

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
« 03 » 05 2023 г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине (модулю)

**Б1.В.14 «Теоретические основы расчета теплообмена и
теплотехнического оборудования»**

(код и наименование дисциплины (модуля))

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

«Оборудование нефтегазопереработки»

(наименование профиля/специализации)

бакалавр

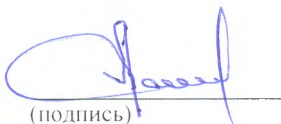
(квалификация)

Форма обучения очная/очно-заочная/заочная

Составитель ФОС:

Доцент

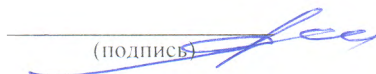
(должность)


(подпись)

А.А.Сагдеев_
(Ф.И.О.)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ____ПАХТ,
протокол от _29.03__ 2023 __ г. № _7__

Зав. кафедрой

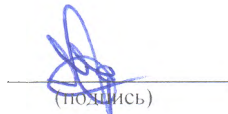

(подпись)

Д.Н.Латыпов_
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры _____МАХП_____, реализующей
подготовку основной образовательной программы от 19.04 . 2023 г. № _8__

Зав. кафедрой


(подпись)

И.Н.Мадышев
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП Мадышев И.Н. зав. каф. МАХП
Ф.И.О., должность, организация. подпись



Перечень компетенций с указанием уровней их формирования

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

«Оборудование нефтегазопереработки»

Индекс Компетенции	Содержание компетенции	Этапы формирования компетенции (указать все темы из РПД)				
		Лекции	Практические занятия, лабораторный практикум	Лабораторные занятия	Курсовая работа	Наименование оценочного средства
ПК-2.1	Знает основные тенденции модернизации оборудования и технологии нефтегазопереработки	<i>Тема 1-6</i>	<i>Не предусмотрена</i>	<i>Тема 1, Тема 2, Тема 4, Тема 5</i>	<i>Не предусмотрена</i>	Экзамен. Контрольная работа. Лабораторная работа.
ПК-2.2	Умеет разрабатывать способы внедрения новой техники и передовой технологии нефтегазопереработки	<i>Тема 1-6</i>	-	<i>Тема 1, Тема 2, Тема 4, Тема 5</i>	-	Экзамен. Контрольная работа. Лабораторная работа.
ПК-2.3	Владеет навыками по внедрению новой техники и технологии нефтегазопереработки	<i>Тема 1-6</i>	-	<i>Тема 1, Тема 2, Тема 4, Тема 5</i>	-	Экзамен. Контрольная работа. Лабораторная работа.
ПК-3.1	Знает основные процессы,	<i>Тема 1-6</i>	-	<i>Тема 1,</i>	-	Экзамен.

	протекающие в оборудовании, их конструкции; методы обработки информации и анализа данных при проектировании технологического оборудования нефтегазопереработки			<i>Тема 2, Тема 4, Тема 5</i>		Контрольная работа. Лабораторная работа.
ПК-3.2	Умеет разбивать конструкции на узлы, сборочные единицы и детали, устанавливать их взаимодействие и влияние на технологический процесс	<i>Тема 1-6</i>	-	<i>Тема 1, Тема 2, Тема 4, Тема 5</i>	-	Экзамен. Контрольная работа. Лабораторная работа.
ПК-3.3	Владеет навыками анализа конструкторских решений при проектировании технологического оборудования нефтегазопереработки	<i>Тема 1-6</i>		<i>Тема 1, Тема 2, Тема 4, Тема 5</i>		Экзамен. Контрольная работа. Лабораторная работа

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Форма обучения	Наименование оценочных средств	Количество баллов
Очная, очно-заочная	Лабораторные работы.	max 30 - min 21
	Тест	max 30 - min 15
	Экзамен	max 40 - min 24
	Форма контроля	экзамен
	Итого	max 100 - min 60

Форма обучения	Наименование оценочных средств	Количество баллов
заочная		
	Лабораторные работы.	max 30 - min 21
	Контрольная работа	max 30 - min 15
	Экзамен	max 40 - min 24
	Форма контроля	экзамен
	Итого	max 100 - min 60

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.	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
2.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам
3.	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

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

Факультет механический

Кафедра ПАХТ

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

Контрольная работа

Задача № 1.

Определить плотность теплового потока q , передаваемого теплопроводностью:

- 1) через однослойную плоскую металлическую стенку толщиной δ_c ;
- 2) через двухслойную плоскую стенку: первая стенка покрыта плоским слоем изоляции толщиной $\delta_{и}$.

Температуры внешних поверхностей t_{c1} и t_{c2} в обоих случаях одинаковы.

Данные для решения задачи взять из табл.1.

Таблица 1

Последняя цифра шифра	Материал стенки	Толщина стенки δ_c , мм	t_{c1} , °C	t_{c2} , °C	Предпоследняя цифра шифра	Материал изоляции	Толщина изоляции $\delta_{и}$, мм
0	Медь	2	190	50	0	Асбест	20
1	Алюминий	3	180	40	1	Накипь	10
2	Сталь	4	170	50	2	Пенопласт	40
3	Нерж. сталь	2	160	60	3	Накипь	10
4	Чугун	5	150	40	4	Резина	50
5	Латунь	3	180	50	5	Асбест	10
6	Медь	2	170	60	6	Резина	40
7	Алюминий	3	160	50	7	Накипь	10
8	Сталь	4	150	60	8	Пенопласт	50
9	Чугун	4	140	70	9	Асбест	10

Задача № 2.

По трубе длиной $l=3$ м и внутренним диаметром d , м движется жидкость со скоростью W , м/с. Средние по длине температуры стенки трубы t_c , $^{\circ}\text{C}$, и жидкости $t_{ж}$, $^{\circ}\text{C}$.

Рассчитать средний коэффициент конвективный теплоотдачи к жидкости или от нее к стенке.

Данные для решения задачи взять из табл.2.

Таблица 2

Последняя цифра шифра	d , мм	W , м/с	Предпоследняя цифра шифра	t_c , $^{\circ}\text{C}$	$t_{ж}$, $^{\circ}\text{C}$	Жидкость
0	0,010	0,1	0	20	120	Транс.масло
1	0,012	0,5	1	30	110	Глицерин
2	0,014	0,8	2	4	100	Вода
3	0,016	1,0	3	50	90	Транс.масло
4	0,018	1,5	4	60	80	Глицерин
5	0,020	2,0	5	70	50	Вода
6	0,013	2,5	6	80	50	Транс.масло
7	0,015	2,0	7	90	40	Глицерин
8	0,017	1,5	8	100	30	Вода
9	0,020	1,0	9	120	20	Транс.масло

Задача № 3.

Определить плотность лучистого потока тепла q_l между двумя параллельными плоскостями, имеющими температуры t_1 и t_2 и степени черноты ε_1 и ε_2 . Как изменится q_l , если между плоскостями установить тонкий листовой экран со степенью черноты ε_3 .

Данные для решения задачи взять из табл.3.

Таблица 3

Последняя цифра шифра	ε_1	ε_2	ε_3	Предпоследняя цифра шифра	t_1 , $^{\circ}\text{C}$	t_2 , $^{\circ}\text{C}$
0	0,62	0,35	0,22	0	380	30
1	0,65	0,42	0,42	1	450	40
2	0,72	0,68	0,16	2	500	50
3	0,75	0,35	0,42	3	550	60
4	0,82	0,65	0,35	4	600	20
5	0,35	0,82	0,15	5	650	70
6	0,42	0,62	0,42	6	700	65
7	0,22	0,32	0,65	7	750	35
8	0,18	0,75	0,45	8	680	75
9	0,88	0,82	0,25	9	570	45

Задача № 4.

Плоская стальная стенка толщиной δ_c омывается с одной стороны горячими газами с температурой $t_{ж1}$, а с другой стороны – водой с

температурой $t_{ж2}$. Определить коэффициент теплопередачи k от газов к воде, плотность теплового потока и температуру обеих поверхностей стенки, если известны коэффициенты теплоотдачи от газа к стенке α_1 и от стенки к воде α_2 , а коэффициент теплопроводности стали $\lambda_c = 50 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{град})$. Определить также все указанные выше величины для случая, если стенка, омываемая водой, покроется слоем накипи толщиной δ_n ; коэффициент теплопроводности накипи $\lambda_n = 0,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{град})$. Показать, как изменится характер зависимости температуры от $t_{ж1}$ до $t_{ж2}$ по толщине слоя. Объяснить влияние отложения накипи на теплопередачу.

Данные для решения задачи взять из табл.4.

Таблица 4

Последняя цифра шифра	$\delta_{\text{с}}, \text{ мм}$	$\delta_{\text{н}}, \text{ мм}$	α_1	α_2	Предпоследняя я цифра шифра	$t_{\text{ж1}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{ж2}}, ^\circ\text{C}$
			$Bm / (\text{м}^2 \cdot \text{град})$				
0	14	1,0	32	1200	0	300	50
1	16	1,5	35	1400	1	350	60
2	18	2,0	38	1600	2	400	70
3	20	2,5	40	1800	3	450	80
4	22	3,0	42	2000	4	500	90
5	15	1,0	45	1200	5	300	50
6	17	1,5	50	1400	6	350	60
7	19	2,0	55	1600	7	400	70
8	21	2,5	60	1800	8	450	80
9	23	3,0	65	2000	9	500	90

Задача № 5 .

Определить поверхность нагрева рекуперативного водовоздушного теплообменника при прямоточном и противоточном движении теплоносителей. Для обеих схем теплообменников представить графики изменения температур теплоносителей вдоль поверхности теплообмена. Указать преимущества противоточной схемы теплообменника по сравнению с прямоточной. Объемный расход воздуха V_n (при нормальных условиях), средний коэффициент теплопередачи от воздуха к воде k , температура воздуха $t'_{\text{воз}}$ и $t''_{\text{воз}}$ и температуры воды $t'_\text{в}$ и $t''_\text{в}$ соответственно на входе и выходе из теплообменника взять из табл.5.

Таблица 5

Последняя цифра шифра	$10^{-3} \cdot V_n, \text{м}^3/\text{ч}$	$k, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{град}}$	Предпоследняя цифра шифра	$t'_{\text{воз}}$	$t''_{\text{воз}}$	$t'_\text{в}$	$t''_\text{в}$
0	10	2	0	340	130	15	100
1	15	23	1	360	140	20	110
2	20	19	2	400	180	25	130
3	25	18	3	430	220	30	150
4	30	25	4	460	240	35	160
5	35	21	5	480	210	40	170
6	40	27	6	510	190	45	140

7	45	22	7	470	200	50	160
8	50	24	8	420	230	30	170
9	55	26	9	380	120	40	100

Критерии оценки контрольной работы:

Контрольная работа оценивается на **«отлично» от 26 до 30 баллов:** если 4 задачи выполнены правильно, а в одной задаче имеются недочеты.

Контрольная работа оценивается на **«хорошо» от 21 до 25 баллов:** если 3 задачи выполнены правильно, а в двух задачах имеются недочеты.

Контрольная работа оценивается на **«удовлетворительно» от 15 до 20 баллов:** если 3 задачи выполнены правильно, а в двух задачах допущены ошибки .

Контрольная работа оценивается на **«неудовлетворительно»:** если 2 задачи выполнены правильно, а в трех задачах имеются недочеты или допущены ошибки.

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

Факультет механический

Кафедра ПАХТ

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

**Комплект экзаменационных вопросов
по дисциплине Б1.В.14 «Теоретические основы расчета теплообмена и
теплотехнического оборудования»**

1. Три простейших вида переноса тепла.
2. Основные положения теории теплопроводности; стационарные и нестационарные температурные поля.
3. Основной закон теплопроводности (закон Фурье).
4. Дифференциальное уравнение теплопроводности твердого тела.
5. Коэффициент теплопроводности и его физический смысл.
6. Теплопроводность в плоской системе.
7. Теплопроводность в цилиндрической стенке.
8. Критический диаметр изоляции.
9. Передача теплоты через плоскую стенку.
10. Передача теплоты через цилиндрическую стенку.
11. Вопросы интенсификации теплопередачи.
12. Передача теплоты через ребристую стенку.
13. Передача теплоты через шаровую стенку.
14. Основы теории конвективного теплообмена.
15. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
16. Основы теории подобия.
17. Общий вид критерия уравнения и частные случаи.
18. Конвективный теплообмен при турбулентном движении жидкости в трубе.
19. Конвективный теплообмен при поперечном омывании одиночной трубы.
20. Конвективный теплообмен при поперечном омывании пучков труб.
21. Конвективный теплообмен при свободном движении среды.
22. Конвективный теплообмен при ламинарном движении жидкости в трубе.
23. Теплообмен при кипении жидкости.
24. Теплообмен при конденсации пара. Влияние различных факторов на теплообмен при конденсации.

25. Лучистый теплообмен. Тепловое излучение. Классификация излучения по длинам волн.
26. Основы теплообмена излучением. Поглощательная, отражательная и пропускательная способность тел.
27. Спектральная и интегральная излучательная способность АЧТ. Законы Планка и Вина.
28. Излучательная способность серого тела и понятие степени черноты.
29. Закон Стефана-Больцмана для АЧТ. Расчет излучения реальных тел.
30. Закон Кирхгофа. Связь между излучательной и поглощательной способностью тел.
31. Экраны. Излучение газов. Сложный теплообмен.
32. Понятие эффективного излучения. Лучистый теплообмен между двумя параллельными пластинами.
33. Типы теплообменных аппаратов.
34. Основные положения теплового расчета. Средний температурный напор.

Критерии оценки знаний студентов на экзамене

На экзамене студент, ответив **на три** экзаменационных вопроса, может получить максимальное кол-во баллов – 40.

Оценка «**отлично**» за ответ на **1 вопрос** выставляется, если интервал баллов рейтинга студента $11 \leq R < 13,3$ и студент:

- показал глубокие и всесторонние знания по вопросу билета в соответствии с учебной программой, основной и дополнительной литературой, требований к выполнению соответствующих физических законов ($6,5 \leq R < 7,7$);
- самостоятельно, логически стройно и последовательно излагает учебный материал, демонстрируя умение анализировать различные научные взгляды, аргументированно отстаивать собственную позицию ($1,5 \leq R < 2,0$);
- творчески связывает теоретические положения с практикой ($1,5 \leq R < 2,0$);
- обладает культурой речи ($1,5 \leq R < 2,0$).

Оценка «**хорошо**» за ответ на **вопрос** выставляется, если интервал баллов рейтинга студента $9,6 \leq R < 10,9$ и студент:

- показывает твердые и достаточно полные знания по вопросу билета в соответствии с учебной программой, уверенно ориентируется в основной литературе, знает требования к физическим законам ($6,6 \leq R < 7,2$);
- самостоятельно и последовательно излагает учебный материал, предпринимает попытки анализировать различные научные взгляды и обосновать собственную позицию, при этом допускает незначительные ошибки ($1,0 \leq R < 1,3$);
- умеет связывать теоретические положения с практической деятельностью ($1,0 \leq R < 1,2$);
- отличается развитой речью ($1,0 \leq R < 1,2$).

Оценка «**удовлетворительно**» за ответ на **вопрос** выставляется, если интервал баллов рейтинга студента $8 \leq R < 9,5$ и студент:

- показывает твердые знания по вопросу билета в соответствии с учебной программой, ориентируется лишь в некоторых литературных источниках, знает отдельные требования к физическим законам ($4,5 \leq R < 5,3$);

- учебный материал излагает репродуктивно, допуская некоторые ошибки ($0,9 \leq R < 1,1$);

- предпринимает попытки анализировать различные научные взгляды, обосновать собственную позицию по требованию преподавателя ($0,9 \leq R < 1,0$);

- с трудом умеет установить связь теоретических положений с практикой ($0,8 \leq R < 1,1$);

- речь не всегда логична и последовательна ($0,9 \leq R < 1,0$).

Оценка **«неудовлетворительно»** за ответ на **вопрос** выставляется, если рейтинг студента **$R < 8$** баллов и студент:

- демонстрирует незнание основных положений вопроса билета ($R < 4$);

- не ориентируется в основных литературных источниках ($R < 1,0$);

- не знает требований к соответствующим физическим законам ($R < 1,5$);

- не в состоянии дать самостоятельный ответ на вопросы, обосновать собственную позицию ($R < 0,5$);

- не умеет устанавливать связь теоретических положений с практикой ($R < 0,5$);

- речь слабо развита и маловыразительна ($R < 0,5$).

Оценка знаний студентов на экзамене выставляется по результатам оценок за ответы на вопросы билета.

По результатам ответов на три вопроса выставляется:

- «отлично», если интервал рейтинга за экзамен составляет $33 \leq R < 40$;

- «хорошо», если интервал рейтинга за экзамен составляет $28,8 \leq R < 32,7$;

- «удовлетворительно», если интервал рейтинга за экзамен составляет $24 \leq R < 28,5$;

- «неудовлетворительно», если интервал рейтинга $R < 24$ баллов.

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

Факультет механический

Кафедра ПАХТ

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

Тест

по дисциплине Б1.В.14 «Теоретические основы расчета теплообмена и теплотехнического оборудования»

1. Теплопередачей называется:
 - 1) перенос тепла от горячей среды к холодной через разделяющую стенку
 - 2) одновременный перенос теплоты конвекцией и теплопроводностью
 - 3) перенос тепла между непосредственно соприкасающимися телами или частями тел с различной температурой
2. Критическое значение критерия Рейнольдса:
 - 1) 2000
 - 2) 2300
 - 3) 3000
 - 4) 3200
 - 5) 10000
3. Какие критериальные уравнения соответствуют данным случаям:
 - 1) Развитый турбулентный режим газов а) $Nu = f(Gr, Pr)$
 - 2) Свободное движение жидкости б) $Nu = f(Re)$
 - 3) Ламинарное движение жидкости в) $Nu = f(Re, Gr, Pr)$
4. При каких условиях возникают процессы кипения и конденсации жидкости
 - 1) при нагревании
 - 2) при изменении агрегатного состояния
 - 3) при охлаждении
5. С увеличением влажности материала коэффициент теплопередачи
 - 1) не меняется
 - 2) убывает
 - 3) возрастает
6. Какие бывают режимы кипения
 7. Согласно закону Вина:

- 1) с увеличением длины волны энергия лучей возрастает
 - 2) с увеличением температуры длина волны соответствующая максимуму уменьшается
 - 3) с увеличением температуры тела энергия его увеличивается
8. По скольким основным схемам может осуществляться движение жидкости в теплообменном аппарате
- 1) 2
 - 2) 3
 - 3) 4
 - 4) 5
9. Что такое сложный теплообмен
- 1) учитывающий все виды теплообмена
 - 2) учитывающий теплопроводность и излучение
 - 3) учитывающий конвекцию и излучение
 - 4) учитывающий теплопроводность и конвекцию
10. Основной закон теплопроводности:
- 1) $Q = k \cdot F \cdot \Delta t$
 - 2) $Q = \alpha \cdot F \cdot \Delta t$
 - 3) $Q = -\lambda \cdot F \cdot \tau \cdot (\partial t / \partial n)$
11. При одинаковых условиях средний температурный напор больше в аппаратах
- 1) с прямотоком
 - 2) с противотоком
12. Что характеризуют данные критерия:
- 1) Gr а) отношение сил инерции к силам вязкости
 - 2) Ga б) конвективный теплообмен между жидкостью и поверхностью твердого тела
 - 3) Nu в) физические свойства жидкости
 - 4) Pr г) соотношение подъемной силы, возникающей вследствие разности плотностей жидкости и силы молекулярного трения
 - 5) Fo д) связь между скоростью изменения температурного поля, физическими параметрами размерами тел
 - 6) Re е) соотношения силы тяжести и силы молекулярного трения
13. Согласно закону Планка с увеличением длины волны
- 1) интенсивность излучения возрастает на всем диапазоне длин волн
 - 2) интенсивность излучения убывает на всем диапазоне длин волн
 - 3) энергия лучей возрастает при некоторой длине волны достигает максимума затем убывает
14. По принципу работы теплообменного аппараты бывают:
- 1) регенеративные
 - 2) смесительные
 - 3) рекуперативные
 - 4) змеевиковые
 - 5) с внутренним источником тепла

15. Коэффициент теплопередачи имеет вид:

$$1) k = \frac{1}{\alpha_1 + \delta/\lambda + \alpha_2}$$

$$2) k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$3) k = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$$

16. Во сколько раз уменьшится теплоотдача при установке 2 экранов между параллельными пластинами (если поверхности стенок и экранов одинаковы)

- 1) 2
- 2) 3
- 3) 4
- 4) 5
- 5) 6

17. Функцией каких величин является коэффициент теплопередачи:

- 1) $\alpha = f(\omega, \lambda, \mu, \rho, c, x, t_{\alpha}, t_{\text{н}0}, \dot{O}, L)$
- 2) $\alpha = f(x, y, z, \tau)$

18. Как называются отдельные места обогреваемой поверхности, где зарождаются пузырьки пара

19. При каких условиях справедливо уравнение теплового баланса

- 1) при отсутствии тепловых потерь
- 2) при отсутствии перепада температур
- 3) при отсутствии смешения обоих теплоносителей
- 4) при отсутствии фазовых переходов

20. Закон Вина имеет вид:

$$1) I_{0\lambda} = \frac{c_1 \cdot \lambda^{-5}}{e^{c_2/\lambda T} - 1}$$

$$2) \lambda_m = \frac{2,9}{T}$$

$$3) \lambda_m = \frac{I_{0\lambda}}{T}$$

21. Какое существует общее правило для интенсификации теплопередачи

- 1) уменьшить толщину стенки
- 2) заменить свободную конвекцию на вынужденную
- 3) уменьшить наибольшее термическое сопротивление
- 4) заменить материал на другой более теплопроводный

22. Что называется эффективным излучением

$$1) \dot{A}_{\dot{y}0} = \dot{A}_{\text{н}i\dot{a}} + R \cdot \dot{A}_{i\dot{a}\dot{a}}$$

$$2) \dot{A}_{\dot{y}\dot{o}} = \dot{A}_{\dot{n}\dot{i}\dot{a}} + \dot{A} \cdot \dot{A}_{\dot{i}\dot{a}\dot{a}}$$

$$3) \dot{A}_{\dot{y}\dot{o}} = \dot{A}_{\dot{n}\dot{i}\dot{a}} + (1 - \dot{A})\dot{A}_{\dot{i}\dot{a}\dot{a}}$$

23. Термическое сопротивление плоской и цилиндрической стенки

$$1) 2\lambda \cdot \ln \frac{d_2}{d_1}$$

$$2) \frac{\delta}{\lambda}$$

$$3) \frac{1}{2\lambda} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1}$$

$$4) \frac{\lambda}{\delta}$$

24. Что называется конвективным теплообменом

- 1) процесс теплообмена между стенкой и движущейся средой при наличии разности температур
- 2) процесс переноса тепла от одной среды к другой через стенку
- 3) совместный процесс конвекции и теплопроводности

25. Три простейших вида переноса тепла:

- 1) теплопроводность
- 2) теплопередача
- 3) конвекция
- 4) излучение

26. Коэффициент температуропроводности выражается формулой

$$1) a = \frac{c}{\rho \cdot \lambda}$$

$$2) a = \frac{\rho}{c \cdot \lambda}$$

$$3) a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}$$

27. Какие различают виды конвекции?

28. Закон Кирхгофа имеет вид:

$$1) \frac{E_1}{A_1} = \frac{E_2}{A_2} = E_0$$

$$2) \frac{A_1}{E_1} = \frac{A_2}{E_2} = 1$$

$$3) A = \varepsilon$$

29. Коэффициенты теплопроводности чистых металлов, за исключением алюминия, с возрастанием температуры:

- 1) убывают
- 2) увеличиваются
- 3) не меняются

30. Коэффициент теплоотдачи:

- 1) характеризует способность вещества проводить теплоту
- 2) характеризует интенсивность теплообмена между жидкостью и поверхностью канала
- 3) выражает количество теплоты, проходящей через единицу поверхности стенки в единицу времени от горячей к холодной среде при разности температур между ними в 1° .

31. Основные уравнения для расчета теплообменных аппаратов:

- 1) уравнение Фурье
- 2) уравнение теплопередачи
- 3) уравнение теплового баланса
- 4) уравнение Ньютона – Рихмана

32. Выберите систему дифференциальных уравнений для конвективного теплообмена:

- 1) уравнение движения идеальной жидкости
- 2) уравнение теплопроводности жидкости (энергии)
- 3) уравнение теплообмена
- 4) уравнение теплопроводности твердых тел
- 5) уравнение движения вязкой жидкости
- 6) уравнение сплошности и неразрывности

Критерии оценки теста:

Работа оценивается на **«отлично» от 27 до 30 баллов:** если даны правильные ответы на 28 и более вопросов, т.е. правильно выполнено 88-100% работы.

Работа оценивается на **«хорошо» от 21 до 26 баллов:** если даны правильные ответы на 23 - 27 вопросов, т.е. правильно выполнено 72-84% работы.

Работа оценивается на **«удовлетворительно» от 15 до 20 баллов:** если даны правильные ответы на 18 - 22 вопросов, т.е. правильно выполнено 56-68% работы.

Работа оценивается на **«неудовлетворительно»:** если правильно выполнено менее 55 % работы.

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

Факультет механический

Кафедра ПАХТ

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

**Лабораторные работы
по дисциплине Б1.В.14 «Теоретические основы расчета
теплообмена и теплотехнического оборудования»**

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследований, методических пособий. Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков самостоятельного экспериментирования.

При изучении дисциплины **Б1.В.14 «Теоретические основы расчета теплообмена и теплотехнического оборудования»** предусматривается выполнение **4** лабораторных работ:

Лабораторная работа №1. Определение коэффициента теплопроводности твердого материала.

1. Что такое теплопроводность?
2. Механизм распространения теплоты теплопроводностью в металлах, газах и жидкостях.
3. Закон Фурье.
4. Что называется коэффициентом теплопроводности?
5. Как влияют температура, давление и влажность на теплопроводность материалов?
6. Как определяется температура между слоями в многослойной плоской стенке?

Лабораторная работа №2. Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции.

1. Что называется конвективным теплообменом?
2. Какие различают виды конвекции?
3. Закон Ньютона – Рихмана.
4. Какие факторы влияют на конвективный теплообмен?
5. Функцией каких величин является коэффициент теплоотдачи?
6. Какими критериями подобия характеризуется конвективный теплообмен для газов и жидкостей?

Лабораторная работа №3. Лучистый теплообмен.

1. Как осуществляется лучистый теплообмен?
2. Какая связь между длиной волны и частотой колебаний?
3. Закон Кирхгофа.
4. Что называется коэффициентом поглощения, отражения и пропускания?
5. Закон Планка и его графическое изображение.
6. Закон Вина.

Лабораторная работа №4. Исследование процесса теплопередачи в кожухотрубчатом теплообменном аппарате.

1. Что называется теплопередачей?
2. Что называется коэффициентом теплопередачи?
3. Описать передачу теплоты через стенку.
4. Что называется теплообменным аппаратом.?
5. На какие группы делятся теплообменные аппараты?
6. Основные уравнения при расчете теплообменных аппаратов.

Критерии оценки лабораторных работ

За эти работы студент может получить максимальное кол-во баллов – 30. *Каждая лабораторная работа оценивается по следующим критериям:*

Оценка «отлично» ставится, если интервал баллов рейтинга студента $6,7 \leq R \leq 7,5$ и студент выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов с наибольшей точностью; соблюдает требования правил безопасного труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления;

правильно оценивает точность результатов измерений; умеет выполнять анализ погрешностей прямых и косвенных измерений.

Оценка «хорошо» ставится, если интервал баллов рейтинга студента $6 \leq R < 6,7$ и выполнены требования к оценке 5, но было допущено два - три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если интервал баллов рейтинга студента $5,25 \leq R < 6$ и работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки: а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большой погрешностью; б) в отчете допущено не более двух грубых ошибок; в) не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если балл рейтинга студента составляет $R < 5,25$ и работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Критерии оценки лабораторной работы

При подготовке к лабораторной работе по дисциплине **Б1.В.14**

«Теоретические основы расчета теплообмена и

теплотехнического оборудования»

студент должен выполнить следующие виды работ:

Виды работ	Минимальный балл	Максимальный балл
Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе	1,05	1,5
Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы	1,05	1,5
Выполнение необходимого эксперимента	1,05	1,5
Обработка результатов исследования, построение графиков	1,05	1,5
Анализ результатов исследования и вывод по работе	1,05	1,5
ИТОГО :	5,25	7,5

Материалы лабораторных работ приведены в учебном пособии, разработанном на кафедре :

Сагдеев К.А., Хазипов М.Р., Сагдеев А.А., Гумеров Ф.М. «Термодинамика и основы теплопередачи» : учебное пособие.- Нижнекамск : НХТИ 2016.- 81 с.