



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе дисциплины)
« ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ И ПЕРЕРАБОТКА СТОКОВ НА ТЭС »
основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки
13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль программы
«ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ»

ИНСТИТУТ
РАЗРАБОТЧИК

морских технологий, энергетики и строительства
кафедра энергетики

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

1.1 Результаты освоения дисциплины

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными компетенциями

Код и наименование компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями
<p>ПК-2: Способен технически обеспечивать эксплуатацию основного и вспомогательного тепломеханического оборудования ТЭС</p>	<p>Опреснение воды и переработка стоков на ТЭС</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - применяемые способы опреснения соле-ных вод на ТЭС; - принцип действия и конструкции опреснительных установок устанавливаемых на ТЭС; - условия и область целесообразного использования термических и мембранных методов обессоливания в составе схем водоподготовки ТЭС; - источники сточных вод на ТЭС; - состав и количество сточных вод систем оборотного охлаждения, химводоочисток и конденсатоочисток; - источники и количество сточных вод ТЭС, загрязнённых нефтепродуктами; - нормативы ПДК, показатели и классы опасности вредных веществ в поверхностных водных объектах; - мало- и безотходные технологии водоиспользования в энергетике. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать качество воды применяемой на ТЭС в системах водоиспользования, - производить расчеты принципиальных схем и конструкций опреснительных установок ТЭС; - разрабатывать природоохранные мероприятия по очистке и переработке стоков ТЭС и оценивать эффект от их внедрения; - читать принципиальные технологические схемы и чертежи опреснительных установок ТЭС и установок по переработке сточных вод ТЭС; - осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимое оборудование

		<p>для снижения воздействия энергетических объектов на окружающую среду.</p> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами химконтроля, применяемыми при выработке обессоленной воды на ТЭС; - способами сокращения сточных вод на ТЭС; - методами расчета количества и состава сточных вод ТЭС; - методами и способами использования и очистки мало- и высокоминерализованных сточных вод ТЭС, стоков загрязнённых нефтепродуктами; - методом выбора технологических схем и оборудования переработки сточных вод ТЭС и оценки их эффективности.
--	--	--

1.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов;
- контрольная работа (для заочной формы обучения).

Промежуточная аттестация в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. В отдельных случаях (при непрохождении всех видов текущего контроля) зачет может быть проведен в виде тестирования.

1.3 Критерии оценки результатов освоения дисциплины

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 – балльную/процентную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (табл. 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»		«зачтено»	
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно- корректно связывать между собой (только неко-	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной знаний и системным взглядом на изучаемый объект

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	торые из которых может связывать между собой)			
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

1.4 Оценивание тестовых заданий закрытого типа осуществляется по системе зачтено/не зачтено («зачтено» – 41-100% правильных ответов; «не зачтено» – 0-40 % правильных ответов) или пятибалльной системе (оценка «неудовлетворительно» – 0-40 % правильных ответов; оценка «удовлетворительно» – 41-60 % правильных ответов; оценка «хорошо» – 61-80% правильных ответов; оценка «отлично» – 81-100 % правильных ответов).

Тестовые задания открытого типа оцениваются по системе «зачтено/ не зачтено». Оценивается верность ответа по существу вопроса, при этом не учитывается порядок слов в словосочетании, верность окончаний, падежи.

2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Компетенция ПК-2: Способен технически обеспечивать эксплуатацию основного и вспомогательного тепломеханического оборудования ТЭС.

Тестовые задания открытого типа:

1. Наименьшие удельные энергозатраты на опреснение морской воды на ТЭС имеет: _____

Ответ: обратный осмос

2. Наименьшее солесодержание имеет опреснённая вода полученная: _____

Ответ: термической дистилляцией

3. В аппарате погружного горения, предназначенном для обработки сточных вод водоподготовительных установок ТЭС, в качестве топлива для упаривания сточных вод используется _____

Ответ: природный газ

4. Основным путём повышения тепловой экономичности испарителей кипящего типа является: _____

Ответ: . многоступенчатое испарение

5. Продувочные сточные воды систем оборотного охлаждения ТЭС могут применяться для подпитки: _____

Ответ: тепловой сети (системы теплоснабжения)

6. С увеличением солёности раствора обратноосмотическое давление: _____

Ответ: увеличивается

7. Для питания многоступенчатой испарительной установки кипящего типа наиболее энергоэкономичной является: _____ схема питания

Ответ: последовательная

8. Наибольшее количество опреснённой воды в мире вырабатывает: _____

Ответ: обратный осмос

9. Насыпной механический фильтр отключают на взрыхляющую промывку при перепаде давлений воды на фильтре: _____ МПа

Ответ: 0,1

10. На сырой морской водой **НЕ** могут работать испарители: _____

Ответ: кипящего типа

11. Наибольшее количество ступеней испарения имеют испарительные установки _____

Ответ: мгновенного вскипания

12. Для работы термохимического умягчителя, предназначенного для обработки высокоминерализованных сточных вод водоподготовительных установок ТЭС, в подогретые сточные воды дозируется раствор: _____

Ответ: извести ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)

13. Наибольшее солесодержание имеют сточные воды водоподготовительных установок ионного обмена, работающих по схеме : _____

Ответ: натрий-катионирования

14. В аппарате погружного горения предназначенном для обработки высокоминерализованных сточных вод водоподготовительных установок ТЭС происходит: _____

Ответ: окончательное упаривание умягченных сточных вод

15. Для работы термохимического умягчителя, предназначенного для обработки сточных вод водоподготовительных установок ТЭС, необходимо подогреть сточные воды до температуры: _____

Ответ: 50-60° С

16. Гидростатическая депрессия в испарителях, работающих на сырой морской воде – это:

Ответ: повышение температуры испаряемой воды, обусловленное увеличением солёности воды

17. Удаление отложений на поверхностях нагрева в конвективных шахтах паровых котлов ТЭС, работающих на мазуте производится : _____

Ответ: дробеочисткой и обмывкой горячей водой

18. Остаточная концентрация нефтепродуктов в воде после фильтра загруженного активированным углём составляет: _____ мг / кг

Ответ: 0,5 – 2,0

19. Для ТЭС не подлежат нормированию сбросы загрязняющих веществ в сточных водах _____

Ответ: гидравлической уборки помещений

20. Объём ёмкостей для хранения радиоактивных жидких концентратов и радиоактивных твёрдых отходов на АЭС принимается из расчета их заполнения в течение _____ лет

Ответ: десяти (10)

21. Предельно допустимая концентрация нефтепродуктов в природном водоёме должна составлять не более: _____ мг / кг

Ответ: 0,1 – 0,3

22. Удельные энергозатраты на опреснение обратным осмосом составляют: _____ КВт час / м³

Ответ: 3,0 – 10,0

23. В термохимическом умягчителе предназначенном для обработки сточных вод водоподготовительных установок ТЭС происходит осаждение солей: _____

Ответ: кальция и магния

Тестовые задания закрытого типа:

25. На газомазутной ТЭС отсутствуют:

1. Сточные воды загрязнённые нефтепродуктами

2. Сточные воды систем гидрозолаудаления

3. Сточные воды систем водопонижения

4. Сточные воды водоподготовительных установок

26. Безнакипный режим работы испарителя может быть рассчитан по:

1. CaSO₄

2. Na₂CO₃.

3. CaCO₃

4. Mg(OH)₂

27. Для предварительной подготовки питательной воды перед обратноосмотической установкой применяют следующую схему:

1. Биологическая очистка – Обезжелезивание – Удаление коллоидных примесей – Механическая фильтрация – Тонкая фильтрация

2. Механическая фильтрация – Обезжелезивание – Удаление коллоидных примесей – Биологическая очистка – Тонкая фильтрация

3. Удаление коллоидных примесей – Механическая фильтрация – Обезжелезивание – Биологическая очистка – Тонкая фильтрация

4. Обезжелезивание – Удаление коллоидных примесей – Механическая фильтрация – Биологическая очистка – Тонкая фильтрация

28. Для переработки сточных водоподготовительных установок, работающих по схеме двухступенчатого натрий-катионирования могут применять (возможно два правильных ответа):

1. Схемы с термохимическими умягчителями

2. Схемы с ультрафильтрацией сточных вод

3. Схемы с ионитными фильтрами

4. Схемы с аппаратами погружного горения

29. Дистилляционные опреснительные установки могут работать на ТЭС (возможны два правильных ответа)::

1. На паре из выхлопа турбины с противодавлением

2. На паре редуцированном в РОУ

3. На паре производственного отбора турбины

4. На вторичном паре паропреобразователя

30. Для последовательной очистки нефтесодержащих вод на ТЭС применяют следующую схему:

1. Приёмный бак – Нефтеловушка – Механические сорбционные фильтры – Механические угольные фильтры –

3. Приёмный бак – Нефтеловушка – Флотационная установка – Механические угольные фильтры – Механические сорб-

Флотационная установка
 2. Механические сорбционные фильтры –
 Приёмный бак – Нефтеловушка –
 Флотационная установка – Механические
 угольные фильтры

ционные фильтры
**4. Приёмный бак – Нефтеловушка –
 Флотационная установка –
 Механические сорбционные фильтры –
 Механические угольные фильтры**

3 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ, КУРСОВУЮ РАБОТУ/КУРСОВОЙ ПРОЕКТ, РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ

Учебным планом предусмотрено выполнение контрольной работы (для заочной формы обучения). Контрольная работа предполагает выполнение одного расчетного задания, и ответов на два вопроса. Выполненную контрольную работу студенты сдают на проверку преподавателю, ко-торый делает замечания и пишет рецензию. В случае отсутствия серьезных замечаний сту-дент допускается к защите контрольной работы. Студент, самостоятельно выполнивший задание и обладающий полнотой знаний в отношении изучаемых объектов, получает оценку «зачтено». Система оценивания и критерии оценки контрольной работы представлены в таблице 2.

1.Задача:

1. Произвести расчет тепловой схемы многоступенчатой дистилляционной опреснительной установки мгновенного вскипания с количеством ступеней $z = 4$ (см. рис. 3), включенной в систему регенерации основного конденсата турбины ТЭС, если известны:

- производительность установки нетто $D_{уст}$, т/ч,
- давление греющего пара в отборе $P_{гр}$, МПа,
- расход основного конденсата $D_{ок}$, т/ч,
- температура основного конденсата на входе в конденсатор 4-й ступени установки, $t_{ок}$, °С, - температура питательной воды ОУ, $t_{пв}$, °С, - температура сырой воды, $t_{св}$, °С.

2. Изобразить тепловую и гидравлическую схемы установки, общий вид многоступенчатой установки.

3. Результаты расчетов сопоставить с данными прототипа.

Варианты индивидуальных заданий для решения задачи представлены в таблице 3

Таблица 3 – Исходные данные для выполнения расчета многоступенчатой дистилляционной опреснительной установки мгновенного вскипания

Номер варианта	$D_{уст}$, т/ч	$P_{гр}$, МПа	$D_{ок}$, т/ч	$t_{ок}$, °С	$t_{пв}$, °С	$t_{св}$, °С	Прототип
1	30	0,075	1080	45	40	15	Блок 500 МВт
2	35	0,085	1068	48	45	10	Блок 500 МВт
3	40	0,080	1000	50	48	5	Блок 500 МВт

4	32	0,07	1100	46	45	20	Блок 500 МВт
5	50	0,100	1600	45	50	25	Блок 800 МВт
6	52	0,110	1620	47	56	15	Блок 800 МВт
7	60	0,150	1650	50	60	10	Блок 800 МВт
8	58	0,120	1645	49	65	5	Блок 800 МВт
9	54	0,130	1635	51	35	20	Блок 800 МВт
10	33	0,090	1050	49	42	12	Блок 500 МВт
11	55	0,120	1640	46	40	25	Блок 800 МВт
12	31	0,065	1070	44	45	15	Блок 500 МВт
13	48	0,130	1580	47	60	10	Блок 800 МВт
14	57	0,125	1700	50	55	5	Блок 800 МВт
15	33	0,08	1120	48	50	20	Блок 500 МВт

Проверка результатов расчета тепловой схемы опреснителя проводится под руководством преподавателя на практических занятиях в компьютерном классе с использованием программного обеспечения (см. рис. 1, 2).

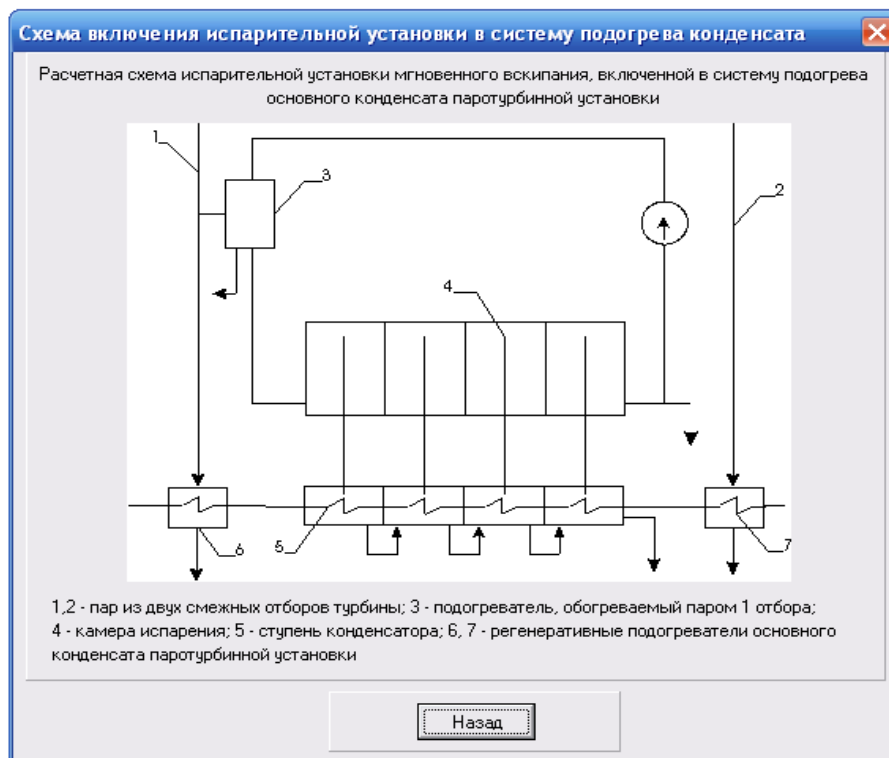


Рис.1 – Примеры диалоговых окон программы для расчета тепловой схемы испарительной установки мгновенного вскипания

Расчет многоступенчатой установки мгновенного вскипания

Исходные данные		Результаты расчета (продолжение)	
Производительность, т/ч	47,5	Количество дистилата, получаемого с 1т воды, поступающей в камеры испарения, т/ч	
Давление подводимого к установке пара, МПа	0,0835	Расход питательной воды, т/ч	
Энтальпия пара в отборе, кДж/кг	2704	Расход продувочной воды, т/ч	
Расход воды в линии основного конденсата турбины, т/ч	1067	Потери теплоты с продувочной водой, кДж/кг	
Энтальпия воды на входе в конденсатор испарителя, кДж/кг	209,7	Расход теплоты на производство дистилата, кДж/кг	
Энтальпия питательной воды, кДж/кг	167	Энтальпия воды на входе в секции испарителя, 0С	
Недогрев основного конденсата до температуры насыщения в ступенях конденсатора, 0С	5	Энтальпия после ввода в поток питательной воды, кДж/кг	
Продувка установки, в долях	0,05	Удельный расход теплоты, кДж/кг	
Энтальпия сырой воды, кДж/кг	62,9	Изменение температуры воды в каждой ступени конденсатора, 0С	
Результаты расчета		Недогрев воды до температуры насыщения в подогревателе, 0С	
Производительность камер испарения, т/ч:		Температура основного конденсата на выходе из i-й ступени	
1		2	
Расчетная производительность установки, т/ч		Температура насыщения в i-й (по ходу конденсата) камере испарения, 0С	
Расход воды на входе в камеры испарения, т/ч		1	
Расход греющего пара, т/ч		2	
Количество теплоты, подведенной с греющим паром, кДж/кг		3	
		4	

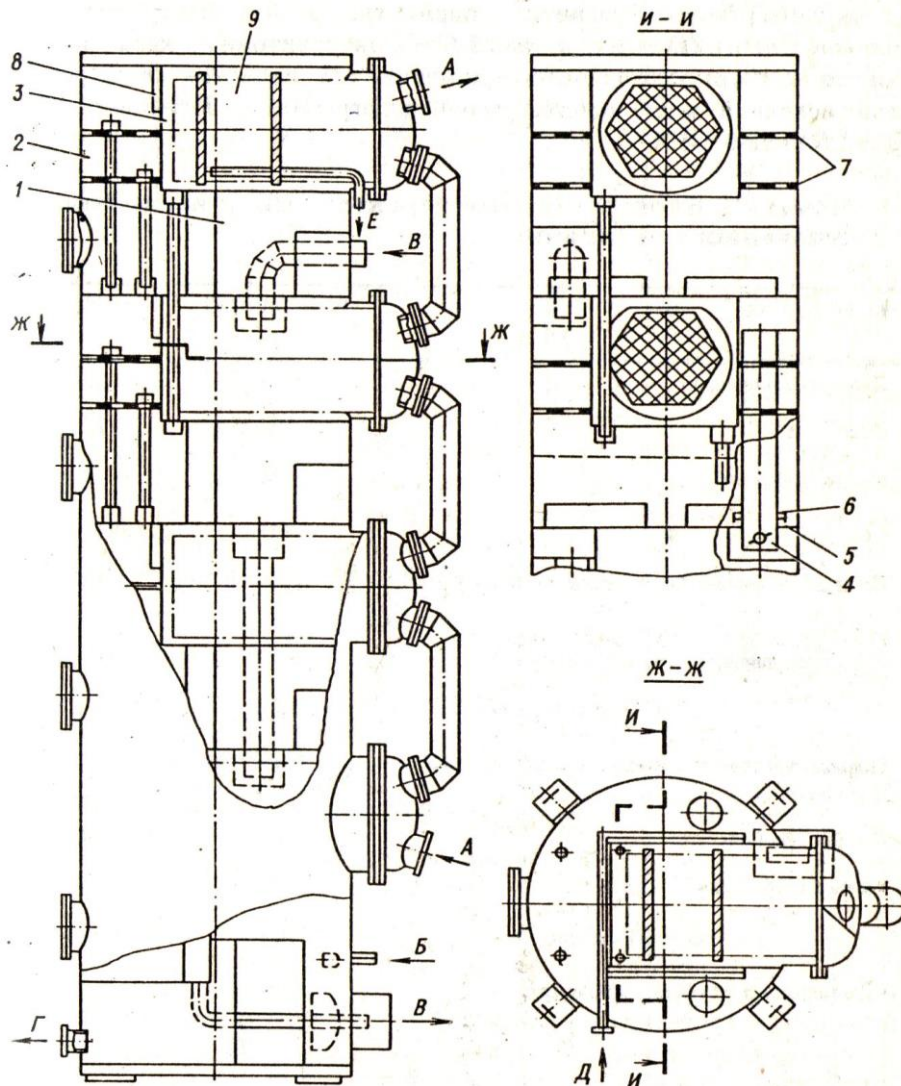
Назад Расчет Выход Печать Сохранить

Расчет многоступенчатой установки мгновенного вскипания

Исходные данные		Результаты расчета (продолжение)	
Производительность, т/ч	47,5	Количество дистилата, получаемого с 1т воды, поступающей в камеры испарения, т/ч	0,044559
Давление подводимого к установке пара, МПа	0,0835	Расход питательной воды, т/ч	49,735
Энтальпия пара в отборе, кДж/кг	2704	Расход продувочной воды, т/ч	2,3684
Расход воды в линии основного конденсата турбины, т/ч	1067	Потери теплоты с продувочной водой, кДж/кг	4,5856E5
Энтальпия воды на входе в конденсатор испарителя, кДж/кг	209,7	Расход теплоты на производство дистилата, кДж/кг	2,8422E6
Энтальпия питательной воды, кДж/кг	167	Энтальпия воды на входе в секции испарителя, 0С	362,2
Недогрев основного конденсата до температуры насыщения в ступенях конденсатора, 0С	5	Энтальпия после ввода в поток питательной воды, кДж/кг	252,33
Продувка установки, в долях	0,05	Удельный расход теплоты, кДж/кг	60003
Энтальпия сырой воды, кДж/кг	62,9	Изменение температуры воды в каждой ступени конденсатора, 0С	6,2867
Результаты расчета		Недогрев воды до температуры насыщения в подогревателе, 0С	6,6
Производительность камер испарения, т/ч:		Температура основного конденсата на выходе из i-й ступени	
1	12,171	2	62,657
Расчетная производительность установки, т/ч	47,367	3	68,944
Расход воды на входе в камеры испарения, т/ч	1063	4	75,231
Расход греющего пара, т/ч	51,509	Температура насыщения в i-й (по ходу конденсата) камере испарения, 0С	
Количество теплоты, подведенной с греющим паром, кДж/кг	1,1918E8	1	61,37
		2	67,657
		3	73,944
		4	80,231

Назад **Расчет** Выход Печать Сохранить

Рис.2– Примеры диалоговых окон программы для расчета тепловой схемы испарительной установки мгновенного вскипания



1 - камера вскипания, 2, 3 - камера сепарации с паропромывочным устройством, 4 - переливное устройство, 5 - перегородка, 6 - погружённый дырчатый лист, 7 - паропромывочные листы, 8 - вертикальный сепаратор, 9 - конденсатор

Рис.3 – Общий вид четырёхступенчатого опреснителя мгновенного вскипания

2. Контрольные вопросы

Таблица 4 Варианты индивидуальных заданий для ответов на контрольные вопросы

№ варианта	№ вопросов	№ варианта	№ вопросов	№ варианта	№ вопросов
1	1, 3	6	2, 4	11	9, 16
2	5, 7	7	6, 8	12	13, 19

3	9, 11	8	10, 12	13	11, 15
4	13, 15	9	14, 16	14	2, 7
5	17, 19	10	1, 18	15	5, 14

1. В чём заключаются преимущества и недостатки дистилляции по сравнению с мембранными методами опреснения воды?
2. От чего зависит расход энергии на опреснение при обратном осмосе и термической дистилляции?
3. Каковы удельные затраты энергии на получение пермеата и дистиллята?
4. Назовите основные пути повышения тепловой экономичности испарительных установок (ИУ)? Какой из перечисленных путей является основным?
5. Что такое гидростатическая депрессия и как она влияет на работу испарителя кипящего типа?
6. Каковы пути снижения гидростатической депрессии?
7. Что такое температурная депрессия и как она влияет на работу испарителя кипящего типа?
8. С какой целью используется многоступенчатое испарение?
9. Какие существуют схемы питания многоступенчатых испарительных установок? Каковы преимущества и недостатки этих схем?
10. Назовите схемы включения дистилляционных опреснительных установок в тепловую схему станции.
11. Назовите способы включения испарительных установок в систему регенеративного подогрева питательной воды. Какой из схем отдаёт предпочтение на ТЭС?
12. Какие типы испарительных установок применяют на КЭС и на ТЭЦ?
Какие преимущества и недостатки имеют испарительные установки мгновенного вскипания по сравнению с испарителями типа «И»?
13. Назовите основные применяемые схемы многоступенчатых испарительных установок (МИУ) мгновенного вскипания.
14. Как рассчитать расход удельный тепла для одно- и многоступенчатого испарителя кипящего типа?
15. Как рассчитать расход удельный тепла для одно- и многоступенчатого испарителя адиабатного типа?
16. Назовите преимущества циркуляционной схемы МИУ адиабатного типа по сравнению с проточной схемой.

17. От чего зависит тепловая экономичность многоступенчатой дистилляционной опреснительной установки мгновенного вскипания?
18. В чем заключается преимущество башенной компоновки МИУ по сравнению с рядной?
19. Как определить недовыработку электроэнергии при включении испарителя в систему регенеративного подогрева питательной воды?

4 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Опреснение воды и переработка стоков на ТЭС» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (профиль Тепловые электрические станции).

Преподаватель-разработчик – к.т.н., доц. А. Г. Филонов.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен заведующим кафедрой энергетики.

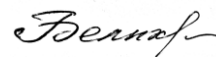
Заведующий кафедрой



В. Ф. Белей

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен методической комиссией ИМТЭС (протокол № 8 от 26.08.2024 г).

Председатель методической комиссии ИМТЭС



О.А. Бельх