


МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ «БЕЛЭНЕРГО»
УО «МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
КОЛЛЕДЖ»



Турбинные установки тепловых электрических станций
Методические указания по выполнению домашней контрольной работы
№ 2 для обучающихся заочной формы получения образования

5-04-0712-05 Техническая эксплуатация оборудования
тепловых электрических станций
(шифр и название специальности)

Разработал преподаватель


(подпись)

А.А. Хропик
(ФИО)

Рассмотрено и одобрено на заседании цикловой комиссии
специальных теплотехнических предметов
(наименование цикловой комиссии)

Протокол № 11 от 20.06.2024 г.

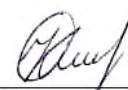
Председатель цикловой комиссии


(подпись)

Ю.П. Плеско
(ФИО)

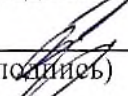
Согласовано

Методист колледжа


(подпись)

О.В. Какорина
(ФИО)

Заведующий заочным отделением


(подпись)

А.А. Куцов
(ФИО)

СОДЕРЖАНИЕ

1 Пояснительная записка	3
2 Краткое содержание программы.....	4
3 Общие требования по оформлению домашней контрольной работы	6
4 Методические указания по выполнению домашней контрольной работы.....	8
5 Задания для домашних контрольных работ.....	10
6 Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы.....	14
Литература	15

УО "МШЭК"

1 Пояснительная записка

Программа учебного предмета «Турбинные установки тепловых электрических станций» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных обучающимися в ходе изучения таких учебных предметов как «Физика», «Математика», «Теоретические основы теплотехники» для получения практических навыков по решению задач, связанных с расчетом гидравлических систем, выбором насосов и определением режима их работы.

В результате изучения предмета «Турбинные установки тепловых электрических станций» обучающиеся должны научиться правильно эксплуатировать турбинные установки и системы, турбинное оборудование тепловых электрических станций, грамотно выполнять расчеты и выбирать дополнительное оборудование при проектировании.

Целью изучения учебного предмета «Турбинные установки тепловых электрических станций» является формирование у обучающихся знаний основных законов гидрогазодинамики, приобретение практических умений выполнять элементарные расчеты; о конструктивном выполнении и эксплуатационных характеристиках турбинного оборудования, умений подбора турбинного оборудования на основании гидродинамических расчетов; формирование профессиональной компетентности в области турбинных установок.

Программный учебный материал учебного предмета «Турбинные установки тепловых электрических станций» тесно связан с программным учебным материалом специальных предметов «Котельные установки тепловых электрических станций», «Теоретические основы теплотехники», «Теплотехнические измерения».

В результате изучения предмета «Турбинные установки тепловых электрических станций» обучающиеся должны приобрести соответствующие знания и умения.

2 Краткое содержание программы

Учебный предмет «Турбинные установки тепловых электрических станций» изучается в соответствии с учебным планом и программой в количестве 190 часов.

Раздел 5. Конструкции узлов и деталей паровых турбин

Тема 5.1 Основные элементы корпуса турбины.

Тема 5.2 Конструкции корпусов ЦВД, ЦСД и ЦНД.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите схемы проточной части турбины, в каких цилиндрах какая применяется?
2. В чем заключается отличие вала от ротора?
3. Какое назначение у диафрагмы, из каких элементов она состоит?
4. Назовите преимущества и недостатки обойменного крепления диафрагм.

Раздел 6. Конденсационные и теплофикационные турбины

Тема 6.1 Схемы турбоустановок с регенерацией, с промперегревом.

Тема 6.2 Схемы теплофикационных турбин.

Вопросы для самоконтроля:

1. Для чего необходим промежуточный перегрев пара, как изменяются параметры пара при промежуточном перегреве?
2. Какие существуют отборы пара в турбине?

Раздел 7. Вспомогательное оборудование паротурбинной установки

Тема 7.1 Назначение конденсационной установки.

Тема 7.2 Назначение воздухоудаляющих устройств.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие требования предъявляются к конденсатору?
2. Что такое гидравлическая и воздушная плотности конденсатора?
3. Назовите какие бывают типы воздухоудаляющих устройств.

Раздел 8. Регулирование, маслоснабжение и защита паровых турбин

Тема 8.1 Назначение и задачи систем регулирования.

Тема 8.2 Маслосистема турбоустановки.

Тема 8.3 Защиты паровых турбин.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что в себя включает маслосистема турбоустановки?
2. Назовите основные защиты паровых турбин.
3. Какая последовательность срабатывания у защиты маслосистемы?
4. Перечислите задачи систем регулирования.

Раздел 9. Газотурбинные установки

Тема 9.1 Типы газовых турбин.

Тема 9.2 Конструкции газовых турбин.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие преимущества у газовых турбин относительно паровых?
2. Область применения газовых турбин.

Перечень практических занятий

1. ПЗ № 3. Изучение конструкций конденсационных и теплофикационных турбин.
2. ПЗ № 4. Изучение схем прямого и непрямого регулирования.

3 Общие требования по оформлению домашней контрольной работы

В соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «ЕСКД. Требования к оформлению текстовых документов» оформление домашней контрольной работы должно осуществляться по следующим правилам: все части пояснительной записки следует излагать только на одном из государственных языков – белорусском или русском.

На лицевой части работы помещается наклейка установленного образца. В наклейке обязательно заполняются все графы, фамилия имя отчество пишется полностью.

Вопросы и задачи контрольной работы переписываются по порядку, без сокращений. На каждый переписанный вопрос сразу же дается ответ. После каждого ответа на вопрос выделяется свободное место для замечаний, а в конце работы 1,2 страницы для рецензии.

Домашняя контрольная работа может быть выполнена рукописно в отдельной тетради «в клеточку» с пронумерованными страницами и отведенными полями шириной 30 мм. Возможно выполнение работы на компьютере и отпечатанный текст на белой бумаге формата А4 с одной стороны листа. Оформление работы должно быть единообразным, с соблюдением следующих типографических требований:

- поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм;
- шрифт текста размером 14 пт., гарнитурой Times New Roman;
- шрифт заголовков (все прописные), подзаголовков 16 пт., гарнитурой Times New Roman;
- межстрочный интервал – полуторный;
- отступ красной строки – 1,25;
- номера разделов, подразделов, пунктов и подпунктов следует выделять полужирным шрифтом;
- разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования

внимания на определённых терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры;

– выравнивание текста – по ширине, перенос слов не допускается.

При делении вопроса на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию.

Вопросы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки. Наименование вопросов следует располагать по центру строки без точки в конце, прописными буквами жирным начертанием, отделяя от текста одной пустой строкой.

УОИМГЭК

4 Методические указания по выполнению домашней контрольной работы

Раздел 5. Конструкции узлов и деталей паровых турбин.

При изучении раздела необходимо обратить внимание на понятия проточная часть цилиндра.

Разобрать схемы проточной части цилиндра. Знать назначение следующих деталей: сопловой аппарат, диафрагма, обойма, ротор, соединительная муфта, подшипники, уплотнения.

[1], с. 53-88

Раздел 6. Конденсационные и теплофикационные турбины.

При изучении данного раздела необходимо научиться читать схемы и различать отборы в турбине на схемах.

Знать назначение промежуточного перегрева и регенерации.

[1], с. 90-94, с. 293-295, с. 207-212

Раздел 7. Вспомогательное оборудование паротурбинной установки.

В данном разделе необходимо знать какое оборудование относится к вспомогательному. Знать назначение конденсатора, деаэрата и воздухоудаляющих устройств.

Отличать воздушную от гидравлической плотности.

[1], с. 169-181

Раздел 8. Регулирование, маслоснабжение и защита паровых турбин.

В данном разделе необходимо иметь представление о системе регулирования турбины. Знать, из чего состоит система маслоснабжения турбины. Изучить защиты паровых турбин и причины их срабатывания.

[1], с. 219-235

Раздел 9. Газотурбинные установки.

При изучении данного раздела необходимо сформировать представление о газотурбинных установках, выделить преимущества и недостатки ГТУ относительно паротурбинных установок.

[1], с. 245-257

УО "МТЭК"

5 Задания для домашних контрольных работ

К выполнению заданий следует приступать после изучения соответствующих разделов учебного предмета. Каждое контрольное задание состоит из вопросов и задач.

Номер выполняемого варианта выбирается по порядковому номеру обучающегося в журнале учебной группы. Работы, не соответствующие своему шифру, не рассматриваются. Отвечать на вопросы следует кратко, ясно, с привлечением необходимых формул и схем. При решении задач необходимо объяснять все принимаемые коэффициенты, величины и т.п. со ссылкой на справочную литературу. Задачи решать последовательно и полностью. Формулы, по которым ведутся вычисления, следует сначала записывать в общем виде. Иллюстрации (рисунки, схемы) служат для наглядного представления. Схемы и рисунки выполнять карандашом (если пояснительная записка выполняется рукописным способом) или на компьютере с помощью графических редакторов.

Задание домашней контрольной работы № 2. Ответить письменно на контрольные вопросы, указанные в таблице в соответствии со своим вариантом.

Таблица – Варианты индивидуальных заданий

№ варианта	Номера вопросов	
1	2	26
2	3	27
3	1	29
4	5	30
5	4	28
6	6	31
7	7	32
8	10	34
9	8	33
10	9	35
11	11	36
12	12	37
13	15	38

14	14	40
15	13	41
16	16	39
17	18	42
18	17	44
19	19	43
20	20	45
21	22	46
22	21	47
23	24	49
24	23	48
25	25	50

1. Какие схемы проточной части цилиндров применяют в ЦВД, ЦСД, ЦНД?
2. Объясните особенности конструкций ЦВД.
3. Объясните особенности конструкций ЦСД.
4. Объясните особенности конструкций ЦНД.
5. Для чего применяют муфты? Какие типы муфт применяют в турбинах?
6. Объясните назначение и принцип действия ВПУ.
7. Как выполняется сопловой аппарат регулирующей, первой нерегулируемой и промежуточных ступеней?
8. Объясните, почему высота лопаток последних ступеней турбин ограничена.
9. Назвать типы роторов турбин. В каких цилиндрах каждый из них применяют и почему?
10. Назначение, конструкции и принцип действия опорных подшипников турбин.
11. Где в турбине устанавливают уплотнения и для чего?
12. Назвать преимущества обойменной конструкции турбин перед безобойменной.
13. Назначение, конструкции и принцип действия упорных подшипников турбин.

14. Объясните назначение, виды и место установки бандажей рабочих лопаток.
15. Для чего ЦНД делают двухпоточным?
16. Для чего подают пар в концевые уплотнения ЦВД, ЦНД?
17. Как конструктивно уменьшить осевые усилия в турбине?
18. Назначение, конструкции и типы диафрагм, применяемых в турбинах.
19. Из каких материалов изготавливают уплотнения турбин и почему?
20. Объяснить назначение и принцип действия конденсатора.
21. Назвать и объяснить основные требования, предъявляемые к конденсаторам.
22. Конструкция, принцип действия и назначение пускового эжектора.
23. Конструкция, принцип действия и назначение рабочего эжектора.
24. Объяснить понятие «предельный вакуум» в конденсаторе.
25. Объяснить понятие «экономический» вакуум в конденсаторе.
26. Изобразить схему турбоустановки с регенерацией. Объяснить преимущества применения регенерации.
27. Тепловой процесс в турбине с промперегревом пара в h_s -диаграмме.
28. Объяснить преимущества турбины с промежуточным перегревом пара по сравнению с конденсационной без промежуточного перегрева.
29. Назвать исполнительные органы системы регулирования турбины, объяснить назначение каждого.
30. Назвать исполнительные органы системы защиты турбины, объяснить назначение каждого.
31. Почему нужна защита от повышения частоты вращения ротора сверх допустимой, как она действует?
32. Для чего осуществляется вентиляция маслосистемы, как она

осуществляется?

33. Почему нужна защита от повышения давления в конденсаторе сверх допустимого, как она действует?

34. Почему нужна защита от осевого сдвига ротора, как она действует?

35. Почему нужна защита от понижения давления в маслосистеме, как она действует?

36. Назвать недостатки систем прямого регулирования.

37. Объяснить назначение инжектора в маслосистеме.

38. Для чего нужна поворотная диафрагма?

39. Почему число оборотов турбины должно быть постоянным?

40. Объяснить особенности конструкции газовых турбин.

41. Что представляет собой схема, объединяющая правую и газовую турбоустановки?

42. Для чего в ГТУ применяют промежуточное охлаждение воздуха?

43. Назвать преимущества и недостатки паротурбинных установок по сравнению с газотурбинными.

44. Для чего применяется ЭЧСР?

45. Что показывает степень неравномерности системы регулирования?

46. Назвать недостатки систем прямого регулирования.

47. Как изменить вращающий момент турбины?

48. Объяснить задачи систем регулирования турбин с противодействием.

49. Почему в маслосистему включают маслоохладители?

50. Объяснить преимущества парогазовых установок.

6 Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы

По результатам выполненной домашней контрольной работы выставляется отметка «зачтено». Отметка «не зачтено» выставляется, если в контрольной работе не раскрыты теоретические вопросы, задания, или ответы на них полностью переписаны из учебной литературы, без адаптации к конкретному заданию, если имеются грубые ошибки в решении задач, выполнении графического задания.

Результат выполнения домашней контрольной работы	Оценка результатов учебной деятельности
Работа выполнена не в полном объеме или не соответствует заданию и т.д. Допущены существенные ошибки, такие как не раскрыты теоретические вопросы (основные понятия, формулировки, отсутствует описание или объяснение схемы прибора; неполное описание классификации приборов и т. д.), если имеются грубые ошибки в решении задач (неверно или неполно произведен расчет, имеются ошибки в расчетных зависимостях, неверно указано значение из справочной литературы).	Не зачтено
Работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию и т.д. Допущены несущественные ошибки, не искажающие сути вопроса, такие как нарушена логическая последовательность изложения ответа и (или) если ответы даны на все вопросы задания и в каждом ответе изложено не менее 75% материала от необходимого по данному вопросу.	Зачтено

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Турбинные установки ТЭС и АЭС. Устройство, эксплуатация и ремонт: учебное пособие/ Н. В. Зарубина, Н. Б. Карницкий.- Минск: Вышэйшая школа, 2020.- 431 с. : ил.

2. Трухний А.Д., Ломакин Б.В. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки: Учебное пособие для вузов. - М.: Издательство МЭИ, 2002. - 540 с.: ил., вкладки

3. С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов «Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций» М.- издательский дом МЭИ, 2009.

Дополнительная:

4. Трухний А. Д. Стационарные паровые турбины. - 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1990.- 640с.: ил.

5. Щегляев А.В. Паровые турбины. (Теория теплового процесса и конструкция турбин) Изд. 4-е, переработ. М., «Энергия», 1967.

6. Кириллов И.И., Иванов В.А., Кириллов А.И. Паровые турбины и паротурбинные установки. - Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1978. - 276 с., ил.