

Документ подписан:
Информация о владельце:
ФИО: Косенок Сергей Михайлович
Должность: ректор
Дата подписания: 21.10.2025 14:49:47
Уникальный программный ключ:
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

Тепломассообменное, тепломеханическое и вспомогательное оборудование предприятий

Код, направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Теплоэнергетика и теплотехника
Форма обучения	Очная
Кафедра-разработчик	Радиоэлектроники и электроэнергетики
Выпускающая кафедра	Радиоэлектроники и электроэнергетики

Типовые задания для контрольной работы 4 семестр:

Задание 1. В теплообменном аппарате температура первичного теплоносителя на входе t'_1 , а на выходе t''_1 , температуры вторичного теплоносителя соответственно t'_2 и t''_2 . Определить средний температурный напор при прямотоке и противотоке.

Данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t'_1, ^\circ\text{C}$	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155
$t''_1, ^\circ\text{C}$	80	80	80	85	85	85	90	90	90	95
$t'_2, ^\circ\text{C}$	15	15	15	15	20	20	20	20	25	25
$t''_2, ^\circ\text{C}$	70	70	70	70	70	70	75	75	75	75

Данные	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$t'_1, ^\circ\text{C}$	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205
$t''_1, ^\circ\text{C}$	95	95	100	100	100	105	105	105	110	110

$t'_2, ^\circ\text{C}$	15	15	15	15	20	20	20	20	25	25
$t''_2, ^\circ\text{C}$	75	80	80	80	80	90	90	90	90	90

Задание 2. В теплообменном аппарате горячий поток охлаждается с t'_1 до t''_1 , холодный поток при этом нагревается от t'_2 до t''_2 . Определить среднюю логарифмическую разность температур, когда потоки движутся противоточно, прямоточно и перекрестно.

Данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t'_1, ^\circ\text{C}$	180	185	190	195	200	180	185	190	195	200
$t''_1, ^\circ\text{C}$	60	70	80	90	100	60	70	80	90	100
$t'_2, ^\circ\text{C}$	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15
$t''_2, ^\circ\text{C}$	50	55	60	65	70	50	55	60	65	70
сх. движ	рис1. 1	рис1. 2	рис1. 3	рис1. 4	рис1. 5	рис1. 6	рис1. 1	рис1. 2	рис1. 3	рис1. 4

Данные	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$t'_1, ^\circ\text{C}$	180	185	190	195	200	180	185	190	195	200
$t''_1, ^\circ\text{C}$	60	70	80	90	100	60	70	80	90	100
$t'_2, ^\circ\text{C}$	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25
$t''_2, ^\circ\text{C}$	50	55	60	65	70	50	55	60	65	70
сх. движ	рис1. 5	рис1. 6	рис1. 1	рис1. 2	рис1. 3	рис1. 4	рис1. 5	рис1. 6	рис1. 1	рис1. 2

Задание 3. В трубчатом пароводяном теплообменнике сухой насыщенный пар при давлении 0,4 МПа конденсируется на внешней поверхности труб. Вода, движущаяся по трубам, нагревается от t'_2 до t''_2 . Определить среднелогарифмический температурный напор в этом теплообменнике.

Данные	Варианты
--------	----------

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
p, МПа	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
$t'_2, ^\circ\text{C}$	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
$t''_2, ^\circ\text{C}$	60	65	70	75	80	85	90	60	70	80

Данные	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
p, МПа	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
$t'_2, ^\circ\text{C}$	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
$t''_2, ^\circ\text{C}$	60	65	70	75	80	85	60	65	70	75

Задание 4. Определить расход пара в пароводяном теплообменнике, рассмотренном в задании 3, если расход воды G . Считать, что переохлаждение конденсата отсутствует.

Данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$G, \text{т/ч}$	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7

Данные	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$G, \text{т/ч}$	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11

Задание 5. Как изменится среднелогарифмический температурный напор и расход пара для условий заданий 3 и 4, если давление пара повысить до 1,2 МПа

Задание 6. Рассчитать теплообменник для предварительного подогрева 10 %-го раствора NaOH, поступающего затем на выпаривание. Для нагрева применяется конденсат при температуре $t'_1 = 140 ^\circ\text{C}$ ($p = 0,361$ МПа); расход нагреваемого раствора $G_2 = 17\,000$ кг/ч; начальная температура раствора $t'_2 = 35 ^\circ\text{C}$; конечная температура раствора $t'_2 = 100 ^\circ\text{C}$; расход теплоносителя $G_1 = 28\,000$ кг/ч. Потери теплоты в окружающую среду принять равным нулю. Давление подаваемого раствора равно 0,4 МПа.

Данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t'_1, ^\circ\text{C}$	140	145	150	155	160	165	140	145	150	155
$G, \text{т/ч}$	15	16	17	18	19	20	15	16	17	18
$t'_2, ^\circ\text{C}$	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25
$t''_2, ^\circ\text{C}$	100	100	100	100	100	110	110	110	110	110
Данные	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$t'_1, ^\circ\text{C}$	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205
$G, \text{т/ч}$	19	20	15	16	17	18	19	20	15	16
$t'_2, ^\circ\text{C}$	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35
$t''_2, ^\circ\text{C}$	120	120	120	120	120	130	130	130	130	130

Задание 7. Определить тепловую мощность и конечные температуры теплоносителей для водяного подогревателя, состоящего из двух секций со следующими размерами: диаметр корпуса (кожуха) $D_H/D_B=114/106$ мм; длина секции $L=4424$ мм; число труб в секции $n=19$; площадь поверхности нагрева секции $F_1=3,54$ м²; площади живых сечений трубок $f_2=0,00293$ м² и межтрубного пространства $f_1=0,005$ м²; диаметр труб $d_H/d_B=16/14$ мм; материал труб – латунь. Теплообменник используется для нагрева воды в системе горячего водоснабжения сетевой водой от городской теплосети. Расход сетевой воды $G_1=4,5$ кг/с; её начальная температура $t'_1=110$ °С; расход холодной воды $G_2=3,0$ кг/с; её начальная температура $t'_2=5$ °С. Схема движения теплоносителей противоточная.

Данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t'_1, ^\circ\text{C}$	100	110	115	120	125	100	110	115	120	125
$G_1, \text{кг/с}$	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
$t'_2, ^\circ\text{C}$	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10
$G_2, \text{кг/с}$	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	3

Данные	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$t'_1, ^\circ\text{C}$	100	110	115	120	125	100	110	115	120	125
$G_1, \text{кг/с}$	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
$t'_2, ^\circ\text{C}$	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10
$G_2, \text{кг/с}$	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4	4	4	4	4

Задание 8. Как изменяется тепловая мощность и конечные температуры теплоносителей в теплообменнике «жидкость-жидкость» из примера расчета 1.1, если размеры его поверхности нагрева сократить в два раза путем соответствующего уменьшения длины труб?

Исходные данные для расчета: $G_1 = 28\,000 \text{ кг/ч}$; $t'_1 = 140 \text{ }^\circ\text{C}$; $F = 0,5 \cdot 22,5 = 11,25 \text{ м}^2$; $G_2 = 17\,000 \text{ кг/ч}$; $t'_2 = 35 \text{ }^\circ\text{C}$; $C_1 = 4,186 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$; $C_2 = 3,860 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$; число ходов в трубном пространстве $z = 4$, в межтрубном – более четырех.

Задание 9. Выполнить проверку теплового расчета пароводяного подогревателя для условий примера 2.2 из [8] с использованием метода эффективности.

Исходные данные для расчета: $F = 352 \text{ м}^2$; $f_2 = 0,088 \text{ м}^2$; $G_2 = 118,6 \text{ кг/с}$; $t'_2 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$; $G_1 = 11,5 \text{ кг/с}$; $t_1 = 127 \text{ }^\circ\text{C}$ (пар насыщенный $t_1 = t'_1 = t''_1$, переохлаждение отсутствует), схема движения теплоносителей – комбинация прямоточно-противоточной и противоточно-прямоточной ($f_\varphi = 0,398$). Теплообменник вертикальный. Пар конденсируется на вертикальных трубах, вода проходит внутри труб, число ходов в трубном пространстве $z = 4$. Коэффициент теплопередачи $k = 2\,983 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{K)}$.

Данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t'_2, ^\circ\text{C}$	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
$G_2, \text{кг/с}$	100	100	100	105	105	105	110	110	110	115
$t_1, ^\circ\text{C}$	120	120	120	120	120	130	130	130	130	130
$G_1, \text{кг/с}$	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11

Данные	Варианты
--------	----------

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$t'_2, ^\circ\text{C}$	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
$G_2, \text{кг/с}$	115	115	120	120	120	125	125	125	130	130
$t_1, ^\circ\text{C}$	135	135	135	135	135	140	140	140	140	140
$G_1, \text{кг/с}$	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13

Задание 10. Спроектировать аппарат для охлаждения керосина атмосферным воздухом. Исходные данные: расход керосина $G_1 = 36\,000$ кг/ч; его температуры на входе $t'_1 = 100$ °С и на выходе из аппарата $t''_1 = 40$ °С, давление 0,1 МПа. Температура воздуха до аппарата $t'_2 = -20$ °С, за аппаратом $t''_2 = -36$ °С.

Данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t'_1, ^\circ\text{C}$	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145
$t''_1, ^\circ\text{C}$	30	30	30	35	35	35	40	40	40	45
$t'_2, ^\circ\text{C}$	-10	-10	-10	-10	-10	-15	-15	-15	-15	-15
$t''_2, ^\circ\text{C}$	-30	-30	-30	-30	-30	-40	-40	-40	-40	-40
$G_1, \text{т/ч}$	30	30	30	40	40	40	30	30	30	40

Данные	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$t'_1, ^\circ\text{C}$	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145
$t''_1, ^\circ\text{C}$	45	45	40	40	40	35	35	35	30	30
$t'_2, ^\circ\text{C}$	-20	-20	-20	-20	-20	-25	-25	-25	-25	-25
$t''_2, ^\circ\text{C}$	-45	-45	-45	-45	-45	-50	-50	-50	-50	-50
$G_1, \text{т/ч}$	40	40	30	30	30	40	40	40	30	30

Задание 11. Определить коэффициент теплопередачи для ребристого воздухоохладителя при следующих условиях: расположение трубок в пучке – шахматное; скорость воздуха между ребрами $\omega = 6$ м/с; диаметр трубки $d_H/d_{BH} = 24/22$ мм; материал трубок – латунь с $\lambda = 104,5$ Вт/(м·°С); наружный диаметр ребер $D = 55$ мм; толщина ребер $\delta_p = 0,3$ мм; теплопроводность ребер $\lambda_p = 52,4$ Вт/(м·°С); шаг ребер $b = 4,8$ мм; средняя температура охлаждающей воды $t_{cp2} = 26$ °С; средняя температура горячего воздуха $t_{cp1} = 50$ °С.

Данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{cp1}, ^\circ\text{C}$	20	25	30	35	40	20	25	30	35	40
$t_{cp2}, ^\circ\text{C}$	40	50	60	70	80	40	50	60	70	80
$\omega, \text{м/с}$	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
Расп. труб	шахм	шахм	шахм	шахм	шахм	шахм	шахм	шахм	шахм	шахм

Данные	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$t_{cp1}, ^\circ\text{C}$	20	25	30	35	40	20	25	30	35	40
$t_{cp2}, ^\circ\text{C}$	40	50	60	70	80	40	50	60	70	80
$\omega, \text{м/с}$	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
Расп. труб	кор	кор	кор	кор	кор	кор	кор	кор	кор	кор

Типовые вопросы к экзамену 4 семестр:

1. Назначение, общая характеристика ТМО.
2. Классификация ТМО по назначению, по типу используемых потоков (требования к потокам).
3. Классификация ТМО по конструктивной сложности.
4. Классификация ТМО по топологии.
5. Общая структурная иерархия.
6. Анализ основных видов, существующих ТС ТЭУ и ТУ.
7. Задачи и требования повышения эффективности ТМО.

8. Классификация основных конструкций теплообменных аппаратов (ТА), используемых в ТЭУ и ТТУ.
9. Особенности конструкции и назначения кожухотрубных теплообменников.
10. Особенности конструкции и назначения трубчато-ребристых теплообменников.
11. Особенности конструкции и назначения пластинчато-ребристых теплообменников.
12. Особенности конструкции и назначения пластинчатых теплообменников.
13. Особенности конструкции и назначения теплообменника труба в трубе.
14. Особенности конструкции и назначения матричных теплообменников.
15. Особенности конструкции и назначения спиральных теплообменников.
16. Особенности конструкции и назначения гибридных теплообменников.
17. Общая структура математического описания ТМО (элементный, аппаратный, системный уровни).
18. Основные уравнения для описания процессов, протекающих в отдельном канале теплообменного элемента (ТЭ) (уравнения сплошности, движения, энергии).
19. Условия однозначности для систем уравнений.
20. Условия однозначности для отдельного канала ТЭ.
21. Условия однозначности для ТЭ.
22. Условия однозначности для ТА.
23. Условия однозначности для ТС.
24. Основные упрощающие допущения.
25. Критериальные уравнения.

Типовое задание для курсового проекта 5 семестр:

Задание выдается преподавателем индивидуально для каждого студента.

Пример задания:

Тема работы: Тепловой расчет теплообменника «Труба в трубе»

Исходные данные к проекту:

Вид нагреваемой жидкости	$V_2 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$	Температура на входе и выходе $^{\circ}\text{C}$
Вода	20	$t'_2 = 15$ $t''_2 = 80$

При конструировании теплообменника принять:

- длину одной секции внутренней трубы в пределах 1,5-4м.;
- скорости движения нагреваемой жидкости (газа):
 - вода: в диапазоне 0,5-1 м/с;
 - воздух: 10-20 м/с;
 - масло: 0,1-0,2 м/с;

Выбор диаметра внешней и внутренней труб теплообменника следует выбрать согласно ГОСТ 8734-75, а именно: 15×2,0; 20×2,0; 25×2,0; 32×2,5; 45×2,5; 50×2,5; 57×3,0; 63×3,0; 68×3,0; 76×3,5; 83×3,5; 89×4,0; 95×4,0; 100×4,0; 102×4,0; 108×4,0; 110×4,0; 120×4,0; 130×4,5; 140×4,5; 150×4,5; 160×4,5; 170×4,5; 180×5,0. Разность температур между горячим и холодным теплоносителями на выходе холодного теплоносителя рекомендуется принять в диапазоне температур Δt_m 25-30 $^{\circ}\text{C}$

а) Греющая среда –водяной насыщенный пар с температурой t_s (температура насыщения $t_s = t''_2 + (25-30^{\circ}\text{C})$; находим давление сухого насыщенного пара при сухости ($x=1$)- P_s (Бар).

б) Нагреваемая среда (холодный теплоноситель: масло, вода, воздух), теплофизические характеристики, которых смотри (П. табл. 6, 7, 8) за счет подогрева паром (его полной конденсации) увеличивает свою температуру; до $t/2$.

Задание на курсовой проект

Определить поверхность теплообмена секционного теплообменника F типа «труба в трубе», схема которого показана на рис.1. Теплообменник предназначен для нагревания жидкости (газа) объемным расходом V_2 от температуры t'_2 до t''_2 . Подогрев жидкости (газа) осуществляется за счет конденсации сухого насыщенного водяного пара, подаваемого в межтрубное пространство. В задание так же входит:

- определение давления и массового расхода греющего пара G_1 (кг/час), (кг/с);
- определение коэффициента полезного действия теплообменника;
- расчет гидравлического сопротивления теплообменника и затраты энергии на проталкивание холодного теплоносителя (воды, масла, воздуха).

При расчете курсовой работы следует учесть, что температура внешней трубы поверхности теплообменника не должна превышать максимальную $t_{пов} \leq 600^{\circ}\text{C}$, которая определяется допустимым уровнем термического воздействия на обслуживающий персонал. Последнее условие

диктует необходимость решения вопроса о необходимости устройства изоляции на внешнем контуре теплообменника на базе соответствующего расчета. Произвести поверочный расчет теплообменного аппарата, при условии увеличения давления насыщенного пара $P_{сн}$ 50%; или увеличения

(уменьшения) поверхности нагрева $F(m^2)$ на 30%.

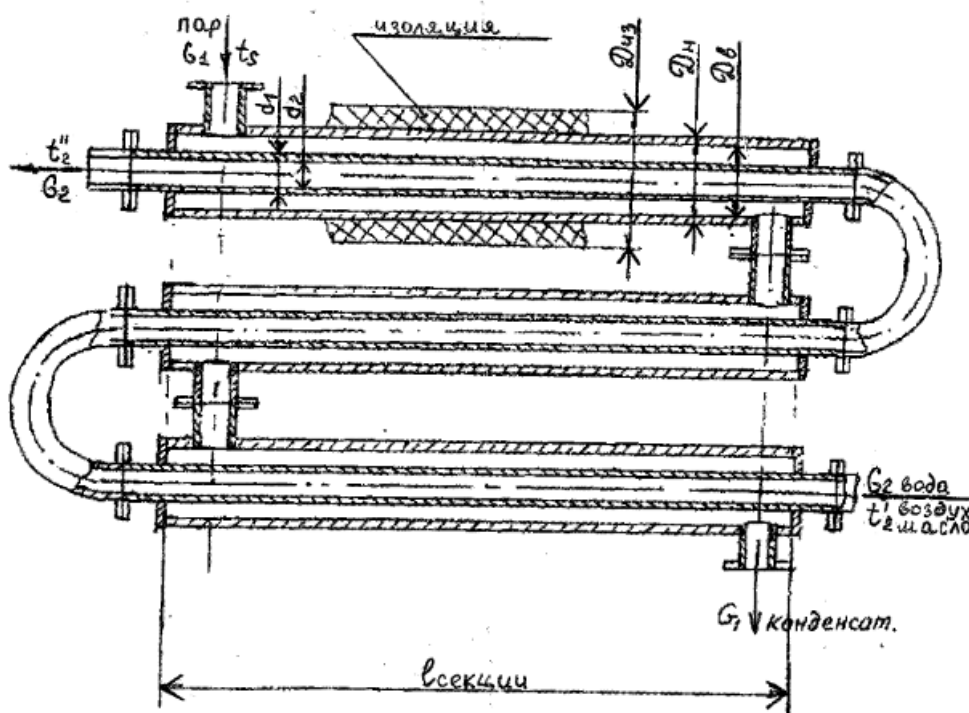


Рис 1

Теплообменник «труба в трубе»

Примечания:

- 1) $l_{пол} = l_{сек.(I)} + l_{сек.(II)} + l_{сек.(III)} + \dots + l_{сек.(n)}; F = \pi d_{ср} \cdot l_{пол}$
- 2) На входе и на выходе нагреваемой жидкости поставить запорную арматуру.

Типовые вопросы к экзамену 5 семестр:

Перечень вопросов к экзамену:

1. Этапы сведения общей системы дифференциальных уравнений к инженерным методикам расчета.
2. Математическое описание процессов теплообмена в теплообменной системе
3. Описание связи термодинамических и расходных параметров теплообменного оборудования и элементов преобразования энергии.
4. Подходы и инженерные методы расчета ТА.
5. Метод поправочного коэффициента.
6. Применение метода поправочного коэффициента для инженерной методики проектного расчета.
7. Алгоритм проектного расчета.
8. Применение функции тепловой эффективности для поверочного расчета.
9. Алгоритм поверочного расчета.
10. Гидравлический расчет ТМО.
11. Коэффициент сопротивления по длине.
12. Местные коэффициенты сопротивления.
13. Прочностной и тепловой анализ в ANSYS.
14. Этапы создания модели теплоэнергетической и технологической установки HYSYS.
15. Термодинамические пакеты HYSYS.

16. Методы расчета свойств.
17. Проектный и проверочный расчеты ТА в HYSYS.
18. Способы обеспечения сходимости расчетов ТС средствами HYSYS.
19. Оптимизация ТМО. Общая постановка задачи.
20. Оптимизация схемы, оборудования ТМО и режимов охлаждения.
21. Оптимизация ТС в HYSYS.
22. Оптимизация в рамках Пинч анализа ТС.
23. Принцип образования кипящего слоя в аппаратах с кипящим слоем.
24. Схемы и конструкции выпарных установок.
25. Сущность метода Тищенко для теплового расчета выпарных установок.
26. Основные процессы в дистиляционных установках.
27. Порядок расчета дистиляционных установок.
28. Процессы в ректификационных установках и изображение их в диаграммах.
29. Классификация ректификационных установок.
30. Классификация сушилок.
31. Теоретическая сушилка.
32. Назначение конденсаторов.
33. Назначение конденсатоотводчиков.