МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра энергетики

**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**для студентов заочной формы обучения**[[1]](#footnote-1)

*(с полным сроком обучения)[[2]](#footnote-2)*

по дисциплине

«Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций Забайкальского края»

наименование дисциплины (модуля)

для направления подготовки (специальности)

130401 – Теплоэнергетика и теплотехника

код и наименование направления подготовки (специальности)

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) – 3 зачетных единиц.

Форма текущего контроля в семестре – контрольная работа.

Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП) – нет.

Форма промежуточного контроля в семестре – зачет.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды занятий | Распределение по семестрам | | | Всего часов |
| 4  семестр | ----  семестр | ----  семестр |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Общая трудоемкость | 108 |  |  |  |
| Аудиторные занятия, в т.ч.: | 12 |  |  |  |
| лекционные (ЛК) | 6 |  |  |  |
| практические (семинарские) (ПЗ, СЗ) | 6 |  |  |  |
| лабораторные (ЛР) |  |  |  |  |
| Самостоятельная работа студентов (СРС) | 96 |  |  |  |
| Форма промежуточной аттестации в семестре | зачет |  |  |  |
| Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП) |  |  |  |  |

**Краткое содержание курса**

«Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций Забайкальского края» является специальной дисциплиной, относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин. Курс предполагает, что студенты получили предварительно необходимую теоретическую и практическую подготовку при изучении основных теплоэнергетических дисциплин: «Техническая термодинамика», «Тепломассообмен», «Гидрогазодинамика».

**Форма текущего контроля**

Контрольная работа. Контрольная в себя включает:

- Сделать доклад-презентацию.

- Решить контрольную задачу.

Номер варианта доклада-презентации и контрольной задачи выбирается по последней цифре номера зачетной книжки.

|  |  |
| --- | --- |
| Последняя цифра номера зачетной книжки | Номер варианта темы |
| От 0 до 3 | 1 |
| От 4 до 6 | 2 |
| От 7 до 9 | 3 |

**Варианты темы доклада-презентации:**

1. Вспомогательное оборудование котельных Забайкальского края. Его технико-экономические показатели.
2. Вспомогательное оборудование пароводяного тракта ТЭЦ Забайкальского края. Его технико-экономические показатели.
3. Вспомогательное оборудование газовоздушного тракта ТЭЦ Забайкальского края. Его технико-экономические показатели.

Доклад должен полностью раскрывать и иллюстрировать выбранную тему. Коллективное выполнение не допускается. Каждый студент выполняет задание индивидуально.

**Контрольная задача**

**Задача 0.** Определить поверхность нагрева противоточного водоводяного теплообменника, если известны расход нагре­ваемой воды *W2*=5кг/с, температура нагревающей воды на входе в теплообменник *t=*97°C, температура нагревающей воды на выходе из теплообменника *t*=63°С, температура нагреваемой воды на входе в теплообменник *t*=17°C температура нагрева­емой воды на выходе из теплообменника *t*=47°Cи коэффициент теплопередачи *k=*1,1 кВт/(м2·К).

*Ответ: F*=11,8 м2.

**Задача 1.** Определить расход нагревающего пара и повер­хность нагрева противоточного пароводяного теплообменника, если известны расход нагреваемой воды *W2*=5,6 кг/с, давление нагревающего пара *pn*=0,12 МПа, температура нагревающего пара *tn*=104°С, энтальпия конденсата *i=*436 кДж/кг, температу­ра нагреваемой воды на входе в теплообменник *t*=12°С, температура нагреваемой воды на выходе из теплообменника *t*=42°C, коэффициент теплопередачи *k=*1,05 кВт/(м2К) и ко­эффициент, учитывающий потери теплоты теплообменником в окружающую среду, *η*=0,97.

*Ответ: D1=*0,32 кг/с; *F=*20,3 м2.

**Задача** **2.** Определить расход нагреваемой воды и сред­ний температурный напор в прямоточном пароводяном теплооб­меннике, если известны расход нагревающего пара *D1=*1 кг/с, давление нагревающего пара *pп*=0,118 МПа, температура нагре­вающего пара *tn*=104°C,энтальпия конденсата *i=*436 кДж/кг, температура нагреваемой воды на входе в теплообменник *t*=10°C, температура нагреваемой воды на выходе из теплообменника *t*=36°С и коэффициент, учитывающий потери теплоты теплообменником в окружающую среду, *η*=0,98.

*Ответ: W2*=20,2 кг/с; *Δtcp*=80°С.

**Задача** **3.** Определить поверхность нагрева прямоточного водоводяного теплообменника, если известны расход нагрева­ющей воды *W1*=2 кг/с, расход нагреваемой воды *W2*=2,28кг/с, температура нагревающей воды на входе в теплообменник *t=*97°С, температура нагреваемой воды на входе в теплообмен­ник *t*=17°C, температура нагреваемой воды на выходе из тепло­обменника *t*=47°C,коэффициент теплопередачи *k*=0,95 кВт/(м2·К) и коэффициент, учитывающий потери тепло­ты теплообменником в окружающую среду, *η*=0,97.

*Ответ: F*=1,6 м2.

**Задача 4.** Определить расчетную производительность и расчетный напор питательного насоса котельной, если извест­ны давление в барабане котла *рк*=3,6 МПа, сопротивление вса­сывающего и нагнетательного трубопроводов *Нсет*=0,2 МПа, коэффициент запаса по напору *β2*=1,1, мощность электродвигателя для привода питательного насоса *N*=100 кВт и кпд питатель­ного насоса *ηпн*=0,75.

*Ответ: Qпн*=1,8·10-2 м3/с; *Нпл*=4,2 МПа.

**Задача** **5.** Определить мощность электродвигателя для привода питательного насоса для котельной с максимальной паропроизводительностью Dmax=1,8 кг/с, если известны давле­ние в барабане котла *рк=*2,4 МПа, плотность воды *ρ*=958 кг/м3, сопротивление всасывающего и нагнетального трубопроводов *Нсет*=0,15 МПа, коэффициент запаса по паропроизводительности котельной *β1*=1,2, коэффициент запаса по напору *β2*=1,1 и кпд питательного насоса *ηпн*=0,74.

*Ответ: N**=*8,5 кВт.

**Задача 6.** Определить расчетную подачу дымососа котель­ного агрегата, работающего на природном газе состава: СО2=0,2%; СН4=97,9%; С2Н4=0,1%; N2=1,8%, если коэффици­ент запаса подачи *β1*=1,1, расчетный расход топлива *Bр*=0,32 кг/с, коэффициент избытка воздуха перед дымососом α*д*=1,45, температура газов перед дымососом *θд=*188°С и баро­метрическое давление воздуха *hб*=97·103 Па.

*Ответ: Qд*=9 м3/с.

**Задача 7.** Определить расчетную подачу дымососа котель­ного агрегата паропроизводительностью *D*=13,9 кг/с, работа­ющего на подмосковном угле состава: Сp=28,7%; Нр=2,2%; S=2,7%; Np=0,6%; Ор=8,6%; *Aр*=25,2%; *Wp*=32,0%, если тем­пература топлива на входе в топку *tT*=20°С, кпд котлоагрегата (брутто) *η*=88%, давление перегретого пара *pпп*=4 МПа, тем­пература перегретого пара *tпп*=450°С, температура питательной воды *tпв*=140°С, величина непрерывной продувки *Р*=3%, коэф­фициент запаса подачи *β1*=1,05, коэффициент избытка воздуха перед дымососом α*д*=1,55, температура газов перед дымососом *θд=*180°С, потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=4,5% и барометрическое давление *hб*=98·103 Па.

*Ответ: Qд*=41,5 м3/с.

**Задача 8.** Определить мощность электродвигателя для привода дымососа котельного агрегата паропроизводительно­стью *D*=9,73 кг/с, работающего на челябинском буром угле состава: Cp=37,3%; Нр=2,8%; S=1,0%; Np=0,9%; Op=10,5%; *Ар*=29,5%; *Wp=*18,0%, если температура топлива на входе в топ­ку *tT*=20°С, давление перегретого пара *pпп*=1,4 МПа, температу­ра перегретого пара *tпп*=275°С, температура питательной воды *tпв*=100°C, кпд котлоагрегата (брутто) *η*=86%, величина не­прерывной продувки *Р*=3%, коэффициент запаса подачи *β1*=1,05, коэффициент избытка воздуха перед дымососом α*д*=1,6, температура газов перед дымососом *θд=*182°С, расчетный пол­ный напор дымососа *Hд*=2,2 кПа, коэффициент запаса мощ­ности электродвигателя *β2*=1,1, эксплуатационный кпд дымососа *η*=65%, барометрическое давление воздуха *hб*=97·103 Па и по­тери теплоты от механической неполноты сгорания топлива *q4*=4%.

*Ответ: N=*88 кВт.

**Задача 9.** Определить диаметр устья дымовой трубы и объем газов, проходящих через дымовую трубу котельной, в которой установлены три одинаковых котлоагрегата, работа­ющих на карагандинском угле марки К состава: Сp=54,7%; Нр=3,3%; S=0,8%; Np=0,8%; Ор=4,8%; *Аp*=27,6%; *Wp*=8,0%, если расчетный расход топлива *Bp*=2,1кг/с, температура газов перед дымовой трубой *θдm=*187°С, коэффициент избытка воздуха перед трубой α*дm*=1,5, скорость газов на выходе из трубы *wдm*=8,8 м/с и барометрическое давление воздуха *hб*=97·103 Па.

*Ответ: dдm=*3,8м; *V*=98,3 м3/с.

**Итоговым контролем** знаний является зачет в 4 семестре, ко­торый проводится в письменной форме.

**Перечень примерных вопросов для подготовки к зачету**

1. По каким признакам классифицируется вспомогательное оборудование электростанций?
2. Что подразумевается под условным диаметром и условным давлением трубопровода?
3. Что предусматривается в смешивающих подогревателях для исключения попадания воды в турбину?
4. Как собственные нужды ТЭС влияют на ее технико-экономические показатели?
5. Как различается трубопроводная арматура?
6. Что влияет на выбор оптимальных скоростей в подогревателях?
7. Какие две функции выполняет пар, заполняющий деаэрационную колонку?
8. На какую нагрузку рассчитываются опоры трубопроводов?
9. Как собственные нужды ТЭС влияют на ее технико-экономические показатели?
10. С какой целью осуществляется охлаждение пара и дренажей в подогревателях?
11. На чем основан принцип действия деаэраторной колонки?
12. Как влияет использование испарителей на КПД турбины?
13. Расшифруйте обозначение сетевых подогревателей ПСГ-800-3-8, ПСГ1300-3-8-I и ПСВ-315-14-23?
14. На какие три типа в зависимости от рабочего давления классифицируются термические деаэраторы согласно ГОСТ. Укажите рабочее давление и температуру насыщения для каждого типа?
15. На какие две цели используется вторичный пар испарителей?
16. Изобразите и опишите схему включения испарительной установки в систему подогрева сетевой воды теплофикационной турбины?
17. Дайте определения рабочего, условного и пробного давления трубопроводов ТЭС?
18. Как подразделяется по назначению энергетическая трубопроводная арматура. Дайте краткую характеристику каждого типа?
19. Как подразделяются по назначению и принципу действия насосы ТЭС. Дайте краткую характеристику каждого типа?
20. Как конструктивно центробежные машины отличаются от осевых?
21. Каким образом регулируется производительность тягодутьевых машин?
22. Какой метод регулирования тягодутьевых машин считается наиболее экономичным?
23. Почему дымососы относятся к наименее надежным элементам газовоздушного тракта котла?
24. Как изменятся характеристики тягодутьевых машин при изменении условий их работы (температура, запыленность среды) ?
25. Какие требования к ТДМ предъявляет их параллельная работа?

**Оформление письменной работы согласно МИ 4.2-5/47-01-2013** [Общие требования к построению и оформлению учебной текстовой документации](http://zabgu.ru/files/html_document/pdf_files/fixed/Normativny%27e_dokumenty%27_i_obrazcy%27_zayavlenij/Obshhie_trebovaniya_k_postroeniyu_i_oformleniyu_uchebnoj_tekstovoj_dokumentacii.pdf)

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**Основная литература**

1. Рихтер, Лев Александрович. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций : учеб. пособие / Рихтер Лев Александрович, Елизаров Дмитрий Павлович, Лавыгин Василий Михайлович. - Москва : Энерго-атомиздат, 1987. - 216с : ил. - 0-95.
2. Середкин, Александр Алексеевич. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций : учеб. пособие / Середкин Александр Алексеевич, Стрельников Алексей Сергеевич. - Чита : ЗабГУ, 2013. - 121 с. - ISBN 978-5-9293-1020-1 : 92-00.
3. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций : метод. указания / сост. С.С. Руденко. - Чита : ЧитГУ, 2004. - 22 с. - 10-50.
4. Тепловые электрические станции : учебник / Буров Валерий Дмитрие-вич [и др.]; под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. - 3-е изд., стер. - Москва : МЭИ, 2009. - 466 с. : ил. - ISBN 978-5-383-00404-3 : 880-00.

**Дополнительная литература**

1. Никитина, Ирина Константиновна. Справочник по трубопроводам теп-ловых электростанций / Никитина Ирина Константиновна. - Москва : Энергоатомиздат, 1983. - 176 с. : ил. - 1-60.
2. Монахов, Александр Семенович. Атомные электрические станции и их технологическое оборудование : учеб. пособие / Монахов Александр Семенович. - Москва : Энергоатомиздат, 1986. - 224с. : ил. - 0-80.

**Собственные учебные пособия**

1. Середкин, Александр Алексеевич. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций : учеб. пособие / Середкин Александр Алексеевич, Стрельников Алексей Сергеевич. - Чита : ЗабГУ, 2013. - 121 с. - ISBN 978-5-9293-1020-1 : 92-00.

**Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы\***

**Нет**

1. Библиотека ЗабГУ; – Режим доступа: http://library.zabgu.ru/

2. ЭБС «Троицкий мост»; – Режим доступа: <http://www.trmost.ru>

3. ЭБС «Лань»; – Режим доступа: <http://www.e.lanbook.ru>

4. ЭБС «Юрайт»; – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

5. ЭБС «Консультант студента»; – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>

6. ЭБС «Юрайт»; – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

7. ЭБС «Консультант студента»; – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>

8.Государственнаяпубличнаянаучно-техническаябиблиотекаРоссии.– Режимдоступа:http://www.gpntb.ru/

9. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU– Режим доступа: https://elibrary.ru/

10. Библиотека строительства – Режим доступа: <http://www.zodchii.ws>

11. Библиотека технической литературы. – Режим доступа: <http://techlib.org>

12. Библиотека технической литературы. – Режим доступа: http://listlib.narod.ru/ 13. Техническая библиотека. – Режим доступа: <http://techlibrary.ru/>

14. Книги по технике – Режим доступа: http://www.yugzone.ru/x/science-technical/ 15. Автомобильная литература. – Режим доступа: <http://www.driveforce.ru/>

16. ТехЛит.ру – Режим доступа: <http://www.tehlit.ru/>

17. Электронная библиотека «eKNIGI». – Режим доступа: https://eknigi.org/tehnika/

Преподаватель Середкин А.А.

Заведующий кафедрой Басс М.С.

1. Если установочные материалы для студентов с полным сроком обучения не отличаются от установочных материалов для студентов с сокращенным сроком обучения, то установочные материалы разрабатываются единые. [↑](#footnote-ref-1)
2. Указать для какого срока обучения разработаны установочные материалы. [↑](#footnote-ref-2)