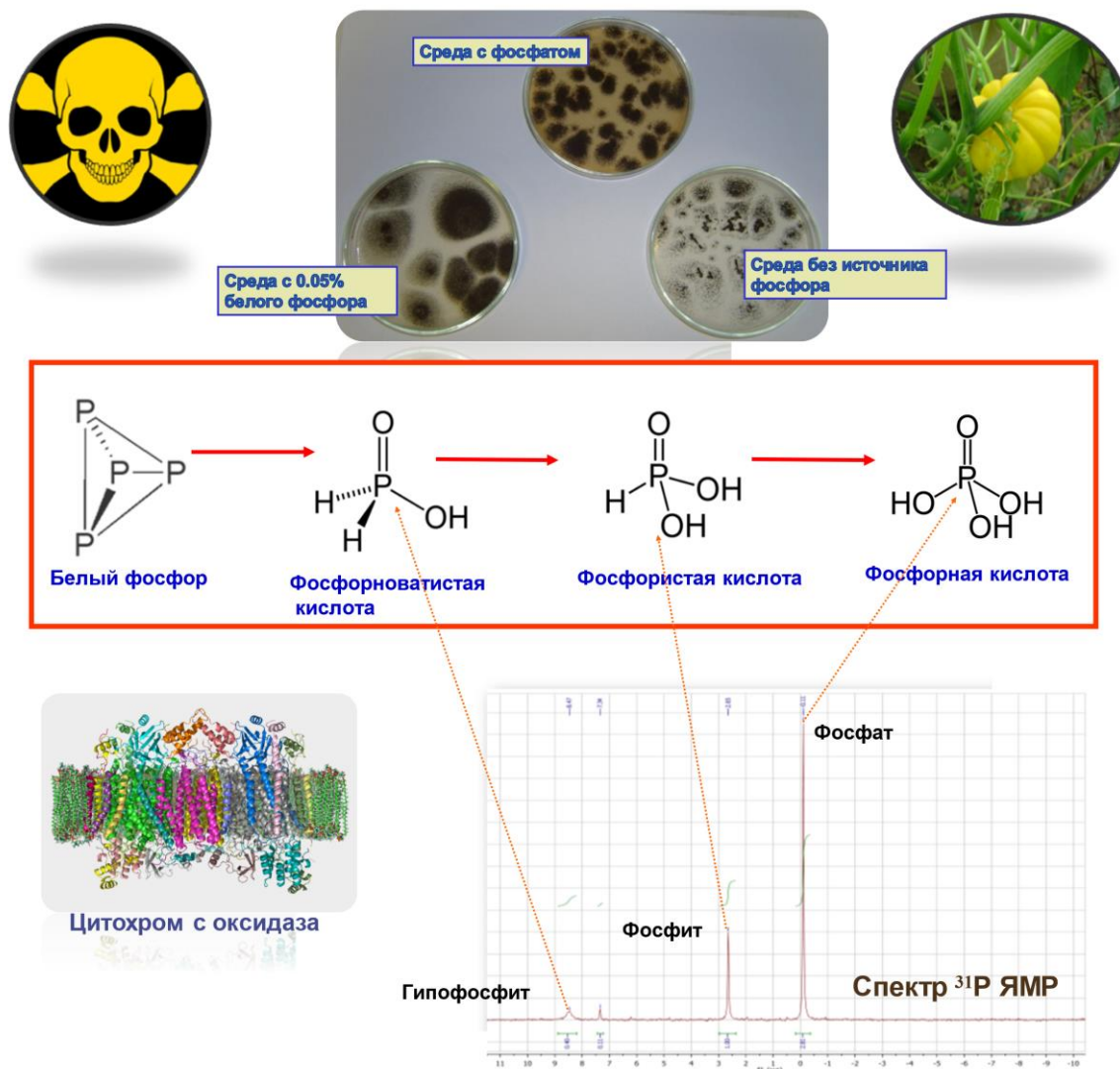


Рис.1 Наглядное представление результатов наших исследований. Белый фосфор поддерживает рост грибов черных аспергиллов. Этому можно найти одно объяснение: в среде накапливается фосфат, конечный продукт окисления белого фосфора. Путь окисления через гипофосфит и фосфит установлен с помощью спектроскопии ^{31}P ЯМР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Duerksen-Hughes P., Richter P., Ingeman L., Ruoff W., Thampi S., Donkin S. Toxicological profile for white phosphorus // U.S. Department of health and human services. USA. 1997. 248 p.
2. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Акосах Й.А. Биологическая деградация желтого (белого) фосфора - вещества первого класса опасности // Журнал неорганической химии. 2021. Т.66. №8. С.1137-1142. DOI: 10.31857/S0044457X21080158

VI. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

АНАЛИЗ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ: МЕТОДЫ, ОЦЕНКИ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ

Я.М. Насибуллина ¹

¹ФГБОУ ВО «КНИТУ», г.Казань

²Филиал НХТИ Татарстана, г.Нижнекамск, Россия

¹yasmina_nasibullina@mail.ru

Науч. рук. канд. экон. наук, доцент Е.С.Андреева

***Аннотация.** В условиях растущей конкуренции и ограниченности ресурсов анализ ресурсоэффективности становится обязательным для повышения конкурентной эффективности производственных предприятий. Ресурсоэффективность предполагает разумное и разностороннее использование таких ресурсов, как сырьё, труд, капитал и энергия, с целью снижения издержек и увеличения прибыли. В данной статье представлены методы анализа ресурсоэффективности, способы ее оценки и рекомендации по повышению эффективности на производственных предприятиях.*

***Ключевые слова:** ресурсоэффективность, производственные предприятия, устойчивое развитие, оптимизация производства.*

Современные промышленные предприятия функционируют в условиях ограниченности ресурсов, роста тарифов на энергию и сырьё, а также усиления регулирования в сфере экологической безопасности. Согласно данным ООН, промышленность потребляет около 37% мировой энергии и является источником 20% глобальных выбросов CO₂. В связи с этим повышение ресурсоэффективности становится не только экономической необходимостью, но и элементом корпоративной социальной ответственности.

Цель работы – анализ современных методов оценки и повышения ресурсоэффективности на производственных предприятиях.

Ресурсоэффективность – это соотношение между объемом потребляемых ресурсов (энергия, сырьё, вода, труд) и результатами производственной деятельности (объем выпуска, прибыль, добавленная стоимость).

Методы анализа ресурсоэффективности:

1. Коэффициенты ресурсоэффективности. Основными показателями, используемыми для оценки ресурсоэффективности, являются коэффициенты, отражающие взаимосвязь между затратами на ресурсы и результатами производства. Например, коэффициент использования капитала (выручка на единицу капитала) или коэффициент использования рабочей силы (выручка на одного работника) [4].

2. Сравнительный анализ. Этот метод обеспечивает ресурсную эффективность с результатами других предприятий в той же области или с собственными историческими данными сравнения. Сравнительный анализ может выявить лучшие практики и области для улучшения.

3. ABC-анализ. ABC-анализ позволяет классифицировать ресурсы по степени их важности для производства [3]. Классификация помогает сфокусироваться на наиболее значимых ресурсах и оптимизировать их использование.

4. Анализ «узких мест» - этот метод помогает выявить элементы производственного процесса, которые ограничивают эффективность. Определение и устранение «узких мест» ведет к значительному повышению ресурсоэффективности.

5. Моделирование и оптимизация. Современные технологии позволяют использовать программные модели для формирования оптимальных показателей использования ресурсов. Это позволяет находить наиболее эффективные решения при планировании производственных процессов.

К основным принципам ресурсоэффективности можно отнести:

- минимизация отходов (принцип «zero waste»);
- оптимизация жизненного цикла продукции (LCA);
- внедрение циркулярной экономики (повторное использование ресурсов).

Оценка ресурсоэффективности может осуществляться на уровне отдельных процессов, единиц или всего предприятия в целом. Ключевые аспекты оценки таковы:

- экономические показатели: анализ издержек, выручки, рентабельности и других финансовых результатов;
- экологические показатели: использование ресурсов и их воздействие на окружающую среду. Постоянное развитие требует учета экологических последствий;
- социальные показатели: состояние труда, уровень сложности разработки и их удовлетворенность.

Для комплексной оценки ресурсоэффективности руководитель использует сбалансированные показатели системы, включающие как количественные, так и качественные аспекты.

Пути повышения ресурсоэффективности:

1. Автоматизация и цифровизация. Внедрение современных технологий позволяет более точно отслеживать использование ресурсов и повышать производительность.

2. Обучение персонала. Инвестирование в обучение и развитие обеспечивают повышение их квалификации, что, в свою очередь, повышает эффективность производственных процессов.

3. Оптимизация процессов. Постоянный анализ и улучшение производственных процессов приводит к снижению потерь и увеличению производительности [7].

4. Использование альтернативных ресурсов. Исследование и внедрение более эффективных и устойчивых альтернативных ресурсов помогает снизить нагрузку от дефицита ресурсов и снизить затраты.

5. Энергетическая эффективность. Оптимизация энергопотребления и использование возобновляемых источников могут значительно снизить затраты и экологические риски.

Анализ ресурсоэффективности производственных предприятий имеет важное значение для достижения роста и конкурентоспособности. Используя современные методы анализа, предприятия могут выявить слабые места, оценить свою деятельность и разработать стратегии для повышения эффективности. Внедрение инноваций, обучение персонала и оптимизация процессов, промышленные предприятия могут добиться значительных экономических и экологических преимуществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев, И. В. (2018). Анализ ресурсной эффективности как конкурентной основы эффективности предприятия. Вестник научных исследований, 3(5), 23-29.

2. Коваленко, Т. П. (2023). Инновационные подходы к управлению производством. Вопросы современной экономики, 1(5), 56-65.

3. Костюченко, А. Н., Филимонов Д. В. (2019). Методы оценки ресурсоэффективности на предприятиях. Журнал экономических исследований, 1(12), 45-56.

4. Лебедева, М. А., Павлов Р. И. (2020). Эффективные методы управления производством. Учёные записки, 7(2), 78-86.

5. Скобелев Д. О. Промышленная политика повышения ресурсоэффективности и достижение целей устойчивого развития / Д. О. Скобелев // Journal of New Economy. – 2020. – Т. 21, № 4. – С. 153-173.

6. Ханин, С. И. (2022). Стратегии повышения ресурсоэффективности на современных предприятиях. Экономика и управление, 2(14), 34-42.

7. Шмидт, А. Л. (2021). Повышение ресурсных характеристик производственного процесса. Научный вестник, 4(8), 12-20.

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК МЕТОД МИНИМИЗАЦИИ ПОТЕРЬ В НЕФТЕХИМИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

И.И. Давлетшина

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

davletshina_2016@bk.ru

Науч. рук. д-р экон. наук, доцент А.Н. Дырдонова

***Аннотация.** Исследование раскрывает сущность концепции бережливого производства и содержит характеристику ключевых составляющих и основных принципов системы. В статье также подробно рассмотрены виды потерь, на которые воздействует концепция бережливого производства, снижая их (через внедрение инструментов бережливого производства), что, в конечном счете, приводит и к повышению эффективности нефтехимического производства.*

***Ключевые слова:** бережливое производство, ключевые составляющие, принципы, минимизация потерь, эффективность производства.*

Актуальность темы обусловлена тем, что развитие и совершенствование нефтехимических предприятий, с помощью непрерывных улучшений, влечёт за собой повышение эффективности труда на всех этапах производственного процесса, улучшение технологии изготовления продукции, а также способствует минимизации потерь.

Концепция бережливого производства становятся все более популярными в глобальных производственных отраслях, подверженных растущей конкуренции на рынке и увеличению производственных затрат.

Бережливое производство, имеющее революционный подход к управлению производством и практике, является третьей вехой в истории индустриализации человечества. Его ключевой момент заключается в устранении потерь во всех аспектах производственной деятельности фирмы за счет создания производственной системы с высокой гибкостью. Он

представляет собой тенденцию современной промышленности в ее стратегическом развитии [1].

В любой системе, во всех процессах – от производства и сборки до гостиничного бизнеса, здравоохранения, транспорта и социальных служб – существуют скрытые потери. Определение и устранение этих потерь ежегодно сохраняет миллионы долларов тем организациям, которые регулярно оценивают свою деятельность по стандартам бережливого производства.

Главная особенность данного направления, прежде всего, заключается в том, что бережное производство – это система простых решений, цель которых ликвидировать издержки и достигнуть лидерства в эффективности производства.

Концепция дает возможность систематически получать повышенную прибыль, при этом обеспечивать качество продукции и сроки реализации. С точки зрения исторического ракурса, концепция базируется на основе производственной системы компании Тайота [2], которая за последние десятилетия обогащена опытом лидеров мировой промышленности.

В настоящее время многие успешные компании по всему миру внедрили рассматриваемую систему в качестве ключевой стратегии. Важно отметить, что освоение концепции «бережливого производства» не требует капитальных затрат, как правило снижая потребности в инвестициях за счет более полного использования уже имеющихся ресурсов и капитала.

При анализе любой отрасли в глобальном масштабе выявляется, что быстро растущая конкуренция на мировых рынках и часто растущие затраты на сырье заставляют обрабатывающие отрасли применять политику бережливого производства.

В целях более полного раскрытия понятия концепции бережливого производства представим ключевые составляющие определения анализируемого процесса (рис. 1).

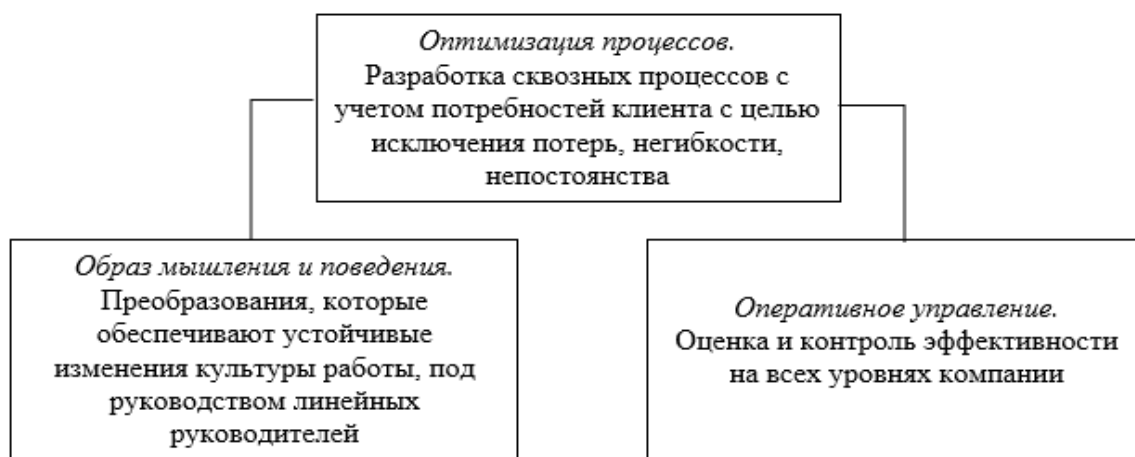


Рис. 1. Ключевые составляющие бережливого производства

Бережливое производство можно представить в виде следующих определений:

- системный подход к выявлению потерь и поиску путей их устранения, в целях уменьшения времени между заказом клиента и поставкой товара;
- бизнес-процесс, который требует минимального количества людских ресурсов, капитальных вложений, места для производства, материалов и времени на всех стадиях [3].

Выделим основные определения, которые являются составляющими концепции бережливого производства:

- ценность – субъективное ощущение потребителя от того, что нужная ему продукция (услуга) доставлена (оказана) в нужное время и в нужном месте;
- потери – любая деятельность, которая потребляет ресурсы, но не создает ценности;
- время такта – все время работы производства;
- реинжиниринг – радикальное улучшение процесса, направленное на уничтожение потерь;
- совершенствование – непрерывное, постоянное улучшение деятельности с целью увеличения ценности и уменьшения потерь.

На основе вышеперечисленных составляющих выделим основные принципы бережливого производства (таблица 1).

Таблица 1

Основные принципы бережливого производства

Принцип	Характеристика

Определение ценности продукции	Ценность определяется внутренним или внешним конечным потребителем.
Разделение потока создания ценности продукта на три категории	– действия, создающие ценность, за которую готов платить потребитель; – действия, не создающие ценность, но за которые готовы платить акционеры/собственники предприятия; – действия, не создающие ценности, за которые вынуждены расплачиваться и собственники, и сотрудники предприятия.
Организация движения потока	Создания ценности от производства изделий «партиями» и «очередями» к производству ценности каждого единичного продукта.
Технологии	Применение технологии «вытягивания продукта» потребителем.
Оптимизация	Непрерывное упрощение, усовершенствование и обеспечение прозрачности деятельности всех участников процесса производства.

Таким образом, на основании данных таблицы, можно сделать вывод, что бережливое производство является одним из способов повышения эффективности деятельности предприятия. Анализ производственных систем крупных нефтехимических предприятий показывает, что практически каждая система подвергается скрытым потерям на всех этапах производства и реализации продукции, начиная с закупки материала и по всей производственной цепочке.

Современные концепции организации производства реализуются по средствам «технократических» способов минимизации потерь, которые включают в себя нормирование, отладку технологий, замену оборудования, имея при этом совершенно разные аспекты воздействия. Концепция бережливого производства направлена, в первую очередь, на минимизацию следующих потерь в нефтехимическом производстве:

- излишние запасы (излишнее поступление складских запасов, сырья, готовой продукции, промежуточных продуктов);
- дефектный продукт (выпуск некачественной продукции, несоответствующей требованиям потребителя, нуждающиеся в ремонте, доработке или замене);
- перепроизводство (производство продукции в большем объёме, чем требуется для потребителя, превышение необходимых сроков по изготовлению продукции);
- ожидание (временные интервалы, связанные с ожиданием человеческих ресурсов (рабочей силы), материалов, оборудования и информации);
- трудовые ресурсы (неполное использование навыков и опыта,

умственных и творческих способностей персонала);

- потери при транспортировке (излишнее перемещение сырья и материалов в ходе производственного процесса, существование временных мест складирования, промежуточных складов);

- лишние этапы обработки (операции в технологической цепочке, не добавляющей ценности конечному продукту, возникающие по причине недостатка оборудования или несовершенства проекта);

- излишние перемещения (любые перемещения персонала, способствующие созданию ценности для потребителя, что влечёт за собой снижение производительности и повышение утомляемости персонала).

Таким образом, появляется возможность и инструменты для того, чтобы отказаться от лишних операций и связанных с ними затрат, тем самым совершенствуя эффективность нефтехимического производства. Основная сущность концепции бережливого производства заключается в том, что необходимо воздействовать на снижение потерь различных видов, с целью появления возможности безграничных преимуществ, для достижения эффективности производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вейдер, М. Инструменты бережливого производства. – М.: Альпина, 2023. – 252 с.

2. Дмитриева, С. Стратегическая роль бережливого производства в условиях экономической нестабильности. – М.: Пресс, 2022. – 150 с.

3. Вумек, Дж. П. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании: учебник / Дж.П. Вумек, Д.Т. Джонс; пер. С. Турко. – М.: Альпина, 2020. – 423 с.

ДИАГНОСТИКА ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

А.В. Прыткова

ЧОУ ВО «Казанский инновационный университет имени В.Г. Тимирязова»

Нижнекамский филиал, г. Нижнекамск

3117111046@edu.tatar.ru, PrytkovaAV@nzh.ieml.ru

Науч. рук. к.э.н., доцент Н.А. Гареева

Аннотация. В работе проведена диагностика финансового состояния пяти крупнейших компаний нефтеперерабатывающей отрасли России. В рамках проведенного исследования были выявлены критические аспекты, указывающие на

нестабильность финансового положения предприятий нефтепереработки в период с 2021 по 2023 годы. На основе результатов проведенного анализа предложен комплекс мер, направленных на стабилизацию финансового состояния нефтеперерабатывающих предприятий.

Ключевые слова: *нефтеперерабатывающее предприятие, анализ, финансовый коэффициент, финансовое состояние, финансовый результат.*

Предприятия нефтеперерабатывающей отрасли России являются основными поставщиками налоговых доходов в бюджет страны. Масштабные экономические санкции, введенные со стороны западных стран, оказывают значительное давление на экономику предприятий нефтеперерабатывающей отрасли.

В статье проведен анализ финансовых показателей пяти крупнейших компаний нефтеперерабатывающей отрасли России на основе бухгалтерской отчетности компаний.

Рассматривая показатели ПАО «НК «Роснефть», следует отметить, что выручка за 2023 год составила 9,16 трлн. рублей, что практически соответствует показателю 2022 года – 9,05 трлн. рублей. Операционная прибыль составила 2,18 трлн. рублей — рост на 45% относительно показателя 2022 года. Чистая прибыль составила 1,53 трлн. рублей, против 813 млрд. рублей в 2022 году. EBITDA в 2023 году увеличилась на 17,8 % – 3 трлн. рублей, против 2,55 трлн. рублей в 2022 году [1].

Анализ коэффициентов ликвидности ПАО «НК «Роснефть» демонстрирует соответствие установленным нормативным значениям. В частности, коэффициент ликвидности составил 0,191 отн. ед. в 2023 году и 0,254 отн. ед. в 2022 году, что подтверждает способность компании выполнять свои краткосрочные обязательства. Коэффициент маневренности функционирующего капитала увеличивается от 0,421 отн. ед. в 2021 году до 0,522 отн. ед. в 2023 году. Отрицательная динамика показателей свидетельствует о том, что предприятие может стать неплатежеспособным в обозримом будущем. Необходимо отметить, что неплатежеспособность ведет к банкротству.

ПАО «ЛУКОЙЛ» не публиковало отчеты МСФО по результатам 2022 года. В связи с этим сравнение проведено только относительно 2021 года. Выручка за 2023 год составила 7,93 трлн. рублей, что на 15,9% меньше, чем в 2021 году. Падение выручки обусловлено изменением цены на нефть – в конце 2021 года страны Евросоюза, G7 и Австралия ввели потолок цен на российскую нефть. Операционная прибыль составила 1,43 трлн. рублей – падение на 31,5% к показателю 2021 года. Чистая прибыль составила 1,15

трлн. рублей, что на 17,7% меньше, чем в 2021 году. У ПАО «ЛУКОЙЛ» наблюдается значительная положительная динамика по EBITDA: если в 2021 году он составлял 773 млрд. рублей, то по итогам 2023 года достиг 2 трлн. рублей [2].

Анализ финансовых показателей ПАО «ЛУКОЙЛ» демонстрирует неоднозначную динамику ликвидности. В 2023 году наблюдается снижение коэффициента ликвидности до значения 0,257 отн. ед. по сравнению с 2022 годом, когда этот показатель составлял 0,342 отн. ед. Коэффициент абсолютной ликвидности соответствует нормативным ограничениям и составляет 0,257 отн. ед. в 2023 году. Коэффициент быстрой ликвидности составляет 0,862 отн. ед. в 2023 году, что немного ниже нормативного ограничения. Коэффициент текущей ликвидности варьируется от 0,847 отн. ед. до 0,920 отн. ед. в 2021-2023 годах, что также не соответствует нормативному ограничению.

ПАО АНК «Башнефть» также не публиковало отчеты МСФО по результатам 2022 года. По сравнению с 2021 годом финансовые показатели в 2023 году продемонстрировали позитивную динамику: выручка – 1,03 трлн. рублей, рост на 21%. Операционная прибыль увеличилась на 70% – до 194,2 млрд. рублей. Лучшая динамика – у чистой прибыли: она возросла на внушительные 113% и составила 177,4 млрд. рублей. Показатель EBITDA увеличился на 55% – 243,6 млрд. рублей [5].

Показатели финансовой устойчивости ПАО АНК «Башнефть» соответствуют нормативным ограничениям. Коэффициент обеспеченности собственными средствами, характеризующий способность компании финансировать свою деятельность за счет собственных ресурсов, в 2023 году значительно вырос и составил 0,51 отн.ед. по сравнению с 2021 годом (0,33 отн.ед.). Коэффициент автономии, отражающий долю собственного капитала в общей сумме активов, также продемонстрировал положительную динамику. В 2023 году его значение составило 0,71 отн.ед., превысив показатель 2021 года (0,65 отн.ед.). Наблюдается положительная динамика показателей, что является благоприятной тенденцией для предприятия.

Анализируя деятельность ПАО «Татнефть», можно констатировать, что выручка за 2023 год составила 1,59 трлн. рублей, что на 11% больше, чем в 2022 году – 1,43 трлн. рублей. Операционная прибыль за 2023 год показала падение на 11% относительно 2022 года. Результат – 356,6 млрд. рублей. Показатель чистой прибыли в 2023 году практически соответствует показателю 2022 года – 286,3 млрд. рублей против 284,9 млрд. рублей.

Показатель EBITDA ПАО «Татнефть» сократился на 12,4% по сравнению с 2022 годом – 391,7 млрд. рублей [4].

Анализ коэффициентов ликвидности ПАО «Татнефть» выявляет определенные тенденции, требующие внимания. Стоит отметить падение коэффициента абсолютной ликвидности с 0,541 отн. ед. до 0,154 отн. ед., коэффициента быстрой ликвидности с 2,663 отн. ед. до 1,567 отн. ед. и коэффициента текущей ликвидности с 3,164 отн. ед. до 1,921 отн. ед. Эти изменения указывают на уменьшение объема наиболее ликвидных активов, доступных для немедленного погашения краткосрочной задолженности.

В Группу компаний «Татнефть» входит современное предприятие нефтеперерабатывающей отрасли России, имеющее стратегическое значение для развития экономики Татарстана - АО «ТАНЕКО» (татарстанский нефтеперерабатывающий комплекс).

Площадка производства переработки нефти АО «ТАНЕКО» предназначена для организации переработки высокосернистой карбоновой нефти Республики Татарстан, что позволит организовать экономически эффективную глубокую переработку высокосернистого нефтяного сырья по нефтехимической схеме с организацией производства широкой гаммы высококачественных моторных топлив и нефтехимических продуктов в соответствии с потребностями рынка.

Анализ финансовых результатов АО «ТАНЕКО» за 2021-2023 годы позволил заключить, что за анализируемый период выручка АО «ТАНЕКО» увеличилась на 9 763 755 тыс. руб. или на 10,71% и составила 100 915 146 тыс. рублей. Себестоимость увеличилась на 7 403 933 тыс. руб. Чистая прибыль АО «ТАНЕКО» в 2021 году составила 26 328 376 тыс. руб., в 2022 году – 37 140 650 тыс. руб., в 2023 году – 26 205 592 тыс. рублей [3].

Результаты анализа показателей платежеспособности АО «ТАНЕКО» в 2021-2023 годах свидетельствуют о негативной динамике. Коэффициент быстрой ликвидности в течение периода 2021-2023 годов сначала снижается до 0,037 отн. ед., затем повышается до 0,064 отн. ед. Это намного меньше нормативного ограничения и свидетельствует о том, что в ближайшей перспективе у АО «ТАНЕКО» нет возможности погасить кредиторскую задолженность. Коэффициент текущей ликвидности увеличивается от 0,071 отн. ед. в 2021 году до 0,118 отн. ед. в 2023 году. Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами колеблется от – 14,64 до – 8,94 отн. ед. за 2021-2023 годы. Таким образом, коэффициенты ликвидности АО «ТАНЕКО» за 2021-2023 годы, абсолютно не соответствуют нормативному ограничению, предприятие неплатежеспособно.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют, о неустойчивом состоянии нефтеперерабатывающих предприятий, сопряженном с неплатежеспособностью, в анализируемом периоде. Таким образом целесообразно предложить следующие пути совершенствования финансового состояния:

1. Снижение краткосрочных обязательств.

Проблемой нефтеперерабатывающих предприятий является большой показатель краткосрочных обязательств, что отрицательно сказывается на финансовом положении предприятия и снижает его финансовую устойчивость. В связи с этим, рекомендуем на предприятии внедрение мероприятий по снижению кредиторской задолженности.

Чтобы эффективно управлять долгами предприятия необходимо, в первую очередь, определить их оптимальную структуру в конкретной ситуации. Для того чтобы отношения с кредиторами максимально соответствовали целям обеспечения финансовой устойчивости (безопасности) предприятия и увеличению ее прибыльности и конкурентоспособности, необходимо выработать четкую стратегическую линию в отношении характера привлечения и использования заемного капитала.

2. Оптимизация собственного оборотного капитала.

Анализируемые предприятия имеют низкую величину собственных оборотных средств. При этом величина собственных оборотных средств имеет отрицательную динамику. Для увеличения собственных оборотных средств необходимы:

- увеличить долгосрочные заимствования. Целесообразно получить дополнительный долгосрочный кредит. В развитой рыночной экономике долгосрочный кредит имеет для предприятия свои преимущества: проценты ниже, чем по краткосрочному кредиту, возмещение растянуто во времени.

- увеличить собственный капитал путем роста уставного капитала.

3. Снижение себестоимости продаж

Снижение производственных затрат путем перехода от импортных присадок для поглощения сероводорода на аналогичные присадки для поглощения сероводорода отечественного производства.

4. Управления затратами с целью разработки мероприятий по росту стоимости активов.

Управление активами осуществляется на всех уровнях управления, а для нефтеперерабатывающих компаний характерна многоуровневая структура управления, которая влияет на составляющие общей прибыли компании. На сегодняшний день на исследуемых предприятиях

применяется система управления активами, где основным объектом управления является месторождение, так как вся производственная деятельность компаний строится вокруг групп месторождений.

На ряду с достижением цели по увеличению финансовых результатов, нефтеперерабатывающие предприятия должны нести социальную и экономическую ответственность в регионе своего пребывания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт «НК «Роснефть» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rosneft.ru/?ysclid=ma12qvog61121616775> (дата обращения: 25.04.2025).
2. Официальный сайт ПАО «ЛУКОЙЛ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lukoil.ru/> (дата обращения: 26.04.2025).
3. Официальный сайт ПАО «ТАНЕКО» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://taneco.tatneft.ru/?ysclid=ma131aj8n1908664333> (дата обращения: 27.04.2025).
4. Официальный сайт ПАО «Татнефть» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.tatneft.ru/?ysclid=ma12zn3f4y35923290> (дата обращения: 26.04.2025).
5. Официальный сайт ПАО АНК «Башнефть» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bashneft.ru/?ysclid=ma12ye38g6411113299> (дата обращения: 27.04.2025).

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ» И ЕЁ ПОВЫШЕНИЕ НА ОСНОВЕ АКТИВИЗАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ОПЫТНО- КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ (НИОКР)

Э.Р. Шарафутдинова

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

saigul247@mail.ru

Науч. рук. канд. экон. наук, доцент Г.Н. Ларионова

***Аннотация.** В данной работе рассматривается актуальная проблема повышения конкурентоспособности одного из крупнейших нефтехимических предприятий России – ПАО «Нижнекамскнефтехим». Исследование посвящено анализу влияния научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) на укрепление конкурентных позиций компании на внутреннем и международном рынках.*

В ходе исследования проведён анализ текущего состояния предприятия, выявлены ключевые факторы конкурентоспособности и определены основные направления совершенствования научно-технической деятельности. Особое внимание уделяется вопросам модернизации производственных процессов, разработки новых видов продукции и повышения эффективности использования сырьевых ресурсов.

Ключевые слова: конкуренция, конкурентоспособность предприятия, конкурентные преимущества, стратегия, инновационная деятельность, НИОКР.

Основы конкурентоспособности предприятия являются сегодня одним из ключевых элементов компетенций специалиста любого профиля и руководителя любого уровня. Так же проблема конкурентоспособности промышленного производства занимает важное место в экономической политике страны. Создание конкурентных преимуществ в области национальной экономики становится стратегическим направлением деятельности государства. При этом повышение конкурентоспособности касается различных уровней промышленного производства: продукции, предприятия, отрасли, региона и страны в целом, но крайнюю важность приобретает конкурентоспособность предприятия как звена экономики.

Актуальность исследования конкурентоспособности ПАО «Нижекамскнефтехима» обусловлена его значимостью для российской экономики и химической промышленности. Предприятие входит в ТОП-10 мировых производителей синтетических каучуков, является одним из крупнейших в мире производителей синтетического полиизопрена и третьим в мире поставщиком бутиловых каучуков. Выпускает свыше 800 тысяч тонн каучуков и более 700 тысяч тонн пластиков в год. Один из главных стратегических проектов компании — олефиновый комплекс мощностью 600 тысяч тонн этилена в год.

Исследования конкурентоспособности ПАО «Нижекамскнефтехима» позволит выявить его сильные и слабые стороны, определить возможности для развития и улучшения конкурентных преимуществ. Это будет способствовать укреплению позиций предприятия на внутренних внешних рынках, а также повышению его экономической эффективности и социальной значимости.

Обеспечение и планирование конкурентоспособности в современных экономических условиях неразрывно связано с формированием и использованием на предприятиях инновационной системы развития. Это превратило традиционную конкуренцию в новый вид — инновационную, когда востребованные на рынке товары и услуги являются результатами инноваций. Поэтому разработка и реализация инновационной стратегии

повышения конкурентоспособности регионального нефтехимического комплекса является важнейшим условием его устойчивого экономического развития, а в конечном итоге и выживания, учитывая ряд тенденций на международном и межрегиональном рынке нефтехимической продукции. Их специфика такова, что устранение негативных воздействий на деятельность анализируемого комплекса возможно лишь посредством инновационного пути развития.

Учитывая экспортную ориентированность комплекса, проблемными тенденциями представляются цикличность международного рынка нефтехимии, усиление конкуренции со стороны азиатских производителей, укрепление курса рубля и рост цен на нефть - исходное сырье нефтехимического комплекса, одновременно с прогнозируемым снижением цен на нефтехимические продукты, ужесточение требований к качеству продукции со стороны стран-потребителей (ЕС) и другие тенденции. Кроме того, активно развиваются российские конкуренты ПАО «Нижекамскнефтехим», что требует разработки контрстратегий. В силу высокой степени загрузки наиболее конкурентоспособных производственных мощностей предприятия, устойчивое экономическое развитие и, как минимум, сохранение, а, как максимум, усиление его конкурентных позиций на рынке, требует реализации инновационных проектов в сфере производства и продвижения продукции с высокой долей добавленной стоимости. Необходима разработка и реализация стратегии развития сфер дальнейшего передела сырья, поскольку без этого наращивать объемы производства ПАО «Нижекамскнефтехим» в перспективе представляется проблематичным.

Особое значение и актуальность при этом приобретает возможность проведения оценки инновационной активности промышленного предприятия и возможности финансирования инновационной деятельности с позиции обеспечения его конкурентоспособности с целью формирования дальнейшей стратегии инновационного развития.

ПАО «Нижекамскнефтехим» – одно из крупнейших предприятий нефтехимической промышленности России. Годовой объем выпуска товарной продукции предприятия составляет порядка 20 млрд. рублей. В ассортименте продукции более 120 наименований: изопреновый, бутиловый и этиленпропиленовый каучуки, простые полиэфирные различных марок, линейные альфа-олефины, неонолы, тримеры и тетрамеры пропилена, гликоли, метилтретбутиловый эфир, стирол, пропилен, этилен, термополимерная олифа и другие. Производственную основу ПАО «Нижекамскнефтехим» составляет шесть заводов и управлений.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы играют ключевую роль в развитии предприятия и повышении его конкурентоспособности.

Они позволяют:

- разрабатывать новые продукты и улучшать существующие;
- оптимизировать производственные процессы;
- снижать издержки и повышать эффективность;
- внедрять новые технологии и улучшать качество продукции.

Таблица 1.

Технико-экономические показатели ПАО «Нижнекамскнефтехим», млрд руб.

Показатель	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год
Выручка	254,5	257,5	227,5	258,8
Себестоимость продаж	185,6	188,8	152,8	193,3
Прибыль от продаж	49,3	51,5	56,9	56,7
Чистая прибыль	41,8	47,8	22,6	31,7

Рост выручки компании свидетельствует о расширении рынка сбыта и увеличении объёмов продаж. Как следует из отчёта компании выручка за 2024 год увеличилась на 13,7% и достигла ₽258,8 млрд против ₽227,5 млрд в 2023 году. Чистая прибыль ПАО «Нижнекамскнефтехим» по итогам 2024 года выросла в 1,4 раза и составила ₽31,7 млрд. В 2023 году этот показатель находился на уровне ₽22,6 млрд.

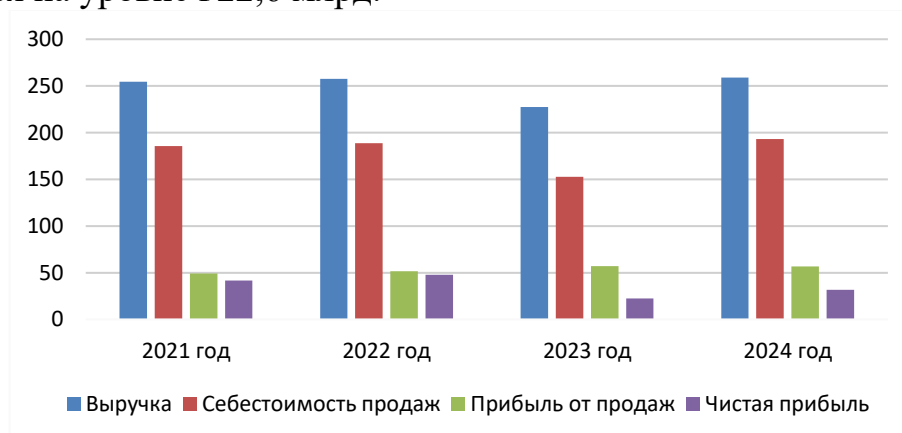


Рис. 1. Технико-экономические показатели, млрд руб.

ПАО «Нижнекамскнефтехим» активно вовлечен в инновационно-исследовательскую деятельность, которая является важным показателем роста и конкурентного преимущества продукции и технологий компании. Объем инвестиций в НИОКР в 2023 году составил почти 5,5 млрд руб., что более чем в два раза превышает показатель предыдущих лет. Инвестиции в R&D проекты, направленные на переработку полимерных отходов и вовлечение возобновляемых источников сырья, составил 117,7 млн руб.

Структура управления инновациями в компании претерпела изменения в 2023 году: ранее R&D-центры существовали на базе отдельных предприятий в пяти городах, выделенными подразделениями были Инновации в Томске и «ПолиЛаб» в Москве. Реорганизация привела к объединению центров Казани, Нижнекамска, Воронежа, Всеволожска, Перми, Нижнего Новгорода под брендом «ПолиЛаб» с сохранением профильных направлений деятельности каждого центра. Более 78 марок с потенциалом производства 600 тыс. тонн в год разрабатывается в центрах «ПолиЛаб». 1,4 тыс. тонн полимерных отходов вовлечено в переработку в рамках собственных проектов ПАО «Нижнекамскнефтехим».

В R&D-центре «ПолиЛаб Нижнекамск» разработаны и получены опытные партии пропиленгликоля и дипропиленгликоля. Успешно пройдена омологация у потребителя. Экономический эффект составил 61 млн руб.

В рамках работ по импортозамещению критичной спецхимии найдено 234 позиции, из них омологировано на предприятиях 97 аналогов, 29% из них российского производства. Применены отечественные катализаторы, ранее существовавшие на рынке, вместо импортных на десяти узлах различных предприятий. Реализован проект по развитию российского производителя Ca/Zn стабилизаторов.

Ожидаемый совокупный эффект от реализации мер по указанным направлениям позволит нарастить объем поставляемой продукции более чем на 600 тыс. тонн в год.

Перед российским бизнесом, в том числе перед ПАО «Нижнекамскнефтехим» стоят масштабные задачи обеспечения цифровой устойчивости, непрерывности деятельности и эффективности бизнес-процессов. Несмотря на уход зарубежных вендоров после 2022 года, ПАО «Нижнекамскнефтехим» успешно справляется с вызовами и продолжает цифровую трансформацию, делая ставку на расширение применения решений, созданных на базе искусственного интеллекта. Разработаны и включены в портфель проектов 69 новых гипотез по внедрению решений на базе ИИ. К набору применяемых инструментов добавились решения с

использованием больших языковых моделей (LLM). Для проверки и тестирования гипотез созданы лаборатории инноваций. ПАО «Нижнекамскнефтехим» стал участником Консорциума по технологической независимости программного обеспечения (ПО) и совместно с партнёрами лидирует три важнейших направления - это создание отечественной системы MES, решений по технологическому моделированию и предиктивной диагностике.

В 2023 году ПАО «Нижнекамскнефтехим» в рамках цифровой трансформации реализовал портфель организационных проектов, направленных на дальнейшее повышение эффективности сквозных бизнес-процессов Компании и их цифровизацию. Экономический эффект от проектов за 2023 год составил более 11 млрд руб., из которых наибольшая доля приходится на проекты в области производства (4,3 млрд), маркетинга и продаж (4,2 млрд).

Накопленный годовой экономический эффект от цифровой трансформации процессов за шесть лет к концу 2023 года составил более 45 млрд руб. Половина этого эффекта достигнута за счет решений на базе искусственного интеллекта, широко применяемых во всех процессах компании.

Анализ этих показателей позволяет оценить динамику развития компании, её способность адаптироваться к изменениям рынка и повышать свою конкурентоспособность. Активизация НИОКР может способствовать улучшению всех перечисленных показателей за счёт разработки новых продуктов, оптимизации производственных процессов и снижения издержек.

Активизация научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ является важным направлением для повышения конкурентоспособности ПАО «Нижнекамскнефтехим». Разработка и внедрение новых продуктов, оптимизация производственных процессов, снижение издержек и внедрение новых технологий позволяют компании укрепить свои позиции на рынке, обеспечить устойчивое развитие и достичь новых высот в своей деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бусыгин В.М. Инновационная стратегия повышения конкурентоспособности нефтехимического комплекса региона: на примере ОАО "Нижнекамскнефтехим", докт. экон. наук: Нижнекамск, 2005. 5с.

2. Матвеева Т.В., Криворотов В.В., Машкова Н.В., Корсунов П.П. Повышение конкурентоспособности промышленных предприятий на

основе развития инновационной деятельности // учебное пособие. Издательство Уральского университета. Екатеринбург, 2018. С. 3-4.

3. Кобозева Е.М., Воробьева Т.В. Стратегия развития малого и среднего бизнеса в России: проблемы и перспективы // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2020. – № 5 (47). – С. 45-46.

4. Интегрированный годовой отчет ПАО «Сибур Холдинг» за 2023 год,
<https://www.sibur.ru/upload/iblock/bb0/g9i1r2q8wxtgpjyg8put7o00sqjdbem9.pdf>
(дата обращения: 22.04.2025).

ЛОГИСТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

Д.Г. Сибгатуллин

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

SibgatullinDG@yandex.ru

Науч. рук. канд. эконом. наук, доцент, А.М. Хисматуллина

Аннотация. В статье рассмотрены цифровые направления в логистике такие как электронный документооборот, интернет-вещей, технология блокчейна, большие данные, системы искусственного интеллекта, роботы, дрон-доставки.

Ключевые слова: современная логистика, цифровая логистика, интернет-вещей, блокчейн, большие данные, автоматизация процессов, искусственный интеллект, дрон-доставки.

На текущий момент логистикой является движение сырьевых материалов или готовых товаров от места изготовления или мест добычи до места переработки и производства, далее к месту реализации.

Логистика — грандиозная система, которая позволяет организовывать и управлять процессами поставок, хранения и транспортировки товаров. В течении последнего десятилетия в логистике произошли значительные изменения, чем за все годы развития отрасли, и учитывая, что у отрасли имеются большие возможности, логистика направляет будущее и в нынешнее время автоматическая цифровая компьютеризация логистики — это часть успешного бизнеса.

Ранее мы разделили системы логистики по типам потоков [1]:

1) Информационный - процессы движения информационных ресурсов;

- 2) Финансовый - процессы движение финансовых ресурсов, связанных с закупкой;
- 3) Материальный - процессы движение материальных ресурсов от закупки до реализации;
- 4) Трудовой ресурс - ротация кадрового персонала.

Итого, в общем виде логистику можно определить как науку о менеджменте и оптимизации передвижения материальных, энергетических и связанных с ними потоков информации в разнообразных системах, для реализации запланированных перед ними задач.

Традиционная логистика, рынок, ориентированный на производителей и на складирование, способствуют синхронизации производства и рынка.

Поскольку цифровая логистика — это оптимизированная и управляемая система, которая благодаря автоматизации позволяет повысить производительность и сократить издержки, то такая логистика является перспективой развития современного предприятия. Для нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности данные показатели являются необходимыми, для обеспечения бесперебойной работы предприятий.

Инновационная логистика — является наиболее актуальным компонентом логистической деятельности, призванная изучать необходимость и возможность внедрения прогрессивных инноваций в организацию текущего и стратегического управления потоковыми процессами с целью выявления и использования дополнительных резервов путем рационализации (оптимизации) этого управления [2].

Инновационные подходы в логистике — являются трендом развития в процессах современной экономики, а наличие инноваций дает возможность разработать новые механизмы и методы работы в деятельности логистики, благодаря чему развивается предприятие. Инновационные подходы помогают сократить расходы, улучшить качество поставки, снизить риск ошибок и оптимизировать уровни запасов. Применение этих подходов является важным шагом для успешного управления поставками и запасами в том числе при строительстве промышленных объектов, поскольку прогресс строительства напрямую зависит от своевременной поставки качественных ресурсов в достаточном количестве [1].

Рассмотрим какие на сегодняшний день имеются инновационные тенденции в современной информационной логистике и предлагаются решения для предприятий:

- Электронный документооборот одно из наиболее развитых в цифровом направлении. Благодаря ему документы можно рассмотреть в любой ситуации на мобильных устройствах, и исключить бумажный документооборот. Также использование электронной цифровой подписи позволяет обеспечить удобный и безопасный обмен данными, что дает компания повысить качество услуг.

- Интернет вещей (IoT) на текущий день является основой для частей будущих технологий в логистике и дает возможность контролировать логистические функции с помощью различных подключенных устройств (датчиков), отслеживающих статус, состояние и местоположение товара, что позволяет обеспечивать достаточный запас и качество товаров. Благодаря этому можно точно координировать и управлять запасами, оперативно реагируя на инциденты при поставке.

- Технология блокчейна придает логистике прозрачность операций и безопасность в процессе поставки. Крупные компании используют блокчейн для платежей, цифровой идентификации, управления поставками и иных задач. Блокчейн выглядит как цепочка из блоков, где в каждом блоке хранится информация о наборе транзакций, которые утверждаются участниками сети. В логистике блокчейн применим для отслеживания и регистрации товаров, где все этапы поставки могут быть сохранены в блокчейне – который пользователи могут рассмотреть, получив при этом достоверную информацию, что является отличительной стороной блокчейна - повышение безопасности хранения данных.

- Big data в логистике дают возможность анализировать информацию в больших объемах, которые собираются из интернета, смартфонов, датчиков и других устройств либо источников. Эти данные могут использоваться для мониторинга, планирования и оперативного управления.

- Системы искусственного интеллекта актуальны к использованию в логистике, потому как с применением алгоритмов в машинном обучении возможна обработка значительных объемов данных, что позволяет автоматизировать процессы контроля, оптимизировать маршрутизацию, контроль учета товаров на складе. Внедрение данных технологий позволяет прогнозировать ошибки и сбои при поставке, не дожидаясь, когда произойдет сам сбой, что помогает активно управлять маршрутами и запасами.

- Роботы в интеграции с автоматизированными системами управления в будущем станут повсеместной частью транспортных средств. Благодаря развитию искусственного интеллекта, роботы смогут самостоятельно

принимать решения и исполнять сложные задачи по доставке грузов и управлению транспортными сетями.

- Беспилотные летательные аппараты или дроны дают возможность доставить грузы на удаленном расстоянии в труднодоступные места, где отсутствуют другие пути доставки. Это актуально при аварийных техногенных ситуациях, к примеру после землетрясений.

Исходя из рассмотренного видно, что в современной логистике имеется множество направлений, такие как электронный документооборот, интернет вещей, блокчейн, большие данные, искусственный интеллект, роботы и дроны. Для экономики важно целесообразным образом управлять запасами товаров предприятия, ведь при выходе из строя каких-либо элементов, на складе должно быть достаточно запасных частей, чтобы позволить предприятию избежать простоев либо минимизировать их при возникновении. При этом также важно, не создавать затоваренность на складе и не допускать истечения срока полезного использования элементов (к примеру, межповерочный интервал КИП).

Благодаря информационным электронным системам производится интеграция данных в процессы, производится сбор, обработка и хранение информационных данных, что дает возможность предприятию держать ситуацию под контролем и при необходимости вносить оперативные корректировки в систему.

В.В. Щербаков отмечает: «распространение сетевых информационных технологий и информационно-коммуникационных систем передачи данных, ускоренное развитие электронного рынка и интернет-коммерции приобретают не единичный, а повсеместный характер» [3].

Внедряя эти технологии, предприятия нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности могут повысить эффективность, снизить затраты и повысить точность сроков поставки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сибгатуллин Д.Г., Хисматуллина А.М. Эффективность логистики в МТО при строительстве промышленных объектов // Актуальные проблемы нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий: материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции им. А.Ш. Зиятдинова – Нижнекамск: НХТИ (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2024. – С. 375-379.

2. Воронов В.И., Лазарев В.А. Информационные технологии в коммерческой деятельности. Часть 1. Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2000 г. ISBN 5-8224-0029-9 Присвоен гриф ДВ РУМЦ (УМО) - 104 с.

3. Щербаков В.В. Логистика и управление цепями поставок: – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 582 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ КОМПАНИИ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Д.Э. Багаутдинов

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

dinar.bagautdinov.01@mail.ru

Науч. рук. д-р экон. наук, доцент А.Н. Дырдонова

***Аннотация.** В условиях санкционного давления и курса на технологический суверенитет, оптимизация бизнес-процессов в нефтеперерабатывающей отрасли России невозможна без внедрения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП), замещения иностранных контроллеров РСУ и ПАЗ отечественными аналогами. Статья раскрывает, как интеграция локализованных решений обеспечивает не только снижение зависимости от импорта, но и повышает операционную эффективность, надёжность и адаптивность предприятий в новой экономической реальности.*

***Ключевые слова:** оптимизация, АСУТП, контроллеры РСУ, система ПАЗ, импортозамещение, конкурентоспособность, Big Data, программное обеспечение, аппаратная часть.*

В условиях глобальной геоэкономической трансформации и беспрецедентного санкционного давления, импортозамещение в России перестаёт быть исключительно вопросом технологической независимости, становясь основой для сохранения конкурентоспособности и устойчивости стратегически значимых отраслей, таких как нефтепереработка. Нефтеперерабатывающие предприятия, традиционно зависевшие от зарубежных решений в области автоматизации, сегодня сталкиваются с двойным вызовом: необходимостью оперативного замещения критически важных импортных компонентов — контроллеров РСУ и систем ПАЗ — и одновременной цифровой трансформацией производственных процессов для повышения их эффективности в условиях ограниченных ресурсов.

Автоматизация на базе АСУТП выступает здесь ключевым драйвером изменений, поскольку обеспечивает не только точность управления технологическими параметрами, минимизацию человеческого фактора и снижение эксплуатационных рисков, но и создаёт инфраструктуру для интеграции отечественных аналогов, адаптированных к специфике российских производственных циклов. Переход на локализованные системы управления позволяет предприятиям нивелировать риски, связанные с разрывом логистических цепочек, санкционными ограничениями на обслуживание иностранного оборудования, а также обеспечить кибербезопасность данных в условиях растущих цифровых угроз. При этом внедрение российских контроллеров РСУ и ПАЗ, открывает возможности для глубокой аналитики Big Data, предиктивной аналитики отказов и адаптивной оптимизации энергопотребления, что напрямую влияет на себестоимость продукции и экологическую безопасность. Таким образом, синтез импортозамещения и автоматизации формирует не просто альтернативу иностранным технологиям, а новую парадигму управления нефтеперерабатывающим комплексом, что послужит гарантией долгосрочного развития отрасли в эпоху турбулентности.

Так, в условиях сложного санкционного положения импортозамещение в области автоматизации становится критически важным для КГПТО АО «ТАИФ-НК», обеспечивая стабильность и непрерывность производственных процессов, ранее зависевших от иностранных поставщиков; этот процесс не только снижает риски, связанные с санкциями и ограничениями, но и открывает путь к глобальным положительным изменениям: компания получает возможность создать собственную, гибкую и адаптированную к своим нуждам технологическую базу, стимулируя развитие собственных инженерных и научных кадров, что приведет к появлению инновационных решений, повышению конкурентоспособности на мировом рынке, и, как следствие, укреплению позиций КГПТО АО «ТАИФ-НК» как технологически независимого и передового предприятия, способного эффективно функционировать в любых условиях.

Традиционно российский рынок автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) характеризовался доминированием зарубежных вендоров, включая Siemens, Schneider Electric, Honeywell и Yokogawa, на долю которых приходилось до 50% сегмента [1]. Иностранные поставщики предлагали комплексные решения, охватывающие как программное обеспечение, так и аппаратную часть, что формировало технологическую зависимость предприятий, зачастую

неосознанную. Однако в последние годы наметился рост отечественных разработок, включая признание ранее созданных решений. Наиболее успешными оказались интеграторы, обладающие опытом работы с европейскими продуктами и компетенциями в адаптации инновационных решений.

Уход зарубежных вендоров создал рыночные ниши, привлекательные для отечественных компаний в перспективной отрасли. При этом эксперты отмечают, что рынок АСУТП в России находится на начальной стадии развития, что повышает риски технологического отставания [2]. Респонденты признают потенциал российских разработчиков, способных в среднесрочной перспективе обеспечить промышленность качественными и масштабируемыми решениями. Однако развитие отечественных вендоров сдерживается рядом факторов: дефицит квалифицированных специалистов, ограниченная компонентная база, низкие инвестиции в НИОКР, сложности ценообразования и логистические барьеры в поставках импортных комплектующих.

Анализ текущих тенденций рынка АСУТП базируется на данных предыдущего года, где основным запросом со стороны предприятий являлся реинжиниринг действующих систем. Компании акцентировали потребность в разработке комплексных решений, адаптированных под специфику производства без остановки операционной деятельности. Согласно тенденциям, отечественные разработчики демонстрируют значительный потенциал, ориентируясь не только на создание альтернатив импортным продуктам, но и на разработку автономных решений, способных обеспечить технологический суверенитет отрасли.

Таким образом, для успешной оптимизации бизнес-процессов нефтеперерабатывающей компании в условиях импортозамещения необходимо преодолеть текущие экономические вызовы, такие как структурные кризисы и утрата прежних факторов роста. Ключом к устойчивости является одновременное развитие импортозамещения и экспортной деятельности, что позволит достичь эффективных масштабов производства, повысить конкурентоспособность и технологическую зрелость компании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный журнал «Промышленные страницы» // [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <https://indpages.ru> (дата обращения: 24.04.25).
2. Кузьминов, Я.И. Импортозамещение в российской экономике:

вчера и завтра. Аналитический доклад НИУ ВШЭ / Я. И. Кузьминов (науч. рук. исслед.), Ю. В. Симачев (рук. авт. кол.), М. Г. Кузык (рук. авт. кол.), А. А. Федюнина (рук. авт. кол.), А. Б. Жулин (рук. авт. кол.), М. Н. Глухова (рук. авт. кол.), А. Н. Клепач (рук. авт. кол.) ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики» при участии РСПП, Института исследований и экспертизы ВЭБ. — М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2023 — 272с.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА ПРИМЕРЕ ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»

Е.А. Кутузов

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск,

Kutuzoveugene@gmail.com

Науч. рук. канд. экон. наук, доцент Е.С. Андреева

***Аннотация.** В 2025 году российская нефтехимическая отрасль сталкивается с рядом вызовов, включая зависимость от импорта технологий, санкционное давление и необходимость экологической трансформации. Однако предприятия, такие как ПАО «Нижнекамскнефтехим», демонстрируют устойчивость и способность к адаптации через реализацию инвестиционных проектов, направленных на импортозамещение и развитие технологического суверенитета. Одним из ключевых направлений является разработка и внедрение производства полимерного антипирена, что способствует снижению зависимости от импорта и соответствует современным экологическим требованиям.*

***Ключевые слова:** инновационный менеджмент, инновации, нефтепереработка, нефтегазовый комплекс, санкции, инвестиционные проекты.*

В 2025 году российская нефтехимическая отрасль сталкивается с рядом вызовов: высокая зависимость от импорта оборудования и технологий, нестабильность внешнеэкономических связей из-за санкций, растущая конкуренция со стороны производителей из Азии и стран Ближнего Востока, необходимость экологической трансформации и внедрения принципов устойчивого развития. Тем не менее, отрасль обладает значительным потенциалом роста, особенно на фоне стратегического курса государства на развитие глубокой переработки углеводородного сырья и импортозамещение.

ПАО «Нижнекамскнефтехим» (входит в группу СИБУР) демонстрирует устойчивое положение на рынке за счёт действующих

инвестиционных программ, широкой продуктовой линейки и налаженных логистических цепочек. С 2022 года предприятие активно модернизирует технологические установки, вводит в эксплуатацию и запускает новые производства, что делает его одним из лидеров по адаптации к вызовам современной нефтехимии. В частности, в 2023 году был введён в эксплуатацию олефиновый комплекс «ЭП-600», способный производить до 600 тыс. тонн этилена в год [2], что значительно укрепляет сырьевую базу предприятия. Также реализуется проект по строительству нового энергоэффективного производства линейных альфа-олефинов, таких как Гексен-1 [3], необходимых для производства полиэтилена, а также «стирольная цепочка», включающая производство этилбензола и стирола, конечным продуктом которой станет полистирол [4]. Дополнительно, в рамках стратегии устойчивого развития, ведутся работы по созданию производства биоразлагаемых полимеров, соответствующих современным экологическим требованиям.

Одним из направлений деятельности группы компаний СИБУР является разработка новых технологий и реализация проектов с целью их монетизации, развития внутренних компетенций компании на рынке химического сырья, достижение технологического суверенитета в части обеспечения ключевой компонентной базы производства.

В апреле 2021 года силами НИОСТ (R&D-подразделение СИБУР Холдинг в г. Томск) были завершены работы по созданию технологии полимерного антипирена последнего поколения, который соответствует текущим требованиям к их безопасности и экологичности. Технология прошла все стадии масштабирования и апробации продукта на промышленных реакторах. Сформирована оптимальная технологическая конфигурация проекта. [1].

Антипирен (от греч. *anti-* – приставка, означающая противопоставление, и греч. *pur* – огонь) – компонент, добавляемый в материалы органического происхождения с целью обеспечения огнезащиты. Данная добавка необходима для производства теплоизоляционных материалов и применяется в производстве вспенивающегося и экструдированного полистирола (ПСВ и ЭППС). Кроме того, что производимый из полимерного антипирена строительный утеплитель устойчив к горению, он еще и полностью безопасен для человека и окружающей среды, что играет ключевую роль, т.к. антипирен, производимый по другой технологии (олигомерный), запрещен к применению в ряде стран ЕС по экологическим причинам (риски

токсичности). Просматривается потенциал дальнейшего расширения запрета на мировом рынке химических продуктов.

Предпосылками для создания собственного производства выступили следующие факторы:

- владелец технологии и лицензиар – ПАО «СИБУР Холдинг»;
- стратегическое обеспечение антипиреном собственных производств;
- реализация продукции в Российской Федерации, Турции, странах Ближнего Востока и Азии;

- при прогнозе цен на продукцию использовалось допущение, что глобальная цена рынка приводится от рынка КНР, как от самого крупного доступного рынка для России;

- использование инструментов государственной поддержки проекта;
- экологичность полимерного антипирена – олигомерный антипирен запрещен в ряде стран ЕС по экологическим причинам (риски токсичности), возможно дальнейшее расширение запрета на мировом рынке.

Суммарный объем потребления антипирена в Европе, Турции и России составляет около 15 000 тонн в год. Из них 1 040 тонн – спрос со стороны российских производителей, и пока весь этот объем импортируется главным образом из КНР. В России отсутствуют производители антипиренов, рынок на 100% зависит от импорта, ключевым потребителем является СИБУР Химпром. После реализации проекта планируется полностью заместить импорт, обеспечивая собственное потребление, а также ключевых клиентов, с которыми уже проведена омологация и получено подтверждение о готовности полностью переключиться на продукт СИБУР. [1].

В 2020 году пандемия COVID-19 вызвала резкое падение спроса и сокращение темпов роста строительной отрасли. Возвращение спроса на антипирен (выход из локдауна) строительной отрасли со стабильным ростом спроса ожидается к 2028 году.

На основании вышеизложенной информации в 2023 году руководством холдинга принято решение о подготовке к реализации данного инвестиционного проекта на площадке ПАО «Нижекамскнефтехим». Данным решением положено начало для проведения проектно-изыскательских работ, детальной инженерной проработки технологии, старта организации тестирования продукта со сбором обратной связи от клиентов (маркетинг и продажи).

В настоящее время руководством ПАО «СИБУР Холдинг» совместно с проектной командой планируется рассмотрение плана реализации

проекта, оценка рисков и экономической эффективности. Дальнейшая судьба инвестиционного проекта будет зависеть от баланса ключевых рынков полимерного антипирена и контроля затрат над утвержденным бюджетом, включающим проектно-изыскательские работы, строительномонтажные работы, поставку оборудования и т.п.

Реализация подобных инвестиционных проектов, внедрение новых технологий в нефтепереработке и нефтехимии требует развития и применения компанией инновационного менеджмента, который бы способствовал повышению эффективности, снижению затрат, минимизации экологического и экономического ущерба. В группе компаний СИБУР действует принцип ориентации инвестиционной деятельности на будущий результат, учитывающий достижение технологического лидерства, модернизацию инфраструктуры, комплексный подход к менеджменту, работу над ошибками, развитие стратегического партнерства, подготовку квалифицированных кадров, соответствующие отношения в команде и прочее.

Значительную роль в развитии инвестиционных проектов в нефтепереработке и нефтехимии играет государственная поддержка, включающая как льготное кредитование, так и льготы по налогу на имущество, льготы по налогу на прибыль.

Важным аспектом также является сотрудничество с ведущими научными институтами и университетами. Такое сотрудничество позволяет группе компаний СИБУР внедрять передовые научные достижения в производственный процесс, способствует разработке новых технологий в образовательных учреждениях, улучшающих как качество продукции, так и характеристики процессов. Сотрудничество с научными учреждениями приносит нефтеперерабатывающей промышленности ряд преимуществ, включая доступ к новейшим исследованиям, возможность раннего внедрения инновационных технологий и повышение квалификации сотрудников, что, в свою очередь, способствует повышению качества продукции, эффективности производственных процессов и устойчивости развития отрасли в долгосрочной перспективе.

Проект по созданию производства полимерного антипирена на базе ПАО «Нижнекамскнефтехим» представляет собой стратегически важный шаг к снижению зависимости от импорта и укреплению технологического суверенитета Российской Федерации в области нефтехимии. Реализация данного проекта позволит не только обеспечить внутренние потребности в экологически безопасных антипиренах, но и выйти на международные рынки, соответствуя современным экологическим стандартам. Успешное

внедрение инновационных технологий и развитие научно-производственного сотрудничества станут залогом устойчивого развития отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. СИБУР разработал уникальный компонент для придания пожароустойчивости строительным материалам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sibur.ru/ru/press-center/news-and-press/SIBUR-razrabotal-unikalnyy-komponent-dlya-pridaniya-pozharoustoychivosti-stroitelnyum-materialam/>, свободный.

2. СИБУР завершил строительство ЭП-600 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.sibur.com/ru/press-center/news-and-press/sibur-zavershil-stroitelstvo-ep-600/>, свободный.

3. На производстве гексена нижекамского предприятия СИБУРа установили самое габаритное оборудование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.sibur.com/nknh/ru/press-center/na-proizvodstve-geksena-nizhnekamskogo-predpriyatiya-sibura-ustanovili-samoe-gabaritnoe-oborudovanie/>, свободный.

4. Е. Алифирова. Стирольная цепочка. СИБУР построит 2 новых производства в Нижнекамске за 180 млрд руб. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://neftegaz.ru/news/Gazohimija/835310-stirolnaya-tsepochka-sibur-postroit-2-novykh-proizvodstva-v-nizhnekamske-za-180-mlrd-rub/?ysclid=ma8icm1a1l72381129>, свободный.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕГИОНА

А.А. Зиганшин

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

Mrdosga@gmail.com

Науч. рук. д-р экон. наук, доцент А.Н. Дырдонова

***Аннотация.** В статье проанализирована энергетическая эффективность предприятия нефтехимической промышленности Республики Татарстан. Определены тенденции изменения основных показателей, характеризующих энергетическую эффективность. Выявлены факторы, оказывающие на нее наибольшее влияние. Рассмотрены перспективы снижения энергоемкости производства предприятий*

нефтехимической промышленности.

Ключевые слова: *энергетика, энергетическая эффективность, затраты, энергосбережение, нефтехимическая промышленность, регион.*

Нефтехимическая отрасль занимает стратегически важное место в экономике Республики Татарстан. Её предприятия не только формируют значительную долю промышленного производства и экспортного потенциала региона, но и оказывают прямое влияние на наполняемость бюджетов всех уровней, развитие социальной инфраструктуры и улучшение качества жизни населения. Эффективность функционирования нефтехимических компаний во многом определяется их способностью к оптимизации производственных процессов, снижению затрат и внедрению современных технологий, особенно в части энергопотребления. В этом контексте особое внимание заслуживает опыт ПАО «Нижнекамскнефтехим» – одного из крупнейших нефтехимических предприятий России.

Процессы нефтехимического производства традиционно связаны с высоким уровнем энергопотребления. Большие объёмы тепловой и электрической энергии необходимы для работы технологических установок, насосов, компрессоров и другого оборудования. При этом высокая энергоемкость оказывает прямое влияние на себестоимость продукции, уровень выбросов и общее воздействие на окружающую среду. В современных условиях, когда требования к экологичности и экономической эффективности усиливаются, вопрос повышения энергетической эффективности становится особенно актуальным.

Предприятия отрасли характеризуются высокой энергоемкостью. Основные энергетические затраты связаны с процессами перегонки, крекинга, полимеризации, компримирования и охлаждения. Ключевые вызовы: устаревшее оборудование на ряде производств; потери тепловой энергии в сетях; неравномерные нагрузки на энергетические системы; неэффективная утилизация вторичных энергоресурсов. При этом значительный потенциал энергосбережения остаётся не реализованным [1].

Предприятия Татарстана активно обновляют технологическое оборудование. Так, на Нижнекамскнефтехиме реализуются проекты по модернизации печей пиролиза, установок сжатия и рекуперации тепла. Использование энергосберегающих двигателей, насосов и теплообменников позволяет снижать удельное энергопотребление.

Значительная экономия сырья и энергии может достигаться за счёт повышения уровня использования вторичных материальных ресурсов и

ТЭР, максимальное применение рекуперации теплоты в технологических агрегатах, а также при утилизации других видов низкопотенциальной теплоты с использованием тепловых насосов и абсорбционных холодильных машин [2]. Примером могут послужить:

- использование танковых газов, выделяемых при дросселировании аммиака, в качестве котельно-печного топлива;
- использование дымовых газов для подогрева природного газа;
- использование отходящих газов и промышленных сточных вод для получения холода (водоаммиачная холодильная машина);
- преобразование тепловой энергии в электрическую энергию, основанное на магнитогидродинамическом принципе (использование МГД-генератора).

Цифровизация технологических процессов через системы АСУТП, мониторинг энергоресурсов в реальном времени и предиктивную аналитику активно применяется на предприятиях СИБУР и Татнефти. Это позволяет оптимизировать загрузку оборудования и сократить потери.

Установки когенерации, рекуператоры, системы утилизации паров и тепла активно внедряются на производствах. Например, на «ТАНЕКО» действует эффективная система комбинированной выработки тепла и электроэнергии (ТЭЦ), повышающая общий КПД энергопотребления.

Ряд предприятий Татарстана внедрили и сертифицировали системы энергетического менеджмента в соответствии с международным стандартом ISO 50001, что позволяет структурировать процессы энергосбережения и отслеживать эффективность мероприятий. Стандарт ISO 50001 Системы энергетического менеджмента – цель настоящего документа заключается в том, чтобы дать организациям возможность создать системы и процессы, необходимые для постоянного улучшения энергетической результативности.

Благодаря реализации энергосберегающих мероприятий предприятия Татарстана достигли следующих эффектов:

- снижение энергозатрат на тонну продукции до 10-15 %;
- уменьшение выбросов CO₂ и других парниковых газов;
- рост общей энергоэффективности производственных процессов;
- повышение конкурентоспособности за счёт снижения себестоимости продукции.

Кроме того, снижается нагрузка на региональную энергосистему и повышается экологическая устойчивость.

ПАО «Нижнекамскнефтехим» последовательно реализует политику энергосбережения и устойчивого развития. С 2000 года на предприятии

реализуются долгосрочные программы повышения энергетической эффективности. В их рамках внедряются передовые технические решения, проводится модернизация оборудования, совершенствуются системы управления энергетическими ресурсами. За период реализации первых четырёх программ было внедрено более 1400 мероприятий, позволивших сэкономить свыше 390 млн кВт·ч электроэнергии; около 6,5 млн Гкал тепловой энергии; почти 200 тыс. тонн условного топлива; сэкономить более 5,8 млрд рублей [3].

С 2021 года действует пятая программа энергосбережения, рассчитанная до 2026 года. Она включает в себя 133 мероприятия с прогнозируемой экономией в размере более 280 млн рублей.

Развитие производства и расширение видов продукции сопровождается на «Нижекамскнефтехиме» внедрением новых технологий и модернизацией оборудования на энергообъектах. Энергетики продолжают совершенствовать систему энергообеспечения и повышать ее надежность.

На предприятиях «Нижекамскнефтехима» производится модернизация оборудования. Замена устаревших агрегатов на энергоэффективные установки позволяет значительно сократить потребление энергии и уменьшить потери в процессе. На предприятии создан «Цифровой офис», занимающийся цифровой трансформацией производственных процессов. Это позволяет в реальном времени контролировать энергопотребление и оперативно реагировать на отклонения. В процессе производства производится утилизация вторичных ресурсов. Большое внимание уделяется возврату технологического конденсата и использованию газов-спутников. ПАО «Нижекамскнефтехим» сертифицировано по стандарту ISO 50001, что позволяет системно управлять энергетическими ресурсами и проводить регулярные энергоаудиты.

Повышение энергетической эффективности позволило предприятию не только существенно сократить затраты, но и снизить негативное воздействие на окружающую среду. За последние годы удалось добиться снижения удельного энергопотребления, сокращения выбросов загрязняющих веществ и более рационального использования природных ресурсов.

В будущем ПАО «Нижекамскнефтехим» планирует продолжить реализацию инициатив в области энергоэффективности, расширяя цифровую инфраструктуру, внедряя «умные» системы мониторинга и управления, а также развивая сотрудничество с научными организациями в

области разработки инновационных решений.

Опыт ПАО «Нижнекамскнефтехим» показывает, что повышение энергетической эффективности – это не разовая акция, а системный и многоуровневый процесс, включающий технические, организационные и управленческие меры. Последовательная реализация программ энергосбережения позволяет не только улучшить экономические показатели предприятия, но и внести вклад в устойчивое развитие всего региона. Этот подход может служить примером для других предприятий нефтехимического комплекса Республики Татарстан и России в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия устойчивого развития отраслей, комплексов и регионов России: монография / Семенкова Т.Г., Карамова О.В., Яхина Д.А., Гизятова А.Ш., Минакова И.В., Тимофеева О.Г. и др. – М.: ЭКЦ «Профессор», 2016. – 224 с.
2. Мельник А.Н., Дырдонова А.Н. Энергетическая эффективность предприятий нефтехимической промышленности региона: оценка и перспективы ее повышения в условиях либерализации энергетического рынка // Экономический анализ: теория и практика 2012. – № 1 (256). – С. 12-16.
3. Официальный сайт ПАО «Нижнекамскнефтехим» // [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <http://www.nknh.ru> (дата обращения: 01.05.25).

РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ, КАК УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ ФИЛИАЛА ШЕМОРДАННЕФТЕПРОДУКТ ОАО «ХК «ТАТНЕФТЕПРОДУКТ»

М.Ф. Газизуллина

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Филиал Шеморданнефтепродукт ОАО «ХК «Татнефтепродукт»

minzadaibr@gmail.com

Науч. рук. канд. экон. наук, доцент Г.Н. Ларионова

Аннотация. В статье рассматриваются развитие кадрового потенциала предприятия. В настоящее время в условиях всеобщей интеллектуализации производства, человек становится его основной движущей силой. Достижение определенного результата деятельности группы или организации зависит от многих факторов. Объективные социально-экономические процессы вынуждают организации

ориентироваться на инновационное развитие, и особую роль в этом играет кадровый потенциал, своевременная оценка, развитие и управление которым может расширить возможности организации, вывести её на новый конкурентный уровень, обеспечить устойчивое развитие.

***Предметом исследования** является развитие кадрового потенциала предприятия, как условие повышения качества трудовых ресурсов.*

***Объектом исследования** выступает Филиала Шеморданнефтепродукт ОАО «ХК «Татнефтепродукт».*

***Цель работы** заключается в исследовании и анализе кадрового потенциала на примере Филиала Шеморданнефтепродукт ОАО «ХК «Татнефтепродукт».*

В соответствии с данной целью будут решены следующие задачи:

Изучить теоретико-методические основы кадрового потенциала, его виды и структуру;

Провести экономический анализ деятельности Филиала Шеморданнефтепродукт ОАО «ХК «Татнефтепродукт».

Проанализировать кадровый потенциал данного предприятия.

Разработать мероприятия по совершенствованию системы развития кадрового потенциала в предприятии.

***Ключевые слова:** кадровый потенциал, трудовые ресурсы, производство, конкурентные преимущества, кадры.*

Теоретические аспекты формирования и использования кадрового потенциала предприятия.

Кадровый потенциал организации характеризуется не только показателями кадрового потенциала отдельных работников, но и их способностями действовать в команде, коллективе, оказывая помощь, и дополняя друг друга, при необходимости. К характеристикам потенциала организации относятся: здоровье сотрудников, физическое и психическое, интеллектуальные способности к творчеству, нравственные устои. В настоящее время, когда происходят активные изменения в экономической политике государства, в законодательстве и системе налогообложения, появляются новые конкуренты, меняются и внутренние условия функционирования организации. Все эти перемены поставили многие компании перед необходимостью качественной подготовки персонала к трудовой деятельности в новых реалиях.

Перед многими организациями встает вопрос необходимости поиска наиболее действенных путей повышения трудовой эффективности. В настоящее время в значительно большей степени проявляется заинтересованность работодателей в том, чтобы их персонал был

компетентный и высококвалифицированный, обладающий способностью к созданию таких товаров и услуг, которые могли бы успешно составить конкуренцию товарам и услугам других предприятий и компаний.

В тоже время кадровый потенциал - это способности и возможности каждого работника по реализации своих умений для обеспечения жизнедеятельности любого субъекта производства. Показатели кадрового потенциала, при помощи которых этот потенциал оценивается, являются личностные качества сотрудников, их работоспособность, уровень профессиональных знаний и навыков, опыт, наличие творческих способностей.

**Современное состояние системы использования кадрового
потенциала Филиала Шеморданнефтепродукт ОАО «ХК
«Татнефтепродукт».**

В целях эффективного управления персоналом и для достижения более высоких результатов труда, руководителям необходимо периодически проводить оценку кадрового потенциала. Данная процедура является достаточно сложной, но при этом и важной задачей, для решения которой необходимо проанализировать определённое количество показателей работы организации. Проведение систематических проверок знаний работников, их квалификационная оценка, положительно сказываются на стремлении персонала к развитию и препятствует стагнации профессиональных знаний. И, наоборот, отсутствие системы оценки профессиональной пригодности, а также отсутствие конкретных критериев для анализа пригодности сотрудников определённым должностям, приводят к неэффективному использованию работников, что в конечном итоге отражается на общей производительности предприятия.

Существует ряд принципов, которые необходимо выполнять ради повышения эффективности кадровой политики:

- квалификация работников должна соответствовать занимаемым ими должностям;
- стремление к выстраиванию долгосрочных отношений с работниками;
- система наставничества, при которой будет осуществляться передача опыта, а также происходить обучение новых сотрудников опытными специалистами;
- вознаграждение работников за эффективную трудовую деятельность, а также возможность продвижения по карьерной лестнице;
- система общей ответственности сотрудников за итоговые 16 результаты деятельности предприятия;

Секция 6

– воспитание в работниках ответственности, инициативности и самостоятельности.

Рациональное использование кадрового потенциала, а также его развитие является приоритетной задачей любого руководителя и в этом направлении должна работать кадровая политика организации. В общем, управление кадровым потенциалом должно основываться на принципах сохранения, совершенствования и развития персонала.

Рассмотрим финансовые показатели Филиала Шеморданнефтепродукт ОАО «ХК «Татнефтепродукт».

Таблица 1

Коэффициент платежеспособности предприятия.

Коэффициенты платежеспособности предприятия		
Показатель	На 2023 год	На 2024 год
Коэффициент абсолютной ликвидности	0,4	0,6
Коэффициент быстрой ликвидности	1,03	0,9
Коэффициент текущей ликвидности	1,25	1,55

По рассчитанным показателям относительной ликвидности видно, что предприятие является платежеспособным по всем параметрам, кроме коэффициента текущей ликвидности, но в дальнейшем намечается повышение данного показателя. Далее рассмотрим систему показателей деловой активности данного предприятия.

Таблица 2

Показатели деловой активности.

Показатели	Единица измерения	2023 год	2024 год
Выручка от реализации продукции	Тыс. руб.	1038	1367
Чистая прибыль	Тыс. руб.	73	163
Численность работающих	Чел.	10	10
Производительность труда	Тыс. руб.	129,8	170,9
Фондоотдача производственных фондов	Руб./руб.	32,4	50,6
Коэффициент оборачиваемости капитала	Число оборотов	2,6	3,0

По данным таблицы 3 видно, что деятельность организации можно оценить как достаточно активную: значения многих показателей увеличились. Выросла прибыль, что свидетельствует об относительном снижении издержек обращения. Рост фондоотдачи и производительности труда характеризует предприятие с положительной стороны. Произошло ускорение оборачиваемости оборотного капитала. Это произошло за счет ускорения оборачиваемости денежной наличности.

По состоянию на 1 января 2024 года численность работающих на

предприятию составила 10 человек. Оно представлено в следующем рисунке.

Численность работников фирмы была установлена при составлении штатного расписания. При этом были учтены содержание и объемы работ, квалификация специалистов. В процессе производственной деятельности между сотрудниками предприятия и ее структурными подразделениями, между управляемой и управляющей подсистемами устанавливаются постоянные производственные связи. Эти связи носят информационный, технологический, трудовой, финансовый и управленческий характер. В целом эти связи характеризуют организационную целостность, интеграцию, объединение элементов данной системы.

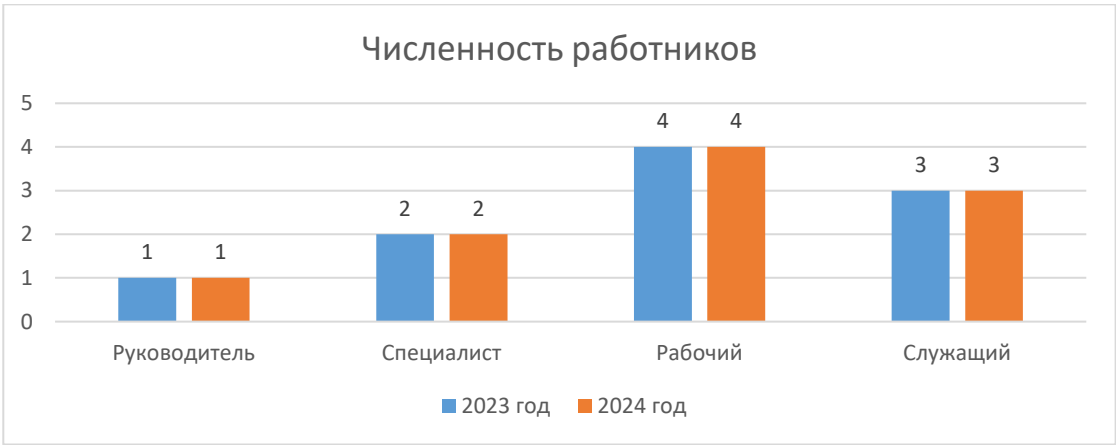


Рисунок 1. Численность работников предприятия.



Рис. 2. Структура персонала по полу.

Данные (рис. 2.) указывают на преобладание в организации мужчин. В 2023 г. количество работающих мужчин составило 70%, а количество женщин - 30%. В 2024 г. данные показатели не изменились.

Структуру персонала Филиала Шеморданнефтепродукт ОАО «ХК «Татнефтепродукт» в 2023-2024 гг. по возрасту можно увидеть на

рисунке 3, из которого можно сделать вывод, что работники в возрасте от 45 лет до 50 лет преобладает 30%.

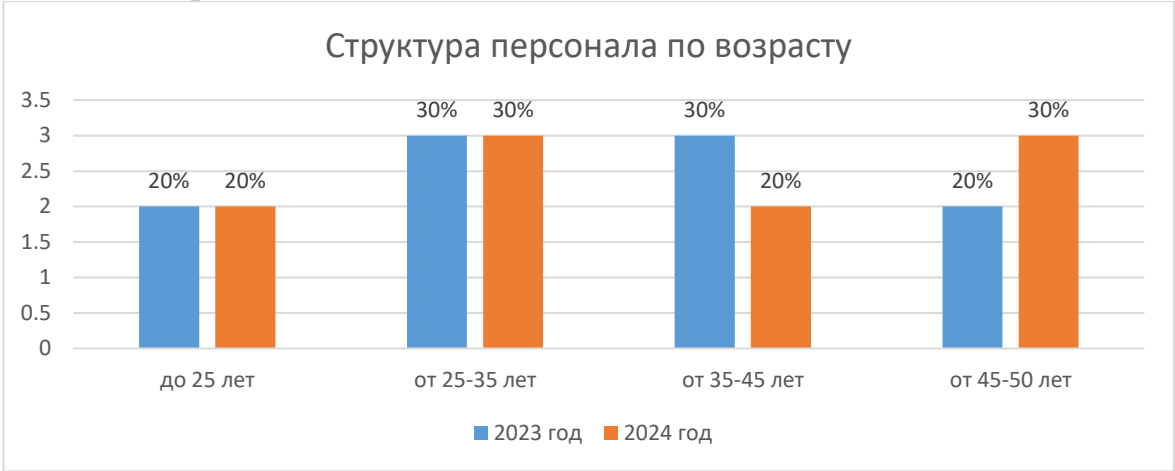


Рис. 3. Структура персонала по возрасту.

Из рисунка 4 видно, что в 2024 году количество работников с высшим образованием составило 30%, что на 10% больше по сравнению с 2023 годом. Среднее специальное образование преобладает у 70% сотрудников в 2024 году, что на 20% больше по сравнению с 2023 годом. Уровень образования работников достаточно средний. Руководители, и специалисты имеют высшее образование, рабочие и служащие - среднее специальное образование. Прошли профессиональное обучение 2 человека; 2 человека заочно обучаются в институтах, техникумах.

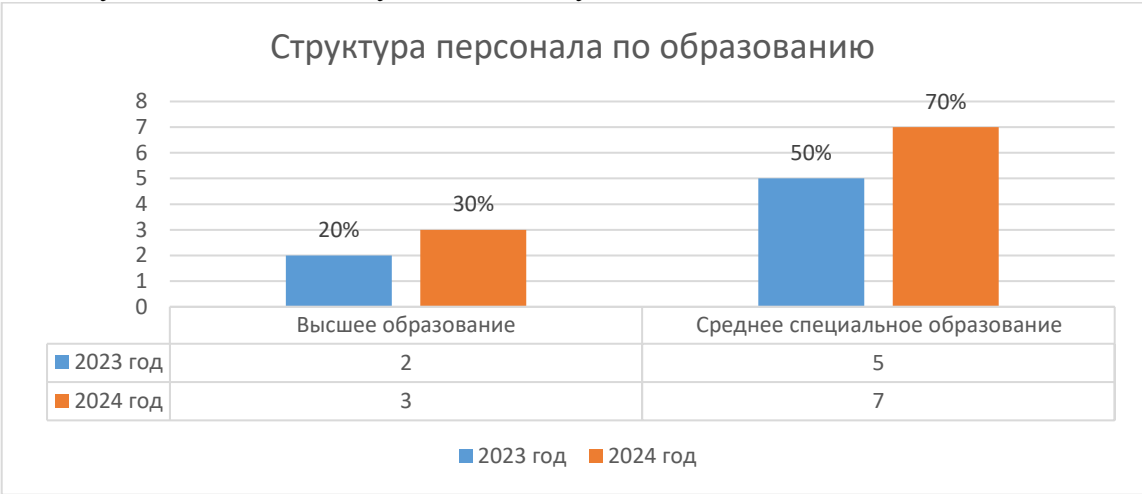


Рис. 4. Структура персонала по образованию.

Разработка мероприятий по совершенствованию системы развития кадрового потенциала предприятия.

Численность сотрудников за 2 года осталась неизменной, но при этом предприятие развивается. Но, важно не просто удержать текущий кадровый состав, а повышать его качество и эффективность.

Рекомендуемые мероприятия для совершенствования кадрового потенциала:

Развитие внутреннего обучения и наставничества.

Программы развития ключевых сотрудников.

Мотивация и вовлеченность.

Внедрение системы оценки и обратной связи.

Развитие корпоративной культуры и командного духа.

Вывод:

Если численность не растёт, значит, ключевой фокус должен быть на качестве персонала: повышение квалификации, мотивация, ротация и развитие лидерского потенциала. Это поможет увеличить продуктивность без роста штата и подготовить кадры на случай будущего расширения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пояснительная записка Филиала шеморданнефтепродукт ОАО «ХК «Татнефтепродукт» за период 2023-2024гг.
2. Экономика промышленности: учеб. пособие для вузов / под ред. А.М. Барановского, Н.Н. Кожевникова, Н.В. Пирадовой. М.: Изд-во МЭИ, 2011. Ковалев, В.В.
3. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. М.: Финансы и статистика, - 2011, -369 С.

**РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОДХОДОВ К АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА
СОВРЕМЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Я. А. Буранков

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

nauka@nchti.ru

Науч. рук. канд. экон. наук, доцент Е.С. Андреева

***Аннотация.** В статье описан опыт разработки программного обеспечения для классификации произвольных текстовых отрывков (на примере email) с использованием больших языковых моделей. Представлены результаты тестирования универсального антиспам-фильтра, построенного на основе разработанного ПО.*

***Ключевые слова:** классификация текстов, большие языковые модели (LLM), обработка естественного языка (NLP), анализ текстов, машинное обучение.*

Введение

Одним из основных каналов обмена информацией между компаниями, между компаниями и контролирующими органами и между сотрудниками одной компании является *email*. Согласно данным исследования Карлтонского университета [1], обработка входящих сообщений может занимать до трети всего рабочего времени, а большое количество писем значительно повышает уровень стресса сотрудников [2].

В связи с этим возникает потребность в полной или частичной автоматизации обработки входящих *email*. В наши дни существует значительное количество почтовых клиентов, имеющих разнообразные встроенные фильтры, однако все они нуждаются в кропотливой предварительной настройке и отладке, так как используют фильтрацию по статичным текстовым паттернам в теме/теле письма, что также отнимает значительную часть времени пользователя. Помимо этого, подобные механизмы могут неэффективно обрабатывать письма, содержащие произвольный или обфусцированный текст. Настоящая статья предлагает новый подход к первичной обработке входящих *email* с применением больших языковых моделей (*LLM*) в роли классификаторов.

Требования к *LLM* и выбор модели

Определим основные требования к *LLM*:

- 1) Высокое качество обработки естественного языка [3]
- 2) Возможность вывода результата работы в машиночитаемом формате.
- 3) Максимальный размер блока текста, который может быть передан модели одним сообщением (количество токенов на одно сообщение)

Результаты сравнения моделей приведены в таблице 1. Для сравнения были выбраны 5 моделей, с наилучшим результатом в обработке естественного языка по версии источника [3] (параметр *Arena Score*).

Таблица 1

Сравнение *LLM* моделей

Модель	Arena Score	Вывод в формате JSON	Токенов на 1 сообщение	Стоимость (за 1 млн. токенов)
Gemini-2.5-Pro-Preview	1438,68	да	8 192	10\$
Llama-4-Maverick	1400,71	да	Нет данных	0,85\$
GPT-4.5-Preview	1397,71	да	16 384	150\$
GPT-4o	1365,71	да	4 096	4,4\$
DeepSeek-R1	1358,24	да	32 000	2,19\$

Заметим, что в таблицу попали две «рассуждающие» модели (*DeepSeek-R1* и *Llama-4-Maverick*). Для задачи классификации email данный функционал избыточен, так как значительно увеличивает время на обработку одного сообщения, поэтому исключим их из рассмотрения. Проанализировав оставшиеся модели, отметим, что все модели обладают приемлемым максимальным размером входного сообщения (не менее $\approx 10\,000$ символов на русском языке[4]), однако несмотря на более низкий рейтинг *Arena Score* модель *GPT-4o* имеет самую низкую стоимость генерации 1 млн. токенов, поэтому выбираем ее в качестве основной для данного проекта.

Алгоритм классификации

Выполним предварительную настройку классификатора с использованием панели управления *OpenAI*. В качестве примера определим 4 категории входящих *email*: *personal* (личные email), *work* (рабочие задачи), *service* (информация о подписках, электронные чеки и т. п.) и *other* (реклама, спам). В соответствии с этим создадим схему для формирования вывода *LLM* модели с использованием *Python 3.12* и *Pydantic 2.11.4*.

```

1 import pydantic
2 from typing import Literal
3
4 class EmailClassifier(pydantic.BaseModel): 1 usage
5     email_category: Literal['personal', 'work', 'service', 'other'] = pydantic.Field(
6         ...,
7         description="Тип входящего сообщения"
8     )

```

Рис. 1. JSON-схема вывода

Напишем простой класс *Python* для обращения к модели по *API* (рисунок 2)[5].

```

10 import openai
11
12 class Classifier:
13     def __init__(self, api_key):
14         self.client = openai.OpenAI(api_key=api_key)
15
16     def categorize_message(self, text):
17         completion = self.client.beta.chat.completions.parse(
18             model="gpt-4o",
19             messages=[
20                 {"role": "system", "content": "Тебе будет передано содержимое входящего email. Определи, к какой "
21                 "категории относится данное сообщение: "
22                 "personal (личные email, не имеющие отношения к профессиональной "
23                 "деятельности человека), work (рабочие задачи и диалоги), "
24                 "service (уведомления от других сервисов: информация о подписках, "
25                 "электронные чеки и т. п.) и other (реклама, спам)"},
26                 {"role": "user", "content": f"{text}"},
27             ],
28             response_format=EmailClassifier
29         )
30         event = completion.choices[0].message.parsed
31         return event.email_category
32

```

Рис. 2. Класс для обращения к модели по API OpenAI (версия библиотеки 1.76.2)

В заключение приведём пример кода для получения списка непрочитанных *email* из почтового ящика по протоколу *IMAP* с помощью библиотеки *imap_tools* 1.10.0, а также настроим его периодический запуск раз в 10 минут (рисунок 3).

```

33 import imap_tools
34 import asyncio
35 import os
36
37 # Функция обработки писем
38 async def get_mail_and_process(mail_imap_server=os.getenv("IMAP_SERVER"), email=os.getenv("EMAIL"), 1 usage
39                               email_password=os.getenv("EMAIL_PASSWORD")):
40     classifier = Classifier(os.getenv("OPENAI_API_KEY")) # Объект класса классификатора
41     with imap_tools.MailBox(mail_imap_server).login(email, email_password) as mailbox: # установление соединения с почтовым ящиком
42         for msg in mailbox.fetch(imap_tools.AND(seen=False), mark_seen=False): # извлечение непрочитанных email
43             content = msg.text or msg.html or ''
44             # классификация email
45             category = classifier.categorize_message(f"Тема письма: {msg.subject}. Текст письма: {content}")
46             if category in ['service', 'other']: # спам и сервисные уведомления удаляются
47                 mailbox.delete(msg.uid)
48             else: # остальные письма выводятся в консоль
49                 print("-----")
50                 print(f"***\n{msg.subject}\n***")
51                 print(content.strip())
52
53 async def run_periodically(): # Запуск мониторинга каждые 10 минут 1 usage
54     while True:
55         try:
56             await get_mail_and_process()
57         except Exception as e:
58             print(f"Произошла ошибка: {e}")
59             await asyncio.sleep(600) # 10 минут
60
61 if __name__ == "__main__":
62     asyncio.run(run_periodically())

```

Рис. 3. Работа с почтовым ящиком по протоколу *IMAP*

Таким образом, мы получили базовый функционал, позволяющий в полностью автоматическом режиме производить мониторинг входящих

email, распознавать вредоносные письма и удалять их, а остальные – выводить в консоль. При этом принципы классификации задаются в формате произвольных текстовых инструкций и оперируют смыслом письма в близком человеческому понимании, а не только формальными правилами, что позволяет эффективно снизить количество нежелательных *email*, ошибочно классифицированных как полезные в связи с отсутствием в их содержимом паттернов, помеченных человеком как признаки спама, или использованием отправителем методов обхода фильтров (например, обфускации текста с помощью «Leet»[6], рисунок 4).

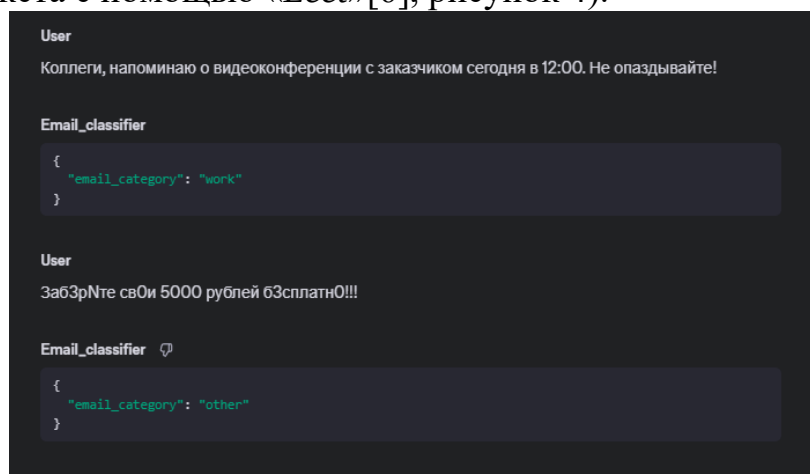


Рис. 4. Пример классификации рабочего email и обфусцированного спама (скриншот интерфейса «песочницы» OpenAI)

Заключение

Таким образом, нами был рассмотрен принципиально новый подход к классификации *email*, позволяющий значительно снизить количество времени, затрачиваемого сотрудниками на обработку входящей почты и/или настройку правил фильтрации. В приведённом примере простого классификатора *email* на основе модели *GPT-4o* от *OpenAI* продемонстрировано, как правила фильтрации могут быть заданы с использованием произвольных текстовых инструкций. Также из результатов тестирования (рис. 4) видно, что созданный классификатор способен корректно распознавать смысл не только обычных писем, но и текста, обфусцированного с помощью метода «Leet», практически не распознаваемого многими встроенными антиспам-фильтрами современных почтовых клиентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Carleton University. Carleton study finds people spending a third of job time on email [Электронный ресурс]. – 20.04.2017. – URL: <https://newsroom.carleton.ca/archives/2017/04/20/carleton-study-finds-people-spending-third-job-time-email/> (дата обращения: 30.04.2025).
2. Mark G., Iqbal S.T., Czerwinski M. Lower Productivity and Higher Stress: Associations with Email Duration and Interruptions // Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing (CSCW '16). – 2016. – URL: <https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2016/06/CSCW201620RevisionSubmission-2.pdf> (дата обращения: 30.04.2025).
3. LM Arena [Электронный ресурс]. – URL: <https://lmarena.ai/> (дата обращения: 30.04.2025).
4. Churin I., Apishev M., Tikhonova M., Shevelev D., Bulatov A., Kuratov Y., Averkiev S., Fenogenova A. Long Input Benchmark for Russian Analysis [Текст] // arXiv:2408.02439 [Preprint]. – 2024. – 28 с. – URL: <https://arxiv.org/abs/2408.02439> (дата обращения: 30.04.2025).
5. Structured Outputs – OpenAI API [Электронный ресурс]. – URL: <https://platform.openai.com/docs/guides/structured-outputs?api-mode=responses> (дата обращения: 30.04.2025).
6. Online Text Obfuscator [Электронный ресурс]. – URL: <https://obfuscator.uo1.net/#leet> (дата обращения: 30.04.2025).

РОЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ ИНДУСТРИИ 4.0 В УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Л.А. Романова

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

Milkakoko17@gmail.com

Науч. рук. д-р экон. наук, доцент А.Н. Дырдонова

***Аннотация.** В современном мире, где цифровизация играет все большую роль в развитии промышленности, изучение роли цифровых инструментов в устойчивом развитии промышленных предприятий России имеет большое значение. Результаты исследования позволили выявить ключевые инструменты Индустрии 4.0, которые используются в промышленности. Подтверждена идея о том, что инструменты цифровизации играют значительную роль в обеспечении устойчивого развития промышленных предприятий, помогая им стать эффективными, конкурентоспособными и экологически устойчивыми.*

***Ключевые слова:** устойчивое развитие, индустрия 4.0, цифровизация.*

Экологические проблемы становятся все более серьезными в последние годы. Для активного реагирования на изменение климата и достижения зеленого и устойчивого развития были реализованы такие глобальные программы, как Парижское соглашение и Повестка дня ООН в области устойчивого развития на период до 2030 года. Концепция устойчивого развития на основе принципов ESG стала консенсусом для развития глобального предпринимательства.

В современном мире инструменты Индустрии 4.0 играют все более важную роль в производственных процессах и организационной деятельности. Они помогают повысить эффективность производства, сократить издержки и улучшить контроль за процессами. Индустрия 4.0, или Четвертая промышленная революция, — это современное направление развития промышленности, основанное на использовании передовых технологий, таких как Интернет вещей, искусственный интеллект, автоматизация процессов и цифровизация данных. Внедрение цифровых технологий может способствовать созданию новых рабочих мест, обучению персонала и повышению его квалификации, что не только повышает конкурентоспособность предприятий, но и влияет на социальную устойчивость общества. Кроме того, цифровизация способствует более эффективному использованию ресурсов и снижению негативного воздействия на окружающую среду, что важно для экономической и экологической устойчивости предприятия. Подводя итог, можно сказать, что внедрение цифровых технологий влияет на многие аспекты деятельности предприятий. В связи с этим роль инструментов Индустрии 4.0 в устойчивом развитии промышленных предприятий становится все более значимой.

Цифровизация позволяет оперативно выявлять тенденции, нарушающие устойчивость предприятия, становясь основой современной собственной системы диагностики с использованием таких информационных технологий, как Big Data, искусственный интеллект, 3D моделирование и т. д. Цифровая трансформация позволяет существенно сократить потери от человеческих ошибок, тем самым повышая устойчивость предприятия в нестабильной и неопределенной внешней среде. Такая среда требует от бизнеса не просто стабильности, а динамической устойчивости, т.е. способности поддерживать производственные и эксплуатационные параметры, а также основные конкурентные преимущества и способность к развитию. Такого состояния можно достичь, разработав систему вышеуказанных динамических возможностей в компании [1].

Рассмотрим применение инструментов Индустрии 4.0 для достижения целей устойчивого развития на примере российских промышленных предприятий.

ПАО «НК «Роснефть»» – лидер «зеленой» повестки среди предприятий топливно-энергетического комплекса Российской Федерации [2]. Основные проекты на 2024 год, способствующие достижению целей ООН в области устойчивого развития, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Цифровые решения для устойчивого развития ПАО «НК «Роснефть»»

Инструмент	Проект	Эффект
Цифровые двойники, искусственный интеллект, машинное обучение, автономные дроны	Программа «цифровое месторождение»	Снижение операционных затрат, уменьшение рисков внеплановой остановки оборудования
Bid Data, цифровые двойники, а также трехмерная, виртуальная и дополненная реальность	Программа «Цифровой завод»	Безопасность и эффективность производства
Машинное обучение и искусственный интеллект	Система видеонаблюдения	Повышение промышленной безопасности
Искусственный интеллект	Телемедицинская сеть	Позволяет специалистам получить подробную картину состояния здоровья работника и дистанционно мониторить самочувствие работника
Дроны (БПЛА) с лазерными сканерами, портативное чувствительное к микроутечкам оборудование	Устранение неорганизованных источников эмиссии метана	Обследование большого количества территорий на наличие утечек метана

На Илишевском месторождении в Башкирии стартовала программа «Цифровое месторождение». На месторождении переведены в цифру ключевые производственные объекты: механизированный фонд скважин, трубопроводный транспорт, система подготовки нефти, энергетические объекты, также на месторождении реализуется программа мониторинга трубопроводов с использованием автономных беспилотников — «Сибинтек.Робототехника». Эффективность автономного мониторинга нефтепроводов существенно выше, чем при участии человека, автомобильной и воздушной техники. Программа основана на технологии цифровых двойников физических объектов с использованием платформы

расширенной 3D-визуализации — виртуального аналога реального производства.

Для эффективного управления 13 нефтеперерабатывающими заводами «Роснефть» реализует программу «Цифровой завод». Она предполагает использование современных технологий, позволяющих удаленно в режиме реального времени контролировать состояние критически важного оборудования, собирать и анализировать весь массив данных, вести систему учета и управления на НПЗ.

Специалисты «Оренбургнефти» успешно протестировали отечественную инновационную систему видеонаблюдения с использованием технологий машинного обучения и искусственного интеллекта. При выявлении нарушений система автоматически делает снимок, выделяет цветом область нарушения и отправляет его ответственному специалисту, что повышает эффективность и скорость принятия решений.

В 2024 году в рамках тиражирования лучших практик и подходов на 24 производственных предприятиях проведены мероприятия по выявлению и ликвидации неорганизованных источников выбросов метана с использованием комплекса передовых технологий. Программа предусматривает комплексное сочетание наземного обследования инфраструктуры с использованием портативного оборудования, чувствительного к микроутечкам, и аэросъемки с использованием БПЛА для выявления аномалий концентрации метана над линейными и площадными объектами.

Таким образом, цифровые решения играют ключевую роль в устойчивом развитии ПАО «НК «Роснефть», так как позволяют компании оптимизировать процессы добычи, переработки и управления ресурсами, снижать негативное воздействие на окружающую среду и обеспечивать безопасность работников.

ПАО «Норильский никель» также активно инвестирует в цифровизацию и автоматизацию производственных процессов. Инвестиции ПАО «Норильский никель» в масштабные проекты в 2024 году выросли на 55% до рекордных 4,3 млрд. долларов США и направлены в первую очередь на повышение уровня промышленной и экологической безопасности [3]. Использование беспилотников, цифровых двойников, машинного зрения и дистанционного управления технологическими процессами уже доказало свою эффективность. Цифровые проекты, используемые предприятием для достижения целей устойчивого развития, представлены в таблице 2.

Цифровые решения для устойчивого развития ПАО «Норникель»

Инструмент	Проект	Эффект
Big Data и искусственный интеллект / машинное обучение	Озеро данных	Снижение процента нарушений технологии и устранение потребности в повторной переработке, повышение скорости принятия решений и расширение возможности оптимизации производственных процессов в будущем
Искусственный интеллект	Система по контролю средств индивидуальной защиты производственного персонала	Повышение эффективности и качества контроля соблюдения техники безопасности, уровня культуры безопасности на производстве
3D-моделирование	Цифровая инженерно-эксплуатационная модель	Более эффективное осуществление трекинга и позиционирования сотрудников и транспорта, отслеживание состояния специальных зон с помощью видеокамер и проекции видеопотока на модель, а также отслеживание изменений по временной шкале с использованием лазерного сканирования
Цифровой двойник	Система экологического мониторинга	Система помогает интерпретировать и верифицировать полученные данные, формировать прогнозы и отчетность, создавать математические и имитационные модели экологических процессов
Цифровая платформа	Проект «Город онлайн»	Повышение качества жизни людей, проживающих в малых и средних городах Крайнего Севера и Дальнего Востока, за счет предоставления инфраструктурных и цифровых сервисов в различных сферах жизни, позволяющих сделать привычные услуги более доступными для удаленных районов

С технологической точки зрения добыча цветных металлов является одной из самых сложных отраслей. От рудников до реализации конечной продукции собираются терабайты данных, обработка которых необходима для повышения производительности и улучшения условий труда. Для сбора и обработки больших данных на производственных площадках и продвижения передовых разработок компания реализовала проект по созданию цифровой платформы «Озеро данных». «Озеро данных» по сути является технологической платформой для решения бизнес-задач с использованием передовых технологий.

«Норильский никель» активно внедряет системы повышения безопасности и охраны труда с использованием видеоаналитики на основе

искусственного интеллекта, а также разрабатывает прототип системы экологического мониторинга на базе цифрового двойника Надеждинского металлургического завода. Пилот станет первым шагом на пути к созданию комплексной информационно-аналитической системы на основе единой методики расчета показателей воздействия на окружающую среду.

Таким образом, можно сделать вывод о широком использовании российскими предприятиями инструментов Индустрии 4.0. Особенно распространены цифровые двойники, искусственный интеллект и машинное обучение. Использование этих инструментов цифровизации на российских промышленных предприятиях позволяет повысить производительность, снизить издержки, улучшить качество и конкурентоспособность продукции, что в комплексе способствует достижению целей устойчивого развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ensign, P.C. Business models and sustainable development goals // Sustainability, 2022. – № 14. – 2558 p.
2. Роснефть: устойчивое развитие // [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <https://www.rosneft.ru> (дата обращения: 02.05.2025).
3. Норильский никель: устойчивое развитие. // [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <https://nornickel.ru> (дата обращения: 02.05.2025).

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

М.Г. Фирсов

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

wertyoz66@yandex.ru

Науч. рук. Н.Ю. Фомин, доцент кафедры ЭУИ, НХТИ ФГБОУ ВО КНИТУ, г.

Нижнекамск

Ya.Juventino@yandex.ru

***Аннотация.** Статья посвящена актуальным методам проведения рейтинговой оценки инвестиционных проектов компаний, поскольку она предполагает их бенчмаркинг и определение относительной успешности проектов в перспективе их реализации.*

В статье рассмотрены известные подходы и методы рейтинговой оценки инвестиционных проектов отечественных исследователей. Раскрыты ключевые

положения разработанной авторами методики рейтинговой оценки инвестиционных проектов. В ней предложено оценивать четыре ключевых финансовых показателя проектов: NPV (чистый дисконтированный доход, ARR (средняя норма рентабельности), IP (индекс доходности), IRR (внутренняя ставка доходности). Данным показателям может быть присвоен один из возможных рангов которые определяются в соответствии со шкалой пороговых значений, которые рассчитываются на основе статистического анализа среднеотраслевых показателей эффективности инвестиционных проектов. На основании рейтинговых значений показателей эффективности определяется общий рейтинг инвестиционного проекта компании.

Ключевые слова: *Инвестиционный проект, рейтинговая оценка, статистический анализ, мультифакторный рейтинг, финансовые показатели, показатели эффективности проектов.*

Инвестиционные проекты играют важную роль в экономическом развитии компаний. Особая роль в управлении проектами отводится их планированию и прогнозированию экономических результатов. Принятие решений в рамках фильтрации инвестиционных проектов и запуска их реализации должно опираться на детальную оценку их потенциальной рентабельности и окупаемости. Известная методология оценки инвестиционных проектов предполагает прогнозирование значений чистого дисконтированного дохода (NPV), дисконтированного срока окупаемости (DPP), индекса доходности инвестиций (IP), внутренней нормы доходности (IRR) и других показателей. В контексте принятия решений по запуску реализации инвестиционного проекта необходимо понимать его сравнительный уровень эффективности.

Для объективизации оценки инвестиционных проектов целесообразно разрабатывать и применять методики, основанные на рейтинговой оценке показателей эффективности. Рейтинговая оценка может опираться на различные методы, но повышению ее достоверности способствует формирование пороговых значений показателей на основе статистического анализа отраслевых инвестиционных проектов. Данной проблеме посвящена настоящая статья, в которой рассматриваются современные методы и подходы к рейтинговой оценке инвестиционных проектов.

Ниже представлен краткий обзор ключевых авторов и их методик к вопросу рейтинговой оценки:

И.А. Бланк, акцентируют внимание на необходимости комплексного подхода к оценке инвестиционных проектов и предлагает использовать многофакторный анализ, который включает как финансовые, так и

нефинансовые показатели. В частности, разрабатывает систему индикаторов, которая позволяет учитывать риски и неопределенности, связанные с проектами [1, с.320].

И. А. Баранов, акцентирует внимание на использовании методов многокритериального принятия решений (MCDM) для рейтинговой оценки инвестиционных проектов. Он предлагает применять методы TOPSIS и PROMETHEE для ранжирования проектов на основе множества критериев, что позволяет учитывать различные аспекты их эффективности [2, с. 23-34].

Т. А. Лебедева, исследует влияние макроэкономических факторов на эффективность инвестиционных проектов и предлагает методику оценки, основанную на регрессионном анализе данных по реализованным проектам в различных отраслях экономики. Она подчеркивает важность учета внешних факторов при формировании пороговых значений показателей [3, с. 67-79].

С.В. Петров, разрабатывает методику рейтинговой оценки на основе кластерного анализа, позволяя группировать проекты по схожим характеристикам и выявлять наиболее эффективные из них в каждой группе. Это позволяет более точно оценивать проекты в контексте их конкурентоспособности [4, с. 112-125].

Обобщая рассмотренные подходы, необходимо отметить, что рейтинговая оценка инвестиционных проектов должна соответствовать принципу комплексности, т.е. включать широкий перечень показателей экономической эффективности, а также рыночных, производственных и рисков факторов, оказывающих влияние на результативность проекта. Кроме того, целесообразно использовать статистические данные по аналогичным проектам для определения рейтингового уровня исследуемого проекта.

В качестве одного из примеров прикладных интегральных показателей рейтинговой оценки можно привести Мультифакторный рейтинг инвестиционных проектов (MRIP) - представляет собой методику, разработанную для комплексной оценки инвестиционных инициатив, учитывающую множество факторов, влияющих на их эффективность. Данный метод был активно использован в компании Apple для оценки своих проектов, однако, его применение не ограничивается только этой организацией [5, с. 88-99;]. MRIP может быть адаптирован и использован в различных отраслях и компаниях для объективной оценки инвестиционных решений.

Факторы оценки MRIP включает в себя несколько ключевых факторов, которые оцениваются по различным критериям: ,финансовые

показатели, рыночные факторы, операционные факторы, социальные и экологические факторы, оценка рисков. Шкала оценки методики MRIP предполагает, что каждому фактору присваиваются баллы по шкале от 1 до 10. Где 1 балл — это крайне негативная оценка, а 10 баллов это крайне позитивная оценка. Предположим, что проект имеет оценки и весовые коэффициенты, представленные в таблице:

Таблица 1

Пример параметров оценки проекта по методике MRIP

Фактор	Оценка (F)	Вес (w)	Вклад в MRIP (F * w)
Финансовые показатели	8	0.4	3.2
Рыночные факторы	7	0.3	2.1
Операционные факторы	6	0.2	1.2
Социальные факторы	9	0.05	0.45
Риски	5	0.05	0.25

Суммируем все вклады: $MRIP = 3.2 + 2.1 + 1.2 + 0.45 + 0.25 = 7.3$, общий рейтинг MRIP составляет **7.3**, что указывает на относительно значимую привлекательность проекта для инвестиций.

Таким образом, методика MRIP предоставляет структурированный подход к оценке инвестиционных проектов, позволяя учитывать множество факторов и обеспечивая более объективное принятие решений в условиях неопределенности рынка. Этот метод может быть адаптирован для различных компаний и отраслей, что делает его универсальным инструментом для анализа инвестиционной привлекательности проектов.

На основе изученных подходов была разработана методика рейтинговой оценки инвестиционных проектов, основанная на статистическом анализе аналогичных по масштабу и отраслевой специфике инвестиционных проектов.

В данной методике используются следующие показатели оценки инвестиционного проекта: NPV— инвестиционная прибыль проекта (разница между денежными потоками и инвестиционными расходами) с учетом временной стоимости денег, ARR— средняя прибыльность проекта относительно инвестиций, измеряет эффективность инвестиций в проект,

IP— отношение дисконтированных денежных потоков к первоначальным инвестициям, IRR — отражает пороговую ставку дисконтирования (максимальную рентабельность проекта), при которой $NPV = 0$.

Рейтинговая оценка показателя определяется исходя из ее соотношения со среднеотраслевыми значениями показателей эффективности, которые рассчитываются по формуле 2:

$$Пср. = \frac{\sum_{i=1}^n (Пп) i}{n}, \quad (2)$$

где: *Пср.* — среднеотраслевое значение показателя эффективности проекта; *Пп_і* — значение показателя эффективности *i*-го отраслевого проекта; *n* — количество анализируемых отраслевых проектов в статистической выборке.

Предлагается использовать трехуровневую систему оценки, которая предусматривает следующие ранги показателей эффективности проекта: А – проекты высокой эффективности, В – проекты средней эффективности; С – проекты низкой эффективности

В статистическую выборку проектов следует отбирать те, которые соответствуют проектам анализируемой компании по отраслевой специфике, сроку реализации и показателям масштаба (сумме инвестиций, производственной мощности и др.).

Используя среднеотраслевые значения показателей эффективности инвестиционного проекта, рейтинговую оценку предлагается осуществлять по шкале, представленной в формуле 3:

$$\begin{aligned} \text{А} - Ппк &\geq 1,25 \cdot Пср; \\ \text{В} - 0,75 \cdot Пср. &\leq Ппк < 1,25 \cdot Пср; \\ \text{С} - Ппк &< 0,75 \cdot Пср, \end{aligned} \quad (3)$$

где: *Ппк* – показатель анализируемого инвестиционного проекта компании.

Общий рейтинг инвестиционного проекта рассчитывается по формуле 4:

$$R = \frac{\sum_{j=1}^n (Rп) j}{m}, \quad (4)$$

где: *R* — «числовое значение» рейтинга проекта; *(Rп)_j* — «числовое значение» рейтинга *j*-го показателя эффективности проекта; *m* — количество рассчитанных показателей эффективности проекта.

«Числовые значения» общего рейтинга инвестиционного проекта интерпретируются следующим образом: если $R \geq 2,5$, проекту присваивается ранг А, если $1,5 \leq R < 2,5$, проекту присваивается ранг В, если $R < 1,5$, проекту присваивается ранг С.

В таблице 2 представлена характеристика проектов в соответствии с присвоенным рангом

Таблица 2

Характеристика рангов инвестиционных проектов

Ранг	Характеристика ранга
А	значительное превышение ключевых финансовых показателей над среднеотраслевыми значениями, характеризуются относительно быстрой окупаемостью, высокой рентабельностью и могут быть рекомендованы для масштабирования или дальнейших вложений.
В	в пределах нормальных значений для отрасли. Они могут быть интересны для дальнейшего анализа и оптимизации, но требуют дополнительного внимания к рискам и возможностям повышения рентабельности.
С	ниже среднеотраслевых значений и могут не оправдывать вложенные инвестиции. Рекомендуется провести детальный анализ причин низкой эффективности и рассмотреть возможность их корректировки или прекращения финансирования.

Таким образом, инновационные подходы к рейтинговой оценке инвестиционных проектов в условиях неопределенности представляют собой важный шаг вперед в области экономического анализа. Использование методов статистического анализа, мультифакторного рангового рейтингования, моделирования сценариев, анализа чувствительности и технологий искусственного интеллекта позволяет более точно многообразие факторов риска и эффективности инвестиционного проекта и принимать обоснованные решения о вложении средств.

Предложенная методика рейтинговой оценки инвестиционных проектов позволяет за счет применения статистического анализа отраслевых кейсов установить четкие критерии и логику отнесения проектов к различным уровням рейтинга. Кроме того, такой подход создает дополнительные возможности в области бенчмаркинга инвестиционных проектов компании. Все это способствует более обоснованному принятию решений о целесообразности реализации инвестиционных инициатив в условиях неопределенности рынка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бланк, И. А. Оценка инвестиционных проектов: теория и практика / И. А. Бланк. – Москва: Инфра-М, 2017. – 320 с.
2. Баранов И. А. Многокритериальное принятие решений в оценке инвестиционных проектов: методы TOPSIS и PROMETHEE // Экономика и управление. 2019. Т. 8, № 2. С. 23-34.
3. Лебедева Т. А. Влияние макроэкономических факторов на эффективность инвестиционных проектов: регрессионный анализ // Вестник экономических исследований. 2021. Т. 15, № 1. С. 67-79.
4. Петров С. В. Кластерный анализ как метод рейтинговой оценки инвестиционных проектов // Научные труды по экономике. 2022. Т. 10, № 4. С. 112-125.

5. Кузнецов Д. В., Федоров А. Н. Мультифакторный рейтинг инвестиционных проектов: методология и практика применения // Финансовый менеджмент. 2020. Т. 14, № 2. С. 30-42.

ФИНАНСОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КАК ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ: ИНВЕСТИЦИИ В НИОКР

Л.Ф. Басырова

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

bas.lili.92@mail.ru

Науч. рук. д-р экон. наук, доцент А.Н. Дырдонова

***Аннотация.** Нефтехимическая отрасль играет ключевую роль в мировой экономике, обеспечивая сырьем множество производств и влияя на социально-экономическое развитие стран. В условиях быстро меняющегося технологического ландшафта и растущих экологических требований, инвестиции в научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки (НИОКР) становятся важнейшим инструментом для обеспечения конкурентоспособности предприятий. Финансовый потенциал компании в значительной степени определяет ее способность к инновационному развитию, что делает тему инвестиций в НИОКР особенно актуальной.*

***Ключевые слова:** нефтехимическая отрасль, финансовый потенциал, инновационное развитие, НИОКР.*

Финансовый потенциал можно рассматривать как основу инновационного развития нефтехимического предприятия, поскольку он позволяет отслеживать интеллектуальную активность отрасли, рыночную востребованность проведенных научных исследований, а также реальную инновационную составляющую в выпускаемом продукте.

Под финансовым потенциалом предприятия понимается совокупность финансовых ресурсов, имеющихся у него в распоряжении, и способностей сотрудников осуществлять эффективное финансовое управление с целью получения максимально полезного эффекта [1].

Финансовый потенциал нефтехимического предприятия включает в себя не только объемы выручки и прибыли, но и способность эффективно управлять ресурсами, привлекать внешние инвестиции и использовать инновационные подходы в финансировании. Компании с высоким

финансовым потенциалом могут позволить себе:

- увеличение бюджета на НИОКР, что позволяет проводить более глубокие исследования, привлекать высококвалифицированные кадры и внедрять новые технологии;
- стабильные финансовые показатели позволяют предприятиям разрабатывать и реализовывать долгосрочные стратегии инновационного развития;
- наличие финансовых резервов помогает компаниям более уверенно инвестировать в рискованные, но потенциально высокодоходные проекты.

НИОКР являются основой для создания новых технологий, повышения эффективности производства и снижения негативного воздействия на окружающую среду. В нефтехимии это особенно актуально, так как отрасль сталкивается с вызовами, связанными с истощением ресурсов, изменением климата и необходимостью перехода на более устойчивые источники энергии. Инвестиции в НИОКР позволяют компаниям разрабатывать новые продукты и технологии, что, в свою очередь, способствует повышению конкурентоспособности.

Инвестиции в НИОКР в нефтехимической отрасли могут быть направлены на несколько ключевых областей:

- создание новых полимеров, химических соединений и других материалов с улучшенными характеристиками, которые могут удовлетворить потребности рынка;
- внедрение технологий, позволяющих повысить эффективность производства, снизить затраты и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду;
- разработка технологий переработки отходов и использования альтернативных источников сырья, что позволяет соответствовать современным экологическим стандартам;
- инвестиции в цифровые технологии и автоматизацию процессов, что способствует повышению производительности и снижению ошибок.

Многие ведущие нефтехимические компании демонстрируют успешные примеры инвестиций в НИОКР [2]. Например, такие компании, как Госкорпорация «Росатом» выделяет НИОКР в отдельный блок и сохраняет его финансирование на уровне 4,5 % от выручки.

У горно-металлургической компании «Северсталь» также есть собственный R&D-центр, а благодаря сотрудничеству с профильными вузами были созданы два научных центра: «Зеленая металлургия» на базе Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» и «Северсталь-Политех», являющийся совместным проектом с

Санкт-Петербургским политехническим университетом Петра Великого.

Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ и Российский союз промышленников и предпринимателей в своем недавнем исследовании отметили, что за предыдущие 3 года 38 % российских компаний увеличили расходы на НИОКР, а опыт проведения НИОКР в последние годы имели 86 % компаний.

В Республике Татарстан ПАО «Нижнекамскнефтехим» также активно инвестирует в НИОКР, что позволяет компании разрабатывать инновационные полимеры и технологии переработки. Успехи в этой области способствуют не только увеличению конкурентоспособности компании, но и положительно влияют на развитие всей отрасли.

«Нижнекамскнефтехим» – входит в ТОП-10 мировых производителей синтетических каучуков, является одним из крупнейших в мире производителей синтетического полиизопрена и третьим в мире поставщиком бутиловых каучуков. Предприятие выпускает свыше 700 тысяч тонн каучуков и более 700 тысяч тонн пластиков в год. В ассортименте выпускаемой продукции – более 120 наименований [3]. В число приоритетных направлений работы Нижнекамскнефтехима по снижению воздействия на окружающую среду входят уменьшение выбросов в атмосферный воздух, снижение загрязнения сточных вод и сохранение почвы. В последние годы Нижнекамскнефтехим значительно увеличил объемы инвестиций в научные разработки, что позволило реализовать ряд инновационных проектов.

В 2023 году объем инвестиций нефтехимической компании в исследования и разработки составил 5,5 млрд. рублей, что почти в 2 раза больше, чем в предыдущие года. Инвестиции в R&D проекты, направленные на переработку полимерных отходов и вовлечение возобновляемых источников сырья, составил 117,7 млн. руб.

Одним из ключевых проектов ПАО «Нижнекамскнефтехим» является разработка новых полимеров с улучшенными характеристиками, которые могут найти применение в различных отраслях, включая строительство, упаковку и автомобилестроение. Эти полимеры обладают высокой прочностью и устойчивостью к воздействию внешней среды, что делает их конкурентоспособными на международном рынке.

Другим значимым направлением является создание технологий переработки отходов производства, что не только снижает экологическую нагрузку, но и способствует экономии ресурсов. Благодаря инвестициям в НИОКР компания разработала инновационные методы переработки, которые позволяют извлекать полезные компоненты из отходов и повторно

использовать их в производстве.

Таким образом, финансовый потенциал компании позволяет реализовывать амбициозные планы по модернизации производства и разработке новых технологий. Инвестиции в научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки являются важным фактором для развития инновационных проектов в нефтехимии. В условиях глобальной конкуренции и экологических вызовов инвестиции в НИОКР становятся неотъемлемой частью стратегии успешного развития нефтехимических компаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заворохина И.С., Заббарова М.Р., Дырдонова А.Н. Финансовый потенциал и инвестиционная привлекательность предприятий нефтехимического комплекса // Форум молодых ученых. – 2018. – 5/1 (21). – С. 1174-1178.
2. Матвиенко К.М., Акулова П.Е. Развитие НИОКР в России и мире: особенности, тенденции и перспективы // Гуманитарный научный вестник. – 2020. – № 11. – С. 208-214.
3. Интегрированный годовой отчет ПАО «Сибур Холдинг» за 2023 год // [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <https://www.sibur.ru> (дата обращения: 30.04.25).

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А.Ф. Хайруллина

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

hairullina.alina2000@gmail.com

Науч. рук. д-р экон. наук, доцент А.Н. Дырдонова

***Аннотация.** В статье рассматриваются технологическая составляющая цифровизации, организационные изменения, экономические аспекты, проблемы и перспективы. Представлены реальные примеры из российской и международной практики, а также сочетание технологических, управленческих и экономических эффектов.*

***Ключевые слова:** цифровая трансформация, блокчейн, операционная эффективность, кибербезопасность.*

Цифровая трансформация в нефтехимии – это интеграция современных технологий (AI, IoT, блокчейн) для оптимизации производства, логистики и управления. Ее ключевые цели: повышение операционной эффективности; снижение затрат и экологических рисков; ускорение принятия решений.

По данным McKinsey, внедрение цифровой трансформации в нефтехимии сокращает затраты на 10-20%, а downtime оборудования – на 25-40% [1].

Представим примеры и инструменты цифровой трансформации, а также эффект от их внедрения на российских и зарубежных предприятиях.

1. Индустриальный IoT (IIoT) и мониторинг оборудования. Установка датчиков и телеметрии для сбора данных с насосов, реакторов, трубопроводов (температура, давление, вибрация). Платформы анализа: Siemens MindSphere, Honeywell Forge – прогнозируют аномалии. Внедрение на «Омском НПЗ» IIoT сократило количество аварийных остановок на 15%.

2. Искусственный интеллект и предиктивная аналитика. Применяется для прогнозирования отказов – AI предупреждает о поломках за 48-72 часа (например, для компрессоров) и оптимизации процессов – алгоритмы подбирают параметры крекинга, повышая выход бензина на 3-5 %. Компания BASF использует AI для энергоменеджмента, экономя 270 млн. евро ежегодно.

3. Цифровые двойники (Digital Twins). Виртуальные модели установок (например, каталитического риформинга) для тестирования сценариев. Газпромнефть в результате использования цифровых двойников сократила время переналадки оборудования на 30 % [2].

4. Роботизация и автономные системы – дроны с тепловизорами для инспекции резервуаров; коботы на складах для автоматизации погрузки или разгрузки; блокчейн для цепочек поставок; смарт-контракты для автоматизации сделок; трекинг сырья (подтверждение ESG-стандартов).

Внедрение инструментов цифровой трансформации происходит поэтапно:

- во-первых, запускают пилотные проекты, начиная с предиктивного обслуживания 1-2 критических установок;
- во-вторых, интегрируют данные – объединяют данные с датчиков, ERP (SAP) и MES в единую платформу;
- в-третьих, масштабируют – распространяют успешные решения на все производство в целом.

Для создания максимальной эффективности внедрения инструментов цифровизации необходимы и организационные изменения, например, такие как:

- создание Центра цифровых компетенций (примером может являться ООО «СИБУР») [3];

- непрерывное обучение и переобучение сотрудников – инженеров в части работы с AI-моделями, менеджеров в части работы с data-driven управлением.

Современными трендами в цифровой трансформации промышленности являются моделирование новых катализаторов и материалов с помощью генеративных AI; создание автономных заводов с целью минимизации человеческого вмешательства; использование AI для мониторинга выбросов и выполнения ESG-норм (углеродный след).

Таким образом, цифровая трансформация в нефтехимии – не просто тренд, а необходимость для обеспечения устойчивого развития и повышения конкурентоспособности предприятий. Ключевыми условиями успеха здесь являются фокус на бизнес-результатах (а не на технологиях ради технологий), гибкая поэтапная реализация и инвестиции в кибербезопасность и кадры. Предприятия, внедрившие инструменты цифровой трансформации, уже получают преимущества: снижение затрат, рост производительности и устойчивости.

ЛИТЕРАТУРА

4. Каплан, С. Цифровое преобразование бизнеса. Практическое руководство. – М.: Альпина Паблишер, 2020. – 350 с.

5. Газпромнефть: внедрение цифровых двойников на НПЗ // [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <https://www.gazprom-neft.ru> (дата обращения: 30.04.25).

6. Сибур. Годовой отчет: цифровая трансформация // [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <https://www.sibur.ru> (дата обращения: 30.04.25).

ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЗА СЧЁТ ЧАСТОТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ВЕСПЕР E4-8400-060H

К.А. Золотов

ГАПОУ «КНН имени Н.В. Лемаева», г. Нижнекамск, Россия

zuljagumerva@inbox.ru

Аннотация. В данной работе мы рассмотрели процесс модернизации участка выработки горячей воды (УГВ) ПАО «НКШ» путем установки частотного преобразователя, который снизит количество потребляемой электроэнергии в условиях импортозамещения.

Ключевые слова: частотный преобразователь Веспер E4-8400-060H, импортозамещение, асинхронные электродвигатели, магнитное поле.

Актуальность энергосбережения на предприятии и повышение энергетической эффективности производства обусловлена следующими факторами:

- 1) Высокие затраты на энергетические ресурсы.
- 2) Постоянный рост тарифов на энергетические ресурсы, затрудненность подключения дополнительных мощностей.
- 3) Увеличение энергопотребления ограничивает рост производства.
- 4) Предприятиям необходима качественная, надежная и бесперебойная поставка энергетических ресурсов, что не может гарантировать изношенное энергооборудование.

Преобразователи частоты (или частотники) – электротехническое оборудование для регулирования частоты переменного напряжения. Основная сфера применения этих устройств – изменение частоты вращения и крутящего момента электрических машин асинхронного типа. Принцип действия управления и регулирования основан на зависимости скорости вращения магнитного поля от частоты питающего напряжения, т.е снижает потребление электроэнергии за счет уменьшения оборотов двигателя насоса.

Асинхронные электродвигатели широко используются в качестве приводов промышленного оборудования, насосных агрегатов, регулирующей арматуры и других устройств. Основным недостатком этих электрических машин являются постоянная скорость вращения, большие пусковые токи. При помощи частотных преобразователей возможно устранить эти недостатки и существенно расширить сферу применения электродвигателей переменного тока.

В настоящее время в условиях импортозамещения компания Веспер является Российским производителем силовой преобразовательной техники (см.рисунок).



Рис.1 Веспер E4-8400-060H

До предстоящих событий наши компании и заводы работали с фирмой (Schneider Electric) Шнайдер Электрик с датчиком давления (45кВт-380А), стоимость которого составляла 166 тысяч рублей, а далее возросла до 900 тысяч рублей (см.рисунок).



Рис.2 Частотные преобразователи

Преимущества частотных преобразователей.

1) Экономия электроэнергии.

Применение ЧП позволяет снизить пусковые токи и регулировать потребляемую мощность двигателя в зависимости от фактической нагрузки.

2) Увеличение срока службы промышленного оборудования.

Плавный пуск и регулировка скорости вращения момента на валу позволяют увеличить межремонтный интервал и продлить срок эксплуатации электродвигателей.

Возможность отказаться от редукторов, дросселирующих задвижек, электромагнитных тормозов и другой регулирующей аппаратуры. снижающей надежность и увеличивающей энергопотребление оборудования.

3) Отсутствие необходимости проводить техническое обслуживание.

ЧП не имеют движущихся частей, нуждающихся в регулярной чистке и смазке.

4) Возможность удаленного управления и контроля параметров оборудования с электроприводом.

Во многих частотниках реализована возможность подключения удаленных устройств телеметрии и телемеханики, они могут встраиваться в многоуровневые системы автоматизации.

5) Широкий диапазон мощности двигателей.

Частотные преобразователи устанавливают как на однофазные конденсаторные двигатели мощностью менее 1 кВт, так и на синхронные электромашины мощностью в десятки МВт.

6) Защита электродвигателя от аварий и аномальных режимов работы.

ЧП комплектуют защитой от перегрузок, коротких замыканий, пропадания фаз. Преобразователи также обеспечивают перезапуск при возобновлении подачи электроэнергии после ее отключения.

Возможность бесступенчатой точной регулировки частоты вращения без потерь мощности, что невозможно при использовании редукторов.

7) Снижение уровня шума работающего двигателя.

Возможность замены двигателей постоянного тока асинхронными электрическими машинами с частотными регуляторами. Для оборудования, требующего регулировки момента и скорости вращения, часто используются двигатели постоянного тока, скорость вращения которых пропорциональна поданному напряжению. Такие электрические машины стоят дороже асинхронных и требуют дорогостоящих промышленных выпрямителей. Замена двигателей постоянного тока на асинхронные электромашины с частотным управлением дает хороший экономический эффект.

Участок ГВ обеспечивает потребности персонала горячей водой (столовая, сан узлы и прочее) круглосуточно и круглогодично. По нормам СанПина минимальное рабочее давление по техническому регламенту предприятия $P = 0,05$ Мпа, $t^0 = 55-75^0$ С.

УГВ состоит:

- кожухотрубчатый теплообменник ТП-800 – 3 шт., пароводяной, двухходовый по воде, с плавающей головкой площадь нагрева 171 м^2 ;
- насосный агрегат К90/85 – 4 шт., насос консольный, $Q-90 \text{ м}^3/\text{час}$ и создаваемый напор 85 м.вд.ст. ($8,5 \text{ кг.с/см}^2$) с электродвигателем 45 кв.т /2940 об/мин.;
- бак-аккумулятор – 3 шт., стальная горизонтальная емкость объемом 25 м^3 ;
- узлы регулирования температуры нагрева воды, уровня воды в баках, давления горячей воды в сети горячего водоснабжения. Узел регулирования состоит из регулирующего клапана с пневматическим мембранным исполнительным механизмом непрерывного регулирования и запорной арматуры;
- трубопроводы обвязки различного сечения;
- шкаф управления электродвигателями;

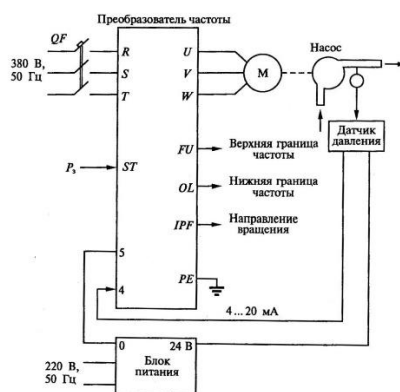


Рис.3 Электрическая схема установки частотного преобразователя

Установка работает 365 дней в году (без остановки) в режиме 3-х сменного графика, по 8 часов.

Изучив процесс подачи воды, придём к выводу, что максимальный расход горячей воды достигается в пересменках (в 7.00, 15.00, 23.00) в течение часа. Расход воды достигает $(Q) \approx 35\text{-}45$ тонн в час с понижением давления в систему до $P = 0,05$ Мпа, в остальное время расход минимальный $\approx 5\text{-}10$ тонн в час $P = 0,065$ Мпа.

Таким образом, необходимо установить два частотных преобразователя на двигатели, которые вращают насосы, чтобы, когда отсутствует максимальный расход, уменьшить потребление электроэнергии за счет уменьшения оборотов двигателя.

До установки было потребление электроэнергии: $V1 = 45 \text{ кВт} \cdot 24 \cdot 365 = 394\,200 \text{ кВт}$.

Стоимость одного кВт электроэнергии для предприятия составляет 3 рубля 57 копеек, тогда за год потребление энергии составит – 1 407 294 руб.

После установки частотников, потребление электроэнергии снизится до 31,5 кВт (45 кВт-30% потребляемой мощности): $V2 = ((31,5 \text{ кВт} \cdot 21) + (45 \text{ кВт} \cdot 3)) \cdot 365 = 290\,722,5 \text{ кВт}$. За год – 1 037 879,33 руб.

Стоимость двух частотных преобразователей Веспер Е4-8400-060Н с датчиком давления (45 кВт-380А) составляет 343 600 рублей. Строительно-монтажные работы оцениваются от стоимости устанавливаемой техники, в среднем 30%, что составит 103 080 рублей. Итого $W = 343\,600 + 103\,080 = 446\,680$ руб.

Подсчитаем окупаемость.

Экономия в год составит: 1 407 294 руб. – 1 037 879,33 руб. = 369 414,67 руб.

На каждый месяц: 369 414,67 руб./12 мес. = 30 784,6 руб.

Итого 446 680 руб. / 30 784,6 руб. = 14.5 мес. Отсюда следует, что окупаемость установки займет примерно 15 месяцев.

В государстве стоит задача сделать импортозамещение основой российской экономики на данный момент. Именно поэтому многие отечественные бренды начали активную подготовку к работе на случай полного запрета на ввоз товаров из Европы, что и наглядно произошло с Schneider Electric. Доля отечественной продукции на рынке должна составить 70% и отечественный бизнес стремится заполнить эту нишу.

Изучив необходимую информацию и подсчитав расходы и доходы, мы установили экономическую выгоду от установки частотного преобразователя Веспер.

Учитывая экономический эффект, можно внедрить частотные преобразователи в сфере ЖКХ, а именно в узлах ЦТП города при подаче горячей воды потребителю (жителям) в ночное время суток, когда расход воды минимален.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://e-komplex.ru/index.php/press-centre/79-aktualnost-energoberezheniya-dlya-predpriyatij.html>
2. <https://shina-kama.ru/>
3. <https://drives.ru/stati/chastotnye-preobrazovateli/>

VII. МЕЖКУЛЬТУРНАЯ КОММУНИКАЦИЯ И ПЕРЕВОД В БИЗНЕСЕ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

АНАЛИЗ CHALLENGES AND STRATEGIES IN ENGLISH-RUSSIAN TRANSLATION OF OIL REFINERY TERMINOLOGY: A COMPARATIVE ANALYSIS

Р.И. Юнусова

Нижекамский химико-технологический институт

nara-81@mail.ru

Науч. рук. канд. фил. наук, доцент Ганиева Г.Р.

Annotation. *This paper examines the complexities of translating specialized terminology from English to Russian in the oil refinery sector. Through analysis of terminological variation, conceptual disparities, and practical translation challenges, we identify key strategies for improving translation accuracy and efficiency. Results demonstrate that terminological standardization, combined with the application of Skopos Theory principles, significantly enhances translation quality in petroleum science and technology contexts. The findings further emphasize the importance of specialized translation resources and domain knowledge for technical translators working in the oil refinery field.*

Key words: *accurate technical translation, structural differences, oil refinery terminology, conceptual variations.*

The petroleum industry represents a critical economic sector with highly specialized technological processes requiring precise communication across language barriers. Translation in this domain presents unique challenges, particularly in the English-Russian language pair, which is vital for international collaboration in oil refinery operations. As China's experience has shown, non-standard terminology usage in joint venture oil and gas projects reduces communication efficiency between personnel and potentially threatens production safety due to misunderstandings. This paper examines the specific challenges in English-Russian translation of oil refinery terminology and explores effective approaches to overcome these obstacles.

The significance of accurate technical translation in petroleum science cannot be overstated. With Russia being a major global oil producer and many technological innovations being documented primarily in English, high-quality translation serves as a crucial bridge for knowledge transfer. According to research on petroleum scientific and technical translation, terminological

variation represents one of the most significant challenges for translators in this field. This paper addresses how these variations manifest in English-Russian contexts and proposes systematic approaches to managing terminology in translation practice.

Terminology, comprising the specialized vocabulary used to express concepts in specific subject areas, forms the foundation of technical communication. In petroleum science, terms represent precise technical concepts that must be accurately conveyed across languages. However, terminological variation presents a significant challenge for translators. As defined in linguistic research, variants are language forms that differ according to time, place, and user groups. In petroleum terminology, conceptual variation is identified as the primary cause of terminological variants, creating translation difficulties that require specialized knowledge to resolve.

For instance, the term "kick" in general English refers to hitting something with one's foot, but in petroleum technology, it describes excessive downhole pressure causing mud to gush out, potentially leading to a blowout. Such polysemy across general and specialized language requires translators to possess deep domain knowledge to select appropriate Russian equivalents.

Skopos Theory, emphasizing the purposefulness of translation, provides a valuable framework for approaching petroleum science and technology text translation. This theory suggests that translation strategies should be determined according to the specific purpose of the translation and the needs of the target audience. When applied to oil refinery texts, which contain numerous technical terms and complex technical descriptions, Skopos Theory helps translators balance accuracy with readability.

Under this theoretical framework, translators must consider not only terminological precision but also the logical organization of information according to Russian discourse patterns. Petroleum texts often contain detailed technical descriptions and data analysis, requiring translators to maintain clarity while reorganizing content to match Russian readers' expectations.

This study employs a mixed-methods approach to analyze English-Russian translation challenges in oil refinery contexts:

1. **Corpus Analysis:** Collection and classification of specialized terminology from petroleum science texts, focusing on oil refining processes.
2. **Comparative Analysis:** Examination of English source texts and their Russian translations to identify structural transformations and terminological choices.

3. **Case Study Approach:** Detailed analysis of translation challenges in specific technical contexts, such as PLC (Programmable Logic Controller) modernization documentation.

The research corpus includes technical documentation, scientific articles, and industry standards related to oil refinery operations. Special attention was given to texts describing automated control systems, as exemplified in the case study of PLC modernization at a Western oil refinery.

Analysis of Terminological Challenges

Types of Terminological Variation

Our analysis reveals several patterns of variation in oil refinery terminology that create translation difficulties between English and Russian:

1. **Conceptual Variations:** Terms that represent slightly different concepts across English and Russian petroleum engineering traditions.
2. **Synonymy:** Multiple terms referring to the same concept, requiring translators to select the most appropriate equivalent based on context and target audience.
3. **Neologisms:** New terminology emerging from technological innovations that may lack established Russian equivalents.
4. **Abbreviations and Acronyms:** Industry-specific abbreviations that may require expansion and explanation in Russian translations.

The research conducted on petroleum scientific and technical translation confirms that concept variation of terminology is indeed the main reason for terminology variants in this field. This finding has significant implications for English-Russian translation practice, as conceptual differences between the two engineering traditions must be carefully navigated.

Structural Differences Between English and Russian Technical Texts

Beyond terminology, significant structural differences between English and Russian technical discourse create translation challenges. Russian scientific and technical writing tends to employ more complex sentence structures with multiple subordinate clauses, while English technical writing often favors shorter, more direct constructions.

The difference in sentence component ordering between Chinese and English texts was identified as an important factor affecting information processing speed for readers and translators alike. Similar challenges exist in the English-Russian language pair, where Russian's case system and freer word order allow for different information packaging strategies compared to English's more rigid syntax.

Translation Strategies

Application of Skopos Theory Principles

Applying Skopos Theory to petroleum text translation requires translators to:

1. Identify the purpose of the translation and the needs of the target audience
2. Select appropriate translation strategies based on this purpose
3. Ensure the translation functions effectively in the target culture and professional context

For oil refinery documentation, the primary purpose is typically to convey precise technical information to Russian engineers and operators. Therefore, terminological accuracy must take precedence over stylistic considerations, though clarity remains essential.

Standardization Approaches

To address terminological variation, standardization approaches prove highly effective. Research suggests that establishing memory databases and terminology databases improves translation efficiency and accuracy¹⁸. For English-Russian translation in the oil refinery sector, such standardization efforts might include:

1. Creating company-specific glossaries for joint venture projects
2. Developing industry-wide terminology standards through professional associations
3. Implementing consistent translation memory systems for technical documentation

Tools and Resources

Modern translation of petroleum science texts benefits from specialized resources. The Anglo-Russian Dictionary of Oil, Gas, and Petrochemical Terms published in 2015 contains more than 5,000 contemporary terms covering exploration, production, and processing of oil and gas, along with related management, economics, finance, and safety terminology²⁰. Such comprehensive resources provide valuable reference points for translators working in this specialized field.

Additionally, terminology databases and translation memory systems help maintain consistency across large technical documentation projects. As demonstrated in the PLC modernization case study, complex technical projects involve extensive documentation that benefits from systematic terminology management.

Based on our analysis, we offer several practical recommendations for translators working with English-Russian oil refinery terminology:

1. **Develop Domain Expertise:** Translators should improve their professional knowledge of petroleum science and technology to better understand conceptual variations.

2. **Establish Terminology Management Systems:** Creating and maintaining terminology databases specific to oil refinery projects enhances consistency and accuracy.
3. **Apply Contextual Analysis:** Carefully analyze the context of specialized terms to determine the most appropriate Russian equivalent.
4. **Consider Target Audience Needs:** In line with Skopos Theory, adapt translation strategies based on whether the audience consists of engineers, operators, managers, or other stakeholders.
5. **Improve Terminology Retrieval Capabilities:** Develop efficient methods for researching specialized terminology using both printed and digital resources.

The translation of English petroleum science and technology texts into Russian presents significant challenges due to terminological variation, structural differences between languages, and the highly specialized nature of oil refinery operations. Our analysis demonstrates that concept variation is the primary source of terminology variants in this field, requiring translators to possess both linguistic skills and domain knowledge.

The application of Skopos Theory principles provides a valuable framework for addressing these challenges, emphasizing the importance of purpose-driven translation strategies. By focusing on the specific needs of Russian-speaking petroleum professionals, translators can make appropriate decisions regarding terminology, sentence structure, and information organization.

Future research should focus on developing more comprehensive English-Russian petroleum terminology resources, exploring the impact of digitalization on oil refinery terminology, and evaluating the effectiveness of different translation strategies in specific technical contexts. As petroleum science continues to evolve, translation practices must adapt to ensure effective cross-cultural communication in this vital industry.

LITERATURE

1. Karpova O.M. Changing of lexicographic paradygm in digital Era, 2022, no. 2 (38), pp. 24—39.
2. Grinev Iu. G. Peculiarities of an interpreter's work in the oil and gas industry, Mosty: zhurnal perevodchikov, 2011, no. 3 (31), pp. 58—62.
3. Alekseeva I.S. Text and translation. Theory questions. - М.: International Relations, (2008). - 184 p.1, p. 15

4. Bryksina, I.E., & Sukhanova, N.I., Training in literary and professionally oriented translation on a bilingual basis in the context of a nonlinguistic university. Philology. Questions of theory and practice, (6-1), pp.35-37.

ГРАММАТИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИ ПЕРЕВОДЕ ТЕКСТОВ В СФЕРЕ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ С АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА РУССКИЙ

Э.Э. Галиев

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск, Россия

craft22286@gmail.com

Науч. рук. ганд. пед. наук, доцент Р.С. Гараева

***Аннотация.** В статье рассматриваются грамматические трансформации, применяемые при переводе специализированных текстов в сфере нефтехимии и нефтепереработки с английского языка на русский. Автор анализирует особенности грамматического строя обоих языков, выделяя типичные трансформации, такие как ... На конкретных примерах демонстрируется, как грамматические трансформации способствуют достижению адекватности и точности перевода.*

***Ключевые слова:** перевод, переводческие трансформации, грамматические трансформации, нефтегазовая промышленность.*

В современной теории и практике перевода значительное внимание уделяется исследованию переводческих трансформаций. Разнообразие научных подходов к данной проблематике привело к формированию множества определений и классификаций переводческих трансформаций среди лингвистов. После анализа различных концепций, предложенных известными учеными, включая М.Н. Литвинова, Л.К. Латышева, Г.М. Стрелковского, О.Г. Лебедеву, Я.И. Рецкера, Л.С. Бархударова и А.Д. Швейцера, мы выбрали определение Л.С. Бархударова как наиболее полно отражающее суть явления. Согласно этому определению, переводческие трансформации представляют собой процесс преобразования текста с одного языка на другой, при котором сохраняется его содержательный план [2]. Несмотря на многообразие существующих классификаций, все переводческие трансформации можно разделить на три основных типа: лексические, грамматические и лексико-грамматические. В рамках нашего исследования особое внимание уделяется применению грамматических трансформаций при переводе технической документации нефтегазовой отрасли с английского на русский язык. Согласно классификации Л.К.

Латышева, грамматические трансформации подразделяются на два основных вида: синтаксические и морфологические [3].

К синтаксическим преобразованиям относятся:

- Синтаксическое уподобление (дословный перевод) представляет собой тип «нулевой» трансформации, что встречается только в тех случаях, когда и в исходном и в переводящем языках имеются параллельные синтаксические структуры. Рассмотрим пример: «The company invested heavily in new technologies to improve oil refining processes. - Компания вложила значительные средства в новые технологии для совершенствования процессов нефтепереработки.» При переводе этого предложения на русский язык используется синтаксическое уподобление (дословный перевод), так как структура английского предложения с инфинитивной конструкцией “to improve oil refining processes” может быть точно воспроизведена в русском языке. В данном случае структура английского предложения (подлежащее + сказуемое + обстоятельство цели с инфинитивом) полностью сохраняется при переводе на русский язык, что является примером синтаксического уподобления.

- Перестановка – изменение расположения (порядка следования) языковых элементов в тексте перевода по сравнению с текстом подлинника. Такими элементами являются слова, словосочетания, главные и придаточные предложения и целые предложения. Например: «The crude oil pipeline from Western Siberia to the refinery in Nizhnekamsk operates efficiently. - Нефтепровод сырой нефти из Западной Сибири на нефтеперерабатывающий завод в Нижнекамске работает эффективно.» При переводе этого предложения на русский язык требуется перестановка слов для сохранения правильного порядка слов в русском языке (подлежащее + сказуемое + дополнение): “The crude oil pipeline” (подлежащее) в начало предложения, “from Western Siberia” (обстоятельство места) после определения, “operates” (сказуемое) перед дополнением, “efficiently” (обстоятельство образа действия) в конец предложения. Такая перестановка необходима для соблюдения правил русского синтаксиса, где основным порядок слов - подлежащее + сказуемое + второстепенные члены предложения.

- Объединение предложений – способ перевода, представляющий собой замену сложного предложения исходного языка простым предложением переводящего языка или преобразование синтаксической структуры в оригинале путем соединения двух или более простых предложений. Рассмотрим пример: «The petrochemical plant is expanding its production capacity. This will meet growing market demand. -

Нефтехимический завод увеличивает производственные мощности, что позволит удовлетворить растущий спрос рынка.» Два предложения были объединены, чтобы показать причину наращивания мощностей.

- Членение предложения – способ перевода, обратный вышеуказанному, при котором синтаксическая структура предложения в оригинале преобразуется в две и более предикативные структуры переводящего языка. Например: «As previously noted, catalytic cracking processes in modern refineries are optimized primarily for light hydrocarbon fractions, and for this reason they are used to increase gasoline production, while there is limited research on their application for the production of chemical raw materials. - Как уже отмечалось, процессы каталитического крекинга на современных нефтеперерабатывающих заводах оптимизированы преимущественно для легких углеводородных фракций. По этой причине они используются для увеличения производства бензина, в то время как исследования их применения для получения химического сырья ограничены.»

- При переводе опущению подвергаются чаще всего слова, являющиеся семантически избыточными, то есть выражающие значения, которые могут быть извлечены из текста и без их помощи. Например: «The new generation of catalysts, which is currently being developed by the research center, will significantly improve the efficiency of the polymerization process. - Новое поколение катализаторов существенно повысит эффективность процесса полимеризации.» При переводе были опущены следующие элементы: “which is currently being developed by the research center” - опущено определительное придаточное предложение, так как его смысл уже понятен из контекста и не требует дополнительного уточнения в русском языке, “by the research center” - опущено обстоятельство места действия, так как оно не является существенным для понимания основной идеи предложения.

- Добавления подразумевают использование в переводе дополнительных слов, не имеющих соответствий в оригинале. Например: «Petrochemical industry boosts economy. - Нефтехимическая промышленность способствует развитию экономики.» При переводе были добавлены следующие элементы: “способствует” - добавлено для более точного выражения смысла глагола “boosts”, “развитию” - добавлено существительное для полноты выражения идеи.

К морфологическим преобразованиям относятся:

- Замена грамматического времени (в связи с не существованием некоторых грамматических времен в английском языке в отличие от

русского, возникает необходимость замены грамматического времени. Так вместо глагола совершенного вида в прошедшем времени в английском языке используют Present Perfect или Present Simple). Например: «It should be pointed out that standard catalysts cannot be used in this reaction due to the high sulfur content in the feedstock. - Следует отметить, что стандартные катализаторы не могут быть использованы в данной реакции из-за высокого содержания серы в сырье.»

- Грамматическая замена числа (в случаях, когда число существительного в оригинале не совпадает с числом в переводе). Например: «The oils are transported via pipeline to the processing plant. - Нефть транспортируется по трубопроводу на перерабатывающий завод.» Несмотря на то, что в английском oils может подразумевать различные сорта нефти, в русском языке это различие часто не подчеркивается и используется единственное число.

Проведя переводческий анализ статей в нефтегазовой промышленности, можно прийти к выводу, что в процессе перевода технических текстов необходимо соблюдать баланс между точностью передачи смысла и соблюдением норм целевого языка, что требует от переводчика глубоких знаний как в области переводоведения, так и в специализированной области нефтегазовой промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Darley, H.C.H., "Designing Fast Drilling Fluids," J. Petrol. Technol. (April, 1965). pp. 465-470; Trans. AIME, vol. 234.
2. Бархударов Л.С. Тетради переводчика. М.: Международные отношения, 1980.
3. Латышев Л.К. Технология перевода: Учеб. пособие для студ. лингв., вузов и фак. / Лев Константинович Латышев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Издательский центр «Академия», 2005. – 320 с.
4. Рецкер Я. И. Теория перевода и переводческая практика: очерки лингв. теории пер. / Я. И. Рецкер. - М.: Междунар. отн., 2014. - 216 с.
5. Комиссаров В.Н. Лингвистика перевода М.: Международные отношения, 1980. С. 63.
6. Кобрина Н.А. Теоретическая грамматика современного английского языка: учебное пособие / Н.А. Кобрина, Н.Н. Болдырев, А.А. Худяков. – М.: Высшая школа, 2007. – 368 с.
7. Моделевский М.С. и др. Краткий словарь по нефтегазовой геологии и бурению (русско-англо-французско-испанский) / М.С. Моделевский, Р.В. Липницкий, И.Ю. Кузнецова, Е.М. Синева. – М.: Изд-во УДН, 1990. – 103 с.

ЗАМЕНА ЧАСТЕЙ РЕЧИ ПРИ ПЕРЕВОДЕ С АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА РУССКИЙ В БИЗНЕСЕ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

А.А. Масгутова

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

masgutova.aliya@yandex.ru

Науч. рук. канд. фил. наук, доцент Д.А. Муртазина

***Аннотация.** В статье рассматриваются случаи, когда при переводе английского текста на русский возникает необходимость трансформации, когда одна часть речи заменяется другой. Представлены описания наиболее частых случаев замены частей речи при переводе с английского на русский и наглядные примеры, связанные с бизнесом нефтехимии и нефтепереработки.*

***Ключевые слова:** часть речи, грамматические трансформации, замены, глагол, анализ.*

Перевод с одного языка на другой представляет собой не просто замену слов, а сложный процесс межкультурной и межъязыковой адаптации. Особую трудность представляет перевод с английского языка на русский в силу различий в грамматической структуре и лексико-семантической системе двух языков. Одним из ярких примеров этих различий является необходимость замены частей речи при переводе.

Замены — наиболее распространенный и многообразный вид переводческой трансформации. В процессе перевода замене могут подвергаться как грамматические единицы — формы слов, части речи, члены предложения, типы синтаксической связи и др. — так и лексические, в связи с чем можно говорить о грамматических и лексических заменах. Кроме того, замене могут подвергаться не только отдельные единицы, но и целые конструкции (так называемые комплексные лексико-грамматические замены).

Замена части речи является самым распространенным видом морфологической трансформации. Подобные замены обычно вызваны «различным употреблением слов и различными нормами сочетаемости в английском и русском языках, а в некоторых случаях — отсутствием части речи с соответствующим значением в русском языке» [Левицкая Т.Р., Фитерман А.М., 1973, с.46].

По мнению Алимова, в силу того, что языковые системы отличаются друг от друга не только лексикой, но и грамматикой, переводчику приходится использовать и грамматические трансформации (замены) морфологического и синтаксического характера.

Грамматические трансформации могут быть вызваны различными причинами грамматического и лексического плана. В некоторых случаях они тесно переплетаются и носят лексико-грамматический характер.

Широкое использование грамматических трансформаций при переводе объясняется тем, что русское предложение не совпадает с английским по своей структуре: другой порядок слов, другой порядок расположения предложений - главного, придаточного и вводного. Части речи, которыми выражены члены предложения, могут передаваться другими частями речи при переводе, сжатость выражения, возможная в английском языке, благодаря наличию целого ряда структур и форм, требует введения дополнительных слов и даже предложений при переводе на русский язык. В зависимости от того, изменяется ли структура предложения полностью или частично, грамматическая трансформация может быть полной или частичной.

Одним из самых типичных видов замены при переводе с современного английского языка является замена отглагольного существительного на глагол в личной форме. Примеры такой замены:

Пр.1 — *The refinery ensures the **separation** of hydrocarbons.*

*На производстве **разделяют** углеводороды.*

Пр.2 — *Gas **compression** is essential for pipeline transport.*

*Для транспортировки по трубопроводу газ необходимо **сжимать**.*

Салье и Воскресенская приводят также составную конструкцию с *there is / there are* с существительным со значением действия или признака. Данную конструкцию при переводе можно преобразовать в иную синтаксическую структуру, преобразовав это существительное в глагол или прилагательное.

Пр.3 — *There is a significant **increase** in oil production this year.*

*В этом году добычу нефти значительно **увеличили**.*

Пр.4 — *There is a **delay** in the pipeline construction due to weather conditions.*

*Из-за погодных условий **задержали** строительство трубопровода.*

Одним из ярких примеров замены глагола будет являться **герундий**, так как в русском языке отсутствует подобная грамматическая единица.

Герундий образуется при помощи прибавления к основе глагола окончания *-ing* (*write — writing, live — living*). Подобно инфинитиву,

герундий сочетает именные и глагольные признаки. Герундий употребляется с предлогом (но не с артиклем) и в предложении выполняет те же синтаксические функции, что и существительное: он служит подлежащим, дополнением, частью сказуемого, обстоятельством, определением. Глагольные свойства герундия выражаются в том, что он принимает все глагольные зависимые члены предложения — дополнения и обстоятельства. Салье и Воскресенская выделяют, что, сочетая в себе свойства глагола и существительного, герундий, широко употребляется с предлогами.

Пр.5 — *The implementation of advanced technology is crucial **for refining** crude oil efficiently and reducing environmental impact.*

*Внедрение передовых технологий имеет решающее значение для эффективной **переработки** нефти и снижения воздействия на окружающую среду.*

Салье и Воскресенская утверждают, что герундий также может выполнять в предложении те же функции, что и существительное, и при переводе заменяться на **деепричастие**:

— как подлежащее:

Пр.6 — ***Inspecting** the equipment regularly helps prevent breakdowns.*

***Регулярно проверяя** оборудование, можно избежать поломок.*

— как обстоятельство:

Пр.7 — *After **detecting** a leak in the pipeline, the engineers immediately shut down the system to prevent an accident.*

***Обнаружив** утечку в трубопроводе, инженеры немедленно остановили систему, чтобы предотвратить аварию.*

Как отмечает Л.С. Бархударов, одним из простейших видов замены частей речи является «прономинализация», или замена существительного местоимением:

Пр.8 — *Ректификационную колонну осмотрели вчера. Как оказалось, **колонна** показала признаки износа.*

*The distillation column was inspected yesterday. Apparently, **it** showed signs of wear.*

Согласно Бархударову довольно обычной является замена прилагательного (чаще всего образованного от географического названия) на существительное:

Пр.9 — *The **Siberian** oil fields are rich in resources, but the their infrastructure for extraction and transportation remains underdeveloped.*

*Нефтяные месторождения **Сибири** богаты ресурсами, однако ее инфраструктура для добычи и транспортировки остаётся недостаточно развита.*

Английские прилагательные в форме сравнительной степени могут при переводе на русский язык заменяться отглагольными существительными со значением увеличения или уменьшения объема, размера или степени (типа увеличение, уменьшение, повышение, понижение, сокращение и т.п.), например:

Пр.10 — *The higher levels of crude oil extraction in the Arctic region have resulted in more efficient production, but they have also led to **higher** environmental risks compared to traditional extraction methods.*

*Более высокие уровни добычи нефти в Арктическом регионе привели к более эффективному производству, однако также вызвали **повышение** экологических рисков по сравнению с традиционными методами добычи.*

Прилагательное в предикативной функции (с глаголом-связкой be или другим) часто заменяется глаголом: *to be glad* — *радоваться*, *to be angry* — *сердиться*, *to be silent* — *молчать* и пр., например:

Пр.11 — *During the inspection, the workers **were silent** about the safety issues they noticed, fearing consequences.*

*Во время проверки рабочие **молчали** о замеченных проблемах с безопасностью, опасаясь последствий.*

Прилагательные в переводе чаще всего заменяются наречиями. Эта грамматическая трансформация связана с явлением переноса эпитетов в художественной прозе и в публицистике:

Пр.12 — *The engineers conducted the **thorough** inspection of the pipeline to ensure safety before starting the extraction process.*

*Инженеры **тщательно** провели осмотр трубопровода, чтобы обеспечить безопасность перед началом процесса добычи.*

В ходе обсуждения нефтегазопереработки можно отметить важность точности и гибкости языка при переводе технических текстов. Замена частей речи, таких как прилагательные на наречия, существительные на глаголы или использование местоимений для прономинализации, позволяет сделать текст более плавным и понятным для аудитории. Такой подход особенно актуален в технических и научных статьях, где требуется сохранить суть, но при этом адаптировать текст под особенности языка перевода. Мы пришли к выводу, что замена глагола на существительное или прилагательное, существительного на глагол и другие подобные трансформации позволяют сохранить смысл высказывания, улучшить его восприятие на языке перевода и достичь естественности речи. Таким

образом, подобные трансформации являются неотъемлемой частью процесса перевода и требуют от переводчика не только знания лексики, но и глубокого понимания структуры обоих языков.

Результаты работы подтверждают, что замена частей речи при переводе — важный инструмент, обеспечивающий точность, выразительность и адекватность передачи исходного текста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимов В.В. Теория перевода. Перевод в сфере профессиональной коммуникации: учеб. пособие. – 4-е изд., перераб. – М.: КомКнига, 2006. – 160 с.
2. Бархударов, Л.С. Язык и перевод (Вопросы общей и частной теории перевода) / М. : «Международные отношения», 1975. – 240 с.
3. Песина, С.А. Теория перевода / С.А. Песина. – Москва : Издательство «ФЛИНТА», 2023. – 300 с.
4. М65 Перевод с английского языка на русский язык : практикум : учеб. пособие/Е. А. Мисуно, И. В. Шаблыгина. — Минск : Аверсэв, 2009. — 255 с.
5. Салье, Т.Е., Воскресенская, И.Н. Грамматика перевода с английского языка на русский, с русского языка на английский : учеб. пособие / Т. Е. Салье, И. Н. Воскресенская. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. гос. ун-та, 2018. — 178 с.

ЛЕКСИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИ ПЕРЕВОДЕ С АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА РУССКИЙ

Л.Р. Бутвина

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

liyar01@mail.ru

Науч. рук. канд. филолог. наук, доцент Г.Р. Ганиева

***Аннотация.** В работе рассмотрена классификация лексических трансформаций при переводе, практическое применение лексических трансформаций при переводе технических текстов, а также их значимость.*

***Ключевые слова:** перевод, лексические трансформации, технический перевод*

Процесс перевода с английского языка на русский представляет собой сложную задачу, требующую глубокого понимания не только грамматических структур, но и особенностей лексической системы каждого

из языков. Лексика является одним из ключевых элементов любого языка, так как она определяет богатство и разнообразие его выразительных возможностей. Однако при переводе с английского на русский часто возникает необходимость проведения ряда лексических трансформаций, чтобы достичь адекватной передачи смысла и сохранения стилистического своеобразия исходного текста.

Лексическая система английского и русского языков имеет свои уникальные черты, которые обуславливают необходимость применения различных стратегий перевода. Английский язык отличается высокой степенью многозначности многих своих слов, тогда как русский более склонен к конкретизации значений. Это приводит к тому, что переводчику приходится выбирать наиболее подходящее слово или выражение в русском языке, исходя из контекста и общего тона текста.

Лексика как объект перевода — важная составляющая лингвистической науки, которая занимается изучением способов передачи смысловых единиц одного языка средствами другого. Лексическая единица — это слово или устойчивое выражение, имеющее определенное значение и используемое в коммуникации. При переводе лексика играет ключевую роль, так как именно слова передают основную смысловую нагрузку текста.

Важность лексики при переводе заключается в нескольких аспектах. Во-первых, лексика является главным строительным материалом для выражения мыслей и идей автора, что напрямую влияет на передачу смысла. Во-вторых, в лексике выражается культурная специфика языка. В-третьих, лексика выбирается в зависимости от стиля и жанра, например, научный стиль требует использования терминологии, тогда как художественный текст допускает образные выражения и метафоры. Наконец, одно и то же слово в разных языках может иметь разные оттенки значений.

Лексические трансформации при переводе возникают по ряду причин, связанных с особенностями структуры языков, различиями в культуре и потребностью сохранить смысл и стилистику оригинала. Вот основные причины, почему переводчики прибегают к лексическим трансформациям: отсутствие прямого эквивалента, различия в грамматике и синтаксисе, культурные различия, стилистические требования, экономия языковых средств, многозначность слов, идиоматичность, технические термины, изменение формы обращения (правила вежливости и формальности), поэтические и художественные тексты (перевод поэзии и художественной прозы требует особого внимания к ритму, рифме и образу).

Различные филологи работали над классификацией лексических трансформаций при переводе. Свои концепции предлагали Владимир

Комиссаров, Юрий Найдыш, Александр Федоров и другие. Были и те, кто не разделял приемы перевода на конкретные классификации, однако формировали свои мысли насчет лексических трансформаций, оказавшие большое влияние на современный перевод, например, Лев Щерба, Жак Деррида, Умберто Эко, Джордж Стайнер. В данной статье мы будем опираться на классификацию Владимира Комиссарова.

Согласно классификации Владимира Комиссарова, существуют следующие типы трансформаций:

- Конкретизация: замена общего понятия частным.
- Генерализация: замена частного понятия общим.
- Модуляция: изменение угла зрения на предмет высказывания.
- Антонимический перевод: замена утвердительной конструкции отрицательной, и наоборот.
- Экспликация: добавление уточняющей информации.
- Импликация: исключение избыточной информации.
- Транскрибирование
- Транслитерация

При переводе технических текстов, имеют место все типы трансформаций. Рассмотрим примеры.

Check the mounting bolts of the assembly for tightness before operation. - До начала работы убедитесь в надежном затягивании монтажных болтов крепления головки цилиндров дизельного двигателя. (конкретизация)

The cable must be routed through the conduit and secured with clamps at each end. - Кабель следует проложить в трубопроводе и надёжно закрепить на концах. (генерализация)

It is recommended to lubricate all moving parts of the mechanism every three months. - Смазывайте подвижные элементы механизма раз в квартал. (модуляция)

This valve will prevent backflow into the system. - Этот клапан не позволит жидкости течь обратно в систему. (антонимичный перевод)

Ensure that the torque applied does not exceed the specified limit. - Не превышайте рекомендуемое производителем максимальное значение крутящего момента при закручивании детали. (экспликация)

If you observe abnormal noise during engine startup, check fuel supply components first. - Если двигатель шумит необычно при запуске, первым делом осмотрите топливную систему. (импликация)

Please use a Phillips screwdriver to remove the cover plate. - Для снятия крышки используйте отвёртку типа Филлипс. (транскрибирование)

Follow the instructions in the manual for installing the BOSCH ECU. - Выполните установку контроллера ЭБУ модели BOSCH согласно руководству. (транслитерация)

Значимость лексических трансформаций при переводе технических текстов, бесспорно, высока. Обусловлена она в первую очередь необходимостью адаптировать текст для наилучшего понимания содержимого переводящей стороной, в чем и заключается суть правильного технического перевода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комиссаров В.Н. (1990). Теория перевода. Москва: Высшая школа.
2. Щерба, Л.В. (1974). Языковая система и речевая деятельность. Ленинград: Наука.
3. Найдыш, Ю.Н. (2004). Современные философские проблемы естественных, технических и социально-гуманитарных наук. Москва: ИНФРА-М.
4. Фёдоров, А.В. (2002). Основы теории перевода. Москва: Филинь.

ОСОБЕННОСТИ ЯЗЫКА РЕКЛАМЫ ПРОДУКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

А.А. Хаков

ФГБОУ ВО КНИТУ «НХТИ», г. Нижнекамск

dilmurta@gmail.com

Науч. рук. канд. филол. наук, доцент Д.А. Муртазина

***Аннотация.** В статье рассматриваются языковые средства, с помощью которых создается рекламный текст. На материале рекламы моторных масел G-Energy, Castrol, Genesis анализируются синтаксические, морфологические и лексические особенности языка английской и русской рекламы.*

***Ключевые слова:** реклама, рекламный текст, язык рекламы, синтаксические особенности, морфологические особенности, лексические особенности.*

В современном мире реклама окружает человека повсюду, она содержится в любом доступном человеку источнике информации. Реклама является одним из важнейших факторов массовой культуры, отражающих жизнь современного общества, является источником информации о

национально-культурной специфике народа-носителя языка и служит для обмена информацией в процессе социальной деятельности людей и их речевого общения [1]. Ненавязчиво или агрессивно она может привлечь внимание, заинтересовать, побудить к покупке или наоборот вызвать раздражение и отказ от приобретения продукта. Язык рекламы играет важную роль, поскольку правильно и удачно подобранный текст может стать тем ключевым фактором, который заинтересует и убедит потенциального покупателя. Язык рекламы включает в себя все языковые средства, с помощью которых передаётся содержание рекламного текста. Рекламный текст – особый вид творчества, использующий свои специфические приемы и методы [2].

В данной статье мы предпринимаем попытку анализа особенностей языка рекламы продуктов нефтепереработки. В качестве материала исследования используется реклама моторных масел Castrol, G-Energy и Genesis на английском и русском языках. Моторные масла производства компаний Castrol, Газпром и Лукойл.

Анализируя синтаксические особенности рекламы моторных масел на английском и русском языках, мы обратили внимание на коммуникативный и структурный типы предложений. Статистический подсчет показывает преобладание утвердительных предложений. В большинстве случаев это односоставные простые предложения номинативного типа. Они утверждают какой-то, с точки зрения рекламодателей, неоспоримый факт. Краткость предложений имеет свои причины: необходимо чтобы рекламная фраза была яркой, легко запоминающейся и убедительной. Такой подход не предусматривает использование сложных и сложноподчиненных предложений. Текст должен быть максимально простым с четкими абзацами, короткими предложениями, без большого количества прилагательных и слов-связок [2]. Приведем несколько примеров:

G-Energy: Энергия чистой синтетики. The unfriiction world.

На втором месте по частоте использования, как в английской, так и в русской рекламе моторных масел побудительные предложения:

G-Energy: Держи двигатель в форме. Бери от масла все.

Castrol: Boost your car performance. Experience superior acceleration with Castrol Power 1. Discover the pleasure of on-demand acceleration.

Единичным примером представлено вопросительное предложения в рекламе моторного масла G-Energy: *Как облегчить жизнь двигателя зимой?*

Таким образом, анализ синтаксиса показывает, что в большинстве случаев реклама моторных масел утверждает достоинство или преимущество рекламируемого продукта и побуждает к действию в

синтаксически простой структуре номинативного или побудительного предложения.

Проведенный лексический и морфологический анализ был направлен на выявление особенностей лексики, используемой в рекламном тексте моторных масел. Исследование показывает, что преобладают существительные и атрибутивные словосочетания. Их семантику можно определить такими понятиями, так «успех, уверенность, надёжность, победа». Это ключевые идеи, которые производитель и рекламодатель хотят донести до потребителя. Подобный подтекст с точки зрения психологии оказывает позитивное воздействие, вселяет уверенность и в конечном итоге побуждает к покупке товара. Это, как известно, и является целью производителя и рекламодателей.

Рассмотрим ключевые идеи, которые использовались в рекламе моторных масел.

1. Эмоции, связанные с использованием моторного масла.

G-Energy: Уверенный старт в любой ситуации.

Удовольствие от активного вождения.

Castrol: Performance that surprises (букв. Производительность Castrol, которая удивляет).

2. Победа

G-Energy: Масло твоей победы.

Castrol: Competitors swear by it (букв. Соперники ему доверяют).

3. Лидерство, превосходство.

G-Energy: Leads on every road (букв. Лидирует на любой дороге).

Castrol: Non-stop protection from every start (букв. Защита без остановки с самого начала). Experience superior acceleration with Castrol Power (букв. Испытайте превосходное ускорение с Castrol Power 1). Makes other conventional oils look weak (букв. Делает другие обычными масла слабыми). Instant protection from the moment you start (букв. Мгновенная защита с момента запуска).

Genesis: Защищает двигатель в 10 раз лучшие тестовых нормативов. Универсальная защита. Выбор мировых автопроизводителей.

Отдельной ключевой идеей можно выделить попытку продемонстрировать современные надёжные технологии производства масла.

Castrol: Fluid strength technology (букв. Технология прочности жидкости). Heavy duty lubricants (букв. Смазочные материалы для тяжелых условий эксплуатации). It's more than just oil. It's liquid engineering (букв. Это больше, чем просто масло. Это инженерная разработка

жидкостей).

G-Energy: Адаптивная формула. Энергия чистой синтетики.

Лексической особенностью английской рекламы масла Castrol является метафора, в которой автомобиль – это живое существо, у которого есть душа и свои потребности.

Save your car's soul (букв. Спаси душу своего автомобиля).

Listen to your engine (букв. Прислушайся к своему двигателю).

Метафорично в рекламе масла Castrol автомобиль ещё и друг, который разделяет твои интересы: *Loves to cruise as much as you do* (букв. Любит путешествовать, так же как и ты).

Отметим отдельно и метафору в рекламе моторного масла Genesis, в которой современный мощный автомобиль показан как породистая лошадь: *Genesis. Для породистых лошадей.*

Предмет рекламы, несомненно, оказывает заметное влияние на стиль и содержание рекламного текста. Реклама моторных масел направлена на привлечение внимания потенциального покупателя к современным технологиям их производства, качеству товара, который продляет срок эксплуатации автомобиля. Производитель и рекламодатель предпринимают попытки показать достоинства и преимущества товара и то, чем он выгодно отличается от товара конкурента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Слойцева Е. В. Язык рекламы и лингвостилистические особенности рекламного текста // Язык и культура (Новосибирск). 2014. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/yazyk-reklamy-i-lingvostilisticheskie-osobennosti-reklamnogo-teksta> (дата обращения: 02.05.2025).

2. Шевченко П. Е., Деньгина Т. В. Язык рекламы // Теория и практика современной науки. 2017. №5 (23). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/yazyk-reklamy-1> (дата обращения: 01.05.2025).

ПЕРЕВОД АББРЕВИАТУР С АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА РУССКИЙ В СФЕРЕ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

А.А. Гаврилова

НХТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

rumicetum@gmail.com

Науч. рук. канд. пед. наук, доцент Р.С. Гараева

Аннотация. Статья посвящена исследованию особенностей перевода аббревиатур с английского языка на русский в специализированных текстах нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслей. Рассматриваются основные типы аббревиатур, их структурные особенности и способы передачи на русский язык, включая транслитерацию, калькирование, описательный перевод и использование устоявшихся эквивалентов. Анализируются трудности, возникающие при переводе, связанные с многозначностью, отсутствием аналогов в целевом языке и необходимостью учета отраслевых стандартов. Приводятся примеры из технической документации, научных статей и нормативных актов.

Ключевые слова: аббревиатуры, перевод, нефтехимия, нефтепереработка, терминология.

Сфера нефтехимии и нефтепереработки характеризуется высокой концентрацией специализированной лексики, включая многочисленные аббревиатуры, которые сокращают длинные термины и упрощают профессиональную коммуникацию. Однако их перевод на русский язык представляет значительную сложность из-за различий в языковых системах, отсутствия прямых аналогов и необходимости соблюдения отраслевых стандартов [1]. Цель данной статьи – систематизировать основные подходы к переводу аббревиатур в нефтехимической отрасли, выделить наиболее распространенные стратегии и проиллюстрировать их примерами из профессиональных текстов.

Аббревиатура (от лат. «abbreviatio» – «сокращение») – это слово, образованное из начальных букв, звуков или других элементов словосочетания [2]. Аббревиатуры широко используются во всех сферах профессиональной коммуникации, включая нефтехимию и нефтепереработку, для сокращения длинных терминов и упрощения технической документации.

Функции аббревиатур:

- экономия места (в технической документации, чертежах, отчетах);
- ускорение коммуникации (специалисты быстрее оперируют сокращениями);
- стандартизация терминов (международные аббревиатуры, такие как API, ISO).

Особенности аббревиатур в нефтехимии:

- многозначность: одна аббревиатура может иметь разные значения в зависимости от контекста (например, PS – polystyrene или process safety).
- локализация: некоторые сокращения переводятся дословно (LPG → СУГ), другие сохраняют оригинальное написание (PVC → ПВХ).

- регулирование стандартами: многие аббревиатуры закреплены в ГОСТ, API, ASTM.

Рассмотрим классификацию аббревиатур в сфере нефтехимии и нефтепереработки.

1. Буквенные (инициальные) аббревиатуры – образуются из первых букв слов:

- LNG (Liquefied Natural Gas) → СПГ (сжиженный природный газ).
- FCC (Fluid Catalytic Cracking) → КК (каталитический крекинг).

2. Звуковые (акронимы) – произносятся как единое слово:

- Naphtha (нафта) – хотя это не аббревиатура, в нефтехимии встречаются и акронимы, например LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation).

3. Слоговые аббревиатуры – состоят из частей слов:

- Commodity → комод (в профессиональном сленге).

4. Смешанные сокращения (буквы + цифры или символы):

- C₅+ (пентаны и более тяжелые углеводороды).
- H₂S (сероводород).

5. Усеченные слова – сокращение до корня:

- сокращения части слова (например, petchem от petrochemical) [3].

Аббревиатуры – важный элемент профессионального языка нефтехимии. Их корректное использование и перевод требуют знания отраслевых стандартов и контекста. Понимание принципов образования и применения сокращений помогает избежать ошибок в технической документации и международных проектах. Рассмотрим основные стратегии перевода аббревиатур.

1. Транслитерация и транскрипция

Некоторые аббревиатуры сохраняют оригинальное написание или адаптируются к русской графике:

- CNG (Compressed Natural Gas) – КПП
- BTX (Benzene, Toluene, Xylene) – БТК

Однако данный метод применим не всегда, так как может затруднять понимание (Латышев, 2003).

2. Калькирование

Если аббревиатура имеет прозрачную структуру, возможен перевод ее полной формы с последующим сокращением:

- FCC (Fluid Catalytic Cracking) – ФКК (каталитический крекинг в псевдоожигенном слое)

3. Описательный перевод

При отсутствии устоявшегося эквивалента используется развернутое пояснение:

- SMR (Steam Methane Reforming) – паровой риформинг метана

4. Использование устоявшихся эквивалентов

Некоторые аббревиатуры имеют официальные русскоязычные аналоги:

- LNG (Liquefied Natural Gas) – СПГ (сжиженный природный газ)
- PVC (Polyvinyl Chloride) – ПВХ (поливинилхлорид) [8].

Таким образом, проанализировав способы перевода аббревиатур в сфере нефтехимии и нефтепереработки, можно выделить основные трудности их перевода.

- Многозначность (например, аббревиатура РММА может означать polymethyl methacrylate или petroleum marketing managers association).
- Отсутствие аналогов (не все английские аббревиатуры имеют русские соответствия).
- Изменения в стандартах (некоторые сокращения устаревают или меняют значение).

Перевод аббревиатур в нефтехимии и нефтепереработке требует глубокого понимания технологических процессов и стандартов отрасли. Для минимизации ошибок рекомендуется использовать специализированные глоссарии (например, API Glossary), базы данных (IUPAC Gold Book) и консультироваться с отраслевыми специалистами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комиссаров В.Н. Современное переводоведение. – М.: Р.Валент, 2002. 424 с.
2. Латышев Л.К. Технология перевода. – М.: Академия, 2003. 320 с.
3. Алексеева И.С. Профессиональный тренинг переводчика. – СПб.: Союз, 2004. 288с.
4. ISO 23812:2009 Petroleum and natural gas industries – Abbreviations. 20 p.
5. API RP 500 Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations.
6. IUPAC Gold Book of Chemical Terminology.
7. ГОСТ Р 53367-2009 Нефтепродукты. Термины и определения.
8. Казакова Т.А. Практические основы перевода. – СПб.: Союз, 2004. 320 с.

СИНТАКСИЧЕСКИЕ ЗАМЕНЫ ПРИ ПЕРЕВОДЕ ТЕКСТОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ТЕМАТИКИ

Д.Ф. Микаев

ФГБОУ ВО КНИТУ «НХТИ», г. Нижнекамск

dilmurta@gmail.com

Науч. рук. канд. филол. наук, доцент Д.А. Муртазина

***Аннотация.** В статье раскрывается понятие синтаксических замен как разновидности синтаксических трансформаций при переводе с английского языка на русский, приводятся классификации синтаксических замен. Практическое применение синтаксических замен рассматривается на материале текста нефтехимической тематики.*

***Ключевые слова:** синтаксическая трансформация, синтаксическая замена, перевод, исходный язык, целевой язык, исходный текст, переводящий текст.*

Синтаксические замены играют ключевую роль в обеспечении естественности и функциональности перевода. По сути, компетентность переводчика заключается в способности не только точно передавать смысл, но и адаптировать структуру предложения под нормы и стилистику переводящего языка. Плохое понимание синтаксических особенностей этого языка может привести к переводам с потерей смысла, неестественным формулировкам и стилистическим несоответствиям.

По определению М.И. Мурневой и соавторов, синтаксическая замена – это изменение структуры оригинала, которое не затрагивает его смысловых отношений, но делает текст более понятным и приемлемым для читателей целевого языка [3]. Основные подходы к классификации синтаксических замен включают замены по типу, частоте и функции. Некоторые исследователи выделяют разные уровни, на которых могут происходить синтаксические замены: от замены компонентов предложения до более крупных структурных изменений, таких как преобразование сложносочиненных предложений в сложноподчиненные и наоборот.

В работе С.Ю. Соломатиной [5] говорится о необходимости использования синтаксических трансформаций для того, чтобы адекватно передать грамматические отношения внутри текста и тем самым осуществить его адекватный перевод.

Синтаксические замены выполняют несколько функций в процессе перевода:

- Адаптация к особенностям целевого языка: замены

позволяют учесть грамматические и стилистические особенности, присущие целевому языку. К примеру, длинные сложноподчиненные предложения на одном языке могут быть переработаны в более простые структуры на другом.

– Улучшение восприятия и доступности текста для реципиента: синтаксические замены могут сделать текст более легким для восприятия, убрать возможные двусмысленности и улучшить общее восприятие.

– Передача стилистических нюансов: благодаря синтаксическим заменам возможно сохранить стиль автора, передав его уникальные черты через адаптацию структуры. Это особенно важно в литературном переводе.

– Сохранение смыслового содержания: замены обеспечивают возможность передать смысл оригинала без потери значимых нюансов, что является основной задачей перевода.

Синтаксическая замена включает в себя изменения в структуре предложения, что может быть необходимо для достижения большей «естественности» в применении к узусу переводящего текста, а также для сохранения смысла исходного текста.

Существуют также и некоторые другие типы синтаксических замен, которые могут быть рассмотрены отдельно [1, с. 22-24]. Они перечислены в списке ниже:

1. Перифразирование.
2. Изменение порядка слов.
3. Конверсия.
4. Сложные синтаксические замены.

О том, что синтаксические замены и синтаксические трансформации составляют важную часть процесса перевода научных и научно-популярных текстов, поскольку для научного функционального стиля характерен преимущественно сложносочиненный и сложноподчиненный синтаксис, идет речь, в частности, и в работе И. В. Переверзевой [4].

Синтаксические замены широко применяются в практике перевода. Приведем примеры их использования на материале англоязычной статьи «Green Synthesis of Waste-Derived Metal-Organic Frameworks for Organic Substance Extraction from Piggery Wastewater as Biofertilizers», опубликованной в 2024 г. в журнале «ACS Sustainable Chemistry&Engineering» коллективом авторов Shu-Yuan Pan, Yung-Yi Hsiao, Suraj Negi, Babasaheb M. Matsagar и Kevin C.-W. Wu, и ее русскоязычного перевода.

1. Замена порядка слов.

В разных языках порядок слов может существенно различаться. Например, в английском языке порядок слов в простом предложении, как правило, соблюдается по схеме субъект – глагольный предикат – объект. В русском языке порядок слов более гибкий, что позволяет по-разному расставлять смысловые акценты.

Пример 1.

Английский: In addition to plastic ban, *the development of valorization technologies* for existing waste plastics is *crucial* for effectively preventing the leakage of plastic waste into the environment and promoting a circular economy.

Русский: Помимо запрета на использование пластика, для эффективного предотвращения утечки пластиковых отходов в окружающую среду и продвижения экономики замкнутого цикла *важно разработать технологии повышения ценности*. (Здесь и далее перевод наш – Д.Ф. Микаев)

Материалом данного исследования является текст научного стиля, и как показывают результаты, перестановка на уровне предложения или главных членов предложения представлена единичными контекстами. Гораздо чаще применяются замены порядка слов на уровне словосочетания.

Пример 2.

Английский: The release of such a large amount of untreated wastewater not only creates environmental sanitation issues and unpleasant odors in rivers and ditches but also increases *water treatment costs*.

Русский: Выброс такого большого количества неочищенных сточных вод не только создает проблемы с санитарией окружающей среды и неприятные запахи в реках и канавах, но и увеличивает *затраты на очистку воды*.

В приведенном примере изменение порядка слов использовано при переводе атрибутивного словосочетания *water treatment costs* - *затраты на очистку воды*. Данная замена обусловлена отсутствием подобного сочетания слов с атрибутивной синтаксической связью в целевом языке. Этим объясняется и необходимость замены порядка слов в следующем примере с атрибутивными словосочетаниями *health risks* – *риску для здоровья*, *pathogen exposure* – *воздействия патогенов*.

Пример 3.

Английский: It also leads to the infiltration of organic matter and ammonia into groundwater, the accumulation of heavy metals in shallow groundwater layers, and *health risks from pathogen exposure*.

Русский: Это также приводит к проникновению органических

веществ и аммиака в грунтовые воды, накоплению тяжелых металлов в неглубоких слоях грунтовых вод и *риску для здоровья* в результате *воздействия патогенов*.

2. Замена синтаксической функции.

Иногда в процессе перевода необходимо заменить синтаксическую функцию, что может быть вызвано грамматическими особенностями языков. Так, подлежащее в исходном языке может претерпеть замену на обстоятельство в переводящем языке, а дополнение в результате замены может выполнять функцию подлежащего, как в примере, который приводится ниже.

Пример 4.

Английский: Numerous *studies* have explored *the application* of various adsorbents, including activated carbon, alumina, mesoporous silicas, hydroxyapatite/ γ -Fe₂O₃, and zeolitic imidazolate framework, for the recovery of organic substances from wastewater.

Русский: В многочисленных *исследованиях* изучалось *применение* различных адсорбентов, включая активированный уголь, оксид алюминия, мезопористые кремнеземы, гидроксипатит/ γ -Fe₂O₃, и цеолитный имидазолятный комплекс, для извлечения органических веществ из сточных вод.

Как отмечают Е.А. Мисуно и И.В. Шаблыгина, «отличительной чертой английского языка является возможность выражения английским подлежащим причины, способа действия, местонахождения или времени событий, т.е., по сути дела, обстоятельство выступает в роли агента действия при сказуемом, выраженном глаголом, который по своему значению обычно относится к одушевленному лицу» [45]

3. Замена типа предложения: преобразование простых предложений в сложные.

Иногда при переводе простых предложений возникает необходимость замены их структурного типа на сложные. Причиной подобной трансформации может стать отсутствие эквивалентной или аналогичной конструкции в переводящем языке.

Пример 5.

Английский: In 2019, global polyethylene terephthalate (PET) production reached approximately 30.5 million tons, *generating around 24.8 million tons of PET plastic waste*.

Русский: В 2019 году мировое производство полиэтилентерефталата (ПЭТ) достигло примерно 30,5 млн тонн, *в результате чего образовалось около 24,8 млн тонн отходов ПЭТ-пластика*.

В данном случае предложение в исходном языке по своей структуре простое с обстоятельством, выраженном причастием настоящего времени: *generating around 24.8 million tons of PET plastic waste*, однако при переводе в результате синтаксической замены оно осложняется придаточным предложения того же обстоятельственного типа: *в результате чего образовалось около 24,8 млн тонн отходов ПЭТ-пластика*.

Таким образом, синтаксические замены представляют собой вид переводческих трансформаций, которые неизбежно присутствуют в переводе с одного языка на другой, их применение обусловлено различиями на грамматическом уровне. В тексте научного стиля, как и в тексте любого другого функционального стиля, при переводе происходят синтаксические изменения, цель которых в создании эквивалентного и адекватного перевода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иващенко Е.В., Калиновская Е.А. Грамматические трансформации при переводе с английского языка на русский // Вестник Луганского государственного педагогического университета. Серия Филологические науки. 2021. №4. С.19-25.
2. Мисуно Е.А., Шаблыгина И.В. Перевод с английского языка на русский язык : практикум : учеб. пособие. Минск : Аверсэв, 2020. 256 с.
3. Мурнева М.И., Шестакова Н.А., Самойлова Е.В. Синтаксическая трансформация предложения при переводе технического текста как способ сохранения компонентов смысловой структуры // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2019. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sintaksicheskaya-transformatsiya-predlozheniya-pri-perevode-tehnicheskogo-teksta-kak-sposob-sohraneniya-komponentov-smyslovoy> (дата обращения: 02.05.2025).
4. Переверзева И.В. Лингвопереводческие особенности сложного предложения (на материале научного текста) // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2018. №12-1 (90). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lingvoperevodcheskie-osobennosti-slozhnogo-predlozheniya-na-materiale-nauchnogo-teksta> (дата обращения: 04.05.2025).
5. Соломатина С.Ю. Синтаксические трансформации при переводе текстов с английского языка на русский (на материале английских эссе) // Вестник Удмуртского университета. Серия «История и филология». 2024. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sintaksicheskie-transformatsii-pri-perevode-tekstov-s-angliyskogo-yazyka-na-russkiy-na-materiale-angliyskih-esse> (дата обращения: 06.05.2025).

СИНТАКСИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИ ПЕРЕВОДЕ НАУЧНЫХ ТЕКСТОВ ПО НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н.Г. Хасанов

НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск, Россия

nail-nk@mail.ru

Науч. рук. канд. пед. наук, доцент А.А. Васильева

***Аннотация.** В статье рассматриваются ключевые аспекты синтаксических трансформаций, применяемых при переводе научных текстов нефтехимической тематики с английского языка на русский. Особое внимание уделяется практическому применению различных видов трансформаций на примерах из современных научных публикаций и патентов. Анализируются характерные трудности перевода и предлагаются оптимальные способы их преодоления с учетом особенностей научного стиля и отраслевой терминологии.*

***Ключевые слова:** синтаксические трансформации, нефтехимическая промышленность, синтаксическое уподобление, опущения, перестановки.*

Введение

Современная нефтехимическая отрасль характеризуется интенсивным международным сотрудничеством и активным обменом научно-технической информацией. В этих условиях качественный перевод специализированных текстов приобретает особую значимость. Как отмечают исследователи [1, 2], около 70% трудностей при переводе научных текстов по нефтехимии связано с необходимостью синтаксических преобразований, обусловленных фундаментальными различиями в грамматическом строе английского и русского языков.

Актуальность данного исследования определяется возрастающими требованиями к точности и адекватности перевода технической документации, научных статей и патентов в условиях цифровизации научной коммуникации. Особую важность приобретает умение переводчика гибко применять различные виды синтаксических трансформаций, сохраняя при этом смысловую точность и соблюдая нормы научного стиля.

Основные виды синтаксических трансформаций и их применение **Синтаксическое уподобление (дословный перевод)**

Данный тип трансформации применяется в случаях, когда структура исходного предложения может быть сохранена в переводе без ущерба для

грамматической правильности и стилистической адекватности. В нефтехимических текстах это часто встречается при переводе простых констатирующих предложений:

Англ.: "Catalysts play a crucial role in petrochemical processes"

Рус.: "Катализаторы играют важную роль в нефтехимических процессах"

Однако даже при уподоблении часто требуются незначительные изменения, такие как опущение артиклей или замена форм глаголов:

Англ.: "The reaction is proceeding at high temperature"

Рус.: "Реакция протекает при высокой температуре"

Перестановки (изменение порядка слов)

Это один из наиболее распространенных видов трансформаций в нефтехимических текстах. Английский язык с его жестким порядком слов SVO (Subject-Verb-Object) часто требует значительных перестановок при переводе на русский язык с более свободным порядком слов.

Англ.: "The new catalytic system was developed by Russian scientists last year"

Рус.: "Российские ученые разработали новую каталитическую систему в прошлом году"

Особое внимание следует уделять перестановкам в сложных терминологических сочетаниях:

Англ.: "high-pressure polyethylene production technology"

Рус.: "технология производства полиэтилена высокого давления"

Добавления (расширение)

В нефтехимических текстах добавления часто необходимы для уточнения смысла, экспликации имплицитной информации и адаптации к нормам русского научного стиля:

Англ.: "Hydrocracking improves product quality"

Рус.: "Процесс гидрокрекинга позволяет улучшить качество конечного продукта"

Опущения (стяжение)

Характерные случаи опущений в нефтехимических текстах включают избыточные артикли, связочные глаголы и повторы:

Англ.: "It should be noted that the catalyst shows high activity"

Рус.: "Следует отметить высокую активность катализатора"

Замены

Наиболее сложный и разнообразный вид трансформаций, включающий замену залога, частей речи и синтаксических конструкций:

Англ.: "Various methods are used to analyze the samples"

Рус.: "Для анализа образцов используют различные методы"

Особенности перевода нефтехимических текстов

Терминологические трудности

Нефтехимическая терминология характеризуется большим количеством сложных многокомпонентных терминов и широким использованием аббревиатур:

Англ.: "FCC (Fluid Catalytic Cracking) unit"

Рус.: "Установка каталитического крекинга в кипящем слое"

Перевод пассивных конструкций

В английских научных текстах пассив используется в 70-80% случаев [4], тогда как в русских — лишь в 30-40%. Это требует активных преобразований:

Англ.: "The experiments were carried out under controlled conditions"

Рус.: "Эксперименты проводили в контролируемых условиях"

Заключение

Проведенный анализ показывает, что синтаксические трансформации при переводе научных текстов по нефтехимии представляют собой сложный, но систематизируемый процесс. Основными факторами, влияющими на выбор трансформаций, являются грамматические различия между языками, особенности научного стиля и специфика нефтехимической терминологии.

Перспективы дальнейших исследований могут быть связаны с разработкой автоматизированных систем анализа трансформаций и созданием специализированных параллельных корпусов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляева Л.Н. Современный научно-технический перевод. М.: Академия, 2021. 320 с.
2. Khudyakova M. Technical Translation in Oil & Gas. London: Springer, 2022. 215 p.
3. Пиотровская Л.А. Лингвистика научного текста. СПб.: СПбГУ, 2020. 180 с.
4. Petrova E. Grammar of Scientific English // Journal of Technical Writing. 2020. Т. 45, № 2. С. 45–60.
5. ISO 18587:2017 Требования к переводу технической документации.

VIII. НАУКА ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПЕРЕВОРАЧИВАНИЯ ЯИЦ НА УСПЕШНОСТЬ ИНКУБАЦИИ

А.А. Степанова

¹МБОУ «Полилингвальная гимназия «Адымнар-Нижнекамск» НМР РТ

²НХТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

anitkka01stepanova@mail.ru

Науч. рук. учитель биологии и химии М.Т. Гиляздинова¹;

канд. техн. наук, и.о. зав. каф. НХС Р.З. Агзамов²;

канд. техн. наук, доцент каф. ОХБТ Л.И. Агзамова²

***Аннотация.** Исследование посвящено анализу влияния периодичности переворачивания яиц на результативность инкубационного процесса и выводимость цыплят. Особое внимание уделяется специфике инкубации в домашних условиях, где отсутствуют автоматизированные системы поворота яиц, в отличие от промышленного оборудования. Результаты исследования показывают, что для успешного развития эмбрионов требуется не менее четырехкратного поворота яиц в течение суток с равномерным распределением времени между процедурами. Обоснованы основные факторы, определяющие необходимость регулярного переворачивания яиц.*

***Ключевые слова:** инкубация яиц, бытовой инкубатор, поворот яиц, выведение цыплят.*

Куриные яйца, мясо птицы – полезные продукты питания, являющиеся источником полноценных белков.

Рост и развитие птичьих эмбрионов от слияния половых гамет до выведения молодняка последовательны и нормально происходят в процессе искусственной инкубации при благоприятных условиях внешней среды, в аппаратах разной конструкции и вместимости с регулируемыи системами обогрева, охлаждения, воздухообмена, увлажнения и поворота. Следует учитывать, что яйцо птицы является относительно нестабильным биологическим образованием в полужидкой среде и в естественной упаковке.

Векторами совершенствования воспроизводства птицы является создание научно обоснованных режимов и приемов инкубации яиц, конструкции инкубаторов, микроклиматического обеспечения и систем управления в инкубатории [1].

Не все инкубаторы имеют систему автоповорота яиц. Согласно источнику, курица переворачивает яйца около 50 раз в сутки. Оптимальная частота переворачивания яиц в бытовом инкубаторе – 4–6 раз в сутки. При этом важно соблюдать равные интервалы между поворотами.

Таким образом, выбранная нами тема исследовательской работы является актуальной.

Целью работы являлось изучение влияния частоты поворота яиц в условиях инкубатора на выведение цыплят.

Объектом исследования являлись куриные яйца, а предметом – частота поворота яиц в условиях инкубатора.

Технология инкубации имеет три характерных этапа: прединкубационная обработка яиц, инкубирование, обработка цыплят и оборудования после окончания инкубации.

Способы поворачивания яиц разнообразны. При горизонтальном положении их периодически вращают вокруг длинной оси на угол приблизительно 180° , при вертикальном - наклоняют длинную ось на 45° в обе стороны от линии действия силы тяжести в одной или нескольких плоскостях. Результаты инкубации улучшаются при увеличении частоты поворотов до 24 раз в сутки и остаются на максимальном уровне при частоте до 96 раз в сутки. Более частые повороты ухудшают результаты инкубации. Недостаточное поворачивание приводит к слипанию бластодермы с подскорлупной оболочкой, неправильному формированию амниона и разрастанию аллантоиса, неиспользованию белка. Недостаточное поворачивание особенно сказывается на результатах инкубации до замыкания аллантоиса. В последней фазе инкубации действие фактора заметно слабее [1].

Инкубатор - это устройство, имитирующее инкубацию птиц путем поддержания яиц в тепле при определенном диапазоне температур и правильной влажности с помощью поворотного механизма для их выведения.

Айре М. Питерсайму из Геттисберга, штат Огайо, США приписывают изобретение электрического инкубатора для яиц в 1922 году. Вскоре после этого он и его сын, Рэй, начали производство инкубаторов [2].

Современный инкубатор – это технологичное устройство с электрическим питанием.

Инкубаторы бывают разных видов и на разное количество яиц, в работе применяли настольный инкубатор фирмы SITITEK с ручным поворотом яиц, вместимостью 9 куриных яиц. Кроме того, в работе использовали овоскоп и оплодотворённые куриные яйца.

Для изучения влияния частоты поворота яиц на выводимость инкубация проводилась 2 раза: в первый раз поворот осуществлялся с частотой 3 раза в сутки с неодинаковым интервалом времени, во второй – 4 раза в день с одинаковым интервалом времени.

Первое выведение цыплят мы провели для мероприятия «Наука-FEST», проводимый в нашей гимназии уже второй год подряд, где учащиеся гимназии презентуют свои школьные проекты. Проект выполнялся в школьном кабинете биологии.

В гимназии мы находимся примерно с 8.00 до 15.00, а наш руководитель – до 17.00, поэтому поворачивать яйца 4 раза в день с одинаковым интервалом времени нам не удавалось. Поворот осуществлялся 3 раза в сутки: примерно в 8.00, в 12.00 и 17.00. То есть с 17.00 вечера до 8.00 (15 часов) яйца оставались без поворота (см. рис. 1)



Рис. 1. – Поворачивание яиц в процессе их инкубации

Вторую инкубацию мы проводили дома. Поворот яиц осуществлялся 4 раза в сутки: примерно в 10.00, 16.00, 22.00, 4.00.

Остальные условия - уровень влажности, температура, вентиляция, температура помещения, в котором стоял инкубатор были одинаковыми. Согласно инструкции к прибору, для установления необходимого уровня влажности 1 раз в день в специальный отсек наливалась вода, температуру установили на 38 °С, на 19-21 день – 37,6 °С, вентиляция в инкубаторе осуществляется автоматически, температура помещения была комнатная – 25-26 °С, отсутствовали сквозняки. Яйца были куплены у одного и того же человека, занимающегося разведением кур в личном хозяйстве. В инкубатор яйца заложили на 2-хдневном сроке.

В результате первой инкубации, при которой яйца поворачивали 3 раза в день с неодинаковым интервалом времени из 9 куриных яиц вывелись всего 2 цыплёнка, что составляет всего лишь 22,22%. Овоскопирование яиц (см. рис. 2) на сроке 8 дней показало, что в одном яйце развития эмбриона нет, яйцо было светлое, без тёмного участка. Разбив яйцо, мы также не увидели никаких признаков развития эмбриона мы не увидели: не было ни кровеносных сосудов в желтке, ни самого эмбриона. Это значит, что яйцо либо было неоплодотворенное, либо эмбрион прекратил свое развитие на ранних сроках, возможно даже до закладки в инкубатор.

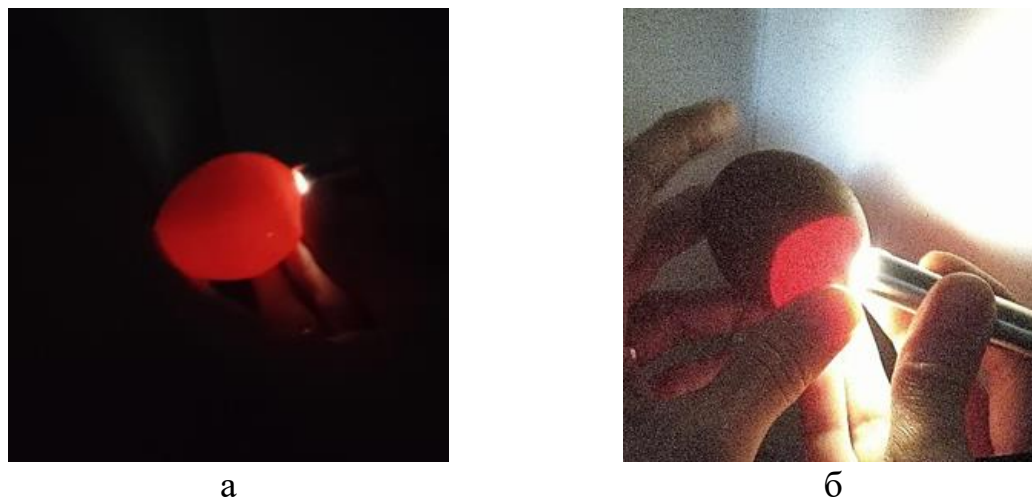


Рис. 2. – Овоскопирование яиц: а) с погибшим эмбрионом; б) с живым эмбрионом

В 4-х яйцах развитие эмбрионов началось, овоскоп показал тёмные участки в яйце, но они были меньше, чем в остальных яйцах. Разбив яйца, мы увидели кровеносные сосуды в желтке и красные пятна. Развитие эмбрионов соответствовало 2-3 дневному сроку. Это явление можно сравнить с замершей беременностью человека.

Лишь из двух яиц вылупились здоровые цыплята, они активно питались, двигались, нормально росли и развивались.

Для того, чтобы узнать, что стало причиной гибели эмбрионов, мы провели следующую инкубацию. На этот раз инкубацию проводили дома, что дало нам возможность 4 раза в день поворачивать яйца с одинаковым интервалом времени (6 часов). Овоскопирование яиц на сроке 8 дней от начала инкубации показало, что одно яйцо светлое без темного участка. Так же, как и в предыдущий раз, разбив яйцо, мы не обнаружили ни самого эмбриона, ни кровеносных сосудов. В одном яйце был тёмный участок, но он был гораздо меньше, чем в других яйцах и самостоятельно он не двигался. Вскрытие яйца показало, что развитие эмбриона началось, но прекратилось на сроке 5 дней. Были хорошо видны кровеносные сосуды в желтке и сам эмбрион, с различными частями тела. Срок мы установили, сравнив с рисунками, показывающими развитие эмбриона курицы по дням. В одном яйце был крупный цыплёнок, который начал слабо питаться на сроке 23 дня, когда остальные цыплята вылупились на 21 день и один на 22. Через пару часов звуки в яйце прекратились. В надежде, что возможно цыплёнок еще жив, мы решили осторожно очистить яйцо от скорлупы и помочь цыплёнку выбраться из яйца. Но цыплёнок уже не дышал. Было видно, что он отставал от роста и развития, при нем еще сохранился желточный мешок с большим количеством желтка. В норме на этом сроке желточного мешка уже не должно быть видно.

Из 6 цыплят, 5 вылупились естественным путём. В одном яйце цыплёнок активно пищал, но даже не пытался выбраться из яйца. Для этого, кончиком ножа осторожно сделали скол на уровне клюва цыпленка.

Подождали следующего утра в надежде, что он сам выберется. Но этого не произошло, и мы сами полностью очистили скорлупу и пленку. Эта процедура похожа на экстренное кесарево сечение у человека. Как оказалось, у некоторых птенцов просто не бывает инстинкта вылупления. Дальнейшее развитие цыпленка протекало нормально: цыпленок активно двигался. Питался и ничем не отставал от братьев и сестер.

Наблюдение за процессом вылупления – очень увлекательно. Наблюдали за процессом вылупления не только участники проекта, но и почти весь класс.

Таблица 1.

Результаты изучения влияния частоты поворота яиц на вылупляемость цыплят

Условия	3 поворота в сутки с неравномерным интервалом	4 поворота в сутки с равномерным интервалом
Результаты, %	22,22	66,66

Таким образом, в результате первой инкубации, при которой яйца поворачивали 3 раза в день с неодинаковым интервалом времени из 9 куриных яиц вывелись всего 2 цыплёнка, что составляет всего лишь 22,22%. В результате второй инкубации, при которой поворот яиц осуществлялся 4 раза в сутки с равномерным интервалом времени следующий: из 9 яиц вывелись 6 цыплят, что составляет 66,66%.

Проведенное нами исследование показало, что для нормального развития эмбрионов курицы наряду с определенной влажностью, температурой и вентиляцией необходимо осуществлять поворот яиц не реже 4 раз в день с одинаковым интервалом времени.

Если яйца долгое время не поворачивать, желток может вплотную приблизиться к скорлупе и зародыш погибнет, пристав к подскорлупным оболочкам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Э. Епимахова, В. М. Шпыгова, Д. А. Зинченко Приемы повышения результативности инкубации яиц // Аграрный вестник Северного Кавказа. – 2024. – №1 (53). – С. 23-26.
2. А. П. Моисеев, А. В. Волгин, Е. А. Четвериков Система управления приводом поворота яиц в бытовых инкубаторах // Вестник АГАУ. – 2022. – №6 (212). – С. 108-114.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЖНЫХ АНТИСЕПТИКОВ НА ОСНОВЕ ЭТАНОЛА И ИЗОПРОПАНОЛА

Э.И. Ханафиева

¹МБОУ «Полилингвальная гимназия «Адымнар-Нижекамск» НМР РТ

²НХТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

elza_khanafieva@mail.ru

Науч. рук. учитель биологии и химии М.Т. Гиляздинова¹;

канд. техн. наук, и.о. зав. каф. НХС Р.З. Агзамов²;

канд. техн. наук, доцент каф. ОХБТ Л.И. Агзамова²

Аннотация. Проведено научное исследование дезинфицирующих свойств спиртосодержащих составов для обработки кожных покровов рук. Практическая значимость работы определяется острой потребностью в надежной защите от патогенных микроорганизмов в ситуациях, когда обычное мытье рук недоступно. Задача исследования заключается в проведении сравнительного анализа действенности антисептических средств, содержащих этиловый и изопропиловый спирт. Предмет изучения - антисептические препараты для рук, объект анализа - антибактериальные характеристики указанных спиртов.

Ключевые слова: антисептики для рук, этиловый спирт, изопропиловый спирт, эффективность против бактерий.

Антисептики – это средства, которые уничтожают микроорганизмы и ингибируют их рост на живых тканях, не вызывая повреждений при нанесении на поверхности тела или обрабатываемые ткани [1]. Антисептические средства используют для лечения инфицированных ран, антимикробной обработки поверхности тела или его полостей.

Антисептики применяют как с профилактической, так и с терапевтической целью [2].

Спирты (этанол, изопропанол, бутандиол) убивают вегетативные формы бактерий, но не споры. Благодаря летучести широко используются для обработки кожи перед инъекциями или хирургическими процедурами, как правило, в 70 % концентрации [3].

К антисептикам профилактического назначения предъявляются определенные требования: препарат должен быстро обеззараживать кожу (не более 2,5 минут на один этап); не должен вызывать аллергических реакций, раздражения или сухости кожи; должен обладать бактерицидным, вирулицидным, туберкулоцидным и фунгицидным действиями, а также обеспечивать моментальное и пролонгированное действие [3].

Спирт этиловый 70% как антисептик для обработки рук хирурга, операционного и инъекционного поля является высокоактивным антисептиком и, по сравнению с другими антисептическими средствами, крайне редко вызывает побочные явления аллергического характера. В соответствующих концентрациях спирты вызывают быстрое и значительное снижение уровня микробной обсемененности кожи при аппликации спиртов на 15 секунд [4].

Спирт изопропиловый имеет такой же спектр антимикробного действия, как и этанол, его противомикробное действие начинает проявляться при более низких концентрациях. Однако пропанол и изопропанол обладают выраженным раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки [4].

Микробицидное действие спиртов обусловлено проникновением их в микробную клетку и оказанием на нее деструктивного действия, связанного с необратимой денатурацией белка. Этот процесс приводит к разрушению вторичной и третичной структур макромолекул, следствием чего являются необратимые изменения их строения, механических, физико-химических свойств и биологической активности. Максимальные антимикробные свойства спирты проявляют в концентрации не ниже 70 %. Применять спирты при концентрации выше 80 % нецелесообразно, т.к. они свертывают белок и не проникают в микробную клетку [2].

Авторами [5] подтверждена пригодность кожных антисептиков на основе этилового и изопропилового спиртов для обеззараживания рук и объектов, контаминированных разными геновариантами коронавируса SARS-CoV-2.

Кожные антисептики в большом количестве выпускаются в формах спрея, гели пенки.

Экспериментальные исследования проводились в школьном кабинете биологии. В работе использовались 2 вида антисептиков: антисептик фирмы «Sanitelle» на основе этилового спирта и антисептик фирмы «La FRESH» на основе изопропилового спирта. Опыты заложили в трех одинаковых чашках Петри с плотной питательной средой на основе агар-агара.

В 500 мл воды растворили на слабом огне 7 г агар-агара до закипания, добавив мясной бульон. Горячий агар отфильтровали через ватно-марлевый фильтр. Разлили агар в предварительно стерилизованные чашки Петри. Закрыли крышки и оставили остывать. После остывания агар приобрел плотную консистенцию. Так мы получили агаровые пластинки.

Во все три чашки заселили бактерии одновременно одним и тем же способом. Грязными руками потрогали агаровые пластинки каждой чашки для заселения бактерий.

Содержимое первой чашки обработали 3 каплями изопропилового антисептика, второй – 3 каплями этанолового, содержимой третьей чашки ничем не обработали, оставили для контроля (см. рис. 1). Все три чашки оставили в теплом темном месте. Через неделю эксперимента оценивали результат.

Для изучения влияния объема антисептиков на их эффективность против бактерий в работе подготовили 4 чашки Петри с агаровой питательной средой. Описанным выше способом на поверхность агаровых пластинок заселили бактерии.

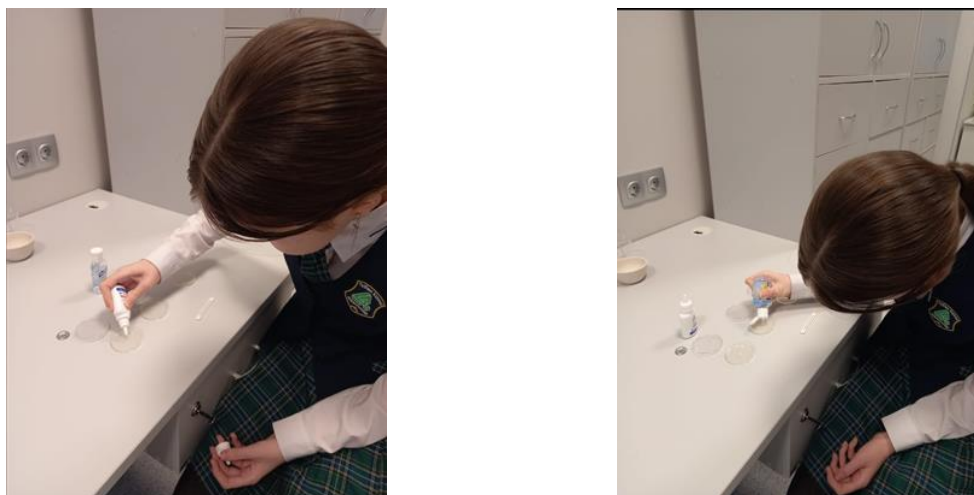


Рис. 1. – Внесение антисептиков

Затем в первую чашку Петри внесли 3 капли изопропилового антисептика, во вторую – 6 капель изопропилового антисептика, в третью чашку – 3 капли этилового антисептика, в четвёртую – 6 капель этилового антисептика. Результат эксперимента оценивали через неделю.

Через неделю после заложения опыта были получены следующие результаты (см. рис. 2).

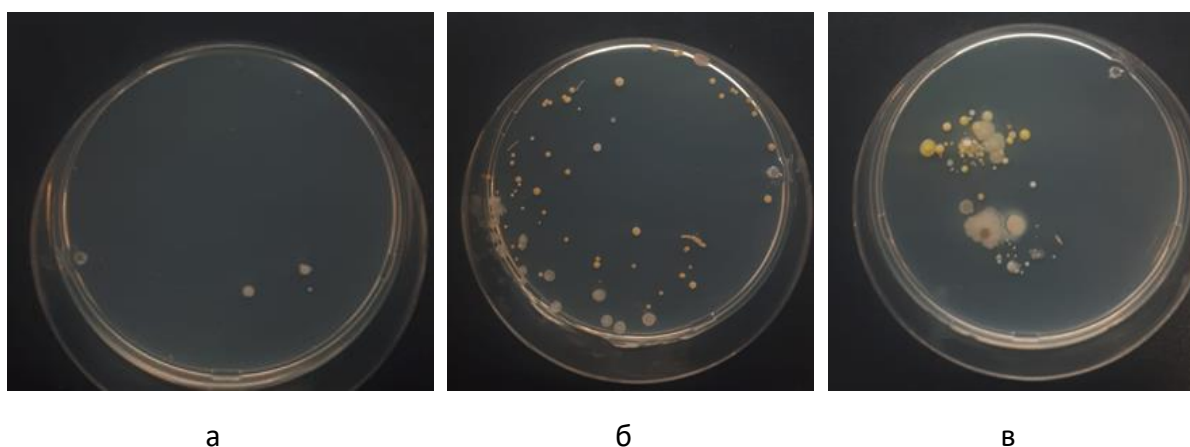


Рис. 2. – Бактериальные колонии в чашках Петри:

а) после внесения антисептика на основе этилового спирта; б) после внесения на основе изопропилового спирта; в) контрольный образец без внесения антисептиков

В первой чашке с изопропиловым спиртом, появились колонии двух видов: множество колоний в виде белых и желтых пятен;

Во второй чашке с этиловым спиртом, мы увидели только один вид колоний – всего 3 белых круглых пятна.

В третьей чашке, в которой нет антисептика, было 5 видов колоний: желтые круглые пятна, оранжевые круглые пятна, белые круглые пятна, круглые пятна персикового цвета и большое белое пятно неправильной формы.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что антисептик на основе этилового спирта является более эффективным дезинфицирующим средством. Однако внесение антисептиков в объеме 3 капли не обеспечивает полную эффективность антисептиков.

Это явилось причиной изучения влияния объема добавляемых в среду антисептиков на их эффективность против бактерий. Результаты такого опыта представлены в таблице.

Таблица 1

Результаты изучения влияния объема антисептиков на их эффективность против бактерий

Объем антисептика	Антисептик на основе этанола	Антисептик на основе изопропанола
3 капли	множество белых и желтых пятен	4 белых круглых пятна
6 капли	желтых и белых пятен было намного меньше	колонии не обнаружены

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что при одинаковом объеме антисептиков, внесенных в среду, которые предварительно были заражены бактериальными культурами, антисептик на основе этилового спирта проявляет наибольшую эффективность. При этом следует отметить, что максимальная эффективность достигается при внесении в среду, зараженную бактериями, 6 капель антисептика на основе этилового спирта.

Полученные результаты имеют научное объяснение. Дезинфицирующие средства для рук на спиртовой основе, чаще всего используемые для уничтожения бактерий, представляют собой растворы спирта, а именно этилового или изопропилового, которые способны вступать в химические реакции с белками мембран бактериальных клеток и разрушать их. Вегетативные формы бактериальных клеток, подвергшиеся воздействию этого фактора, не могут выживать в присутствии спирта более нескольких минут.

Исходя из полученных результатов, были сформулированы следующие выводы:

- 1) антисептики эффективны против бактерий, но не так эффективны против спорообразующих видов;
- 2) антисептики на основе этилового спирта проявляют большую эффективность по сравнению с антисептиками на основе изопропилового спирта;
- 3) эффективность антисептиков зависит от взятого объема: чем больше объем, тем эффективнее.

4) внесение 6 капель антисептика на основе этилового спирта в среду, зараженную бактериями, приводит к 100 % удалению микробных клеток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Машковский, М. Д. Лекарственные средства / М. Д. Машковский. – М.: РИА «Новая Волна». – 2007. – 1206 с.
2. Н. И. Миклис Антимикробная эффективность антисептического средства профилактического назначения «Витасепт-СКИ» // Вестник ВГМУ. – 2010. – №-1. – С. 127-136.
3. З. Б. Абдулгалимова Кожные антисептики в многопрофильном стационаре // Новая аптека. Аптечный ассортимент. – 2008. – № 6. – С. 60-65.
4. Красильников, А. П. Справочник по антисептике / А. П. Красильников. – Минск: Выш. шк., 1995. – 267 с.
5. В. В. Золин, О. П. Оськина, В. В. Солодкий, А. С. Овчинникова, А. П. Агафонов, Р. А. Максютков Жизнеспособность штаммов коронавируса SARS-COV-2 на различных типах тест-поверхностей, в питьевой воде, а также их устойчивость к дезинфицирующим средствам // Проблемы особо опасных инфекций. – 2022. – №2. – С. 86-93.

ВАЖНОСТЬ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕОРЕМЫ ПИФАГОРА В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ

А.М. Яковлев¹, И.М. Яковлев², Р.Р. Залялов³

^{1,2}МБОУ «Лицей № 35», г. Нижнекамск, Россия

^{3,4}НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск, Россия

^{1,2}yakovlevsm1712@gmail.com, ³retter2347@ gmail.com

Науч. рук. доктор пед.наук, доцент Е.В. Яковлева⁴

Аннотация. В данной статье на основе теоретического обзора учебников и учебно-методической литературы по математике рассматриваются практические приложения теоремы Пифагора в повседневной жизни. Представлены результаты проведенного опроса учащихся 8 класса по выявлению осведомленности обучающихся о практическом значении данной теоремы. Обозначены характерные сферы деятельности человека, такие как архитектура и строительство, в которых раскрывается многообразие приемов решения практических задач, основанных на соотношении сторон прямоугольного треугольника.

Ключевые слова: теорема Пифагора, прямоугольный треугольник, практические навыки, опрос учащихся.

Теорема Пифагора, названная в честь древнегреческого математика Пифагора, является одним из самых известных и фундаментальных принципов в математике. Нет практически ни одной сферы деятельности человека, в которой бы не использовалось уравнение вида:

$$a^2 + b^2 = c^2, \quad (1)$$

где a и b – длины катетов прямоугольного треугольника, а c – длина гипотенузы. Эта теорема не только широко применяется для реализации учебных функций в образовательном процессе при изучении геометрии, но и имеет огромное количество практических приложений в различных дисциплинах. Целью данной статьи является краткий обзор успешного внедрения древнейшей теоремы в нашу повседневную жизнь и ее влияние на решение ряда технологических задач. Такие навыки косвенно перекликаются с базовыми школьными знаниями по математике, по которым у учащихся должны быть сформированы знания и умения.

В качестве метода исследования мы использовали опрос 56 учащихся восьмого класса, в котором предлагалось ответить на следующие вопросы: 1) сформулируйте и запишите теорему Пифагора; 2) где и как можно применить теорему Пифагора?

Ответы на первый вопрос оказались наиболее успешными и не вызвали затруднений у 53 учащихся (95%), что свидетельствует о хороших теоретических знаниях данной теоремы. На рисунке 1 наглядно представлен результат полученных ответов.



Рис. 1. Степень владения теоретическими сведениями о теореме Пифагора

В ходе опроса нам удалось выявить, что многие ученики знают теорему Пифагора, однако не каждый имеет сведения о том, как ее применять в обычной жизни. В целом, ответы на второй вопрос оказались значительно ниже ожидаемых: всего 7 человек (12,5%) предложили верные практические

решения по применению теоремы Пифагора и обосновали их, а остальные 49 человек (87,5%) испытали значительные трудности или не справились с заданием. Обобщенные результаты ответов на второй вопрос представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Степень владения практическими сведениями о теореме Пифагора

По нашему мнению, полученные результаты опроса учащихся и сравнительный анализ учебного материала из школьных учебников говорят о том, что в них (Л.С. Атанасян [1], А.В. Погорелов [2]) не уделяется достаточного внимания практическому использованию теоретических знаний по данной теме в повседневной жизни.

Для повышения эффективности изучения данной темы мы отобрали ряд практических ситуаций и задач, которые, играют решающую роль в строительстве и архитектуре, обеспечивая точность и устойчивость структур.

Пример 1. Определение прямых углов.

Строители используют теорему Пифагора, чтобы гарантировать, что углы зданий и фундаментов идеально прямые (90°). Для этого достаточно измерить три точки, чтобы сформировать треугольник со сторонами 3, 4 и 5 метров (или кратных этим числам). Если выполняется условие $3^2 + 4^2 = 5^2$, угол является прямым.

Пример 2. Расчет диагоналей. При строительстве крыш, лестниц и других наклонных конструкций необходимо точно рассчитать длину диагоналей. Теорема Пифагора позволяет это сделать, зная высоту конструкции и длину ее основания.

Пример 3. Разметка территорий. При планировке земельных участков и создании ландшафтного дизайна данная теорема может использоваться для определения точных расстояний и углов, что обеспечит соответствие планов реальной действительности.

Помимо описанных выше примеров практического использования теоремы Пифагора в строительстве и архитектуре ее можно адаптировать для нахождения глубины озера. В учебно-методической литературе по математике нас заинтересовало описание следующей задачи из Древней Индии в стихах:

Над озером тихим
С полфута размером
Высился лотоса цвет.
Он рос одиноко,
И ветер порывом
Отнес его в сторону.
Нет более цветка над водой.
Нашел же рыбак его
Ранней весною
В двух футах от места, где рос.
Итак, предложу я вопрос:
«Как озера вода здесь глубока?» [3]

Для наглядного изображения условия задачи, расстояние от поверхности воды до дна мы обозначили как CD. Тогда подробное решение задачи можно представить на рисунке 3.

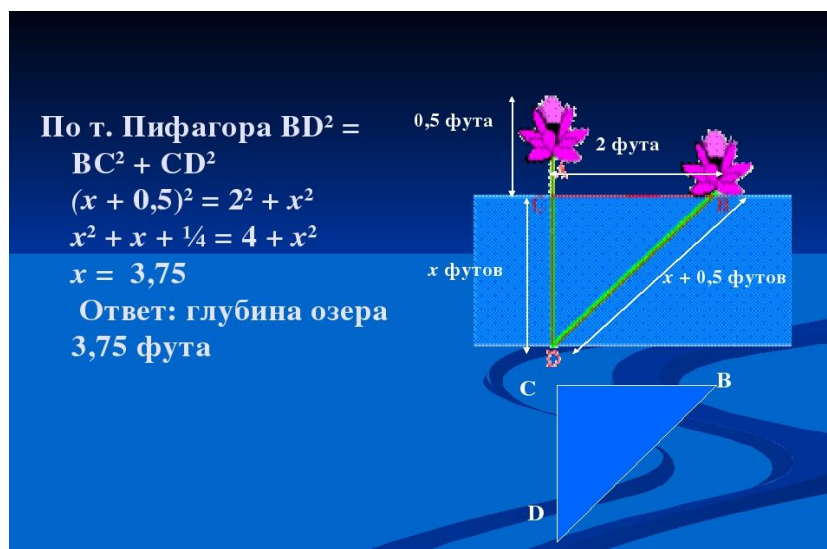


Рис. 3. Применение теоремы Пифагора для нахождения глубины озера

Стоит отметить, что аналогичные задания могут использоваться как во время уроков, так и при проведении внеурочных мероприятий. Овладение практическими приложениями теоремы Пифагора позволяет творчески применять усвоенные теоретические знания, анализировать конкретные условия задачи, генерировать идеи и прогнозировать получаемый результат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Математика. Геометрия: 7-9 классы: базовый уровень: учебник / Л.С. Атанасян, В.Ф. Бутузов, СБ. Кадомцев [и др.]. 14-е изд., перераб. Москва: «Просвещение», 2023. С.152-155.
2. Погорелов А.В. Геометрия: Учеб. для 7 – 11 кл. общеобразоват. учреждений. 5-е изд, перераб. Москва: «Просвещение», 2000. С.103-114.
3. Решите задачу [Электронный ресурс] Режим доступа: https://docs.google.com/presentation/d/1w-VfT5_B1tIl-c9U1F5XEM-NL4IsvbzGun0fdFZ-zUA/htmlpresent (дата обращения: 11.03. 2025).

ДИНАМО-МАШИНА

А.А. Хамзин

МБОУ «Гимназия №2» имени Баки Урманче НМР РТ, г. Нижнекамск

Aibulat08hamzin@gmail.com

Науч. рук. А.С. Нугманова

***Аннотация.** Исследовательская работа по изучению принципа работы динамо-машины, которая представляет собой устройство, преобразующее тепловую, механическую или химическую энергию в электрическую. Ток вырабатывается за счёт использования явления электромагнитной индукции.*

***Ключевые слова:** динамо-машина, электромагнитная индукция, переменный ток, электричество, напряжение.*

Цель: изучить что такое динамо-машина и принцип работы.

Задачи: создать действующую модель динамо-машины.



Фото 1. Модель динамо-машины.

Данная модель динамо-машины собрана из подручных средств и может служить образовательным инструментом для студентов и

школьников, позволяя на практике изучать основы физики, электромагнетизма и инженерии. Это способствует развитию научного мышления и практических навыков у молодежи.

Источники

1. Перышкин А.В., Гутник Е.М. Физика 9 класс, учебник для общеобразовательных школ -М., Дрофа, 2009 г., стр. 140-170
2. Перышкин А.В. Физика 8 класс, учебник для общеобразовательных школ -М., Дрофа, 2014 г., стр 75-147
3. https://rusneb.ru/catalog/000207_000017_RU_RGDB_BIBL_0000352353/

ЗАНЯТИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ С СОБАКАМИ: ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ И АКТИВНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

А.О. Чернышева¹, Р.А. Нуриева²

¹НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

²МБОУ «Гимназия № 22», г. Нижнекамск

nurieva-nk@yandex.ru

Науч. рук.: к.п.н., доцент Макусов О.Н., к.п.н., доцент Нуриева Э. Н.

Аннотация. В статье рассматривается взаимосвязь между физической активностью с собаками и улучшением состояния здоровья их владельцев, в том числе и психологическим здоровьем человека. Как следствие обосновывается, что собаки имеют существенное и недооцененное ныне профилактическое и социально - терапевтическое значение для человеческого здоровья.

Ключевые слова: физическая активность, состояние здоровья человека, кинологический спорт.

С учетом растущего числа владельцев собак и потребности в повышении уровня физической активности, исследование темы занятий физической культурой с собаками имеет большую актуальность для формирования здорового образа жизни и профилактики заболеваний. Целью исследования является выявление взаимосвязи между физической активностью с собаками и улучшением состояния здоровья их владельцев.

В последние время наблюдается значительный рост интереса к вопросам здоровья и физической активности, что связано с изменениями в образе жизни современного человека. В этом контексте занятия физической культурой с собаками представляют собой уникальную и эффективную форму активного досуга, которая не только способствует улучшению

физического состояния владельцев, но и укрепляет эмоциональную связь между человеком и его питомцем.

Кинологический спорт – это совокупность дисциплин с участием собак. В России данный вид спорта зародился ещё в начале XX века в Санкт-Петербурге, где в настоящее время на основе питомника сыскных собак создали школу дрессировщиков. На сегодняшний день за развитие кинологического спорта отвечает Российская кинологическая федерация. В данной статье представлены самые популярные виды кинологического спорта, которые подходят для большинства пород собак.

Одной из самых распространенных дисциплин является аджилити. Данный вид спорта включает в себя преодоление трассы с контактными и бесконтактными препятствиями. Хозяин или хэндлер отдает команды питомцу, которые помогают ему пройти дистанции как можно быстрее. Здесь важны ловкость и взаимопонимание между человеком и собакой. На соревнования допускаются как породистые, так и беспородистые собаки, однако, таксам и другим собакам с удлинённым скелетом данное занятие физической культуры нежелательно.

Дог-фрисби – это ещё одна доступная активность. Особенно она понравится собакам, которые любят апортировку. Она не требует больших денежных затрат, поддерживает физическую активность обоих спортсменов и позволяет питомцу насладиться любимым занятием. Дисциплина схожа с метанием диска в легкой атлетике. Собака должна поймать летящий пластиковый диск и вернуть его хозяину. Эта игра подарит большое количество радостных эмоций владельцу и его четвероногому другу.

Бег – это очень популярный вид спорт среди собаководов. Данный вид физической активности представляет собой бег по пересечённой местности в паре с собакой. Поводок животного крепится к человеку посредством специального приспособления, позволяющего собаке задавать темп бега и направлять движение хозяина. Эта дисциплина получила название «каникросс». Во время беговой тренировки задействуется широкий спектр мышечных групп, а также это позитивно влияет на эмоциональное состояние.

Специалисты в области собаководства смогли адаптировать езду на лыжах и велосипеде как совместную активность. Их называли соответственно скиждоринг и байкджоринг. Данные тренировки аналогичны каникроссу, только с использованием спортивного инвентаря.

Фристайл в кинологии представляет собой танцевальную композицию с собакой, включающую в себя акробатические элементы и упражнения на послушание. В процессе подготовки к соревнованиям тренер

разрабатывает номер под определенную музыкальную композицию, оттачивая движения собаки и ее скорость реакции. Кинологический фристайл является командным видом спорта, поэтому регулярные тренировки способствуют укреплению взаимопонимания между собакой и её владельцем.

Нами проведено небольшое исследование по выявлению взаимосвязи между физической активностью с собаками и улучшением состояния здоровья их владельцев. Во время прохождения исследования участники демонстрировали разное поведение, но большинство респондентов отнеслись к процедуре исследования с интересом и выразили желание узнать результаты исследования.

Проведенное анкетирование выявило следующие результаты: почти 70% отметили наличие у них домашних животных; 76 % участников считает, что домашние животные улучшают здоровье человека; 37 % отметили повышение подвижности, активности; 27 % указали на улучшение общего самочувствия; у 18% респондентов улучшилось настроение; еще 15 % стали проводить больше времени на свежем воздухе, совершать длительные прогулки. Выделив из участников исследования тех, у кого имеется собака, мы предложили сравнить им количество шагов, проходимых в месяц до и после ее появления. Так вот, количество шагов увеличилось в среднем на 32%.

Таким образом, занятия физической культурой с собаками вносят значительный вклад в здоровье и активность их владельцев. Прогулки и активные игры с питомцем обеспечивают регулярные физические нагрузки, что способствует поддержанию физической формы, улучшает настроение и душевное равновесие. Во время таких активностей укрепляется эмоциональная связь между собакой и человеком, которая несёт терапевтический эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сапаров Б.М., Медведеских М.С. Скиджоринг, как способ развития физической выносливости человека и собаки // Научные и образовательные основы в физической культуре и спорте. 2023. №1. С. 16-20.
2. <https://www.purina.ru/articles/dogs/behaviour/sport-s-sobakoj>
3. <https://sportrbc.ru/news/63691dcf9a7947f373e2dca0>
4. Головкин Д.В. Спорт и собаки // Вестник научного общества студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. №2. С. 52-61.
5. Бернштейн. Р. Л. Фридман Е., Маласпина А. Животные как средство терапии резидента, повышения социального взаимодействия и

инициирования в учреждениях длительного ухода // Антропоос. Междисциплинарный журнал взаимодействия людей и животных. 2000. № 13. Р. 213-223.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ

С.М.Сибгатуллин, И.В.Матюшкин, Б.К. Набиуллин

ГАПОУ «КНН им.Н.В.Лемаева», г.Нижнекамск

sibgatullin22@inbox.ru; matuskinila39@gmail.com; gaozmen123321@gmail.com

Науч. рук. преподаватель Г.А. Обуховская

***Аннотация.** В работе представлено комплексное исследование современных беспилотных систем, перспектив их внедрения в различные сферы деятельности. Проведен анализ передовых технологий, используемых в БПС; рассмотрено применение в ключевых отраслях экономики и безопасности; дана оценка преимуществ, ограничений и перспектив развития.*

***Ключевые слова:** беспилотные системы (БПС), беспилотный летательный аппарат (БПЛА).*

Беспилотные системы (БПС) – это автономные или дистанционно управляемые аппараты, способные выполнять задачи без непосредственного участия человека. Они включают в себя наземные, авиационные, водные, подводные и даже космические платформы. Их применение охватывает множество отраслей: от сельского хозяйства до военной сферы, от логистики до экологического мониторинга.

С развитием искусственного интеллекта, компьютерного зрения и телекоммуникационных технологий беспилотные системы становятся более автономными, точными и доступными.

Цель проекта заключается в комплексном исследовании современных беспилотных систем, их технологий и перспектив внедрения в различные сферы деятельности.

Были поставлены задачи: 1. Провести классификацию беспилотных систем по типам и функционалу. 2. Анализировать передовые технологии, используемые в БПС. 3. Исследовать применение в ключевых отраслях экономики и безопасности. 4. Дать оценку преимуществ, ограничений и перспектив развития.

Беспилотные системы можно классифицировать по типам, по конструкции, по назначению.

- Дистанционный тип. Управление полётом осуществляется специалистом (оператором) с пульта. Связь между пилотом и дроном обеспечивается передачей данных через радиоканал или 5G-канал.
- Автономный тип. БПЛА с автономной системой управления запрограммированы на выполнение определённой задачи. Работают автоматически за счёт встроенного микропроцессора.
- Гибридный тип. В такой системе управления совмещены оператор с пультом и функция автономности. Обычно гибридная система управления имеется у беспилотников с большой дальностью действия.

По типу конструкции различают:

- БПЛА самолётного типа (с неподвижным крылом). Оснащены несущими крыльями, которые обеспечивают подъёмную силу и полёт.
- БПЛА вертолётного типа (коптерного). [1] Подъёмная сила и тяга для поступательного движения создаётся с помощью двух несущих винтов или пары несущего и рулевого.
- Смешанного типа (гибриды). [1] Сочетают преимущества БПЛА самолётного и мультироторного типа, что даёт гибкость при выполнении различных задач.
- Аэростатического типа (аэростаты). [2] Подъёмная сила создаётся за счёт силы Архимеда, действующей на баллон, заполненный лёгким газом (как правило, гелием).

По назначению различают:

- Научные. В научной сфере БПЛА используются для получения новых знаний, например, испытания новой техники или наблюдения за природными явлениями.
- Военные. По функциональному назначению делятся на наблюдательные, разведывательные, ударные и другие.
- Гражданские. Укрупнённые группы по критерию выполняемых функций: мониторинг, презентации, реклама, развлечения, творчество, доставка грузов, ретрансляция сигналов и управление поведением живых объектов.

Беспилотные летательные системы (БПС), или дроны, активно используют передовые технологии, которые значительно расширяют их функциональные возможности и области применения. Вот некоторые из ключевых технологий, применяемых в БПС:

1. Системы навигации и позиционирования: GPS и GNSS: Использование глобальных навигационных спутниковых систем для точного определения местоположения.

2. Сенсорные технологии.

- Камеры и видеосистемы: Высококачественные камеры для съемки в различных диапазонах (RGB, инфракрасные, мультиспектральные).
- Лидары и радары: Для создания трехмерных карт местности и обнаружения препятствий.
- Ультразвуковые датчики: Для измерения расстояний и предотвращения столкновений.

3. Связь и управление:

- Беспроводные технологии: Использование LTE, 5G и других технологий для передачи данных в реальном времени.
- Автономные системы управления: Позволяют дронам выполнять миссии без постоянного контроля оператора.

4. Модели и симуляции:

- Симуляторы полета: Позволяют тестировать поведение БПС в различных условиях без риска повреждения оборудования.
- Моделирование миссий: Помогает планировать маршруты и оптимизировать задачи.

5. Безопасность и защита данных:

- Шифрование данных: Защита информации, передаваемой между дроном и оператором.
- Системы предотвращения кибератак: Обеспечение безопасности управления БПС.

Эти технологии делают БПС более эффективными, надежными и универсальными, что открывает новые возможности для их применения в различных отраслях, включая сельское хозяйство, строительство, охрану, доставку и многие другие.

Исследование применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в ключевых отраслях экономики и безопасности показывает, что эти технологии значительно изменяют подходы к выполнению различных задач. Вот основные области применения БПЛА и их влияние на соответствующие сектора:

В сельском хозяйстве: БПЛА используются для сбора данных о состоянии растений, оценки влажности почвы и выявления проблем с вредителями. Могут точно распылять удобрения и химикаты, что снижает затраты и минимизирует воздействие на окружающую среду. С помощью мультиспектральных камер БПЛА могут оценивать здоровье растений и прогнозировать урожай.

В строительстве применяют для: быстрого и безопасного проведения инспекции строительных объектов, мостов и дорог. При создании 3D-моделей дроны используют фотограмметрию для создания точных карт и

моделей местности, что помогает в планировании и проектировании. При мониторинге прогресса строительства регулярные полеты дронов позволяют отслеживать выполнение работ и своевременно выявлять отклонения от графика.

В логистике: для доставки товаров некоторые компании тестируют использование дронов для быстрой доставки товаров и медицинских препаратов в удаленные районы); оптимизации цепочек поставок (БПЛА могут использоваться для мониторинга складов и управления запасами).

В энергетике: дроны используются для проверки линий электропередач, ветряных турбин и солнечных панелей, что снижает риски для работников. Сбор данных о состоянии оборудования позволяет заранее выявлять потенциальные проблемы

Для охраны окружающей среды при мониторинге экосистем БПЛА помогают в изучении дикой природы, мониторинге загрязнения и оценке состояния экосистем. При управлении природными ресурсами использование дронов позволяет дать оценку состояния лесов, водоемов и других природных ресурсов.

Для обеспечения безопасности и в помощь правоохранительным органам при наблюдении и патрулировании; дроны используются для мониторинга общественных мероприятий, контроля за правопорядком и патрулирования территорий. БПЛА помогают в поисковых операциях, позволяя быстро охватить большие территории. Могут использоваться для контроля за соблюдением правил и норм, например, в сфере охоты или рыболовства

В сфере гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций после стихийных бедствий дроны могут быстро оценить масштабы разрушений и помочь в организации спасательных работ. Их активно используют для наблюдения за пожарами, наводнениями или другими чрезвычайными ситуациями.

Оценим преимущества, ограничения и перспективы развития.

К преимуществам использования БПЛА отнесем эффективность и скорость. БПЛА могут быстро охватывать большие площади, что позволяет оперативно собирать данные и выполнять задачи, которые традиционно занимали бы много времени. Снижение затрат так же является неоспоримым преимуществом использования дронов, так как можно существенно снизить затраты на рабочую силу, транспорт и ресурсы. Например, в сельском хозяйстве дроны могут заменить ручной труд при мониторинге полей. Важна безопасность так как при их использовании

уменьшаются риски для работников, особенно в опасных условиях (например, при инспекции высотных объектов или в зонах бедствий).

БПЛА оснащены высококачественными камерами и сенсорами, что позволяет собирать точные данные для анализа и мониторинга. Использование дронов для мониторинга экосистем и ресурсов помогает в принятии более обоснованных решений, направленных на охрану окружающей среды.

Но имеются и ограничения использования БПЛА.

В большинстве стран существуют строгие правила и законы, регулирующие использование дронов, включая ограничения по высоте полета, зонам и требованиям к лицензированию. Имеются и технические ограничения, например, ограниченная продолжительность полета, грузоподъемность и чувствительность к погодным условиям. Использование дронов для наблюдения может вызывать опасения по поводу нарушения личной жизни и конфиденциальности граждан. Для эффективного использования дронов требуется обучение операторов, что может потребовать дополнительных затрат и времени. БПЛА могут стать мишенью для хакеров, что создает риски утечки данных или несанкционированного доступа к системам.

Перспективы развития БПЛА.

Ожидается дальнейшее развитие технологий автономного управления, улучшение сенсоров и камер, а также интеграция с искусственным интеллектом для более эффективного анализа данных. БПЛА будут находить новые области применения в таких секторах, как здравоохранение, строительство и охрана окружающей среды. С увеличением популярности дронов ожидается развитие более гибких и обоснованных регуляторных рамок, что упростит их использование в коммерческих целях.

БПЛА будут все чаще интегрироваться с другими технологиями, такими как IoT (интернет вещей) и блокчейн, что повысит их функциональность и безопасность.

Появление новых инфраструктурных решений для поддержки работы дронов будет способствовать их более широкому использованию.

Беспилотные летательные аппараты представляют собой мощный инструмент с множеством преимуществ, однако их использование также связано с определенными ограничениями. Перспективы развития технологий БПЛА открывают новые возможности для их применения в различных отраслях, что может привести к значительным изменениям в бизнес-процессах и подходах к выполнению задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://apni.ru/article/10373-innovacionnye-tehnologii-primenyaemye-v-razrabotke-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov>
2. <https://vc.ru/future/817652-kak-bespilotnye-tehnologii-izmenyat-nashu-zhizn-uzhe-v-blizhaishem-budushem>
3. <https://aeromotus.ru/tendenczii-razvitiya-bespilotnyh-tehnologij-v-rossii/>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ

Д.А. Зайлямова

МБОУ «Лицей №35», г. Нижнекамск

hin8282@mail.ru

науч. рук. учитель высшей кв. категории И.Н. Хомякова

***Аннотация.** В работе рассмотрены образцы спортивного питания разных производителей. Проведен анализ содержания в них белка, сахаров, витаминов, добавок. Выявлены положительные эффекты от их использования и возможные негативные последствия.*

***Ключевые слова:** спортивное питание, активный образ жизни, протеин, витамины.*

Проблема: несмотря на популярность спортивного питания, многие люди используют его неправильно, что может привести к нежелательным последствиям для здоровья. Мы проверим качество некоторых образцов спортивного питания, разработаем рекомендации по его использованию.

Актуальность: в последние годы наблюдается значительное увеличение числа людей, занимающихся спортом и ведущих активный образ жизни. Это связано с повышением осведомленности о пользе физической активности для здоровья и стремлением к улучшению внешнего вида. Соответственно, растет интерес к средствам, способствующим достижению спортивных целей, таких как спортивное питание.

В свою очередь индустрия спортивного питания стремительно развивается, предлагая все больше разнообразных продуктов. Однако не всегда ясно, какие из них действительно эффективны и безопасны для здоровья.

Спортивное питание появилось относительно недавно – в середине XX века, когда начали активно развиваться наука о спорте и фитнес-индустрия. Изначально спортсмены использовали натуральные продукты, такие как яйца, мясо, молоко, орехи и мед, для увеличения энергии и восстановления сил после тренировок. Однако с развитием биохимии и фармакологии стали появляться специализированные добавки,

разработанные специально для удовлетворения потребностей спортсменов. Одним из первых популярных продуктов спортивного питания стал протеиновый порошок, созданный в 1950-х годах компанией Eugen Sandow Health & Strength League. Этот продукт был предназначен для бодибилдеров и представлял собой смесь белков, извлеченных из молока и яиц. Позже появились другие виды спортивного питания, включая аминокислоты, креатин, витамины и минералы. Сегодня индустрия спортивного питания продолжает расти, предлагая широкий ассортимент продуктов, направленных на улучшение спортивных показателей, восстановление и поддержание здоровья атлетов [1].

Основные компоненты спортивного питания и их функции

1. *Протеин (белок).* *Функции:* основной строительный материал для мышц. Белки состоят из аминокислот, которые необходимы для роста и восстановления тканей. *Источники:* Сывороточный протеин, казеин, яичный белок, растительный белок (соя, горох).
2. *Аминокислоты.* *Функции:* аминокислоты являются строительными блоками белков. Некоторые из них, такие как ВСАА (лейцин, изолейцин, валин), играют ключевую роль в восстановлении мышц и предотвращении катаболизма. *Источники:* отдельные аминокислоты или комплексные смеси.
3. *Креатин.* *Функции:* повышает уровень АТФ (аденозинтрифосфат) в мышцах, что способствует увеличению силы и выносливости. *Источник:* моногидрат креатина.
4. *Витамины и минералы.* *Функции:* Поддерживают общий метаболизм, иммунную систему и энергетический баланс. Например, витамин D важен для усвоения кальция, а магний участвует в работе нервной системы. *Источники:* мультивитаминные комплексы, отдельные витамины и минералы.
5. *Углеводы.* *Функции:* главный источник энергии для организма. Простые и сложные углеводы обеспечивают топливо для тренировок и способствуют восстановлению гликогена в мышцах. - *Источники:* декстроза, мальтодекстрин, углеводные гели и напитки.
6. *Жиры.* *Функции:* жиры важны для поддержания гормонального баланса и обеспечения длительного источника энергии. Омега-3 жирные кислоты помогают уменьшить воспаление и улучшить общее состояние здоровья. *Источники:* рыбий жир, льняное масло, ореховые масла.
7. *Предтренировочные комплексы.* *Функции:* содержат стимуляторы (кофеин, таурин) и вещества, улучшающие кровообращение (аргинин). Эти добавки повышают энергию, концентрацию и выносливость перед тренировкой. - *Источники:* разнообразные предтренировочные формулы [3].

Среди подростков набирает популярность занятие спортом и употребление спортивного питания в целях улучшения результата от тренировок. Я решила провести анкетирование, состоящее из 4 вопросов,

чтобы узнать о том, присутствует ли спорт и спортивное питание в жизни моего окружения.

1. *Занимаетесь ли вы спортом?*
2. *Добавляете ли в свой рацион спортивные добавки?*
3. *Что именно вы употребляете?*
4. *Какой марки?*

Результаты опроса помогли выбрать мне образцы на проверку содержания протеина в них: образец «1» - Первый русский протеин «PROTEIN»; образец «2» - «Bombbar PRO»; образец «3» - «GENETICLAB NUTRITION»

Мы провели ряд химических опытов, направленных на определение содержания белка в продукте:

Методика анализа:

1. Ксантопротеиновая реакция: в пробирку налить 2-3 мл раствора протеина и добавить 0,5 мл концентрированной азотной кислоты. Нагреть содержимое пробирки (наблюдается выпадение желтого осадка). После охлаждения добавить раствор щёлочи (желтый осадок приобретает оранжевый цвет).
2. Биуретовая реакция: в пробирку добавить 5 капель раствора белка, к содержимому влить 10 капель раствора щёлочи и 1-2 капли раствора сульфата меди). Появляется красно-фиолетовое окрашивание.
3. Цистеиновая реакция: в пробирку налить 5 капель раствора протеина, добавить 5 капель раствора NaOH и капли раствора ацетата свинца. Нагреть пробирку с белком, в результате чего образуется черный осадок сульфида свинца.

Тест на наличие крахмала.

Методика анализа: к образцу смеси добавить несколько капель йода (если крахмал есть, появится сине-фиолетовая окраска).

Тест на наличие сахаров.

Использование качественных реакций на углеводы для выявления наличия сахаров в добавках.

Методика анализа: в пробирку налить 1 мл образца, к нему же добавить реактив Фелинга. Данную смесь нагреть на спиртовке (образование красного осадка свидетельствует о наличии глюкозы в образце).

Определение pH раствора спортивного питания для оценки кислотности его среды.

Методика анализа: с помощью pH-датчика микролаборатории «Архимед» определили значение pH исследуемых растворов.

Реакции на витамины.

Качественные реакции на различные витамины, чтобы подтвердить их присутствие в составе.

Витамин B2: модельный опыт: в пробирку вносят 10 капель 0,005% раствора витамина B2, добавляют 5 капель концентрированной соляной

кислоты и небольшой кусочек металлического цинка. В результате взаимодействия цинка с кислотой происходит интенсивное выделение водорода. Жидкость в пробирке постепенно розовеет, а затем обесцвечивается.

Витамин В5: при нагревании с раствором ацетата меди образует плохо растворимый осадок медной соли.

Витамин В6: при взаимодействии с раствором хлорида железа (III) образует комплексную соль типа фенолята железа красного цвета.

Витамин С: реакция с феррицианидом калия ($K_3[Fe(CN)_6]$) основана на способности витамина С легко вступать в окислительно-восстановительные реакции. Модельный опыт: 5 каплям раствора витамина С прибавляют по несколько капель 10% раствора NaOH и 10% раствора $K_3[Fe(CN)_6]$. Перемешивают, затем добавляют 3 капли 10% раствора HCl (для подкисления) и 2 капли 10% раствора $FeCl_3$. Появляется сине-зелёное окрашивание, и постепенно образуется синий осадок берлинской лазури.

Результаты анализа

Все три реакции на белок дали положительный результат. Откровенного фальсификата нет.

Тест на наличие крахмала: каждый из образцов прошёл тест на крахмал, ни в одном не оказалось крахмала.

Тест на наличие углеводов (глюкозы): ни в одном из образцов не выпал красный осадок, что свидетельствует об отсутствии в их составе сахара.

Эксперимент по изучению кислотности:

pH «Первый русский протеин «PROTEIN» = 6,6

pH «Bombbar PRO» = 6, 9

pH «GENETICLAB NUTRITION» = 6,7.

значения pH оказались слабо кислыми, близкими к нейтральному.

Реакции на витамины:

витамины В2 и В5 не были обнаружены во всех трёх образцах. Витамин В6 удалось обнаружить в каждом образце (лучший результат оказался у образца «3», худший у образца «1»). Проверку на витамин С прошли все три смеси, что является важным, так как его наличие для спортсмена важно.

Таблица 1

Обобщенные результаты исследования

	Первый русский протеин «PROTEIN»	«Bombbar PRO»	«GENETICLAB NUTRITION»
белок	+	+	+
крахмал	-	-	-
сахара	-	-	-
pH	6,6	6,9	6,7
Витамины B2	-	-	-
B5	-	-	-
B6	+	++	+++
C	+	+	+

Положительные эффекты от применения спортивного питания:

1. *Увеличение мышечной массы:* - Протеин и аминокислоты способствуют синтезу мышечного белка, что ведет к росту мышц. - Креатин помогает увеличить силу и объем тренировок, что также стимулирует рост мышц.

2. *Улучшение выносливости:* - Углеводы обеспечивают организм энергией для длительных тренировок. - Кофеин и другие стимуляторы в предтренировочных комплексах повышают уровень энергии и концентрации.

3. *Ускоренное восстановление после тренировок:* - Аминокислоты и белки помогают восстанавливать поврежденные мышцы. - Витамины и минералы поддерживают иммунитет и общую работоспособность организма.

Возможные негативные последствия:

1. *Аллергии:* - Некоторые люди могут иметь аллергию на определенные компоненты спортивного питания, особенно на молочные белки или сою.

2. *Проблемы с пищеварением:* - Чрезмерное употребление белковых добавок может привести к расстройству желудка.

Вывод: на основании проведенного исследования можно сделать выводы о том, что спортивное питание может быть полезным инструментом для достижения спортивных целей, но требует осторожного подхода к его применению. Важно учитывать индивидуальные особенности организма, режим тренировок и консультации со специалистами перед началом приема добавок.

Лучшие результаты показали образцы «2» - «Bombbar PRO» и «3» - «GENETICLAB NUTRITION». Это означает, что при выборе протеина стоит обратить внимание на продукцию данных производителей.

Рекомендации

Читайте перед покупкой состав. Если вы не веган, откажитесь от продукта, в котором есть соевый протеин и, фруктоза и декстроза. Нежелателен в составе глютен, который может быть обозначен как «пшеничный белок» или «зародыши пшеницы». Кроме того, специалисты не рекомендуют сразу брать большой объем — если берете добавку впервые, возьмите сначала пачку в 500-1000 г, это позволит оценить, подходит ли выбранный протеин лично вам, нет ли дискомфорта от приема, аллергии или пищевых расстройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаш Л.А., Барановский А.Ю. Спортивное питание: наука и практика. – М.: Спорт, 2018.
2. Виноградов Д.В. Основы спортивной биохимии. – СПб.: Питер, 2020.
3. Иванов С.С., Петрова Н.М. «Анализ состава современных спортивных добавок». // Журнал «Физическая культура и здоровье», №12, 2019.
4. Коваленко Е.Н., Смирнова О.П. «Влияние протеина на мышечную массу у подростков». // Вестник спортивной науки, №10, 2017.

ОЦЕНКА УРОВНЯ МИКРОБНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ СМАРТФОНОВ И СПОСОБЫ ИХ САНИТАРНОЙ ОБРАБОТКИ

П.Д. Сатенаева

¹МБОУ «Полилингвальная гимназия «Адымнар-Нижнекамск» НМР РТ

²НХТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КНИТУ», г. Нижнекамск

polina.satenava102@mail.ru

Науч. рук. учитель биологии и химии М.Т. Гиляздинова¹;

канд. техн. наук, и.о. зав. каф. НХС Р.З. Агзамов²;

канд. техн. наук, доцент каф. ОХБТ Л.И. Агзамова²

***Аннотация.** Работа посвящена значимой проблеме бактериального загрязнения мобильных телефонов, представляющего собой потенциальный источник инфекционных заболеваний. Основная цель исследования заключается в изучении уровня микробного обсеменения поверхности смартфонов и выявлении наиболее действенных методов их очистки. Практическая значимость работы заключается в определении эффективных методов дезинфекции мобильных телефонов для профилактики*

инфекционных заболеваний. Результаты исследования могут быть использованы для разработки рекомендаций по гигиеническому уходу за мобильными устройствами.

Ключевые слова: гигиена рук, мобильные телефоны, бактериальное загрязнение, антисептики.

Одной из важнейших превентивных мер по профилактике инфекций является гигиена рук. Предметы, часто контактирующие с руками, могут выступать в качестве резервуаров возбудителей, с которых инфекция распространяется среди людей [1].

Потенциальную угрозу представляют мобильные телефоны.

В связи с этим, выбранная нами тема научно-исследовательской работы является актуальной.

Целью настоящей работы являлось изучение загрязнения мобильного телефона бактериями и выявление наиболее эффективного способа очистки его поверхности.

Микрофлора поверхностей формируется за счет воздушной и контактной микрофлоры. Многие поверхности, в первую очередь современные материалы из стекла и пластика, контаминируют пылевые частицы и аэрозоли за счет накопленного статического электричества. Например, на экране мониторов, клавиатуре и мышках, на мобильных телефонах общее количество микроорганизмов может быть больше, чем в общественных туалетах [2].

В 500 мл воды, нагревая на слабом огне, растворили 7 г питательной среды агар-агар до закипания, добавив мясной бульон. Горячий агар отфильтровали через ватно-марлевый фильтр. Разлили агар в предварительно стерилизованные чашки Петри. Закрыли крышки и оставили остывать. После остывания агар приобрел плотную консистенцию. Так мы получили плотные агаровые пластинки.

Для высева бактериальных культур на плотную питательную среду использовали ватные палочки. Для отбора микробных клеток проводили ватными палочками по исследуемым поверхностям, затем теми же концами палочек проводили по поверхности питательных сред в чашках Петри.

Среди учащихся 7-й параллели провели анкетирование для выявления того, как часто они чистят телефоны и чем чистят. В опросе участвовали 64 ученика. В результате анкетирования мы узнали, что наибольшей популярностью пользуются антисептики с этиловым или изопропиловым спиртом (не менее 70% спирта), влажные салфетки с жидкостью разного состава, специальные средства для чистки экранов. Кроме того, была найдена информация о том, что для очистки экрана можно воспользоваться

мыльным раствором. Было принято решение о проведении опытов для изучения эффективности чистки телефонов с помощью спиртового антисептика, специального средства для чистки экранов, и мыльного раствора. Несмотря на большую популярность, в настоящем исследовании не стали брать влажные салфетки, т.к. химический состав жидкости влажных салфеток может сильно отличаться.

Исследования проводили в школьном кабинете биологии.

Далее на рисунках представлены фотографии, сделанные в процессе исследования.

В работе на поверхности плотных питательных сред высевали бактерии с шести разных поверхностей:

1. с грязного экрана телефона;
2. с дверной ручки общественного туалета;
3. с подошвы уличной обуви;
4. с экрана телефона после обработки антисептиком;
5. с экрана телефона после обработки мыльной водой;
6. с экрана телефона после обработки средством для чистки экранов.

В работе использовали шесть чашек Петри с агаровой питательной средой.

В первую чашку засеили бактерии, отобранные с подошвы уличной обуви, во вторую – с дверной ручки общественного туалета, в третью – с грязного экрана телефона.

Затем разделили экран телефона с помощью канцелярских резинок на три части.

Все три части обработали разными чистящими средствами. Первую часть обработали спиртосодержащим антисептиком для рук. Вторую часть экрана телефона обработали мыльной водой. Третью часть экрана обработали средством для чистки экранов.

Мыльный раствор готовили на основе трех ингредиентов: натертого мыла (1 стакан стружки), кипяченой воды (10 стаканов) и глицерина (2 чайные ложки).

Растворяли мыльную стружку в горячей кипяченой воде, остужали раствор и добавляли глицерин.

Через 5 дней после начала опыта были получены результаты, представленные на рисунке.

1) В первой чашке со смывом с поверхности телефона, мы посчитали 75 колоний бактерий разной окраски и размера. Большинство колоний были достаточно крупными.

2) Во второй чашке со смывом с поверхности дверной ручки общественного туалета, мы посчитали 78 колоний. Но колонии были маленького размера.

3) В третьей чашке со смывом с подошвы уличной обуви мы посчитали 314 колоний, среди которых были и большие, и маленькие.

4) В четвёртой чашке Петри со смывом с поверхности телефона вырос газон с большим количеством мелких бактериальных колоний, причём практически все выросшие колонии были одинаковые, то есть не было разнообразия.

5) В пятой чашке Петри со смывом с поверхности телефона после обработки антисептиком мы обнаружили всего 8 колоний бактерий.

6) В шестой чашке со смывом с поверхности телефона после чистки специальным спреем для чистки экранов, мы обнаружили 5 очень крупных колоний и 112 маленьких колоний, т.е. колоний стало ещё больше, чем до очистки.



Рис. 1. – Чашки Петри через 5 дней после посева микроорганизмов

Почему же после чистки экрана телефона мыльным раствором число колоний стало больше, а разнообразие видов бактерий стало меньше? Как известно, мыло не убивает все виды бактерий, а основное действие мыла сводится к облегченному удалению источников загрязнения с поверхности за счет пенообразования. Можно предположить, что на поверхности телефона могли остаться устойчивые бактерии определённых видов (вероятно, спороборазующие) и в связи с устранением конкурентных видов их количество увеличилось. Это может послужить гипотезой для дальнейших исследований в этой области.

Увеличение числа бактерий после чистки телефона специальным спреем для чистки экранов можно объяснить их низкими антисептическими свойствами. Вместе с тем, после механического удаления жировых следов могло произойти усиленная контаминация поверхности мобильного

телефона микробными клетками из воздуха за счет повышения электростатических сил.

Таким образом, на основе полученных результатов сформулированы следующие выводы.

1) На поверхности мобильного телефона количество микробных клеток сопоставимо с количеством микроорганизмов, отобранных с поверхности дверной ручки общественного туалета (количество колоний было почти одинаковое, а размеры колоний в чашке со смывом с поверхности телефона были больше).

2) На поверхности мобильного телефона количество микробных клеток меньше, чем на поверхности подошвы уличной обуви.

3) Среди рассмотренных в работе средств очистки мобильных телефонов антисептики являются наилучшим, а спреи для чистки экранов показали крайне низкую эффективность в борьбе с бактериальными клетками.

ЛИТЕРАТУРА

1. 1. О. Е. Пунченко, К. Г. Косякова, С. В. Рищук Бактериальная контаминация мобильных телефонов студентов медицинского университета // БОНЦ УрО РАН. – 2016. – №3. – С. 3.

2. И Н. Лыков, К И. Жулин, Е А. Лебедева, Л Е. Матусевич Загрязнение поверхностей бактериями с множественной устойчивостью к антибиотикам // Проблемы региональной экологии. – 2020. – №6. – С. 20-23.

ТИПЫ АВТОМОБИЛЕЙ И ИХ УСТРОЙСТВО

К. Э. Власов, М.И. Истифин, А.Д. Пименов

ГАПОУ «КНН им.Н.В.Лемаева», г. Нижнекамск

karibvlasov@gmail.com; maximistif@gmail.com; arseny.pim@yandex.ru

Науч.рук. Г. А. Обуховская

***Аннотация.** В работе объясняется работа и устройство основных узлов, агрегатов и систем автомобиля. Показана их взаимосвязь, способствующая целостному пониманию. Работа дает базовые знания для работы с современными технологиями.*

***Ключевые слова:** автомобиль, кузов, подвеска, двигатель, трансмиссия.*

В современной жизни автомобиль играет важную роль, обеспечивая мобильность человека и способствует развитию экономики. Знание его устройства и принцип работы повышает безопасность; понимание тормозных и рулевых систем улучшает управление; знание характеристик двига-

телей и трансмиссий облегчает выбор автомобиля, экономит средства, так как распознавание неисправностей снижает расход топлива и предотвращает поломки.

В эпоху электромобилей и автономного вождения эти знания актуальны для всех.

Работая над проектом были поставлены задачи:

- Ознакомиться с основными узлами и агрегатами автомобиля;
- Рассмотреть принципы работы двигателя внутреннего сгорания, трансмиссии, ходовой части, рулевого управления и тормозной системы;
- Понять роль и взаимосвязь различных систем автомобиля;
- Сформировать базовые знания, необходимые для понимания устройства и функционирования современного автомобиля.

Существующие в настоящее время автомобили делятся на виды по типу кузова, двигателя и трансмиссий.

Кузовы автомобилей делятся на:

- Седан. Закрытый трёхобъёмный кузов с четырьмя (реже с двумя или с шестью) дверями и двумя (иногда с тремя) рядами сидений.
- Хэтчбек. 3- или 5-дверный автомобиль, у которого багажник объединён с салоном. [1]
- Универсал. 4-дверный автомобиль с удлинённым багажником, который объединяет салон и заднюю дверь. [1]
- Купе. 2-дверная машина с закрытым кузовом и небольшим багажником, отделённым от салона. [1]
- Кабриолет. 2-дверный автомобиль со съёмной или складывающейся крышей. [1]
- Минивэн. 4-дверный автомобиль с высоким и просторным салоном с тремя или более рядами сидений. [1]
- Внедорожник. 4-дверный автомобиль с повышенной проходимостью, полным или подключаемым приводом на все колёса, большим клиренсом и мощным двигателем. [1]
- Кроссовер. 4-дверный автомобиль, который является гибридом между легковым автомобилем и внедорожником. [1]
- Пикап. Тип кузова коммерческого двухместного автомобиля с открытой грузовой платформой. [1]

Типы двигателей:

- Дизельные. Используют дизельное топливо и работают по принципу самовоспламенения. [1]

- Бензиновые. Работают на бензине и требуют искру для воспламенения топливно-воздушной смеси. [1]

- Электромобили. В качестве основного движителя используют электрический мотор, который питается от батареи. [1]

- Гибридные. Используют как минимум два различных типа источников энергии для привода автомобиля. Обычно это сочетание двигателя внутреннего сгорания и электромотора (или нескольких электромоторов) [2]

Некоторые виды трансмиссий автомобилей:

- Механическая трансмиссия (МКПП). Водитель вручную переключает передачи с помощью сцепления и коробки передач [1]

- Автоматическая трансмиссия (АКПП). Переключение передач происходит автоматически, что позволяет водителю сосредоточиться на дороге. [1]

- Вариатор (CVT). Использует бесступенчатую передачу для обеспечения плавного перехода между передачами [1]

- Роботизированная трансмиссия. В основе - механическая коробка передач, но сцеплением и перемещением фрикционных муфт занимаются электронные приводы [1]

Надежность автомобиля зависит и от того качественной подвески.

Подвеска автомобиля - это совокупность устройств, обеспечивающих упругую связь между несущей системой и колёсами (или мостами) автомобиля [1]

Она выполняет следующие функции:

- уменьшает динамические нагрузки на несущую систему и колёса;

- тушит их колебания;

- регулирует положение кузова автомобиля во время движения. [2]

Подвеска может быть *независимой*, когда колёса подвешены независимо, и изменение положения одного колеса не влияет на другие, и *зависимой*, когда левое и правое колёса связаны между собой посредством жёсткой балки. [2]

Автомобиль – сложная техническая система. Его работа зависит также и от других компонентов.

Некоторые компоненты электрической системы автомобиля:

- Аккумуляторная батарея. Хранит электрическую энергию, обеспечивает электропитание при неработающем двигателе, стабилизирует напряжение в бортовой сети [3]

- Генератор. Вырабатывает электроэнергию при работающем двигателе, заряжает аккумуляторную батарею, обеспечивает питание всех электрических потребителей. [2]

- Стартер. Преобразует электрическую энергию в механическую, вращает коленчатый вал для запуска двигателя [3]

- Блок управления двигателем (ECU). Контролирует работу двигателя и других систем, обрабатывает сигналы от многочисленных датчиков, управляет исполнительными устройствами [3]

Системы безопасности автомобилей можно условно разделить на два вида: активные и пассивные.

Система предотвращения столкновений. Использует радары и камеры для обнаружения объектов впереди, включая автомобили, пешеходов и другие препятствия [3]

Системы контроля слепых зон. Датчики, установленные в задних боковых зеркалах, предупреждают водителя о наличии автомобиля в слепой зоне.[3]

Антиблокировочная система тормозов (ABS). Предотвращает блокировку колёс во время торможения, что позволяет водителю сохранять управляемость автомобиля на скользкой поверхности. [2]

ЛИТЕРАТУРА

1. Балабанов В.Ю., Болгов В.Ю. Автомобильные присадки и добавки, «Эксмо», Москва, 2011, 334 с.
2. Медведев М.М. 10 автомобилей, которые перевернули мир, АСТ Астрель, СПб, 2012, 256 с
3. Джереми Кларксон. Без тормозов. Мои годы в Top Gear, Альпина нон-фикшн, 2014
4. Ньюи Эдриан. Как построить машину. Автобиография величайшего конструктора «Формулы-1», Эксмо, 2019

«УМНАЯ МЕЛЬНИЦА»

А.А.Музипова

МБОУ «Гимназия №2» имени Баки Урманче НМР РТ, г. Нижнекамск

amiramuzipova2008@gmail.com

Науч. рук. учитель физики МБОУ «Гимназия №2» имени Баки Урманче НМР РТ

А.С. Нугманова

Аннотация. В данной работе представлена действующая модель умной мельницы – солнечный ветряк, что актуально в условиях глобального кризиса и ухудшения экологии.

Ключевые слова: энергия, солнечная энергия, экология, модель, мельница.

Цель работы: создать модель гибридного устройства «солнечного ветряка», комбинирующего солнечные панели и ветрогенератор для эффективного производства электроэнергии.

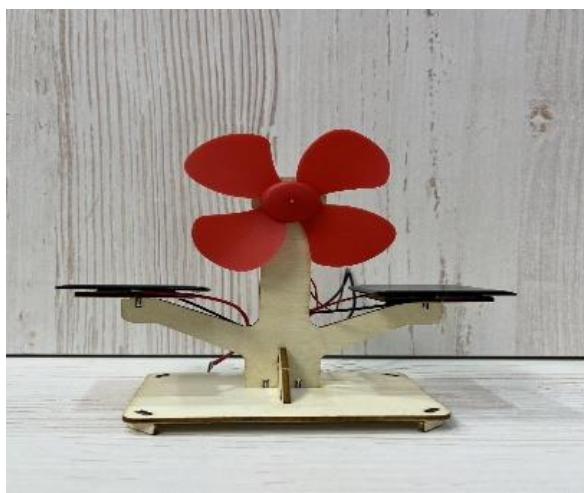


Рис.1. Модель умной мельницы

Данная модель может быть использована для создания реальной установки умной мельницы и также на уроках физики.

ЛИТЕРАТУРА

1. https://dzen.ru/a/ZhAOl_PYFJQ_Ttn
2. <http://istoriz.ru/vodyanaya-melnica-istoriya-izobreteniya.html>
3. <http://stary-melnik.ru> [http://ru.wikipedia.org/wiki/%CC%E5%EB%FC%ED%E8%F6%E0](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%F6%E0%CC%E5%EB%FC%ED%E8)
4. [-livejournal.com](http://livejournal.com)
5. <https://www.kakprosto.ru/kak-857081-princip-deystviya-generatora-peremennogo-toka>
6. https://electric-220.ru/news/generator_peremennogo_toka_princip_dejstviya/2013-05-01-378
7. <https://yandex.ru/images/search?text=из%20чего%20состоит%20ветрогенератор%20схема&lr=65>

ЭВОЛЮЦИЯ ЛАМПОЧКИ

Д.В.Парфенова

МБОУ «Гимназия №2» имени Баки Урманче НМР РТ, г. Нижнекамск

pdv150808@mail.ru

Науч. рук. учитель физики МБОУ «Гимназия №2» имени Баки Урманче НМР

РТ А.С. Нугманова

Аннотация. В современном мире человеку предоставляется широкий ассортимент товаров. Особенно нелегко обычному человеку сравнивать технические устройства, ведь чтобы разбираться в таких товарах, нужны представления о технических характеристиках.

Ключевые слова: лампочка, светодиод, технические характеристики, энергоэффективность.

Цель работы: сравнить различные лампы по техническим характеристикам и выявить наиболее рациональную. Учитываем, что общее время работы лампы за одни сутки составляет 7 часов, а за весь месяц в среднем (30 дней) – 210 часов; тариф -5,85 рублей за кВт·ч.

Таблица 1.

Сравнение ламп по эффективности энергопотребления

Вид лампы	Лампа накаливания	Люминесцентная	Светодиодная
Мощность, Вт	45	12	8
Работа, кВт·ч	9,45	2,52	1,68
Стоимость, руб	55, 28	14, 74	9, 83

Использование светодиодных ламп дает преимущества не только по долговечности, яркости светового потока, но и по энергопотреблению в сравнении с лампой накаливания в 5,5 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. https://realbronza.ru/info/articles/vidy_lampochek_plyusy_i_minusy/
2. <https://www.220.ru/es2/articles/kak-poyavilas-pervaya-lampochka?srsltid=AfmBOopOYY7hSnm9HEn7PKMrLXd26SmVDb2zzJOTZNNiOldI4lNVyj2R>

Секция 8

3. <https://abclight.ru/blog/lightbulb>
4. <https://www.drive2.ru/o/b/526788391447036583>

СОДЕРЖАНИЕ

I. ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ.....	3
<i>А.А. Балдинов, Н.В. Улитин, В.И. Анисимова, И.С. Родионов.</i> АДГЕЗИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ГОМОПОЛИМЕРОВ С ПОВЕРХНОСТЬЮ АЛЮМИНИЯ: ИНТЕРПРЕТАЦИЯ С ПОЗИЦИЙ КВАНТОВОЙ ХИМИИ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ.....	3
<i>Л.И. Ахметова.</i> АНАЛИЗ ВУЛКАНИЗАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ВУЛКАНИЗУЮЩИХ АГЕНТОВ.....	7
<i>И.С. Родионов, Н.В. Улитин, К.А. Терещенко, А.А. Балдинов, В.И. Анисимова.</i> АНАЛИЗ РЕЖИМОВ ПСЕВДООЖИЖЕНИЯ СЛОЯ КАТАЛИЗАТОРА ПРОЦЕССА ФИШЕРА-ТРОПША С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА CFD-DEM И FFT-АНАЛИЗА	11
<i>С.А. Исмагилова.</i> АНАЛИЗ РЫНКА И ТЕХНОЛОГИИ МОНОЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ.....	16
<i>А.Р. Маршанова.</i> АНАЛИЗ РЫНКА И ТЕХНОЛОГИИ ОКИСИ ЭТИЛЕНА	22
<i>М.А. Тюльков, С.Г. Агаев, Н.С. Яковлев.</i> АНАЛИЗ СОСТАВА ПОЛИМЕРНЫХ ДЕПРЕССОРНЫХ ПРИСАДОК	27
<i>П.В. Петров.</i> БИТУМНОЕ ВЯЖУЩЕЕ, МОДИФИЦИРОВАННОЕ РЕЗИНОВОЙ КРОШКОЙ.....	31
<i>М.И. Саетов.</i> ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОВЕДЕНИЕ ДЕСУЛЬФУРИЗАЦИИ КЕРОСИНОВОЙ СМЕСИ ПРИ ГИДРОГЕНОЛИЗЕ	35
<i>Е.В. Котикова, С.И. Шагабиева.</i> ГЕОМЕТРИЯ В ХИМИИ	39
<i>Б.М. Багаутдинов.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЛИЧНЫХ МАРОК ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА.....	44
<i>Э.Р. Шарифуллин, А.П. Трифонова.</i> ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ	48
<i>К.С. Творогова, Л.Р. Ахмадуллина.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ	

«ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ»	51
<i>М.И. Хамитов.</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ БЛОКА ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ УСТАНОВКИ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ	56
<i>К.А. Гильманишина, С.А. Шуткова.</i> НАПРАВЛЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕФТЯНОГО ОСТАТОЧНОГО СЫРЬЯ	60
<i>М.И. Кондратьева.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ ПОЛИМЕРА СБС ЛЗ0-01А И АГЛОМЕРАТА ПВД С ПЛАСТИФИКАТОРАМИ В РАЗЛИЧНЫХ СООТНОШЕНИЯХ.....	64
<i>И.В. Корчагин.</i> ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПОЛУЧЕНИЯ МОНОЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ ГИДРАТАЦИЕЙ ОКИСИ ЭТИЛЕНА	69
<i>Р.И. Замалиев.</i> ПОДАЧА АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПРИСАДКИ «АГИДОЛ-12» И МИНИМИЗИРОВАНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ РЕЦЕПТУРЫ В КОМПАУНДИРОВАНИИ БЕНЗИНА	74
<i>А.И. Якупова.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДСК ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СВОЙСТВ СТЕРЕОРЕГУЛЯРНЫХ БУТАДИЕНОВЫХ КАУЧУКОВ	79
<i>Р.Р. Зигангиров, И.И. Салахов, Э.И. Салахова.</i> ПРОИЗВОДСТВО ВОДОРОДА И РОЛЬ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОНВЕРСИИ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА.....	81
<i>В.М. Вишняков, А.М. Чернов.</i> РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПОЛИМЕРНОЙ ПЫЛИ ОТХОДОВ ТПЭЭ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТОВ БИТУМНОЙ МАСТИКИ.....	86
<i>А.М. Багавеев, Н.В. Мадаминов.</i> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СУЛЬФО-ФТАЛОЦИАНИНОВОГО КАТАЛИЗАТОРА КС-ТСФК	90
<i>А.Р. Рахимов, И.А. Ильин.</i> РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (АСПО) НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ПАО «СИБУР ХОЛДИНГ».....	93
<i>А.Р. Зарифов, Д.С. Гаврилов.</i> РЕГЕНЕРАЦИЯ АЛЮМОПАЛЛАДИЕВОГО КАТАЛИЗАТОРА СЕЛЕКТИВНОГО ГИДРИРОВАНИЯ МЕТОДОМ СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ ФЛЮИДНОЙ ЭКСТРАКЦИИ	94
<i>В.В. Осенков.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛЁНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА.....	98

<i>М.А. Ерычев.</i> СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ БРОМБУТИЛКАУЧУКА	101
<i>Р.И. Хаертдинов.</i> СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭТИЛБЕНЗОЛА	105
<i>А.Ф. Фахериева.</i> УЗКИЕ МЕСТА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЕТИЛ-ТРЕТ-БУТИЛОВОГО ЭФИРА.....	110
<i>Е. Ю. Выборнов.</i> ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫЙ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНЫЙ КАУЧУК В СОСТАВЕ ЗИМНИХ ШИН	112
II. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ.....	115
<i>А.А. Софронов, А.А. Фирсин, Э.В. Гарифуллина.</i> 3Д МОДЕЛЬ УСТАНОВКИ АЛКИЛИРОВАНИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ ПРОГРАММНОМ ПРОДУКТЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	115
<i>Н.А. Вилисов.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ ПАНЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ.....	117
<i>Я.Л. Мохина.</i> ИНТЕГРАЦИЯ SAP И 1С: ЭФФЕКТИВНАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ	120
<i>А.С. Тихомиров.</i> ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СОВРЕМЕННОЙ ЖИЗНИ.....	123
<i>А. И. Салахов.</i> ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.....	127
<i>И.Р. Гайнатуллин.</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДЕГИДРИРОВАНИЯ ИЗОАМИЛЕНА	131
<i>Д.Л. Шакиров.</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ ВЫДЕЛЕНИЯ БЕНЗОЛА И СМОЛООТДЕЛЕНИЯ.....	136
<i>Б.Р. Забиров.</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ЛИНИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЩЕЛОЧНОГО ПОЛИМЕРИЗАТА	139
<i>А.Д. Шапошников, Д.С. Гайфуллин, Ю.Х. Усманова, Э.В. Гарифуллина.</i> ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ.....	141
<i>А.Н. Константинов.</i> ПОСТРОЕНИЕ ЗАЩИЩЕННОЙ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ПО ГК ASTRALINUX	145
<i>Д.А. Артамонов.</i> РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОРФОГРАФИИ И ОЦЕНИВАНИЯ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ	148

<i>И.А. Гимадеев.</i> РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОИСКА РАБОТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА	151
<i>Е.В. Иголкина.</i> РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ОСНОВАМ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	156
<i>Р.Ф. Махмудов.</i> РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ, ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СФЕРЕ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ПЛАТФОРМЕ 1С	157
<i>Ю.Б. Бочкарева.</i> РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВА БЕНЗИНА, ЛОГИСТИКИ СЫРЬЯ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ	160
<i>А.Ф. Садыков.</i> РАЗРАБОТКА МЕДИАПЛЕЕРА С ПОДДЕРЖКОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ СУБТИТРОВ.....	164
<i>А.Д. Трошина.</i> РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПАРОЛЯМИ	166
<i>М.К. Фадеев.</i> РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА ДЛЯ ADOBE AFTER AFFECTS	169
<i>А.А. Саэтгараев.</i> РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ НАВЫКОВ ПО ПРОФЕССИИ	171
<i>К.М. Дозморов.</i> РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАМЕНЫ МЕЖСЕТЕВОГО ЭКРАНА FORTINET НА ОТЕЧЕСТВЕННОЕ РЕШЕНИЕ USERGATE В РАМКАХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ	177
<i>И.М. Гиниятуллин.</i> СЕРВИС ПО ОНЛАЙН БРОНИРОВАНИЮ МЕСТ В РЕСТОРАНАХ	182
<i>А.М. Садуллаев.</i> СИНТЕЗ АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ИЕРАРХИИ ОГРАНИЧИВАЮЩИХ ОБЪЕМОВ	186
<i>Б.Н. Шакиров.</i> ФИНАНСОВЫЕ МОШЕННИЧЕСТВА. СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	190
<i>А.И. Уралёва.</i> ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕХИМИИ	194
III. ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА.....	199
<i>Д.И. Поярков.</i> АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ НАГРУЗКИ НА ВЫБОР НОМИНАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКА БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ.....	199

<i>С.Ф. Саттаров.</i> АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОДОЛЬНОЙ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ.....	202
<i>А.А. Фахрутдинова.</i> АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ФИЛЬТРОВ, УСТАНОВЛИВАЕМЫХ НА ВЫХОДЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ.....	207
<i>А.В. Логунов.</i> ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА ПРИМЕНИМОСТИ МОДЕЛИ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ В РАМКАХ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ЕЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ.....	212
<i>С.Н. Шатунов.</i> ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МЕТОДОМ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ	215
<i>Р.В. Чельшев.</i> ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	219
<i>Б.В. Крашенинников.</i> ПАРТИЗАНСКИЙ КОТЕЛОК ИОФФЕ	223
<i>Д.В. Кудряшова.</i> СОВРЕМЕННОЕ СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	228
<i>Э.Р. Шарифуллин, А.П. Трифонова.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.....	232
<i>К.С. Левша.</i> ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	235
IV. МАШИНЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ...	238
<i>Р.Р. Рахманов.</i> АНАЛИЗ АППАРАТНОГО ОФОРМЛЕНИЯ БЛОКА ВЫДЕЛЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА И ПОИСК ВОЗМОЖНЫХ ВАРИАНТОВ МОДЕРНИЗАЦИИ.....	238
<i>А.Е. Костров.</i> АНАЛИЗ СХЕМЫ ТЕПЛООБМЕНА И КОНСТРУКЦИИ АППАРАТОВ НА КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКЕ ПО СЖАТИЮ ПИРОГАЗА	243
<i>И.В. Санников.</i> АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ДИАБАТИЧЕСКОЙ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ С ВИХРЕВЫМИ КОНТАКТНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ.....	247
<i>А.Р. Бакиров, В.В. Алексеев.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МАССООБМЕННОГО АППАРАТА ВИХРЕВОГО ТИПА.....	252
<i>Я.М. Мельников.</i> КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ БОЛЬШЕГРУЗНОГО АВТОМОБИЛЯ	257

<i>И.Ш. Ямалетдинов.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ЗМЕЕВИКОВЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ ТИПА «ТРУБА В ТРУБЕ»	262
<i>Р.Г. Моисеев.</i> ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ БИНАРНОЙ СМЕСИ	265
<i>Н.И. Ситдинов.</i> МИНИ УСТАНОВКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОТРАБОТАННОГО МАСЛА.	269
<i>Ю.Н. Кирсанова.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ПОСРЕДСТВОМ ТАБЛИЧНОГО ПРОЦЕССОРА	271
<i>А.Р. Гиниятуллин.</i> ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В ГИБРИДНОЙ ГРАДИРНЕ ПРИ ОРОШЕНИИ ТЕПЛООБМЕННЫХ ТРУБ	276
<i>Е.А. Лотфуллин.</i> КОНСТРУКЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРЫ И ИХ КОМПОЗИТЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ.....	281
<i>Р.Р. Хабибуллин.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕАКТОРА КАТАЛИТИЧЕСКОГО РЕФОРМИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗМОЖНОСТЕЙ "КОМПАС-МАКРО".	284
<i>О.В. Гриценко.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОМАССООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ САЕ-ПРОГРАММНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ	288
<i>И.Ш. Ямалетдинов.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ЗМЕЕВИКОВЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ ТИПА «ТРУБА В ТРУБЕ»	292
<i>В.Г. Сандиряков.</i> ТЕПЛОМАССООБМЕН ПРИ ВИХРЕВОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ГАЗОЖИДКОСТНЫХ ПОТОКОВ	295
<i>Я.В. Четырчинский, И.Н. Мадыев.</i> ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛООТДАЧИ В ГИБРИДНОЙ ГРАДИРНЕ С ОРЕБРЕННЫМИ ТРУБАМИ РАДИАТОРА.....	298
<i>А.Р. Зарифов, Д.С. Гаврилов.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ФЛЮИДА.....	304
V. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ	308
<i>К.Д. Захарова.</i> АНАЛИЗ РИСКОВ ПРИ РАБОТЕ С ФОРМАЛЬДЕГИДОМ ОЦЕНКА И МИНИМИЗАЦИЯ	308
<i>А.С. Семочкина.</i> БИОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ СТОКОВ ОТ ДМФА И ФОРМАЛЬДЕГИДА.....	313

<i>Е.С. Кнутова, Е.С. Балымова.</i> ВЛИЯНИЕ СУЛЬФАТСОДЕРЖАЩИХ КОНЦЕНТРАТОВ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ПРОЦЕСС БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....	316
<i>А.Р. Новикова, Е.С. Балымова, А.А.Шульникова, Р.К. Закиров.</i> ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОЦЕНОЗ АКТИВНОГО ИЛА СООРУЖЕНИЙ БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД.....	319
<i>Р.А. Аксакова.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРАЛЬНОГО САХАРОЗАМЕНИТЕЛЯ СТЕВИЯ В ПРИГОТОВЛЕНИИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ	324
<i>М.А. Фасхутдинова.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПРИГОТОВЛЕНИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ	328
<i>Е.С. Балагурова.</i> К ВОПРОСУ О ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ	332
<i>С.В. Клементьев, А.С. Сироткин.</i> ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ ВОДНОЙ ФАЗЫ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО ОЖИЖЕНИЯ АКТИВНОГО ИЛА СОВМЕСТНО С КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ	336
<i>К.В. Волвенкина.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРЯДКА РЕАКЦИИ ДЛЯ ГИДРОХИНОНА НЕТРАДИЦИОННЫМИ СОРБЕНТАМИ	340
<i>И.А. Барышников, В.В. Алексеев.</i> ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	346
<i>Е.С. Николаева, Р. К. Закиров, Е.С. Балымова, Ф. Ю. Ахмадулина.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ	350
<i>А.С. Балахин.</i> РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	353
<i>Т. Курамшин, С. Седунова.</i> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПШЕНИЧНО-КУКУРУЗНОГО ХЛЕБА «СОЛНЕЧНЫЙ»	356
<i>А.З. Миндубаев, Э.В. Бабынин.</i> СПОСОБ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ БЕЛОГО (ЖЕЛТОГО) ФОСФОРА ПРИ ПОМОЩИ МИКРООРГАНИЗМОВ	361
VI. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	364

<i>Я.М. Насибуллина.</i> АНАЛИЗ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ: МЕТОДЫ, ОЦЕНКИ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ.....	364
<i>И.И. Давлетишина.</i> БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК МЕТОД МИНИМИЗАЦИИ ПОТЕРЬ В НЕФТЕХИМИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	367
<i>А.В. Прыткова.</i> ДИАГНОСТИКА ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА.....	371
<i>Э.Р. Шарафутдинова.</i> КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ» И ЕЁ ПОВЫШЕНИЕ НА ОСНОВЕ АКТИВИЗАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ОПЫТНО- КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ (НИОКР).....	376
<i>Д.Г. Сибгатуллин.</i> ЛОГИСТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ.....	382
<i>Д.Э. Багаутдинов.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ КОМПАНИИ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ	386
<i>Е.А. Кутузов.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА ПРИМЕРЕ ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»....	389
<i>А.А. Зиганишин.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕГИОНА	393
<i>М.Ф. Газизуллина.</i> РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ, КАК УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ ФИЛИАЛА ШЕМОРДАННЕФТЕПРОДУКТ ОАО «ХК «ТАТНЕФТЕПРОДУКТ»....	397
<i>Я.А. Буранков.</i> РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОДХОДОВ К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА СОВРЕМЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	403
<i>Л.А. Романова.</i> РОЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ ИНДУСТРИИ 4.0 В УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	408
<i>М.Г. Фирсов.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИННЫХ ПРОЕКТОВ.....	413
<i>Л.Ф. Басырова.</i> ФИНАНСОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КАК ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ: ИНВЕСТИЦИИ В НИОКР	419

<i>А.Ф. Хайруллина. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ</i>	422
<i>К.А. Золотов. ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЗА СЧЁТ ЧАСТОТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ВЕСПЕР E4-8400-060H.....</i>	424
VII. МЕЖКУЛЬТУРНАЯ КОММУНИКАЦИЯ И ПЕРЕВОД В БИЗНЕСЕ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ	430
<i>Р.И. Юнусова. АНАЛИЗ CHALLENGES AND STRATEGIES IN ENGLISH-RUSSIAN TRANSLATION OF OIL REFINERY TERMINOLOGY: A COMPARATIVE ANALYSIS</i>	430
<i>Э.Э. Галиев. ГРАММАТИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИ ПЕРЕВОДЕ ТЕКСТОВ В СФЕРЕ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ С АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА РУССКИЙ</i>	435
<i>А.А. Масгутова. ЗАМЕНА ЧАСТЕЙ РЕЧИ ПРИ ПЕРЕВОДЕ С АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА РУССКИЙ В БИЗНЕСЕ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ</i>	439
<i>Л.Р. Бутвина. ЛЕКСИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИ ПЕРЕВОДЕ С АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА РУССКИЙ</i>	443
<i>А.А. Хаков. ОСОБЕННОСТИ ЯЗЫКА РЕКЛАМЫ ПРОДУКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ</i>	446
<i>А.А. Гаврилова. ПЕРЕВОД АББРЕВИАТУР С АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА РУССКИЙ В СФЕРЕ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ ...</i>	449
<i>Д.Ф. Микаев. СИНТАКСИЧЕСКИЕ ЗАМЕНЫ ПРИ ПЕРЕВОДЕ ТЕКСТОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ТЕМАТИКИ.....</i>	453
<i>Н.Г. Хасанов. СИНТАКСИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИ ПЕРЕВОДЕ НАУЧНЫХ ТЕКСТОВ ПО НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</i>	458
VIII. НАУКА ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ	461
<i>А.А. Степанова. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПЕРЕВОРАЧИВАНИЯ ЯИЦ НА УСПЕШНОСТЬ ИНКУБАЦИИ.....</i>	461
<i>Э.И. Ханафиева. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЖНЫХ АНТИСЕПТИКОВ НА ОСНОВЕ ЭТАНОЛА И ИЗОПРОПАНОЛА</i>	465
<i>А.М. Яковлев, И.М. Яковлев, Р.Р. Залялов. ВАЖНОСТЬ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕОРЕМЫ ПИФАГОРА В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ</i>	470
<i>А.А. Хамзин. ДИНАМО-МАШИНА</i>	474

<i>А.О. Чернышева, Р.А. Нуриева.</i> ЗАНЯТИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ С СОБАКАМИ: ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ И АКТИВНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА.....	475
<i>С.М. Сибгатуллин, И.В. Матюшкин, Б.К. Набиуллин.</i> ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ	478
<i>Д.А. Зайлямова.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ	483
<i>П.Д. Сатенаева.</i> ОЦЕНКА УРОВНЯ МИКРОБНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ СМАРТФОНОВ И СПОСОБЫ ИХ САНИТАРНОЙ ОБРАБОТКИ	488
<i>К. Э. Власов, М.И. Истифин, А.Д. Пименов.</i> ТИПЫ АВТОМОБИЛЕЙ И ИХ УСТРОЙСТВО	492
<i>А.А.Музипова.</i> «УМНАЯ МЕЛЬНИЦА»	495
<i>Д.В.Парфенова.</i> ЭВОЛЮЦИЯ ЛАМПОЧКИ.....	497

Научное издание

Нефтехимия и нефтепереработка

Материалы Всероссийской научно-практической конференции,
посвященной 80-летию Победы в Великой Отечественной войне

Публикуется в авторской редакции

Отв. за выпуск Е.В. Тумаева

Согласно Закону № 436-ФЗ от 29 декабря 2010 года
данная продукция не подлежит маркировке

Отпечатано в соответствии с представленным оригинал-макетом
в Принт – студии «ТЕТРИС»
423570 Нижнекамск, Химиков, 32