

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Нововоронежский политехнический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НВПИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДЕН:

Педагогическим советом

«17» марта 2023г., протокол № 550

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

«Технологические системы АЭС»

Направление подготовки: 14.03.01. Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования АЭС

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Нововоронеж 2023 г.

1. Паспорт фонда оценочных средств

1.1. Модели контролируемых компетенций:

Оценочные средства для контроля по дисциплине направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся компетенций:

Оценочные средства для контроля по дисциплине направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся компетенций:

ПК-14, Способен участвовать в испытаниях и определении работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования

ПК-9.1 – Оперативное обслуживание основного и вспомогательного оборудования реакторного (реакторно-турбинного) цеха атомной электростанции

Согласно Рабочему учебному плану направления, в формировании данных компетенций кроме дисциплины «Неразрушающие методы контроля оборудования АЭС» участвуют дисциплины и виды практик:

ПК-14

Тепломассообмен

Насосы, вентиляторы, компрессоры

Вспомогательное оборудование АЭС

Испытание и наладка энергетического оборудования

Экспериментальные методы исследований на АЭС

Технологические системы АЭС

Эксплуатация АЭС

Эксплуатация турбомашин АЭС

Учебная практика (ознакомительная)

Учебная практика (технологическая)

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

ПК-9.1

Принципы обеспечения безопасности АЭС

Монтаж и ремонт энергетического оборудования

Культура безопасности

Насосы, вентиляторы, компрессоры

Вспомогательное оборудование АЭС

Технологические системы АЭС

Обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами

Эксплуатация АЭС

Эксплуатация турбомашин АЭС

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

З.1. методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования;

З.2. методы планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования;

Уметь:

У.1. разработать с помощью САПР схему технологической системы по заданному описанию, выбрать оборудование;

У.2. планировать монтажно-наладочные работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проводить приемосдаточные испытания оборудования я;

Владеть:

В.1. навыками проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования.

В.2. навыками планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования.

Формой аттестации по дисциплине является экзамен в традиционной форме. Сформированность данных компетенций проверяется в итоговой аттестации при выполнении и защите выпускной квалификационной работы

1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции по этапам их формирования:

| № п/п | Контролируемые разделы дисциплины | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства | | |
|-------|---|---|----------------------------------|-------------------|--------------------------|
| | | | Текущий контроль | Рубежный контроль | Промежуточная аттестация |
| 1 | Проектирование технологических систем АЭС | ПК-14, ПК-9.1 | УО 4 | ПР1 6 | — |
| 2 | Эксплуатация технологических систем АЭС | ПК-14, ПК-9.1 | УО 9 | ПР2 11 | — |

| | | | | | |
|---|---|---------------|-------|------|---|
| 3 | Технологические системы действующих АЭС | ПК-14, ПК-9.1 | УО 13 | Т 16 | — |
|---|---|---------------|-------|------|---|

1.3. Основные показатели оценивания компетенций:

Соотнесение формируемых компетенций со знаниями, умениями и навыками приведено в следующей таблице:

| Индекс компетенции | Проектируемые результаты освоения дисциплины «Кинетика ядерных реакторов» и индикаторы формирования компетенций | | | Средства и технологии оценки |
|--------------------|---|------------|------------|------------------------------|
| | Знания (З) | Умения (У) | Навыки (В) | |
| ПК-14, ПК-9.1 | 3.1, 3.2 | У.1, У.2 | В.1, В.2 | ПР1, ПР2, УО, Т |

Основные показатели оценивания знаний, умений и навыков, необходимых для формирования компетенций, представлены в таблице:

| Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания) | Основные показатели оценки результатов | Формируемые компетенции |
|---|--|-------------------------|
| Знания | | |
| 3.1. методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования | Студент способен объяснить, каким образом в технологических системах АЭС должны включаться насосы, теплообменные аппараты, вентиляторы, баки и другое оборудование, как они должны быть снабжены арматурой, трубопроводами и КИП | ПК14 |
| 3.2. методы планирования монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования | Студент способен объяснить порядок ввода в работу, переключений, гидроиспытаний, вывода в ремонт насосного, бакового, теплообменного оборудования, трубопроводов и арматуры. Студент знает основные организационные мероприятия и меры безопасности при вышеуказанных режимах эксплуатации | ПК-9.1 |
| Умения | | |
| У.1. разработать с помощью САПР схему технологической | Способен выполнить с использованием САПР схему | ПК14 |

| Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания) | Основные показатели оценки результатов | Формируемые компетенции |
|---|---|------------------------------------|
| системы по заданному описанию, выбрать оборудование | технологической системы заданного назначения, оснастить её необходимым количеством основного тепломеханического оборудования, трубопроводов, арматуры и КИП | |
| У.2. планировать монтажно-наладочные работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проводить приемосдаточные испытания оборудования | Умеет описать однозначный порядок действий для персонала, эксплуатирующего систему | ПК-9.1 |
| Навыки | | |
| В.1. навыками проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования | Способен, ознакомившись с технологической схемой системы, описать её работу | ПК14 |
| В.2. навыками планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования | Способен, ознакомившись с проектом автоматизации системы, описать основные уставки, защиты и блокировки, определённые для данной системы | ПК-9.1 |

1.4. Перечень оценочных средств

Характеристика оценочных средств по дисциплине представлена в таблице:

| № п/п | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|-------|---|--|--|
| 1 | Практическая работа ПР1 «Разработка технологической схемы» | Задание, в котором обучающемуся предлагают разработать с применением САПР схему технологической системы АЭС в соответствии с прилагаемыми техническим описанием и требованиями к разработке | Набор исходных данных и задание, набор примерных вопросов к защите |
| 2 | Практическая работа ПР2 «Разработка эксплуатационной документации на систему АЭС» | Задание, в котором обучающемуся предлагают разработать основные разделы инструкции по эксплуатации технологической системы атомной станции, основываясь на её описании и технологической схеме | Набор исходных данных и задание, набор примерных вопросов к защите |
| 3 | Тест «Системы и оборудование энергоблока ВВЭР-1000» Т | Задание, в котором обучающийся должен выбрать верные ответы или сформулировать свои на заданные вопросы | Набор вопросов и ответов |
| 4 | Устный опрос «Технологические системы АЭС» УО | Набор вопросов по материалам разделов 1, 2, 3 дисциплины | Набор вопросов |
| 5 | Экзамен Э | Вопросы к экзамену | Набор вопросов |

2. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

для оценки знаний, умений, навыков по дисциплине

2.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ

Входной контроль рабочей программой дисциплины не предусмотрен

2.2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

2.2.1 Практическая работа ПР1 «Разработка технологической схемы»

1.1.1 В рамках модуля А «Разработка технологической схемы» требуется разработать с использованием САПР (AutoCad или КОМПАС-3D) проект технологической схемы маслоснабжения системы регулирования и защиты (далее – САРЗ) паровой турбины К-1200-6,8/50 для энергоблока с РУ¹ типа ВВЭР-1200² согласно техническому описанию системы. Проект схемы должен быть оформлен в соответствии с «Требованиями к содержанию и оформлению схем» (приложение).

Технологическая схема – это документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части технологической системы, оборудование и связи между ними, позволяющие обеспечить полное представление о принципах работы технологической системы, оборудования, а также о расположении элементов схемы относительно друг друга.

1.1.2 Разработать и применить на технологической схеме САРЗ маркировку оборудования, арматуры и КИП с использованием следующих кодов технологических систем:

- для системы маслоснабжения системы регулирования - код «МАХ»;
- для системы заполнения и сбора масляных дренажей - код «MVU»;
- для системы промконтуров охлаждения - код «PGB».

1.1.3 Принцип маркировки элементов технологической схемы приведен в приложении № 1.

1.1.4 При изображении элементов схемы учесть конструкционные и технологические особенности оборудования, входящего в состав системы маслоснабжения системы регулирования и защиты турбины.

1.1.5 Оформить в дополнительных слоях САПР (AutoCad или КОМПАС-3D):

- условные обозначения датчиков КИП, включая их связи с основным и вспомогательным оборудованием, трубопроводами;
- условные обозначения связей с оборудованием, трубопроводами смежных систем с указанием направления потока среды и кратким описанием имеющейся связи.
- подписи маркировок коллекторов системы рядом с трубопроводами.

1.1.6 Подобрать оптимальный формат листов схемы и конвертировать цветной проект схемы в формат «.pdf» в следующих вариантах:

- с учетом всех примененных слоев;

¹ РУ – реакторная установка

² ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор

— без дополнительного слоя «КИП» и дополнительного слоя «Смежные системы».

1.1.7 Элементы схемы изображать согласно прототипам элементов схемы (приложение 3). Допускается дорабатывать прототипы, менять их масштаб, при необходимости, если это не противоречит «Требованиями к содержанию и оформлению схем». При отсутствии нужного прототипа элемента схемы, участнику допускается разработать элементы самостоятельно в соответствии с «Требованиями к содержанию и оформлению схем».

1.1.8 Элементы на технологической схеме изобразить согласно взаимному расположению оборудования в машинном зале с указанием высотных отметок.

1.1.9 Расположить на схеме КИП и определить наиболее важные параметры системы маслоснабжения системы регулирования, которые должны выводиться на БПУ для контроля оператором и архивации данных.

1.1.10 Предусмотреть возможность полного дренирования маслопроводов напорного давления в бак при условии, что их нижней точкой является напорный фланец насосных агрегатов.

1.1.11 При разработке технологической схемы следует использовать то количество трубопроводной арматуры, регулирующих и обратных клапанов, а также дроссельных шайб, которое предоставлено на схеме с исходными данными.

1.1.12 В исходных данных для разработки технологической схемы есть «белые пятна» (места, отмеченные чертой «_____»), каждому из которых присвоен порядковый номер. Наличие «белых пятен» предполагает возможность конкурсанту выступить в роли проектировщика и самостоятельно определить технологические способы и средства для реализации требуемых функций и характеристик у системы маслоснабжения системы регулирования. Также требуется однозначно, полно и ёмко описать, предлагаемое конкурсантом решение в бланке ответов (приложения 6).

1.1.13 Дополнительные вопросы (бланк для ответов приведен в приложении 6):

— Почему маслоохладители устанавливаются на сливе масла в бак, а не на напорном коллекторе, ведь измерение температуры масла в работающей системе осуществляется именно там?

— Предположим, что при работе системы маслоснабжения перепад на сетках маслобака достиг предельного значения. Опишите порядок действий для выполнения очистки сеток.

— Предположим, что при работе системы маслоснабжения произошло аварийное отключение вентилятора. Опишите порядок действий для вывода его в ремонт и перехода на резервную схему отсоса масляных паров из оборудования системы.

1.2 Форма представления результатов

По результатам выполнения задания конкурсанты направляют для проверки проект схемы и заполненный бланк ответов на «белые пятна» и дополнительные вопросы. Вся информация для проверки должна предоставляться в файлах формата «.pdf».

2 Исходные данные

2.1 Назначение системы

2.1.1 Система маслоснабжения системы регулирования и защиты турбины предназначена для:

- для подачи необходимого количества масла к узлам гидравлической части системы регулирования как при пуске, так и во время работы турбины под нагрузкой;
- для подачи масла к узлам гидравлической части системы регулирования от грузовых аккумуляторов в случае кратковременной потери напряжения собственных нужд или переключения насосов регулирования;
- для поддержания температуры масла перед узлами в требуемых пределах;
- для осуществления механической очистки масла, удаления растворенного в масле воздуха, испарения воды с поверхности масла в баке системы регулирования.

2.2 Проектные основы

2.2.1 САРЗ состоит из:

- системы парораспределения, включающей стопорные и регулирующие клапаны ВД³ и НД⁴, сбросные клапаны, а также клапан греющего пара СПП⁵;
- гидравлической части системы автоматического регулирования, включающей электрогидравлические преобразователи-сумматоры сигналов турбинного контроллера и исполнительные механизмы – гидравлические сервомоторы регулирующих и стопорных клапанов турбины, сбросных клапанов и клапана греющего пара СПП;
- гидравлической части системы защиты, включающей в себя электромагнитные выключатели, золотники отключения турбины, центробежные выключатели и устройства для передачи воздействий на исполнительные механизмы системы регулирования;
- электронной части системы защиты, реализующей алгоритмы работы защит турбоустановки и передачу сигналов защит в гидравлическую часть системы защиты;
- электронной части системы регулирования (турбинный контроллер), реализующей алгоритмы управления регулируемыми и сбросными клапанами турбины, клапаном греющего пара СПП во всех рабочих режимах работы, а также связь с датчиками и внешними устройствами;
- системы маслоснабжения САРЗ, включающей ряд устройств хранения, очистки и подачи огнестойкого масла.

2.2.2 Система маслоснабжения системы регулирования турбины должна обеспечивать функциональные требования:

- подачу масла регулирования рабочими насосами с электродвигателями переменного тока (1 рабочий, 1 резервный), а в случае кратковременной потери напряжения собственных нужд или переключения насосов регулирования – грузовыми аккумуляторами;
- пожарную безопасность за счет использования огнестойкого масла;
- охлаждение масла в двух последовательно установленных вертикальных маслоохладителях с использованием для охлаждения воды промконтура;
- возможность отключения каждого маслоохладителя по охлаждающей воде;

³ ЦВД – высокое давление

⁴ ЦНД – низкое давление

⁵ СПП – сепаратор пароперегреватель

— подвод огнестойкого масла с напорным давлением к узлам гидравлической части системы регулирования из коллекторов со стабилизированным и нестабилизированным давлением, разделенными за счет « № 1.1 »;

— удаление растворенного в масле воздуха, испарение воды с поверхности масла в баке системы регулирования;

— очистку масла системы регулирования путем разделения бака на два отсека – «чистый» и «грязный» двумя рядами плоских сеток внутри бака;

— очистку масла посредством фильтра тонкой очистки, через который часть общего расхода масла из напорного коллектора возвращается в бак;

— отсос масляных паров вентилятором из масляного бака и из сообщающихся с атмосферой полостей узлов регулирования (из коробки регулирования).

2.2.3 Система маслоснабжения системы регулирования турбины имеет связи со следующими системами:

— системой регулирования турбины (гидравлическая часть);

— системой промконтур охлаждения неответственных потребителей (PGB);

— системой заполнения и сбора масляных дренажей (MVU).

2.2.4 Система PGB обеспечивает подачу охлаждающей воды к маслоохладителям и сервомоторам системы регулирования и слив охлаждающей воды.

2.2.5 Система MVU обеспечивает подачу чистого масла для заполнения маслобака и выполнения штатных доливок масла, прием дренажей масла при опорожнении оборудования для ремонта. Объем бака грязного масла обеспечивает прием масла из бака системы регулирования при его откачке для замены во время ремонта.

2.2.6 Компоновка системы и взаимное расположение компонентов выполнены с учетом следующих общих требований:

— система регулирования является замкнутой, масло к узлам системы регулирования подается по напорным и управляющим трубопроводам, слив масла из всех узлов при работе системы происходит через сливные трубопроводы в масляный бак, который через подсистему удаления масляных паров связан с атмосферой;

— бак системы регулирования размещен в самой низкой точке среди компонентов системы, чтобы обеспечить свободный слив из маслопроводов;

— грузы пружинно-грузовых аккумуляторов имеют возможность перемещения примерно на 5 метров по вертикали;

— коробка регулирования располагается на переднем подшипнике турбины;

— технологические коммуникации сокращены до минимума;

— насосные агрегаты промконтур охлаждения находятся на отметке -6,0 машинного зала, для обеспечения постоянного подпора воды на всасе;

— баки хранения чистого и грязного масла системы заполнения и сбора масляных дренажей также находятся на отметке -6,0 машинного зала.

2.3 Описание технологической схемы

2.3.1 В состав гидравлической части САРЗ входят:

— масляный бак системы регулирования;

— основные насосы системы регулирования;

— дополнительный насос фильтрации масла;

- маслоохладители;
- вентилятор;
- фильтр тонкой очистки;
- грузовые аккумуляторы;
- электрогидравлические преобразователи-сумматоры (далее – ЭГП-С);
- пружинно-гидравлические сервомоторы стопорных, регулирующих, сбросных клапанов и клапана греющего пара;
- коробка регулирования (включая механизм управления, золотник подачи масла, регулятор безопасности, рычаги регулятора безопасности, золотники регулятора безопасности, золотники отключения турбины, ограничитель давления, электромагнитные выключатели);
- трубопроводы;
- арматура;
- КИП.

2.3.2 Подача огнестойкого масла в гидравлическую часть (далее – ГЧ) САРЗ осуществляется из «чистого» отсека маслобака системы регулирования одним из двух центробежных насосов производительностью 72 м³/ч. Установленная мощность каждого электродвигателя составляет 200 кВт, что обеспечивает устойчивую работу насоса при пониженном напряжении питания (не менее 70% от номинального значения). Насосы установлены на раме, конструктивно связанной с баком. На линиях нагнетания каждого из насосов установлены обратные клапаны, предотвращающие слив рабочей жидкости из напорной линии в бак, через насос, находящийся в резерве.

2.3.3 Маслобак системы регулирования емкостью 6,9 м³ предназначен для сбора и очистки огнестойкого масла, сливающейся из системы регулирования. Слив огнестойкого масла из системы регулирования осуществляется в «грязный» отсек маслобака. Постоянная фильтрация всего расхода огнестойкого масла происходит внутри бака на двух последовательно установленных рамочных сетчатых фильтрах с размерами ячейки 0,25 мм. Сетки натянуты на рамки для удобства их очистки. Рамки сеток вставлен в пазы. Чистка сеток производится поочередно по мере их засорения, когда перепад уровней масла между «чистым» и «грязным» отсеками бака достигает 140 ... 150 мм. Конструкция маслобака и сеток допускает чистку при работающих насосах маслоснабжения системы регулирования. Для удаления воздуха, растворенного в масле, перед сетками в баке установлен воздухоотделитель, состоящий из пакета наклонных листов, интенсифицирующих выделение воздуха из масла, благодаря организации противотока воздуха и масла в каналах между листами.

2.3.4 Помимо сетчатых фильтров в баке регулирования составе блока маслоснабжения имеется байпасный фильтр тонкой очистки, обеспечивающий очистку огнестойкого масла от механических примесей со степенью очистки от 10 до 12 мкм. Во время работы системы часть расхода огнестойкого масла подается на фильтр тонкой очистки из коллектора нестабилизированного давления. Для фильтрации масла при остановленных насосах регулирования, а также для опорожнения маслобака регулирования предусмотрен насос фильтрации масла производительностью 4,0 м³/ч.

2.3.5 Насос фильтрации масла может использоваться для откачки масла из маслобака системы регулирования в бак грязного масла. При заполнении маслобака системы регулирования чистым маслом, оно поступает в бак через фильтр тонкой очистки.

2.3.6 От насосов регулирования подача масла к промежуточным усилителям (золотникам) системы регулирования осуществляется из коллектора стабилизированного давления (МАХ20), к исполнительным органам (поршням сервомоторов) – из коллектора нестабилизированного давления (МАХ30). В коллектор нестабилизированного давления огнестойкое масло от насосов подается через «№ 1.2». В случае большого потребления масла сервомоторами (при движении на открытие), давление в коллекторе нестабилизированного давления может снижаться, однако это снижение не затрагивает коллектор стабилизированного давления, не сказывается на работе промежуточных усилителей, чем исключается возможность возникновения автоколебаний.

2.3.7 Для уменьшения снижения давления в коллекторе нестабилизированного давления при автоматическом переключении с основного насоса на резервный, а также при наборах электрической нагрузки предназначены два грузовых аккумулятора, которые подключены к коллектору нестабилизированного давления. Рабочий объем каждого аккумулятора составляет 40 л. Аккумулятор обеспечивает поддержание давления масла на допустимом уровне при аварийном исчезновении напряжения собственных нужд и отключении при этом обоих насосов регулирования. Подача масла из аккумулятора в коллектор нестабилизированного давления осуществляется по маслопроводу Ду80, на котором установлен обратный клапан, «№ 2.1». Зарядка аккумулятора производится «№ 2.2». После включения основного насоса системы регулирования и увеличения давления в напорном коллекторе давление свыше 3,9 МПа начинается зарядка грузового аккумулятора – груз массой около 1200 кг в течение 60 – 90 с поднимается за счет перемещения поршня и натягивания троса на роликовые блоки.

2.3.8 При отключении работающего насоса или при падении давления в системе регулирования до 3,7 МПа по датчику давления, контролирующему давление в корпусе аккумулятора, автоматически включается двигатель резервного насоса. Датчик давления каждого аккумулятора снабжен «№ 3», с помощью которой производится проверка включения резервного насоса без понижения давления в общей линии системы регулирования. Это позволяет проводить проверку включения резервного насоса при работе под нагрузкой.

2.3.9 Огнестойкое масло на управление клапанами турбины формируется в коробке регулирования, расположенной на переднем стуле паровой турбины. Внутри коробки регулирования расположены устройства, осуществляющие раздачу управляющего масла на сервомоторы стопорных и регулирующих клапанов турбины, а также обеспечивающие автоматический останов турбины при возникновении аварийных ситуаций.

2.3.10 Из коробки регулирования управляющее масло подается по общей линии (МАХ50) к ЭГП-С и сервомоторам клапанов паровой турбины.

2.3.11 Из сервомоторов клапанов турбины, ЭГП-С и коробки регулирования огнестойкое масло сливается в маслобак системы регулирования по сливным трубопроводам (МАХ60).

2.3.12 Охлаждение огнестойкого масла производится с помощью двух последовательно включенных маслоохладителей, установленных непосредственно на сливе в маслобак и выше него. Для охлаждения масла до требуемого уровня (50 °С) достаточно работы одного маслоохладителя, второй является резервным – на случай необходимости чистки трубок на работающей турбине или при повышении температуры

охлаждающей воды. Расход охлаждающей воды на каждый охладитель около 50 м³/час. Регулирование количества подаваемой воды для охлаждения осуществляется регулирующим клапаном, установленным на сливе охлаждающей воды и управляющего с БПУ автоматически или по командам оператора.

2.3.13 Для предотвращения вытекания масла при замене трубной системы маслоохладителей на работающей турбине необходимо открыть запорную арматуру на « № 4 ». При нормальной работе эта арматура должна быть закрыта. В нижней части корпуса каждого охладителя имеется вентиль для отбора проб масла и опорожнения корпуса при ремонтах.

2.3.14 Для предотвращения попадания в машинный зал аэрозолей рабочей жидкости имеется вытяжная вентиляция из бака, обеспечивающая небольшое разрежение во всех узлах регулирования. Отсос паров масла из бака системы регулирования, из корпусов маслоохладителей и корпуса коробки регулирования осуществляется вентилятором с выхлопом в атмосферу за пределы машинного зала. Внутри каждого маслоохладителя имеется переливной порог, благодаря которому в верхней части аппарата имеется воздушная полость для сбора выделяемого из масла воздуха. Воздушные полости маслоохладителей и маслобака соединены с помощью трубопровода Ду100. Для удаления масляных паров из воздушной смеси, направляемой в атмосферу, перед вентилятором установлен каплеотделитель, имеющий слив в маслобак. Также сбор возможных протечек выполнен и с корпуса вентилятора. На линиях отвода сепарированного масла в маслобак установлены гидрозатворы высотой 250 мм. В случае выхода вентилятора из строя имеется байпасный трубопровод с ручной арматурой. Регулирование величины разрежения в узлах системы обеспечивается воздействием на дисковый затвор перед вентилятором.

2.3.15 При выводе в ремонт насосов системы регулирования или насоса фильтрации, масло из их корпусов и примыкающих трубопроводов опорожняется в переносные емкости или поддон маслобака. Протечки масла из поддона бака самотеком отводятся в бак грязного масла.

2.3.16 При выводе в ремонт оборудования системы регулирования, расположенного выше отметки грузовых аккумуляторов и требующего для ремонта опорожнения напорных коллекторов, на последних в пределах маслокомнаты регулирования предусмотрены перемычки в сливной коллектор с запорными арматурами. При нормальной работе системы эти арматуры должны быть закрыты и опломбированы.

2.3.17 Трубопровод системы регулирования после монтажа или ревизии должен проходить гидравлическое испытание на плотность двойным рабочим давлением. Гидравлические испытания производят путем последовательного включения насосов регулирования, для чего имеется « № 5 ». Арматура на всасывающих трубопроводах выбрана с необходимым запасом по рабочему давлению.

2.3.18 Для обеспечения пожарной безопасности и повышения отказоустойчивости оборудование системы маслоснабжения системы регулирования турбины помещено в отдельную маслокомнату с бетонными стенами и перекрытиями. С этой же целью на системе не применяется арматура с электроприводом. Электрифицированные задвижки и регуляторы смежных систем находятся вне помещения маслокомнаты.

2.4 Технические характеристики оборудования системы

2.4.1 Маслбак системы регулирования

| | | |
|--------------------|----------------|-------------------|
| Объем бака, полный | м ³ | 6,9 |
| Среда | - | огнестойкое масло |
| Материал | - | двухслойная сталь |

2.4.2 Насосы системы маслоснабжения

| | | |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|
| Тип насоса | - | НВР-50-36/72 |
| Перекачиваемая среда | - | огнестойкое масло |
| Подача: номинальная | м ³ /ч | 36 |
| максимальная | | 72 |
| Температура перекачиваемой среды | °С | 50±5 |
| Напор: при номинальной подаче | МПа | 5,0 |
| при максимальной подаче | | 4,1 |
| Частота вращения | об/мин | 2960 |
| Мощность двигателя | кВт | 200 |
| Охлаждение | - | естественное |

2.4.3 Вентилятор

| | | |
|--|-------------------|--------------------|
| Тип | - | В-Ц14-46-4.1РК1 АС |
| Перекачиваемая среда | - | масляные пары |
| Производительность по воздуху в рабочей зоне | м ³ /ч | 4200 ÷ 7600 |
| Температура перекачиваемой среды | °С | 50±5 |
| Полное давление в номинальном режиме | Па | 1500 |
| Частота вращения | об/мин | 1440 |
| Мощность двигателя | кВт | 5,5 |
| Охлаждение | - | естественное |

2.4.4 Маслоохладители

| | | |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| Тип | - | ОРЖ-10-0,4-0,8-1 |
| Количество | шт. | 2 |
| Поверхность теплообмена | м ² | 10 |
| Корпус | | |
| Рабочая среда | - | огнестойкое масло |
| Рабочий расход | м ³ /ч | 40 |
| Рабочее давление, не более | МПа | 0,4 |
| Начальная температура на входе | °С | не более 70 |
| Конечная температура на выходе | °С | 50±5 |
| Трубное пространство | | |
| Рабочая среда | - | охлаждающая вода |
| Рабочий расход | м ³ /ч | 80 |
| Рабочее давление, не более | МПа | 0,8 |
| Начальная температура на входе | °С | 33 |
| Конечная температура на выходе | °С | 34,1 |

2.4.5 Аккумуляторы пружинно-грузовые

| | | |
|---|-----|--------------|
| Давление рабочей жидкости на поршень при заполнении | МПа | 4,0±0,05 |
| Рабочий объем аккумулятора | л | 40 |
| Время заполнения аккумулятора | с | от 90 до 120 |
| Время работы, не менее | с | 8 |
| Вес груза | кг | 2650 |

2.4.6 Фильтр тонкой очистки

| | | |
|--|-------------------|--|
| Тип | - | тканевый |
| Допустимое давление | МПа | 0,2 |
| Давление срабатывания предохранительного клапана | МПа | 0,5 |
| Максимальный расход масла | м ³ /ч | 18 |
| Тонкость фильтрации | мкм | 30 (материал «бельтинг») 12 (фильтрпатроны фирмы «Pall») |

2.4.7 Насос фильтрации масла

| | | |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| Тип | - | НМШ5-25-4,0/4 |
| Перекачиваемая среда | - | огнестойкое масло |
| Подача | м ³ /ч | 4,0 |
| Напор | МПа | 2,5 |
| Частота вращения | об/мин | 1450 |
| Мощность двигателя | кВт | 1,1 |
| Охлаждение | - | естественное |

2.5 Защита от превышения давления

Для оборудования и трубопроводов САРЗ защита от превышения давления не требуется. Во время работы системы давление в трубопроводах и оборудовании не может превысить расчетные значения.

2.6 Управление и контроль

2.6.1 Для управления системой маслоснабжения системы регулирования и получения информации об ее состоянии при эксплуатации предусматривается измерение следующих параметров:

- перепад давления на сетке бака регулирования;
- уровень масла в баке регулирования;
- температура подшипников двигателя насоса;
- давление масла на нагнетании насосов регулирования, насоса фильтрации;
- давление масла в коллекторах стабилизированного и нестабилизированного давления;
- температура масла в коллекторе нестабилизированного давления;
- давление масла под поршнем грузовых аккумуляторов;
- давление масла в корпусе фильтра тонкой очистки;
- температура охлаждающей воды на входе и выходе из маслоохладителей;
- разряжение перед вентилятором.

2.6.2 Типы объектов управления системы приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Типы объектов управления

| Наименование | Место управления | Примечание |
|---|------------------------|------------|
| Насос регулирования, насос фильтрации, вентилятор | БПУ (АРМ) | - |
| Регулирующий клапан охлаждающей воды после маслоохладителей | БПУ (АРМ), по месту | - |

2.6.3 Перечень требований по автоматизации системы приведен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Перечень требований по автоматизации

| № п/п | Содержание требования |
|-------|---|
| 1 | Автоматическое включение резервного насоса регулирования при отключении работающего или снижении давления в системе мене 3,6 МПа при открытых стопорных клапанах турбины |
| 2 | Защитное отключение насоса регулирования при снижении давления в системе менее 2,0 МПа, если после включения любого насоса регулирования прошло более 120 с и стопорные клапаны турбины закрыты |
| 3 | Разрешение на отключение работающего насоса регулирования при работе резервного насоса регулирования или стопорные клапаны турбины закрыты при отсутствии условий для включения резервного насоса |
| 4 | Автоматическое включение вентилятора при включении любого насоса регулирования |
| 5 | Автоматическое отключение вентилятора через 15 минут после отключения последнего работающего насоса регулирования |
| 6 | Перевод регулирующего клапана охлаждающей воды после маслоохладителей в автоматический режим работы при повышении температуры масла в системе маслоснабжения системы регулирования выше 45 °С |

2.7 Эксплуатация системы

2.7.1 Нормальная эксплуатация

Маслоснабжение системы регулирования должно быть в эксплуатации от начала пуска блока (постановки турбины на валоповорот и начале набора вакуума) до окончания расхолаживания реакторной установки посредством сброса пара через систему байпаса турбины в конденсатор.

Если система маслоснабжения готова к работе, следует включить насос системы регулирования, предварительно выбранный в качестве рабочего; другие операции – включение вентилятора и открытие подачи охлаждающей воды выполняется автоматически.

Во время работы системы один насос включен и подает масло в систему регулирования. Второй насос готов к включению и находится в резерве. Вентилятор отсоса масляных паров тоже в работе. Работа без вентилятора отсоса масляных паров разрешена на ограниченное время, необходимое для его ремонта. В этом случае удаление масляных паров происходит за счет естественной тяги вертикальной выхлопной трубы.

Подача охлаждающей воды на маслоохладители открывается, когда температура масла в напорном коллекторе системы регулирования достигает установленной величины.

Для останова системы следует после закрытия стопорных клапанов турбины отключить работающий насос, другие операции – отключение вентилятора и прекращение подачи охлаждающей воды выполняются автоматически.

2.7.2 Функционирование при отказах

Падение напорного давления в системе регулирования

В случае падения напорного давления в системе регулирования до установленного предела должен включиться резервный насос. На время переключения и разворота резервного насоса давление в системе поддерживается грузовыми аккумуляторами.

В случае глубокого падения давления масла до значения 2,0 МПа, которое может иметь место при разрыве трубопровода системы регулирования, при условии, что закрываются стопорные клапаны турбины, работающий насос регулирования автоматически отключается, а на резервный насос накладывается запрет на включение.

Падение уровня масла в баке

В случае падения уровня масла в баке и отсутствия каких-либо протечек из системы регулирования огнестойкое масло должно быть добавлено в бак во время работы или во время остановки блока до достижения нормального уровня.

Загрязнение фильтра

В случае повышения давления в корпусе фильтра тонкой очистки или перепада на сетках внутри бака системы регулирования соответствующий фильтр должен быть заменен или вычищен во время работы или во время остановки блока.

Отказ при включении насосов системы регулирования

Под отказом при включении понимается как неисправность по электрической части (отсутствие питания или невключение питания электродвигателя), так и ситуация, когда включенный насос не создает давления по какой-либо причине.

Отказ при включении насосов в работу (при подготовке к пуску) может вызвать задержку пуска блока.

Отключение работавшего насоса и невключение резервного насоса вызывает останов блока. Сервомоторы стопорных, регулирующих клапанов действуют по пассивному принципу – открываются давлением масла, развиваемым насосом, а закрываются усилием пружин. Исчезновение давления масла (останов насосов на время более 8 секунд, когда давление поддерживается аккумуляторами) вызовет закрытие клапанов турбины.

Повреждение трубок маслоохладителей

Благодаря применению трубок из нержавеющей стали не должно, в принципе, происходить разрыва трубок маслоохладителей.

В случае если произошел разрыв трубок, система регулирования продолжает работать, маслоохладитель должен отключиться для ремонта и включается резервный, вода испаряется с зеркала масла в баке и уносится вентилятором.

Прекращение подачи охлаждающей воды на маслоохладители

Кратковременное прекращение подачи охлаждающей воды на маслоохладители системы регулирования не может привести к каким-либо неблагоприятным последствиям.

2.7.3 Функционирование системы при аварийных ситуациях и проектных авариях

Функционирование системы регулирования при аварийных ситуациях и проектных авариях не предусматривается.

2.7.4 Функционирование системы при внешних воздействиях

Функционирование системы при землетрясении не предусматривается. Функционирование системы при останове блока АС и расхолаживании после падения летательного аппарата не предусматривается.

2.2.2 Практическая работа ПР2 «Разработка эксплуатационной документации на систему АЭС»

Участнику необходимо разработать инструкцию по эксплуатации системы гидростатического подъема роторов 10MVL.

Разработка инструкции выполняется в соответствии с проектной документацией, руководством по эксплуатации системы и проектом на автоматизацию.

Инструкция по эксплуатации разрабатывается в представленном шаблоне.

Отдельно на эксплуатационной схеме необходимо указать контрольно-измерительные приборы в соответствии с проектной документацией. В разрабатываемой инструкции необходимо привести эксплуатационную схему с указанными на ней контрольно-измерительными приборами.

Дополнительно необходимо предложить техническое решение в соответствии с требованиями раздела 6 шаблона.

В помощь участнику выдаются положение по разработке инструкции по эксплуатации, памятка по чтению схемы, памятка по чтению Get проекта и памятка с допущениями при разработке.

Необходимо обратить особое внимание на памятку с допущениями при разработке – в ней приведены все необходимые условия для разработки ИЭ в соответствии последующей системой оценки. Приведенный документ необходимо изучить в первую очередь и соблюсти его требования при разработке ИЭ.

ИЭ должны разрабатываться с учетом следующих требований:

ИЭ должна содержать разделы, указанные в пункте 4.2 настоящего документа;

содержание инструкции должно быть четким и недвусмысленным;

ИЭ должны быть изложены ясным и доступным языком, достаточно подробны, корректны, технически точны, для того, чтобы информацию использовать без ее дальнейшей интерпретации;

исполнителю должна быть понятна требуемая инструкцией последовательность выполнения производственных операций при эксплуатации оборудования или системы;

ИЭ должна содержать информацию, относящуюся только к вопросам эксплуатации данного объекта, оборудования или системы.

1.2 Содержание инструкции по эксплуатации:

назначение, характеристика, техническое описание системы (оборудования);

подготовка к работе и пуск системы (оборудования);
порядок работы (эксплуатации) системы (оборудования);
перечень и описание работы ТЗиБ;
перечень контролируемых параметров.

Требования к содержанию разделов инструкции по эксплуатации

Назначение, характеристика, техническое описание системы (оборудования)

Технические описания систем и оборудования должны обеспечивать персоналу понимание предназначения системы или оборудования, ее роль в технологическом процессе на энергоблоке, состав системы, конструкцию оборудования, технические характеристики, состав материалов, условия работы и технического обслуживания системы и ее элементов, особенности эксплуатации системы и оборудования в различных режимах, ограничения по эксплуатации.

Раздел должен содержать следующую информацию:

назначение и функции системы;

техническое описание системы (оборудование системы (характеристики оборудования, чертежи), описание технологической схемы, эксплуатационную схему системы);

функционирование системы (режимы нормальной эксплуатации и функционирование при отказах).

В подразделе «Назначение, характеристика системы» приводится назначение, основные функции системы.

В подразделе «Техническое описание системы» должны быть приведены:

состав оборудования системы;

технические данные оборудования (приведены чертежи);

описание технологической схемы;

связь с другими системами;

эксплуатационная схема;

В подразделе «режимы эксплуатации системы» должны быть режимы

работы системы в соответствии с проектной и заводской документацией.

В подразделе «функционирование системы» должны быть режимы нормальной эксплуатации и функционирование при отказах.

Подготовка к работе и пуск системы (оборудования)

В разделе должна быть указана последовательность действий при подготовке системы (оборудования) к пуску (вводу в работу):

- а) операции по подготовке системы и ее оборудования к включению (вводу в работу), исходное состояние системы (оборудования) перед подготовкой к пуску в табличной форме, приведенной в приложении А;
- б) технологическую последовательность выполняемых операций при пуске (вводе в работу) системы;
- в) состояние системы и оборудования, положение органов управления, после ввода системы в работу.

Порядок выполнения операций приводится в виде пошаговых действий, с указанием, при необходимости, условий, выполнение которых разрешает переход к выполнению следующих операций, и условий, при которых разрешается пуск (ввод в работу, резерв) системы или оборудования. Если операция приводится в виде нескольких шагов, то указывается последовательность этих шагов. Как правило, каждый шаг должен содержать информацию, позволяющую исполнителю осуществлять контроль правильности его выполнения. Пример в табличной форме, приведен в приложении Б.

Конечное состояние системы (оборудования) после ввода в работу должно быть представлено в табличной форме в соответствии с примером, приведенным в приложении В.

Порядок работы (эксплуатации) системы (оборудования)

Раздел должен содержать следующую информацию:

- а) перечень всех режимов работы системы (оборудования) и описание технологических параметров работы в каждом режиме;
- б) порядок изменения режимов работы системы (включая переходы с работающего оборудования на резервное), и условия, при которых эти изменения возможны в виде пошаговых действий в табличной форме, приведенной в приложении Г;
- в) порядок и объем контроля за состоянием системы (оборудования).

Перечень технологических защит и блокировок

В настоящем разделе должен быть приведен перечень защит и блокировок в табличном виде с описанием их работы. Пример данной информации представлен в приложении Д.

Перечень контролируемых параметров

Настоящий раздел должен содержать перечень точек измерения.

Раздел необходимо представить в виде отдельных таблиц (приложение Е), сформированных путем группирования данных по типам измеряемых параметров (давление, расход, температура, уровень и т.д.), в столбцах, которых содержится следующая информация:

- наименование измеряемого параметра;
- позиция датчика;
- номинальное значение;
- единицы измерения;
- диапазон измерений;
- уставка;
- назначение уставки.

Примечание. При отсутствии необходимой информации по точке измерения, в соответствующем столбце необходимо поставить прочерк.

1. Задание выполняется в представленном шаблоне. Дополнительных разделов или переключений не требуется. Если в шаблоне имеются частично заполненные разделы или таблицы - исправлять не нужно. Это является подсказкой участнику для приведения всех работ к единообразию и последующей максимальной объективности в оценке.
2. Если операция выполняется сразу для нескольких единиц оборудования, то записывать его допускается через «,» (10MAX11,12AA001). Если операция выполняется для одной из единиц оборудования, то запись необходимо выполнять через «()» (10MAX11(12)AA001).
3. В разделе «Описание» отдельное оценивается представление чертежей описываемого оборудования. Ориентация и формат страницы должны быть подобраны так, чтобы чертежи можно было прочесть на печатном формате разработанной ИЭ.
4. В исходном состоянии все измерительные каналы введены в работу, но коренные вентили закрыты.
5. В исходном состоянии программы управления выведены из работы.
6. В инструкцию не нужно включать организационные мероприятия (получить разрешение от НС ЦТ, дать задание на сборку эл.схемы электродвигателя, расстановка персонала при заполнении).
7. В перечне контролируемых параметров диапазоны измерения, уставки и назначения уставок рассматриваются только для датчиков, показания которых выводятся на систему верхнего блочного уровня (есть в проекте на автоматизацию). Наличие уставки или сигнализации определяются проектом на автоматизацию.

8. У датчиков, показания которых фиксируются только «по месту» нет диапазона измерений.
9. При указании КИП в эксплуатационной схеме не нужно указывать первичные (коренные вентили).
10. В перечне контролируемых параметров необходимо указывать параметры данной системы в соответствии с проектной документацией, эксплуатационной схемой (в том числе и расчетные датчики 10MVL20CP901 и 10MVA30CP901).
11. В исходном и конечном состоянии, а также при вводе и при переключениях оборудования не нужно указывать состояние или ввод в работу (вывод из работы) ТЗиБ.
12. На эксплуатационной схеме не нужно указывать расчетные датчики.
13. При разработке ИЭ не нужно описывать опробование предохранительных клапанов. Не нужно указывать их состояние в исходном и конечном состоянии.
14. При разработке ИЭ не нужно описывать опробование НГПР.
15. При разработке ИЭ не нужно описывать опробование ТЗиБ.
16. В исходном состоянии считать всю арматуру закрытой, электрические схемы насосов разобранными.
17. Считать, что маслобак 10MVA10BB001 заполнен до номинального уровня.
18. При включении системы 10MVL в работу, питание необходимо обеспечить от напора системы смазки 10MVA.
19. Считать температуру масла в маслобаке 10MVL10BB001 равной 38 – 45 °С.
20. МКА20 – возбудитель генератора.
21. Не нужно добавлять в шаблон дополнительные разделы, таблицы. Необходимо заполнить разделы и таблицы (добавляя необходимое количество строк).
22. В разделе 5 дополнительно к проектным точкам контроля приведены 10MVL20CP901 и 10MVA30CP901 – для них необходимо выполнить полное описание в соответствии с таблицей 5.1. Указывать их на эксплуатационной схеме не нужно.
23. При заполнении таблицы «Контролируемые параметры», в уставках срабатывания необходимо описывать только ТЗиБ, предупредительные, уведомительные и аварийные сигнализации.
24. Не нужно описывать импульсные продления действия сигналов при описании ТЗиБ или уставок «Контролируемых параметров».

10МАХ20СР001 – код датчика давления (показания выводятся на видеокадр);

10МАХ30СТ001 – код датчика температуры (показания выводятся на видеокадр);

10МАХ10СL001 – код датчика уровня (показания выводятся на видеокадр);

10МАХ11СE001 – код датчика токовой нагрузки (показания выводятся на видеокадр);

10МАХ20СР901 – код **расчетного** датчика давления (показания выводятся на видеокадр), показания датчика складываются из показаний нескольких обычных датчиков;

10МАХ50СS901Т – код датчика частоты вращения;

10МАХ11AP001 – код насоса;

10МАК10AE001 – код электродвигателя;

10МАХ00ED001 – код АВР (автоматическое включение резерва);

10МАХ00EE001 – код программы управления;

10М~~А~~А00CG901 – код сборного сигнала по положению клапанов (концевые выключатели стопорных клапанов);

10МУА00EY001 – код защиты;

10М~~А~~А00EY001 – код защиты;

10М~~А~~А00EZ001 – код защиты;

УР11 – сигнал аварийной сигнализации;

УР12 – сигнал предупредительной сигнализации;

УР13 – сигнал уведомительной сигнализации.

2.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.

Экзамен по дисциплине «Технологические системы АЭС» проводится в письменной форме. Студенту выдаётся один теоретический вопрос, требующий развернутого ответа, и один краткий.

Часть 1. Теоретические вопросы

1. Классификация оборудования и систем АЭС
2. Насосы АЭС, их разновидности и схемы включения.
3. Теплообменные аппараты АЭС, их разновидности и схемы включения
4. Запорная арматура АЭС и её виды. Применение ручной и электроприводной арматуры.
5. Регулирующая арматура. Её виды, применение в системах АЭС.
6. Обратная арматура АЭС (клапаны, затворы). Особенности конструкции и применения КОС.
7. Трубопроводы АЭС. Опорно-подвесные системы трубопроводов. Основные требования НП-089-15.
8. Средства измерения температуры и давления на АЭС
9. Расходомерные устройства технологических систем.
10. Измерение концентрации борной кислоты на АЭС
11. Гидравлические испытания оборудования и трубопроводов на АЭС.
12. Заполнение и пуск технологических систем.
13. Переключения в технологических системах на АЭС.
14. Вывод систем из эксплуатации. Дренаживание.
15. Организация ремонта оборудования АЭС.
16. Оперативный персонал атомной станции, его обязанности в части эксплуатации технологического оборудования.
17. Устройство главного циркуляционного контура энергоблока ВВЭР-1000.
18. Система компенсации давления энергоблока ВВЭР-1000.
19. Система аварийно-планового расхолаживания энергоблока ВВЭР-1000.
20. Система оргпротечек энергоблока ВВЭР-1000.
21. Пассивная часть САОЗ энергоблока ВВЭР-1000.
22. Система продувки-подпитки энергоблока ВВЭР-1000.
23. Система трапных вод реакторного отделения энергоблока ВВЭР-1000.
24. Система маслоснабжения ГЦН энергоблока ВВЭР-1000.
25. Система главных паропроводов энергоблока ВВЭР-1000.
26. Система питательной воды энергоблока ВВЭР-1000.
27. Система маслоснабжения турбины энергоблока ВВЭР-1000.
28. Система дренажей машзала энергоблока ВВЭР-1000.

Часть 2. Краткие вопросы

1. Для чего служит обратный клапан?

2. Что нужно контролировать при осмотре трубопроводов?
3. Персонал каких должностей контролирует работу блока с БЩУ?
4. Объясните назначение системы компенсации давления.
5. Как определяется давление гидроиспытаний системы?
6. Каковы критерии успешности гидроиспытания?
7. От чего зависит категория переключений?
8. Какую информацию содержит бланк переключений?
9. Какую информацию содержит инструкция по эксплуатации системы?
10. Кто составляет инструкции по эксплуатации систем?
11. Объясните назначение воздушника оборудования или трубопровода.
12. Объясните назначение дренажных линий оборудования и трубопроводов.
13. Объясните необходимость проектировать технологические трубопроводы с уклоном.
14. В каких системах применяют оборудования и трубопроводы из нержавеющей сталей?
15. Объясните назначение трапов в помещениях реакторного отделения.
16. Какими параметрами характеризуется настройка предохранительных клапанов?
17. Объясните назначение предохранительной арматуры.
18. Как на технологических схемах АЭС указывают арматуру различных типов?
19. Как на технологических схемах АЭС обозначают теплообменные аппараты?
20. Как на технологических схемах АЭС обозначают КИП?
21. Какую информацию содержит ККС маркировка оборудования?
22. Объясните назначение гидрозатворов в технологических системах.
23. Опишите последовательность запуска объёмного насоса.
24. Опишите последовательность запуска центробежного насоса.
25. Каким оборудованием должен быть оснащён сосуд под давлением по НП-089-15?
26. Как убедиться, что при заполнении системы водой из неё удалён воздух?
27. Какими КИП оснащаются баки в технологических системах?
28. Какой вид арматуры устанавливается на импульсных линиях?

Критерии и шкалы оценивания

Критерии оценки знаний по дисциплине:

| Итоговая сумма баллов | Оценка по 4-бальной шкале | Отметка о зачете | Оценка ECTS | Градация |
|-----------------------|---------------------------|------------------|-------------|----------|
| 90-100 | отлично | зачтено | A | отлично |

| Итоговая сумма баллов | Оценка по 4-бальной шкале | Отметка о зачете | Оценка ECTS | Градация |
|-----------------------|---------------------------|------------------|-------------|---------------------|
| 85-89 | хорошо | | B | очень хорошо |
| 75-84 | | | C | хорошо |
| 70-74 | | | D | удовлетворительно |
| 65-69 | удовлетворительно | | E | посредственно |
| 60-64 | | | F | неудовлетворительно |
| ниже 60 | неудовлетворительно | не зачтено | | неудовлетворительно |

Зачтено «Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Зачтено «Очень хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.

Зачтено «Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Зачтено «Удовлетворительно»- теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Зачтено «Посредственно» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.

Не зачтено «Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.