

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Д. А. Лапин, А. П. Абрамов

ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ И НАГНЕТАТЕЛИ

методические указания к курсовой работе

Рекомендовано учебно-методической комиссией
направления подготовки бакалавров
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
в качестве электронного издания
для практического занятия

Кемерово 2017

Рецензенты:

Темникова Е.Ю. – доцент кафедры теплоэнергетики

Богомолов А. Р. – председатель учебно-методической комиссии
направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Лапин Дмитрий Александрович. Тепловые двигатели и нагнетатели [Электронный ресурс]: методические указания к курсовой работе по дисциплине для студентов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» / Д. А. Лапин, А. П. Абрамов. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2017. – Систем. требования: Pentium IV ; ОЗУ 8 Гб ; Windows 2003. - Загл. с экрана.

Методические указания к курсовой работе составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Тепловые двигатели и нагнетатели» и предназначены для бакалавров направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

© КузГТУ

© Лапин Д. А.

© Абрамов А.П.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курсовая работа (КР) является собой важный этап творческого, самостоятельного и углубленного изучения дисциплины «Тепловые двигатели и нагнетатели».

Цель курсовой работы – приобретение навыков принятия самостоятельных решений в вопросах проектирования и выбора основного оборудования паровых (газовых) турбин и нагнетательных установок.

Задачи курсовой работы:

- систематизировать, закрепить и углубить знания, полученные во время изучения теоретического курса;
- научиться правильно применять полученные знания при самостоятельном выборе технологического оборудования, необходимого для работы паровых (газовых) турбин, насосных, вентиляторных, дымососных и компрессорных установок;
- научиться технически грамотно описывать устройство и работу проектируемой установки (машины) и обосновывать принимаемые технические решения;
- получить навыки самостоятельной, творческой работы со справочной литературой, стандартами, отраслевыми и заводскими нормами, методиками расчета, принятыми при проектировании установок теплоэнергетических предприятий;
- закрепить навыки оформления конструкторской документации (текстовых и графических документов) согласно требованиям ЕСКД и ЕСТД;
- воспитать чувство ответственности за принятые решения.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа по дисциплине «Тепловые двигатели и нагнетатели» выполняется студентами очной формы обучения в 8 семестре.

Для руководства и консультаций по курсовой работе кафедра назначает из своего состава руководителя.

Индивидуальное задание на курсовую работу каждому студенту готовит руководитель и утверждает заведующий кафедрой. Задание выдается не позднее 15 дней после начала семестра. В задании указывается: тема работы, основные параметры и схема установки, объем графической части и срок выполнения.

Студент должен регулярно консультироваться с руководителем и планировать выполнение КР на 10 недель, с предоставлением ее к защите не позднее, чем за 2 недели до окончания семестра.

3. ТЕМАТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОБЪЕМ РАБОТЫ

Темы КР предусматривают решение задач по выбору основного и вспомогательного оборудования для насосных, вентиляторных, дымососных, компрессорных, паротурбинных и газотурбинных установок новых промышленных теплоэнергетических объектов.

Для студентов целевого обучения, направленных предприятиями, тема проекта должна быть связана с выбором оборудования для реконструкции действующих производственных установок или совершенствования их эксплуатации.

При выполнении курсовой работы следует использовать новейшие достижения науки и производства в вопросах повышения экономичности, надежности, прочности, срока службы, износостойчивости основного и вспомогательного технологического оборудования и производительности и безопасности труда рабочих промышленных энергетических установок.

Каждая тема курсовой работы предоставляет студенту творческую инициативу в технологических вопросах создания новой или совершенствования действующей установки (агрегата), что, тем не менее, не дает право безапелляционно игнорировать уже достигнутый уровень производства в промышленной теплоэнергетике и перспективные научные направления в России и за рубежом.

Основными темами КР являются: выбор основного и вспомогательного оборудования для новых или совершенствование действующих на производстве насосных, вентиляторных, дымососных, компрессорных и турбинных установок. Выбранное оборудование должно обеспечивать эффективную работу энергетической установки с учетом заданного теплового графика или режимов нагружения.

Материалы для выполнения КР студент должен собрать на производственной практике после 6 семестра.

Студенты заочной формы обучения должны к этому времени работать на предприятиях по профилю выбранной специальности и для выполнения КР использовать материалы с производства.

Для студентов, выполняющих проектно-конструкторские и научно-исследовательские работы (ПКР и НИР), проводимых на кафедре стационарных и транспортных машин, по согласованию с руководителем ПКР и НИР и заведующим кафедрой тема КР может быть установлена с учетом направления научной разработки.

Объем КР: ПЗ – 25-30 страниц формата А4 (210×297 мм), графическая часть – 1 лист формата А1 (594×841 мм).

4. СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ КР

4.1. Содержание ПЗ для КР по нагнетательному оборудованию (насосы, вентиляторы, компрессоры)

Титульный лист (см. приложение).

Задание на КР.

Содержание КР.

Введение.

1. Общий раздел.
 - 1.1. Краткая характеристика установки (объекта).
 - 1.2. Исходные данные для проектирования.
 - 1.3. Задачи проектирования.
 2. Гидравлический расчет (характеристики сети).
 - 2.1. Расчетная производительность или мощность установки.
 - 2.2. Выбор (обоснование) схемы установки.
 - 2.3. Расчет потерь давления (напора) в сети.
 3. Выбор оборудования.
 - 3.1. Выбор основного оборудования установки.
 - 3.2. Определение рабочих параметров установки.
 - 3.3. Проверка работы установки:
 - по напору при запуске на пониженном напряжении;
 - по напору на устойчивость;
 - кавитационный запас;
 - на экономичность.
 - 3.4. Выбор вспомогательного оборудования установки.
 - 3.5. Расчет технико-экономических показателей работы установки.
 4. Устройство (насосной, вентиляторной, компрессорной) станции и основного оборудования.
 - 4.1. Устройство станции.
 - 4.2. Устройство основного оборудования (насоса, вентилятора, дымососа, компрессора).
 - 4.3. Эксплуатация основного оборудования.
- Список использованной литературы.
Приложения.

4.2. Содержание ПЗ для КР по паровым турбинам

Задание на КР.

Содержание КР.

Введение.

1. Общий раздел.
 - 1.1. Исходные данные для расчета.

- 1.2. Тепловая схема паротурбинной установки.
- 1.3. Конструкция турбины.
- 1.4. Задачи расчета.
2. Расход пара, топлива и воды для ПТУ.
 - 2.1. Выбор начальных параметров пара для ПТУ.
 - 2.2. Регенеративный подогрев питательной воды.
 - 2.3. Промежуточный перегрев пара.
 - 2.4. Оценка экономичности расхода пара ПТУ.
 - 2.5. Приведенный располагаемый теплоперепад турбины.
 - 2.6. Расход пара.
 - 2.7. Выбор конструктивной схемы турбины.
 - 2.8. Располагаемый теплоперепад турбины.
 - 2.9. Давление пара в характерных точках ПТУ.
 - 2.10. Экономичность регулирующей ступени.
 - 2.11. Экономичность группы ступеней или отдельного ЦВД.
 - 2.12. $h-s$ -диаграмма расширения пара (цикла рабочего тела в ПТУ).
 - 2.13. Распределение регенеративных отборов.
 - 2.14. Доля производственных и теплофикационных отборов.
 - 2.15. Приведенный теплоперепад турбины.
 - 2.16. Расход пара в турбине и утечки через внешние уплотнения.
 - 2.17. Относительный электрический КПД турбины.
 - 2.18. КПД брутто парового котла и расход топлива.
 - 2.19. Расход воды ПТУ.

Список использованной литературы.

Приложения.

При выполнении проверочного расчета конкретной турбины для заданных условий пункты 2.1, 2.3, 2.7 и 2.11 следует опустить.

5. СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КР

Графическая часть КР выполняется на одном листе формата А1. На листе следует вычертить следующие объекты: структурную схему установки, расчетную схему трубопровода (тракта), графическое определение параметров рабочего режима (рабочих режимов), расположение основного и вспомогательного оборудования установки в сооружении (цехе). Примеры оформления графической части КР приведены в приложении. В отдельных случаях графическая часть КР полностью или частично может быть заменена изготовлением наглядных пособий, макетов, плакатов, демонстрационных моделей.

6. ПОДГОТОВКА И ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ КР

Законченная КР (ПЗ и графический лист) не позднее, чем за 2 недели до начала экзаменационной сессии представляется на проверку руководителю работы.

К защите допускаются работы, которые по оценке руководителя выполнены в соответствии с заданием и в установленном объеме.

Время защиты КР назначает руководитель работы до начала сессии. Сдача КР на проверку руководителю и защита во время сессии допускается только при наличии уважительной причины и разрешения деканата (допуск).

Публичная защита КР производится перед специальной комиссией, которую назначает заведующий кафедрой СиТМ из числа ее преподавателей и научных сотрудников. Членом комиссии с решающим голосом является руководитель КР.

Для защиты курсовой работы студент должен подготовить доклад (до 5 минут – 2 печатных страницы), в котором необходимо отметить: условия проектирования, основные технические решения с их мотивацией, технико-экономические показатели установки. Доклад должен излагаться четко, ясным техническим языком с одновременной демонстрацией принятых решений на графическом листе (плакате).

После доклада студент должен дать исчерпывающие ответы на вопросы членов комиссии и присутствующих по условиям эксплуатации и устройства установки, методам расчета, монтажу и ремонту, автоматизации и ее безопасной эксплуатации.

При определении оценки за КР комиссия учитывает:

- полноту и качество выполнения ПЗ (максимальный балл – 2);
- количество и качество выполнения графической части максимальный балл – 2);
- полноту доклада и его соответствие выполненной работе (максимальный балл – 0,25);
- правильность и полноту ответов студента на вопросы комиссии после доклада (максимальный балл – 0,50);
- быстроту реакции, общее владение теорией и наличие практических навыков (максимальный балл – 0,25);
- своевременность выполнения работы (максимальный регрессионный балл – 1).

На отметку «отлично» необходимо набрать не менее 4,75 балла, на «хорошо» – не менее 3,75 балла, на «удовлетворительно» – не менее 3,00 балла.

В течение 3-х дней студент имеет право подать апелляцию заведующему кафедрой СиТМ для повторной защиты КР до начала сессии. После повторной защиты работы перед комиссией студент не имеет прав на апелляцию.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черкасский, В. М. Нагнетатели и тепловые двигатели / В. М. Черкасский. – М.: Энергоатомиздат, 1997. – 384 с.
2. Борисов, Г. М. Расчет режимов турбоустановки Т-175/210-130 / под ред. А. В. Андриюшина. – М.: Изд-во МЭИ, 1990. – 100 с.
3. Стерман, Л. С. Тепловые и атомные электрические станции / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 416 с.
4. Трояновский, Б. М. Переменный режим работы паровых турбин и паротурбинных установок. – М.: Изд-во МЭИ, 1997. – 80 с.
5. Извеков, В. И. Турбогенераторы (конструкции и параметры) / В. И. Извеков. – М.: Изд-во МЭИ, 1994. – 89 с.
6. Везиришвили, О. Ш. Энергосберегающие теплонасосные системы тепло- и хладоснабжения / О. Ш. Везиришвили, Н. В. Меладзе. – М.: Изд-во МЭИ, 1994. – 158 с.
7. Гладышев, Г. П. Безопасная эксплуатация паровых и водогрейных котлов / Г. П. Гладышев. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 240 с.
8. Черкасский, В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры / В. М. Черкасский. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.
9. Шарапов, В. И. Подготовка подпиточной воды систем теплоснабжения с применением вакуумных деаэраторов / В. И. Шарапов. – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 176 с.
10. Церазов, А. Л. Электрическая часть тепловых станций / А. Л. Церазов. – М.: Изд-во МЭИ, 1995. – 368 с.
11. Михайлов, К. А. Компрессорные машины / К. А. Михайлов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 288 с.
12. Арсеньев, Г. В. Энергетические установки / Г. В. Арсеньев. – М.: Высш. шк., 1991. – 336 с.
13. Соколов, В. С. Газотурбинные установки / В. С. Соколов. – М.: Высш. шк., 1986. – 151 с.

14. Костюк, А. Г. Газотурбинные установки / А. Г. Костюк. – М.: Высш. шк., 1979. – 240 с.
15. Ольховский, Г. Г. Энергетические газотурбинные установки / Г. Г. Ольховский. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 254 с.
16. Тепловые и атомные электрические станции: Справочник. Кн. 3 / под общ. ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
17. Щегляев, А. В. Паровые турбины. Кн. 1 / А. В. Щегляев. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 384 с.
18. Щегляев, А. В. Паровые турбины. Кн. 2 / А. В. Щегляев. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 416 с.
19. Трухний, А. Д. Стационарные паровые турбины / А. Д. Трухний. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 188 с.
20. Паровые турбины сверхкритического давления ЛМЗ / под ред. А. П. Огурцова и В. К. Рыжкова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240 с.
21. Костюк, А. Г. Динамика и прочность турбомашин / А. Г. Костюк. – М.: Машиностроение, 1982. – 324 с.
22. Бененсон, Е. И. Теплофикационные паровые турбины / Е. И. Бененсон. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 256 с.
23. Паротурбинные установки с органическими рабочими телами / М. М. Гриштуин, А. П. Севастьянов. – Л.: Машиностроение Ленингр. отделение, 1988. – 219 с.
24. ГОСТ 3618–82. Турбины паровые стационарные для привода турбогенераторов. Типы и основные параметры. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 32 с.
25. ГОСТ 20689-80. Турбины паровые стационарные для привода компрессоров и нагнетателей. Типы, основные параметры и общие технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 28 с.
26. Паротурбинные энергетические установки. Отраслевой каталог. – М.: НИИЭИинформэнергомаш, 1988. – 108 с.
27. ГОСТ 24278–89. Установки турбинные паровые стационарные для привода генераторов ТЭС. Общие технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 32 с.
28. Ривкин, С. Л. Термодинамические свойства воды и водяного пара / С. Л. Ривкин. – М.: Энергия, 1975. – 80 с.
29. Соколов, В. С. Устройство и обслуживание энергетического блока / В. С. Соколов. – М.: Высш. шк., 1985. – 261 с.

30. Вентиляторы: Отраслевой каталог. – М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1985. – 368 с.
31. Карелин, В. Я. Насосы и насосные станции / В. Я. Карелин. – М.: Стройиздат, 1986. – 320 с.
32. Расчет расхода пара, топлива и воды для паротурбинной установки: методические указания для выполнения контрольного задания и раздела курсового проекта для студентов всех форм обучения направления 550900 «Промышленная теплоэнергетика» / сост: А. П. Абрамова; КузГТУ – Кемерово, 1998. – 39 с.
33. Расчет цилиндра паровой турбины: методические указания для выполнения контрольного задания и раздела курсового проекта для студентов всех форм обучения направления 550900 «Промышленная теплоэнергетика» / сост.: А. П. Абрамова; КузГТУ – Кемерово, 1998. – 40 с.
34. Расчет регулирующей ступени типа «Р» для паровой турбины: методические указания для выполнения контрольного задания и раздела курсового проекта для студентов всех форм обучения направления 550900 «Промышленная теплоэнергетика» / сост.: А. П. Абрамова; КузГТУ – Кемерово, 1998. – 27 с.
35. Назаревич, В. В. Стационарные машины. Расчет промышленных пневматических установок с нестационарным режимом потребления: учеб. пособие / В. В. Назаревич, А. П. Абрамов; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2005. – 115 с.
36. Абрамов, А. П. Стационарные машины. Расчет водоотливных установок горнодобывающих предприятий: учеб. пособие / А. П. Абрамов, В. Н. Бизенков; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2003. – 143 с.
37. Аэродинамический расчет котельных установок. Нормативный метод. – М.: Энергия, 1987. – 144 с.

Список электронных источников информации

1. www.bikz.ru – официальный сайт Бийского котельного завода.
2. www.bkzn.ru – официальный сайт Барнаульского котельного завода.
3. www.tkz.taganrog.ru – официальный сайт Таганрогского котельного завода «Красный котельщик».
4. www.izhkotel.ru – официальный сайт Ижевского котельного завода.
5. www.kotel.ru/dorogobuzh – официальный сайт Дорогобужского котельного завода.
6. www.ziosab.ru – официальный сайт Подольского котлозавода.
7. www.ktz.kaluga.ru – офиц. сайт Калужского турбинного завода.

8. www.utz.ru – официальный сайт Уральского турбинного завода.
9. www.lmz.ru – официальный сайт холдинга Силовые машины (Ленинградского металлического завода).
10. www.nzl.ru – официальный сайт ЗАО Невский завод.

Примеры выполнения титульного листа ПЗ и графической части КР.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования**

**«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра стационарных
и транспортных машин**

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**к курсовой работе по дисциплине
«Тепловые двигатели и нагнетатели»
на тему:**

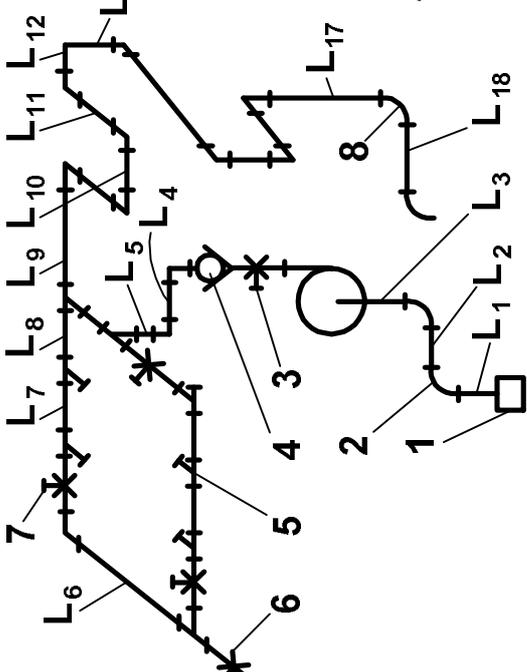
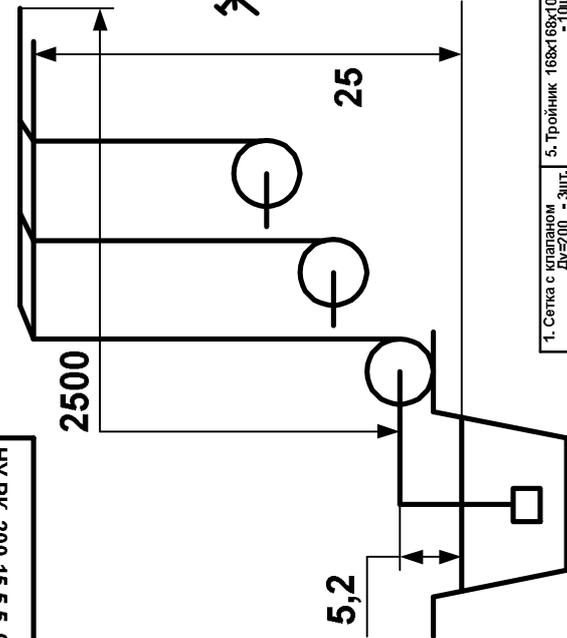
«Расчет воздушного тракта котла ТП 87-1»

**Выполнил студент гр. ТЭ-081
(подпись и дата) Тихонов А.А.**

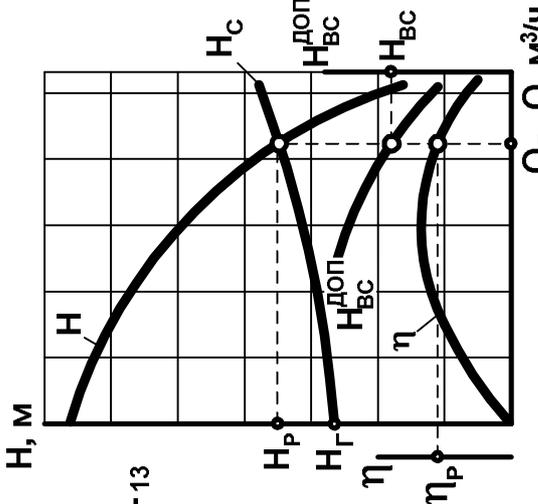
**Руководитель работы доцент
Абрамов А.П.**

Кемерово 2011

НУ-РК 200-15-5.5.01.01



1. Сетка с клапаном Ду=200 - шт.	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
5. Тройник 168x168x10 - 1шт.	6,5	7,3	0,5	1,0	3,7	1,8	5,8	5,8	50
2. Отвод 219x6x90 - шт.	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18
6. Прокладка 1шт. Ду=168	4,0	4,0	200	200	4,0	4,0	4,0	200	200
3. Задвижка 30x375мм Ду=200 - шт.	4,0	4,0	200	200	4,0	4,0	4,0	200	200
7. Задвижка 30x375мм Ду=160 - шт.	4,0	4,0	200	200	4,0	4,0	4,0	200	200
4. Обратный клапан 168x200 - шт.	4,0	4,0	200	200	4,0	4,0	4,0	200	200
8. Отвод 168x168x90 - 2шт.	4,0	4,0	200	200	4,0	4,0	4,0	200	200



Технико-экономические показатели работы установки

ЦНС 300-300
 Модель насоса:
 Число насосов:

Всего 3
 В работе 2
 В резерве 1

Производительность 320 м³/ч

Напор 305 м

КПД насоса 65%

Частота вращения 1470 об/мин

Мощность 410 кВт

Количество трубопроводов 2 (D=168)

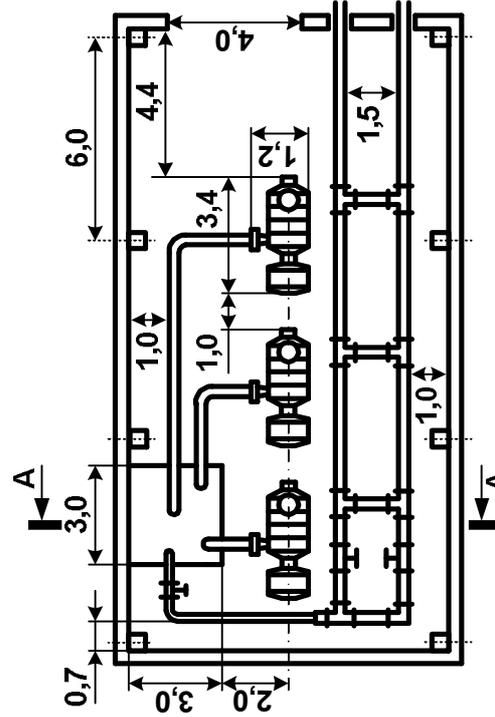
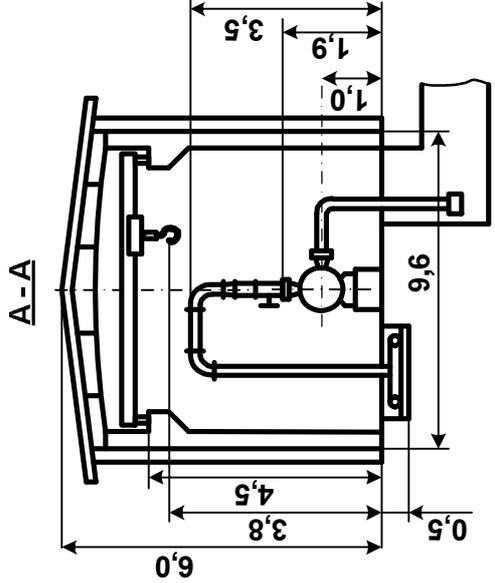
Тип коллектора кольцевой

Продолжительность работы 20 ч/сут

КПД установки 0,58

Часовой расход энергии 456 кВт·ч

Удельный расход энергии 1,425 кВт·ч/м³



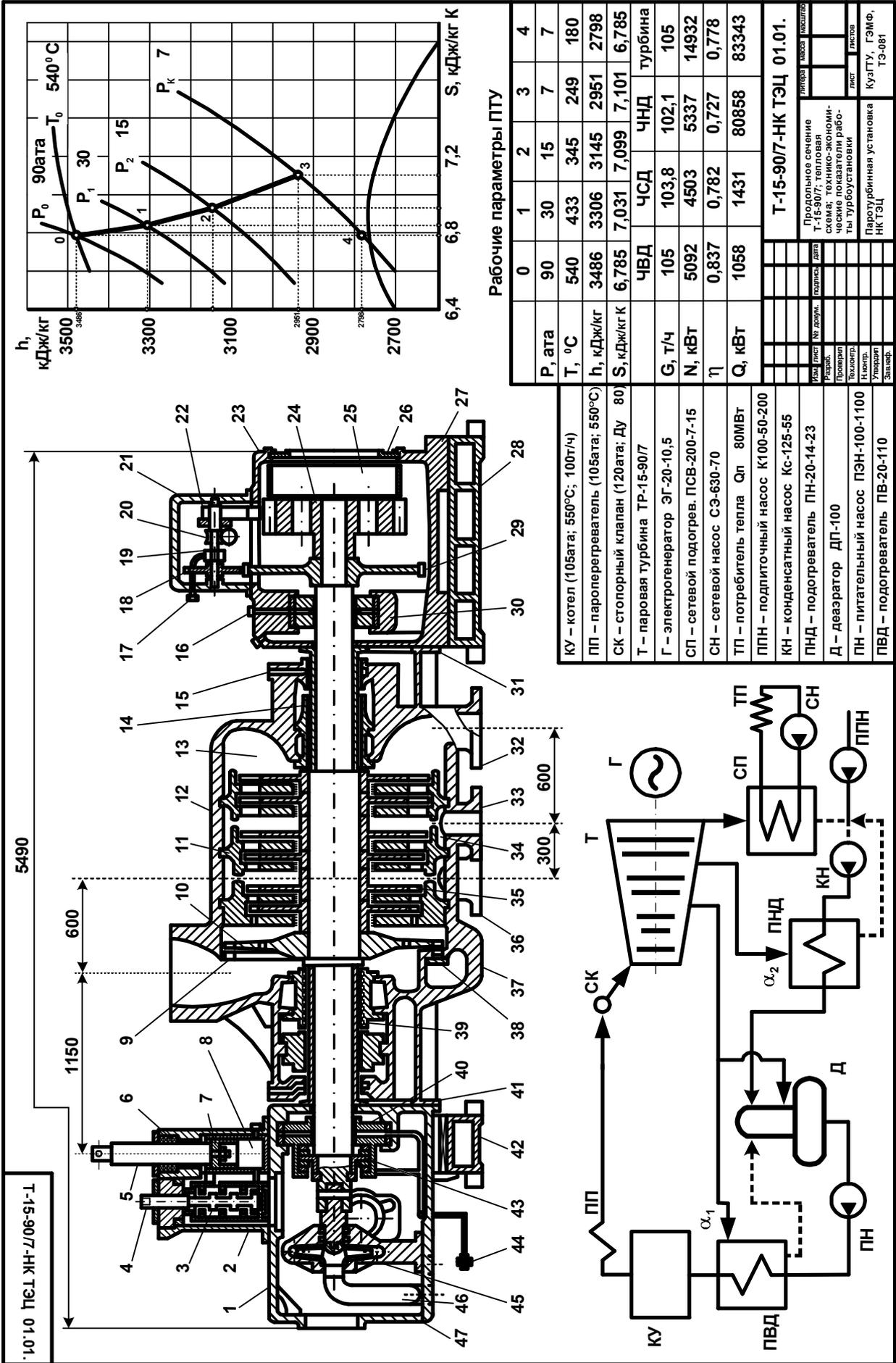
НУ-РК 200-15-5.5.01.01.

Имя	Лист	№ докум.	Кол-во	Листов	Итого
Рыжак	1	1	1	1	1
Писарев	1	1	1	1	1
Теклюев	1	1	1	1	1
Насонов	1	1	1	1	1
Угрюмов	1	1	1	1	1
Завидов	1	1	1	1	1

Схема установки, расчетная стоимость, расчет технико-экономических показателей

Насосная установка, водогрейная котельная

КузгТУ, ГЭИФ, ТЭ-081



Т-15-90/7-НК

5490

1150

600

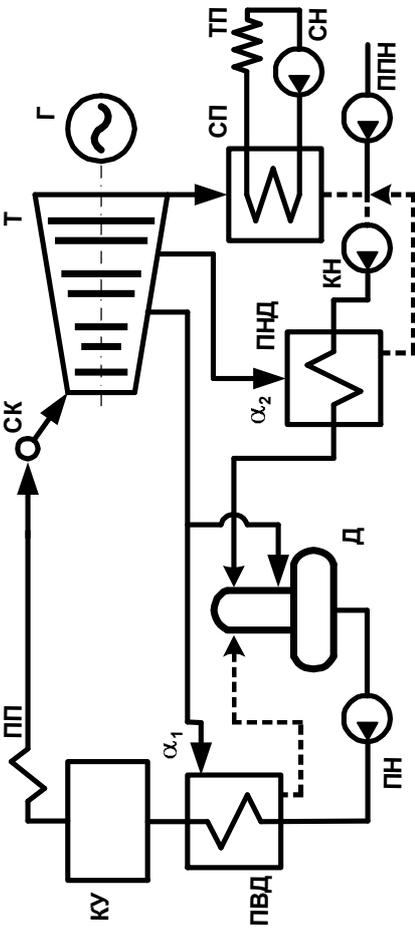
300

600

Рабочие параметры ПТУ

P, ата	0	1	2	3	4
T, °C	90	30	15	7	7
h, кДж/кг	540	433	345	249	180
S, кДж/кг·К	3486	3306	3145	2951	2798
ЧВД	6,785	7,031	7,099	7,101	6,785
ЧВД	ЧВД	ЧВД	ЧВД	турбина	
G, т/ч	105	103,8	102,1	105	
N, кВт	5092	4503	5337	14932	
η	0,837	0,782	0,727	0,778	
Q, кВт	1058	1431	80858	83343	

- КУ – котел (105ата; 550°С; 100т/ч)
- ПП – пароперегреватель (105ата; 550°С)
- СК – стопорный клапан (120ата; Ду 80)
- Т – паровая турбина ТР-15-90/7
- Г – электрогенератор ЭГ-20-10,5
- СП – сетевой подогрев. ПСВ-200-7-15
- СН – сетевой насос СЗ-630-70
- ТП – потребитель тепла Qп 80МВт
- ППН – подпиточный насос К100-50-200
- КН – конденсатный насос Кс-125-55
- ПНД – подогреватель ПН-20-14-23
- Д – деаэратор ДЛ-100
- ПН – питательный насос ПЭН-100-1100
- ПВД – подогреватель ПВ-20-110



Продольное сечение Т-15-90/7-НК топливная схема; технико-экономические показатели работы турбоустановки

Лист 1 из 1

КузТУ, ГЭМФ, НК ТЭЦ

Составитель
Александр Прохорович Абрамов

ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ И НАГНЕТАТЕЛИ

Методические указания по выполнению курсовой
работы для студентов специальности 140104
«Промышленная теплоэнергетика» всех форм обучения

Рецензент В. Н. Сливной

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 16.03.2011.

Формат 60×84/16. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 0,7.

Тираж 36 экз. Заказ

ГУ КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а.

Типография ГУ КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4 А.