

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**БРАТСКИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Специальность 13.02.02
Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для выполнения практических работ

*по МДК 03.01 «Наладка и испытания теплотехнического оборудования
и систем тепло- и топливоснабжения»*

Братск 2020

Содержание

Введение	4
1 Практическая работа № 1 «Измерение температуры, расхода газов и жидкостей, давления и перепада давления»	6
2 Практическая работа № 2 «Наладка и контроль водного режима котлоагрегата»	8
3 Практическая работа № 3 «Наладка топочного режима»	10
4 Практическая работа № 4 «Пусковая наладка теплотехнического оборудования»	11
5 Практическая работа № 5 «Режимная наладка теплоиспользующих установок»	13
6 Практическая работа № 6 «Методика испытаний паровых котлов»	14
7 Практическая работа № 7 «Исследования аэродинамических характеристик топочных устройств. Наладка горелок»	15
8 Практическая работа № 8 «Исследование эрозионного и коррозионного износа поверхностей нагрева паровых котлов»	16
9 Практическая работа № 9 «Исследование температурных неравномерностей и напряжений в барабанах паровых котлов»	21
10 Практическая работа № 10 «Испытания и наладка топочных экранов прямоточных котлов»	22
11 Практическая работа № 11 «Испытания и наладка пароперегре вателей и экономайзеров»	23
Список использованных источников	24

Введение

Практикум междисциплинарного курса «Наладка и испытания теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения» предназначена для реализации федеральных государственных требований к минимуму содержания подготовки выпускников по специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование.

Настоящее учебное пособие разработано с целью развития у студентов навыков самостоятельного решения задач и углубления их теоретических знаний. Междисциплинарный курс опирается на предметы, изучаемые студентами-энергетиками на протяжении всего курса обучения по специальности: измерительная техника, эксплуатация, котельные установки, и т.д.

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения ПМ должен:

иметь практический опыт:

- подготовки к испытаниям и наладке теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;
- чтения схем установки контрольно-измерительных приборов при проведении испытаний и наладки теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;
- контроль над параметрами процесса производства, транспорта и распределения тепловой энергии;
- обработки результатов испытаний и наладки теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;
- проведения испытаний и наладки теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;
- составления отчетной документации по результатам испытаний и наладки теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;

уметь:

- выполнять: подготовку к наладке и испытаниям теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения; подготовку к работе средств измерений и аппаратуры; работу по наладке и испытаниям теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения в соответствии с методическими, нормативными и другими руководящими материалами по организации пусконаладочных работ; обработку результатов наладки и испытаний теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;

- вести техническую документацию во время проведения наладки и испытаний теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;

знать:

- характеристики, конструктивные особенности, назначение и режимы работы теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;

- назначение, конструктивные особенности и характеристики контрольных средств, приборов и устройств, применяемых при эксплуатации, наладке и испытаниях теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;

- постановление, распоряжение, приказы, методические и нормативные материалы по вопросам организации пусконаладочных работ;

- порядок и правила проведения наладки и испытаний теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;

- правила и нормы охраны труда при проведении наладки и испытаний теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения;

- правила оформления отчетной документации по результатам испытаний и наладки теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

1 Практическая работа № 1 «Измерение температуры, расхода газов и жидкостей, давления и перепада давления»

Цель работы: выполнять подготовку к работе средств измерений и аппаратуры.

Вариант № 1

В тетрадях для практических работ опишите следующие вопросы:

1. На какие три вида делятся промышленные наладочные и исследовательские работы по характеру и сложности?
2. В каких случаях возникают случайные погрешности?
3. Для чего нужна температурная вставка?
4. За счет чего может произойти механическое повреждение термоэлектродов?

Вариант № 2

В тетрадях для практических работ опишите следующие вопросы:

1. Какова цель регулярных работ и что к ним относится?
2. Что называется погрешностью?
3. Опишите способ определения тепловых нагрузок экранных поверхностей нагрева с помощью стационарных калориметров.
4. На чем основан принцип действия напорных трубок при измерении расхода среды в экранных трубах?

Вариант № 3

В тетрадях для практических работ опишите следующие вопросы:

1. С какой целью проводят плановые работы?
2. Перечислите, какими способами производят измерение температуры в зоне обогрева?
3. Опишите способ определения тепловых нагрузок экранных поверхностей нагрева с помощью термозонда.
4. Для чего применяют пневмометрические трубки?

Вариант № 4

В тетрадях для практических работ опишите следующие вопросы:

1. Что называется грубой погрешностью измерений?
2. Опишите способ измерения температуры в зоне обогрева с помощью температурных вставок.
3. Опишите способ определения тепловых нагрузок экранных поверхностей нагрева с помощью температурных вставок.
4. Правильность закладки термоэлектродов при измерении температуры среды в необогреваемой зоне?

Вариант № 5

В тетрадях для практических работ опишите следующие вопросы:

1. Что называется систематической погрешностью?
2. Опишите способ измерения температуры в зоне обогрева с помощью термопар.
3. Как правильно выбрать способ крепления и установки термопар?
4. Что такое термоэлектрод? Для чего он служит?

2 Практическая работа № 2 «Наладка и контроль водного режима котлоагрегата»

Цель работы: уметь выполнять подготовку к наладке и испытаниям теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения

Вариант № 1

1. Перечислите факторы, которые влияют на пробу
2. Для чего служит добавочная вода?
3. Какова задача химической очистки воды?
4. Перечислите способы консервации оборудования.
5. Перечислите основные требования к автоматическим приборам химического контроля.
6. Каково назначение сепараторов?

Вариант № 2

1. В чем заключается сущность способа отбора пробы влажного пара из паропровода?
2. Назначение испарителей.
3. Что применяют в качестве реагентов для удаления окислов железа?
4. Какие вещества используют для приготовления консервирующих растворов?
5. Какие приборы используют при химическом контроле качества воды и пара?
6. Где применяют пленочные сепараторы? Где применяют центробежные сепараторы?

Вариант № 3

1. Влияет ли величина влажности пара на режим отбора пробы? Обоснуйте свой ответ.
2. Какие потери конденсата и пара допускаются по правилам технической эксплуатации?
3. Кто проводит химическую очистку и какова её продолжительность по времени?
4. Почему ПНД и конденсатор при консервации должны быть отключены?

5. На чем основан принцип действия водородомера?
6. Назовите основной недостаток горизонтального пленочного сепаратора.

Вариант № 4

1. Каким образом установка пробоотборника влияет на пробу?
2. Какие испарители устанавливаются на паротурбинных электростанциях?
3. По какому критерию можно определить необходимость проведения химической очистки?
4. В чем заключается метод консервации КА путем обработки внутренних поверхностей комплексонами?
5. Для чего предназначен кондуктометр?
6. Как происходит сепарация влаги в центробежном сепараторе?

Вариант № 5

1. Можно ли установить пробоотборник сразу за арматурой? Обоснуйте свой ответ.
2. В чем заключается сущность термической обработки добавочной воды?
3. При проведении предпусковых очисток происходит загрязнение внутренней поверхности труб. Почему?
4. Опишите способ консервации КА «сухим» способом.
5. На чем основан принцип действия кремнемера?
6. От чего зависит эффективность центробежных сепараторов?

3 Практическая работа № 3 «Наладка топочного режима»

Цель работы: уметь выполнять подготовку к наладке и испытаниям теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения

В тетрадях для практических работ опишите следующие вопросы:

1. Определение присосов воздуха по газовому тракту котла.
2. Запишите формулу, по которой рассчитывается значение присосов воздуха в топку и газоход пароперегревателя.
3. Как должно располагаться ядро факела в топках пылеугольных котлов?
4. Какой режим называется оптимальным?
5. Каким образом подсчитываются присосы воздуха в газоходы конвективных поверхностей?
6. Запишите формулу, по которой подсчитываются присосы воздуха в регенеративных вращающихся воздушных подогревателях.
7. По каким признакам определяется оптимальное расположение факела при сжигании мазута?
8. Перечислите признаки нормального горения природного газа.
9. Как происходит сепарация влаги в центробежном сепараторе?
10. Под действием каких сил происходит сепарация влаги в пленочных сепараторах?
11. Что представляет собой КПД пленочного сепаратора?
12. Запишите формулу. По которой определяется КПД центробежного сепаратора.

По окончании – защита

4 Практическая работа № 4 «Пусковая наладка теплотехнического оборудования»

Цель работы: уметь выполнять работу по наладке и испытаниям теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения в соответствии с методическими, нормативными и другими руководящими материалами по организации пусконаладочных работ.

Задание № 1

В тетрадях для практических работ сделайте тест. Вариант ответа – один.

Таблица 1 – Тест

№	Задача	Варианты ответов
1	Что необходимо произвести после окончания монтажа отдельных узлов оборудования?	а) поузловую проверку; б) гидравлические испытания; в) опробование.
2	Опробование мельниц производят...	а) на рабочем давлении; б) на холостом ходу; в) при закрытом аппарате
3	Опробование дымососа производится...	а) на рабочем давлении; б) на холостом ходу; в) при закрытом аппарате
4	Комплексное опробование котельного агрегата проводится в течении ... часов.	а) 48 б) 72 в) 24
5	В течении какого времени производят опробование мельницы?	а) не более 10 минут; б) не более 20 минут; в) не более 30 минут;
6	За счет чего можно повысить разряжение?	а) дымососа; б) насоса; в) вентилятора;
7	В течении какого времени производят опробование вентилятора?	а) не более 10 минут; б) не более 15 минут; в) не более 20 минут.
8	В течении какого времени производят опробование питатели топлива и пыли?	а) не более 1 часа; б) не более 3 часов; в) не более 5 часов.

9	Для выявления мест утечки воздуха производят опрессовку воздушного тракта, который ставят под давление включением	а) насоса; б) вентилятора; в) дымососа.
10	Результаты пусковой наладки котельной установки оформляются	а) актом; б) отчетом; в) приказом.

Задание № 2

В тетрадях для практических работ сделайте следующее:

Вариант 1

1. Перечислите и опишите, какими методами можно определить места присоса холодного воздуха в газовый тракт?
2. Опишите проверку плотности ТИУ – керосином.

Вариант 2

1. Чем уплотняются неплотности обмуровки?
2. Опишите проверку плотности ТИУ – водяным паром.

Вариант 3

1. Как можно выявить места утечки воздуха?
2. Опишите проверку плотности ТИУ – воздухом.

Вариант 4

1. Опишите, какие действия выполняются после комплексного опробования котельного агрегата?
2. Опишите порядок сдачи ТИУ в эксплуатацию.

Вариант 5

1. Как производят очистку внутренних поверхностей нагрева котельного агрегата от загрязнений?
2. Опишите комплексное испытание теплоиспользующих установок.

5 Практическая работа № 5 «Режимная наладка теплоиспользующих установок»

Цель работы: уметь выполнять работу по наладке и испытаниям теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения в соответствии с методическими, нормативными и другими руководящими материалами по организации пусконаладочных работ.

Задание № 1

В тетрадях для практических работ опишите следующие вопросы:

1. Пусковая наладка теплоиспользующих установок.
2. Схемы установки средств измерений.
3. Методика испытаний и обработки результатов измерений.

Задание № 2

Презентация и защита самостоятельной работы

6 Практическая работа № 6 «Методика испытаний паровых котлов»

Цель работы: выполнять обработку результатов наладки и испытаний теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения

Задание № 1

Ответить устно на следующие вопросы:

1. Виды предохранительных клапанов.
2. Назначение предохранительного клапана.
3. Обратные и регулирующие клапаны. Их назначение, устройство.
4. Для чего применяют водоуказательные приборы?
5. Устройство водоуказательного прибора.
6. Как должны устанавливаться указатели уровня воды прямого действия?
7. Организация испытаний паровых котлов.

Задание № 2

Презентация и защита самостоятельной работы

7 Практическая работа № 7 «Исследования аэродинамических характеристик топочных устройств. Наладка горелок»

Цель работы: выполнять обработку по наладке и испытаниям теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения в соответствии с методическими, нормативными и другими руководящими материалами по организации пусконаладочных работ.

Вариант № 1

В тетрадях для практических работ ответить письменно на следующие вопросы:

1. Наладка ПСУ и угольной пыли.
2. Изучение аэродинамических характеристик воздушного и топливного трактов

Вариант № 2

В тетрадях для практических работ ответить письменно на следующие вопросы:

1. Испытания пылесистемы с ШБМ.
2. Исследования аэродинамики горелочных устройств.

Вариант № 3

В тетрадях для практических работ ответить письменно на следующие вопросы:

1. Испытания СМ.
2. Наладка горелок для газового и жидкого топлив.

Вариант № 4

В тетрадях для практических работ ответить письменно на следующие вопросы:

1. Испытания ММ.
2. Наладка пылеугольных горелок

Вариант № 5

В тетрадях для практических работ ответить письменно на следующие вопросы:

1. Испытания МВ.
2. Исследования аэродинамики топочных камер.

8 Практическая работа № 8 «Исследование эрозионного и коррозионного износа поверхностей нагрева паровых котлов»

Цель работы: выполнять работу по наладке и испытаниям теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения в соответствии с методическими, нормативными и другими руководящими материалами по организации пусконаладочных работ

Вариант 1

Таблица 2 – Тест варианта 1

№	Задача	Варианты ответов
1	Повреждение поверхности небольшими твердыми частицами	а) абразивный износ; б) изнашивание материала; в) коррозионный износ.
2 износ поверхности нагрева наиболее опасен	а) общий; б) местный; в) механический.
3	Наибольшему износу подвержена, где вследствие снижения температуры газового потока повышается концентрация золы и уменьшается кинематическая вязкость газов.	а) I ступень пароперегревателя; б) I ступень воздухоподогревателя в) I ступень экономайзера
4	Коэффициент абразивности зависит от, твердости, размера и формы золовых частиц	а) скорости; б) плотности; в) состава топлива
5	Для изучения коррозии экономайзера используется змеевиковый с установленными в нем опытными образцами отрезков труб из разных сталей.	а) датчик; б) термомер; в) зонд

Вариант № 2

Таблица 3 – Тест варианта 2

№	Задача	Варианты ответов
1	Конвективные поверхности нагрева паровых котлов, сжигающих твердое топливо, подвержены под действием золы и несгоревших частиц топлива, содержащихся в дымовых газах	а) коррозии; б) износу; в) теплехимическим промывкам.
2	Этот вид износа поверхностей нагрева чаще всего приводит к внеплановым остановам оборудования	а) общий; б) местный; в) механический.
3	Наиболее эффективный метод борьбы с золовым износом в паровых котлах	а) снизить температуру газового потока; б) снизить скорость газового потока; в) снизить коэффициент завихрения
4	Коррозионное разрушение металла труб поверхностей нагрева, омываемых продуктами сгорания с высокой температурой (более 700 °С) называется	а) низкотемпературной коррозией; б) высокотемпературной коррозией; в) среднетемпературной коррозией
5	Для изучения коррозии экономайзера используется змеевиковый с установленными в нем опытными образцами отрезков труб из разных сталей.	а) датчик; б) тепломер; в) зонд

Вариант № 3

Таблица 4 – Тест варианта 3

№	Задача	Варианты ответов
1	Из-за приходится полностью заменять поверхность нагрева через каждые 2 – 3 года эксплуатации	а) абразивного износа; б) подшламовой коррозии; в) эрозионного износа
2	Этот износ является результатом искажения равномерности скоростного и концентрационного полей летучей золы в сечении газохода котла	а) общий; б) местный; в) механический.
3	Для защиты трубчатого воздухоподогревателя от повышенного золового износа устанавливают на входе в каждую трубу стальные такого же диаметра, что и трубы.	а) вентили; б) насадки; в) термопары.
4	Этого вида высокотемпературной коррозии не существует	а) натриево-ванадиевая; б) окисление в газообразной фазе; в) сероводородная коррозия
5	Для изучения коррозии экономайзера используется змеевиковый с установленными в нем опытными образцами отрезков труб из разных сталей.	а) датчик; б) тепломер; в) зонд

Вариант № 4

Таблица 5 – Тест варианта 4

№	Задача	Варианты ответов
1	Из-за эрозионного износа приходится полностью заменять поверхность нагрева через каждые эксплуатации	а) 6 мес; б) 1 – 2 года; в) 2 – 3 года
2	Для предотвращения повреждений поверхностей нагрева из-за золотого износа необходим	а) добавления фосфатов в питательную воду; б) периодический контроль состояния труб в) включать периодическую продувку
3	Уменьшению золотого износа способствует организация в топках с жидким шлакоудалением и высоким шлакоулавливанием.	а) сжигания топлива; б) периодических и непрерывных продувок; в) очистки газохода
4	Общим условием возникновения высокотемпературной коррозии является омывание экранных труб продуктами неполного сгорания при отсутствии кислорода.	а) газовой; б) подшламовой; в) кислородной.
5	Для изучения коррозии экономайзера используется змеевиковый с установленными в нем опытными образцами отрезков труб из разных сталей.	а) датчик; б) тепломер; в) зонд

Вариант № 5

Таблица 6 – Тест варианта 5

№	Задача	Варианты ответов
1 износ является результатом механического взаимодействия золовых частиц, находящихся в потоке дымовых газов и металла труб	а) абразивный; б) эрозионный; в) золовой.
2	В, размещенных перед поворотной камерой, наибольшему износу подвержены крайние, примыкающие к стенкам змеевики по всей их длине, а также нижние гибы труб в зоне температур газового потока ниже 900 °С	а) экономайзерах; б) воздухоподогревателях; в) пароперегревателях.
3	Для выравнивания скорости газового потока по всему сечению газохода устанавливают ... в один или два ряда, что способствует существенному уменьшению золового износа труб.	а) отрезки труб; б) температурные вставки; в) конвективный пучок.
4	Этому виду коррозии подвержены поверхности нагрева, имеющие температуру стенки ниже температуры точки росы дымовых газов	а) низкотемпературной коррозии; б) высокотемпературной коррозии; в) кислородной коррозии
5	Для изучения коррозии экономайзера используется змеевиковый с установленными в нем опытными образцами отрезков труб из разных сталей.	а) датчик; б) тепломер; в) зонд

9 Практическая работа № 9 «Исследование температурных неравномерностей и напряжений в барабанах паровых котлов»

Цель работы: выполнять работу по наладке и испытаниям теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения в соответствии с методическими, нормативными и другими руководящими материалами по организации пусконаладочных работ

Задание № 1

Ответить письменно на вопросы.

1. Назовите причины, из-за которых возникают трещины в барабанах котла.
2. Опишите своими словами, что такое температурные неравномерности в барабане? Что необходимо осуществить для уменьшения температурных неравномерностей?
3. Опишите своими словами, что такое температурные напряжения в барабане? Что необходимо осуществить для уменьшения температурных напряжений?
4. Как производится контроль распределения температур и напряжений в барабане?

Задание № 2

Презентация и защита самостоятельной работы

10 Практическая работа № 10 «Испытания и наладка топочных экранов прямоточных котлов»

Цель работы: выполнять работу по наладке и испытаниям теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения в соответствии с методическими, нормативными и другими руководящими материалами по организации пусконаладочных работ

Задание № 1

В тетрадях для практических работ опишите следующие вопросы:

1. Конструктивные и режимные факторы, влияющие на гидравлический режим контура при принудительном движении рабочего тела.
2. Режимы испытаний топочных экранов прямоточных котлов.
3. Исследования топочных экранов прямоточных котлов.

Задание № 2

Презентация и защита самостоятельной работы

11 Практическая работа № 11 «Испытания и наладка пароперегревателей и экономайзеров»

Цель работы: выполнять работу по наладке и испытаниям теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения в соответствии с методическими, нормативными и другими руководящими материалами по организации пусконаладочных работ

Задание № 1

В тетрадях для практических работ опишите следующие вопросы:

1. Характерные повреждения экономайзеров
2. Испытания экономайзеров

Задание № 2

Презентация и защита самостоятельной работы

Список использованных источников

1 Боровков В.М. Ремонт теплотехнического оборудования и тепловых сетей: учебник для образоват. учреждений среднего проф. образования / В.М. Боровков, А.А. Калютник, В.В. Сергеев. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 208 с.

2 Жила В.А. Газовые сети и установки: Учеб. пособие для сред. проф.образования / В.А. Жила, М.А. Ушаков, О.Н. Брюханов. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 272 с.

3 Варшилович В.А. Газорегуляторные пункты. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 64 с.

4 Брюханов О.Н., Плужников А.И. Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 256 с. – (среднее профессиональное образование).

5 Рульнов А.А., Евстафьев К.Ю. Автоматизация водоснабжения и водоотведения: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 205 с. – (среднее профессиональное образование).

6 Соснин О.М. Основы автоматизации теплотехнических процессов и производств: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.М. Соснин. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 240 с.

7 Сибикин Ю.Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Учеб. пособие для студ. сред. проф. образования / Юрий Дмитриевич Сибикин.– 2-е изд., стер.– М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 304 с.

8 Соколов Б.А. Котельные установки и их эксплуатация: учебник для нач. проф. образования / Б.А. Соколов . – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 432 с.

9 Соколов Б.А. Устройство и эксплуатация оборудования газомазутных котельных: учеб.пособие для нач. проф. образования / Б.А. Соколов . – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 304 с. – (Ускоренная форма подготовки).