

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Б1.О.30 Интенсификация тепломассообменных процессов

(код и наименование дисциплины (модуля))

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

Оборудование нефтегазопереработки

(наименование профиля/специализации)

Бакалавр

квалификация

Форма обучения

Очная, очно-заочная, заочная

Нижнекамск 2023

Составитель ФОС:


Доцент кафедры МАХП
(должность)


(подпись)

А.Н. Даутова
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры МАХП,
протокол от 19.04.2023 г. № 8

Зав. кафедрой


(подпись)

И.Н.Мадышев
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП,
доцент кафедры МАХП



И.Н.Мадышев

Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины

Компетенция:

ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-2.1 Знает математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-2.2 Умеет использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-2.3 Владеет математическими, физическими, физико-химическими, химическими методами для решения задач профессиональной деятельности

Индекс компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины				Наименование оценочного средства
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ОПК-2.1	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4	Тема 2	Не предусмотрены	практическая работа, лабораторное занятие, контрольная работа (з), зачет
ОПК-2.2	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4	Тема 2	Не предусмотрены	практическая работа, лабораторное занятие, контрольная работа (з), зачет
ОПК-2.3	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4	Тема 2	Не предусмотрены	практическая работа, лабораторное занятие, контрольная работа (з), зачет

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Очная/Очно-заочная формы обучения

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во (о/о-з)</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>4/4</i>	<i>18</i>	<i>30</i>
<i>Практическая работа</i>	<i>4/4</i>	<i>18</i>	<i>30</i>
<i>Зачет</i>	<i>1/1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

Заочная форма обучения

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Контрольная работа</i>	<i>1</i>	<i>9</i>	<i>15</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>1</i>	<i>9</i>	<i>15</i>
<i>Практическая работа</i>	<i>4</i>	<i>18</i>	<i>30</i>
<i>Зачет</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

Шкала оценивания

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр.
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

Краткая характеристика оценочных средства

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного средства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Практическое занятие	В ходе практических работ студенты овладевают умениями пользоваться работать с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками, составлять техническую документацию; выполнять чертежи, схемы, таблицы, решать разного рода задачи, делать вычисления, определять характеристики различных веществ, объектов, явлений. Цель практических занятий заключается в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями.	Темы практических занятий; контрольные вопросы и задания по теме практического занятия
2.	Лабораторная работа	Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта. Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования	Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы
3.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»

Факультет механический

Кафедра машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль: Оборудование нефтегазопереработки

Перечень практических занятий
по дисциплине Б1.О.30 Интенсификация тепломассообменных процессов

Раздел дисциплины - Классификация и эффективность методов интенсификации конвективного теплообмена в каналах.

Тема практического занятия - *Расчет и сравнение различных методов интенсификации конвективного теплообмена в каналах.*

Вопросы для опроса по теме занятия:

1. Расчет процессов теплообмена в кожухотрубных теплообменных аппаратах.
2. Выбор теплообменного аппарата из стандартного ряда.
3. Сравнение выбранных конструкций по площади поверхности теплообмена.
4. Сравнение выбранных конструкций по коэффициенту теплопередачи.
5. Сравнение выбранных конструкций по гидравлическому сопротивлению.

Раздел дисциплины - Конструктивные способы интенсификации теплообмена.

Тема практического занятия - *Расчет теплогидродинамической эффективности ленточных завихрителей.*

Вопросы для опроса по теме занятия:

1. Расчет теплогидродинамической эффективности ленточных завихрителей.
2. Сравнение выбранных конструкций по площади поверхности теплообмена, коэффициенту теплопередачи и гидравлическому сопротивлению.
3. Влияние размеров шага, крутки потока на эффективность теплообмена.

Раздел дисциплины - Интенсификации теплообмена при ламинарном течении в каналах с дискретной шероховатостью.

Тема практического занятия - *Расчет теплогидродинамической эффективности дискретно-шероховатых поверхностей теплообмена.*

Вопросы для опроса по теме занятия:

1. Расчет теплогидродинамической эффективности дискретно-шероховатых поверхностей теплообмена.
2. Расчет процессов теплообмена в кожухотрубных теплообменных аппаратах с различными видами дискретной шероховатости.

Раздел дисциплины - Дискретно-шероховатые каналы при турбулентном течении теплоносителя.

Тема практического занятия - *Расчет интенсификации теплообмена в дискретно-шероховатых каналах при турбулентном течении теплоносителя.*

Вопросы для опроса по теме занятия:

1. Определение коэффициента теплоотдачи от стенки к нагреваемой жидкости и гидравлического сопротивления трубы потоку.
2. Определение зависимостей коэффициента теплоотдачи и гидравлического сопротивления от скорости движения различных теплоносителей.

Критерии оценки: при изучении дисциплины предусматривается выполнение четырех практических заданий, за выполнение и защиту которых студент может получить максимальное количество баллов – 30 (о/о-з/з) (7,5 баллов выполнение и защита каждой практической работы).

Критерий оценки	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленной задачи. Дает логически обоснованный, полный и правильный ответ. Отсутствие ошибочных выводов.	7,5
Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Имеются трудности в обоснованности своего ответа.	6
Дает неполный ответ (в общих чертах). Нет выводов по выполненной работе.	4,5
Нет ответа. Трудности при выполнении.	0

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»

Факультет механический

Кафедра машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль: Оборудование нефтегазопереработки

Задание к контрольной работе
по дисциплине Б1.О.30 Интенсификация тепломассообменных процессов

Контрольная работа включает только одну задачу. Студент решает эту задачу в соответствии с заданным вариантом. Для всех вариантов дается единое задание. Варианты определяются по таблице 1. Каждый вариант предполагает расчет одного холодильника. Параметры стандартных холодильников заданы в таблице 2.

Для охлаждения дистиллированной воды от температуры $T_{1г}$ до температуры $T_{2г}$ используется стандартный одноходовый холодильник, параметры которого заданы в таблице 2. Массовый расход воды составляет $G = 2$ кг/с. Охлаждающим агентом является техническая вода, нагревающаяся от температуры $T_{1х}$ до температуры $T_{2х}$. Материал труб теплообменника - Сталь 20: коэффициент теплопроводности стали $\lambda = 46,5$ Вт / (м · град). Массовая теплоемкость воды равна $C_p = 4180$ Дж/кг.

В контрольной работе для заданного варианта требуется:

- 1) рассчитать интенсивность теплообмена по схеме прямотока;
- 2) рассчитать интенсивность теплообмена по схеме противотока;
- 3) определить на сколько процентов увеличивается интенсивность теплообмена при переходе от прямотока к противотоку;
- 4) рассчитать эффективность теплообмена по схеме прямотока;
- 5) рассчитать эффективность теплообмена по схеме противотока;
- 6) определить на сколько процентов увеличивается эффективность теплообмена при переходе от прямотока к противотоку.

7) определить, на сколько процентов уменьшится интенсивность теплообмена и эффективность холодильника, если и с внутренней, и с наружной сторон трубы образуются загрязнения толщиной по 1 мм, теплопроводность которого равна 0,5 Дж/кг с.

Таблица 1. Исходные данные для вариантов заданий

№ вар.	T _{1г}	T _{2г}	T _{1х}	T _{2х}	α_1	α_2
1	82	62	20	32	16	23
2	87	63	23	41	17	18
3	72	61	16	42	5	18
4	80	59	25	35	5	9
5	92	52	14	41	6	5
6	75	45	23	32	21	11
7	85	50	15	36	4	21
8	84	43	12	38	11	21
9	92	41	17	30	12	8
10	88	57	18	33	13	20
11	79	51	19	41	25	17
12	94	60	14	35	8	5
13	65	59	21	32	25	22
14	91	60	11	37	26	21
15	74	47	20	33	15	24
16	68	56	24	32	13	25
17	95	54	12	39	15	18
18	79	45	13	41	5	9
19	71	59	24	32	21	14
20	85	52	18	34	7	16
21	70	48	19	35	21	15
22	85	52	26	33	11	23
23	80	55	17	32	6	10
24	87	64	16	34	11	21

Таблица 2. Параметры кожухотрубчатых холодильников

№ вар	D кожуха, мм	d труб, мм	Число труб	Длина труб, м	Поверхность теплообмена, F
1	800	20*2	717	2	90
2	800	20*2	717	3	135
3	800	20*2	717	4	180
4	800	20*2	717	6	270
5	800	20*2	717	9	405
6	800	25*2	465	2	73
7	800	25*2	465	3	109
8	800	25*2	465	4	146
9	800	25*2	465	6	219
10	800	25*2	465	9	329
11	1000	20*2	1173	3	221
12	1000	20*2	1173	4	295
13	1000	20*2	1173	6	442

14	1000	20 ^x 2	1173	9	663
15	1000	25 ^x 2	747	3	176
16	1000	25 ^x 2	747	4	235
17	1000	25 ^x 2	747	6	352
18	1000	25 ^x 2	747	9	528
19	1200	20 ^x 2	1701	4	427
20	1200	20 ^x 2	1701	6	641
21	1200	20 ^x 2	1701	9	961
22	1200	25 ^x 2	1083	4	340
23	1200	25 ^x 2	1083	6	510
24	1200	25 ^x 2	1083	9	765

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»
Факультет механический
Кафедра машин и аппаратов химических производств

Направление подготовки: 15.03.02«Технологические машины и оборудование»
Профиль: Оборудование нефтегазопереработки

Перечень вопросов к зачету
по дисциплине Б1.О.30 Интенсификация тепломассообменных процессов

Раздел 1. Интенсификация тепломассообменных процессов в химической технологии. Введение.

1. Основные направления интенсификации тепломассообменных процессов в технологических аппаратах.

2. Способы интенсификации тепломассообменных процессов.

3. Интенсификация теплообмена путем вибрации поверхности.

4. Интенсификация теплообмена в каналах за счет вдува или отсоса газа.

5. Комбинированные способы интенсификации теплообмена.

Раздел 2. Классификация и эффективность методов интенсификации конвективного теплообмена в каналах.

6. Основные методы интенсификации конвективного теплообмена в каналах.

7. Выбор рационального способа интенсификации теплообменного процесса.

8. Сравнительная эффективность методов интенсификации теплообмена.

9. Оценка способа интенсификации теплообмена с помощью коэффициента теплоэнергетической эффективности.

10. Выбор оптимальной скорости в канале теплообменника.

11. Интенсификация теплообмена посредством использования извилисто-щелевых каналов теплообмена.

12. Турбулизация потоков кольцевыми диафрагмами. Интенсификация теплообмена вставками в виде колец и диафрагм.

Раздел 3. Конструктивные способы интенсификации теплообмена.

13. Интенсификация закруткой потока теплоносителя.

14. Интенсификация теплообмена ленточными и шнековыми вставками.

15. Теплообмен в каналах типа конфузор-диффузор.

16. Развитые (оребрённые) поверхности теплообмена.

17. Интенсификация теплообмена витыми трубками.

18. Интенсификация теплообмена при многократном диспергировании жидкости.

19. Интенсификация теплообмена при пленочном течении.

Раздел 4. Интенсификации теплообмена при ламинарном течении в каналах с дискретной шероховатостью.

20. Дискретно-шероховатые поверхности теплообмена.

21. Каналы с винтовой накаткой.

22. Каналы со спирально-винтовыми проволочными вставками.

23. Каналы с поперечной дискретной шероховатостью.

Раздел 5. Дискретно-шероховатые каналы при турбулентном течении теплоносителя.

24. Каналы со сплошной шероховатостью стенки.

25. Каналы с поперечными кольцевыми выступами.

26. Каналы со спиральными выступами и пружинными вставками.

27. Кольцевые и спиральные канавки на поверхности теплообмена.

28. Сферические углубления на поверхности теплообмена.

Раздел 6. Интенсификация массообменных процессов при ректификации смесей.

29. Способы интенсификации массообменных процессов.

30. Влияние структуры потоков на работу колонных массообменных аппаратов.

31. Повышение производительности и эффективности массообменных процессов.

32. Новые гидродинамические режимы для интенсификации массообменных процессов. Аппараты с соударением потоков.

33. Мембранные процессы.

34. Влияние химических реакций на процессы абсорбции.

35. Перспективы развития технологий для разделения веществ.