

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

ФАКУЛЬТЕТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И
СОТРУДНИКОВ

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор МЭИ по дополнительным
формам образования, д.т.н. профессор
_____ Маслов С.И.

«__» _____ 2011 г.

Учебная программа

профессиональной переподготовки специалистов «Тепловые электрические станции»
по направлению «Теплоэнергетика».

Дисциплина: Тепловые электрические станции.

Темы занятий: «Насосное оборудование ТЭС» и «Энергетическая арматура ТЭС»

Краткая характеристика Учебной программы

Направление подготовки	Теплоэнергетика
Базовая специальность: №140101	Тепловые электрические станции
Специализация:	нет
Общая продолжительность обучения, часов	16, в.т.ч.: аудиторных – 8; самостоятельная работа – 8
Формы и место обучения	<ul style="list-style-type: none">• очно-заочная, аудиторные занятия с отрывом от производства; МЭИ• очно-заочная, без отрыва от производства на сессии в случае формирования корпоративной группы - по согласованному расписанию проведения занятий; сочетание аудиторных занятий в МЭИ и у Заказчика
Целевая аудитория слушателей	Специалисты, не имеющие профильного энергетического образования: <ul style="list-style-type: none">• генеральных дирекций

	<p>энергогенерирующих компаний (Управляющих компаний);</p> <ul style="list-style-type: none"> • строительно-монтажных организаций; • проектных, наладочных и других специализированных предприятий; • энергогенерирующих предприятий.
Численность слушателей в группе, чел.	до 25
Квалификация выпускника (слушателя)	профессиональная переподготовка или повышение квалификации
Форма документа о повышении квалификации или профессиональной переподготовке	Диплом государственного образца о профессиональной переподготовке после успешного завершения обучения в целом по программе профессиональной переподготовки или документ о повышении квалификации в соответствии с программой повышения квалификации
Требования к образованию слушателей	высшее или среднее специальное
Требования к стажу работы слушателей	нет

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ

Целью обучения слушателей по темам «Насосное оборудование ТЭС» и «Энергетическая арматура ТЭС» является изучения части учебной дисциплины «Тепловые электрические станции» в период обучения специалистов, работающих на ТЭС, котельных, теплосетевых предприятиях или в специализированных организациях и не имеющих профильного образования, по программе профессиональной переподготовки «Тепловые электрические станции».

После изучения тем «Насосное оборудование ТЭС» и «Энергетическая арматура ТЭС» слушатели должны быть способны и готовы:

- обобщать, анализировать, воспринимать информацию, ставить цели, выбирать пути для их достижения;
- анализировать различного рода рассуждения, публично выступать, аргументировано вести дискуссию и полемику;
- использовать правовые и нормативные документы в своей профессиональной деятельности;
- анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике обучения;
- обосновывать предложение и принятие конкретных технических решений при решении практических вопросов, возникающих при проектировании, строительстве, наладке и эксплуатации ТЭС, котельных и теплосетевых предприятий;
- использовать полученные знания в производственной деятельности;

Задачами изучения тем «Насосное оборудование ТЭС» и «Энергетическая арматура ТЭС» учебной дисциплины «Тепловые электрические станции» являются ознакомление слушателей со следующими основными вопросами:

- конструкции, устройство, характеристики и мероприятия по повышению надежности и эффективности работы насосного оборудования ТЭС, котельных и теплосетевых предприятий;
- конструкции, устройство, характеристики и мероприятия по повышению надежности и эффективности работы энергетической арматуры ТЭС, котельных и теплосетевых предприятий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина базируется на общетехнических и естественнонаучных дисциплинах, изучаемых в рамках базовой части профессионального цикла основной образовательной программы бакалавриата и магистратуры в соответствии с Федеральным государственным

образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС ВПО). Знания, полученные при изучении тем «Насосное оборудование ТЭС» и «Энергетическая арматура ТЭС», необходимы слушателям программы профессиональной переподготовки в своей профессиональной деятельности.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения тем «Насосное оборудование ТЭС» и «Энергетическая арматура ТЭС» слушатели курсов программы профессиональной переподготовки должны продемонстрировать следующие результаты освоения дисциплины:

Знать:

- конструкции, устройство, характеристики и мероприятия по повышению надежности и эффективности работы насосного оборудования ТЭС, котельных и теплосетевых предприятий;
- конструкции, устройство, характеристики и мероприятия по повышению надежности и эффективности работы энергетической арматуры ТЭС, котельных и теплосетевых предприятий.

Уметь:

- использовать полученные знания в производственной деятельности;
- анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;
- обобщать, анализировать, воспринимать информацию, ставить цели, выбирать пути для их достижения;
- использовать правовые и нормативные документы в своей профессиональной деятельности;
- анализировать различного рода рассуждения, публично выступать, аргументировано вести дискуссию и полемику.

Владеть:

- способностью к принятию осознанных и мотивированных технических решений в производственной деятельности в процессе проектирования, строительства, наладки, эксплуатации и ремонтов насосного оборудования и энергетической арматуры ТЭС, котельных и теплосетевых предприятий;
- навыками системного анализа последствий реализации принятых технических решений в процессе проектирования, строительства, наладки, эксплуатации и ремонтов насосного оборудования и энергетической арматуры ТЭС, котельных и теплосетевых предприятий.

4. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

Учебная программа состоит из двух тем, каждая из которых предназначена для рассмотрения одного из пунктов раздела «Вспомогательное оборудование ТЭС» учебной дисциплины «Тепловые электрические станции». По каждой теме занятий имеются контрольные вопросы для проверки знаний слушателей. Контрольные вопросы могут быть также использованы слушателями для самопроверки усвоения учебного материала. Проверка знаний осуществляется при сдаче экзамена по дисциплине «Тепловые электрические станции».

Первая тема «**Насосное оборудование ТЭС**» посвящена рассмотрению следующих вопросов:

Основные критерии классификации насосов

1. **В зависимости от рабочей среды**
2. **В зависимости от вида подводимой энергии**
3. **В зависимости от вида преобразуемой в насосе энергии перемещаемой жидкости:**

- водоподъёмники;
- объёмные насосы;
- динамические насосы

4. По назначению насосов:

- насосы общего назначения;
- энергетические насосы;
- химические насосы;
- грунтовые насосы;
- насосы других назначений.

Вторая тема «**Энергетическая арматура ТЭС**» посвящена рассмотрению следующих вопросов:

Технические характеристики энергетической арматуры

Классификация арматуры по функциональному назначению:

- запорная арматура;
- регулирующая арматура;
- запорно-регулирующая арматура;

- предохранительная арматура;
- обратная арматура.

Редукционно-охладительные установки

Обзор рынка энергетической арматуры.

5. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

До начала занятий преподаватели ЦППЭЭ МЭИ в соответствии с Учебной программой разрабатывают в электронном виде по каждой теме занятий учебно-методические материалы и презентации. Учебно-методические материалы, после их рассмотрения и утверждения руководством ЦППЭЭ МЭИ, проходят редакционно-издательскую подготовку и издаются.

Учебно-методические материалы и расписание проведения занятий с контактными данными преподавателей в электронном виде высылаются каждому слушателю или Заказчику, в случае формирования корпоративной группы слушателей, не менее чем за две недели до начала занятий. В начале проведения занятий учебно-методические материалы в печатном виде и презентации в электронном виде раздаются слушателям. Таким образом, при профессиональной переподготовке слушателей применяются формы как очного, так и заочного обучения с элементами дистанционного образования.

В учебной аудитории устанавливается мультимедийный комплекс для демонстрации презентаций, видеофильмов, а также материалов из интернета и других электронных ресурсов. В учебной аудитории также имеется доска с разноцветными фломастерами для графической иллюстрации ответов на вопросы слушателей, которые не отражены в учебно-методических материалах и презентациях. В случае обучения на территории Заказчика требования к оборудованию учебной аудитории являются аналогичными.

Такая организация учебного процесса нацелена на создание объективно комфортных условий для достижения максимально эффективного результата обучения при ограниченном ресурсе времени.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

профессиональной переподготовки специалистов «Тепловые электрические станции»
по направлению «Теплоэнергетика».

Дисциплина: Тепловые электрические станции.

Темы занятий: «Насосное оборудование ТЭС» и «Энергетическая арматура ТЭС»

Направление подготовки: Теплоэнергетика

Базовая специальность: №140101 – Тепловые электрические станции

Специализация: -.

Общая продолжительность обучения, часов: 16,

в.т.ч.

- аудиторных – 8;
- самостоятельная работа - 8

Формы и место обучения:

- очно-заочная, аудиторные занятия в период проведения сессий и консультаций с отрывом от производства; МЭИ
- очно-заочная, без отрыва от производства на сессии в случае формирования корпоративной группы - по согласованному расписанию проведения занятий; сочетание аудиторных занятий в МЭИ и у Заказчика

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИН (ТЕМ ЗАНЯТИЙ)	Объем работы слушателя, (час)							Форма провер- ки знаний
		По учебно му плану, всего	с преподавателями					Само- стоя- тель- ная рабо- та	
			Итого	Лек- ции	Лабора- торные работы и практи- ческие занятия	Кон- сульта- ции, индиви- дуаль- ные занятия	Защи- та, зачет, экза- мен		
1.	Насосное оборудование ТЭС	8	4	4	-	-	-	4	
2.	Энергетическая арматура ТЭС	8	4	4	-	-	-	4	-
	Итого:	16	8	8	-	-	-	8	

Учебная программа

профессиональной переподготовки специалистов «Тепловые электрические станции»
по направлению «Теплоэнергетика».

Дисциплина: Тепловые электрические станции.

Темы занятий: «Насосное оборудование ТЭС» и «Энергетическая арматура ТЭС»

Учебный план

Число часов по учебному плану, всего - 16 часов

в том числе:

лекции - 8 часов

лабораторные работы и практические занятия - 0 часов

Консультации - 0 часов

экзамены и зачеты - 0 часов

Самостоятельная работа - 8 часов

Экзаменов, зачетов - 0

Итоговое занятие -

СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЙ

1. Насосное оборудование ТЭС

Продолжительность обучения, всего –8 часов, в том числе: лекции — 4 часа,
лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа — 4 часа,
консультации — 0 часов, экзамен — нет*.

*Примечание. Проверка знаний осуществляется при сдаче экзамена по дисциплине «Тепловые электрические станции».

Основные критерии классификации насосов:

- в зависимости от рабочей среды;
- в зависимости от вида подводимой энергии;
- в зависимости от вида преобразуемой в насосе энергии перемещаемой жидкости;
- по назначению насосов.

1.1. Классификации насосов в зависимости от рабочей среды.

Насосы подразделяются на собственно насосы, предназначенные для перемещения капельных жидкостей, и насосы для перемещения газов. В дальнейшем будут рассматриваться в основном насосы первой группы, взаимодействующие с жидкими средами. Насосы, взаимодействующие с газами, на ТЭС также находят применение, например, для создания вакуума в конденсаторах (вакуум-насосы, эжекторы).

1.2. Классификации насосов в зависимости от вида подводимой энергии.

Насосы делятся на две группы: насосы-машины и насосы-аппараты. Подавляющее большинство насосов – это насосы-машины. К ним энергия подводится от двигателей различного рода, чаще всего от электродвигателей. Двигатель вращает вал насоса, а от вала приводятся в движение рабочие органы, взаимодействующие с рабочей средой. К насосам-аппаратам энергия подводится от других источников. Это может быть энергия сжатого газа, энергия другой жидкости с повышенным давлением (струйные насосы), электромагнитная энергия и даже такие экзотические виды энергий, как энергия гидравлического удара или энергия электрического разряда. В насосах-аппаратах, как правило, нет движущихся рабочих органов.

1.3. Классификации насосов в зависимости от вида преобразуемой в насосе энергии перемещаемой жидкости.

Насосы делятся на 3 группы:

- водоподъемники;
- объёмные насосы;
- динамические насосы.

Водоподъёмники на ТЭС не применяются.

Объёмные насосы. Сфера их применения на ТЭС – в основном для создания давления в системах автоматического регулирования. Они развивают высокие давления при относительно небольших подачах. Принцип действия объёмных насосов: всасывания и последующее вытеснение жидкостей вследствие циклического изменения объёма в рабочих камерах при движении поршней, диафрагм, пластин, зубцов и т.д. По конструктивному исполнению объёмные насосы можно разделить на 2 группы: поршневые и роторные. Водокольцевые вакуум-насосы, которые находят применение на ряде ТЭС, по принципу действия также относятся к насосам объёмного типа

Динамические насосы, наиболее широко применяемые на ТЭС, по конструктивному исполнению разделяются на лопастные, вихревые и струйные.

Лопастные насосы. Принцип действия - передача энергии от вращающегося рабочего колеса к жидкости в результате силового взаимодействия системы лопастей с обтекающим её потоком. Классификация лопастных насосов по направлению потока жидкости на выходе из рабочего колеса:

- центробежные;
- диагональные;
- осевые.

Конструкции и сфера применения лопастных насосов на ТЭС.

Конструкции и сфера применения вихревых насосов на ТЭС.

Конструкции и сфера применения струйных насосов на ТЭС.

1.4. Классификации насосов по их назначению.

Классификации насосов по их назначению: насосы общего назначения, энергетические насосы, химические насосы, грунтовые насосы и насосы других назначений. Назначение, параметры работы, рабочие среды и конструкции насосов.

Энергетические насосы: питательные, конденсатные, циркуляционные и сетевые насосы. Назначение, типы и конструкции лопастных насосов. Конструктивные особенности лопастных насосов. Основные характеристики лопастных насосов: подача насоса, напор насоса, мощность насоса, К.П.Д. и кавитационный запас насоса, ресурс работы насосов. Определение характеристик энергетических насосов.

Режимы работы насосов на ТЭС. Требования и ограничения по применению. Надежность работы насосов.

Насосы и насосные агрегаты. Приводы насосных агрегатов. Регулирование производительности и напора насосных агрегатов. Обеспечение бескавитационной работы. Современные конструкции насосных агрегатов. Анализ повреждаемости лопастных насосов. Мероприятия по продлению ресурса работы насосных агрегатов. Удельные энергетические характеристики насосных агрегатов и энергосберегающие технологии.

Контрольные вопросы:

1. Какие Вы знаете основные критерии классификации насосов?
2. Применяются ли насосы для создания вакуума в конденсаторах и на какой принцип их действия?
3. Какие сферы применения на ТЭС объёмных и динамических насосов? Приведите примеры.
4. Расскажите о конструкциях и сферах применения лопастных, вихревых и струйных насосов на ТЭС. Приведите примеры.
5. Какие Вы знаете конструктивные особенности лопастных насосов?
6. Какими характеристиками пользуются при выборе насосов?
7. Что Вам известно о мероприятиях по продлению ресурса работы и улучшению удельных энергетических характеристик насосных агрегатов?

2. Энергетическая арматура ТЭС

Продолжительность обучения, всего –8 часов, в том числе: лекции — 4 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа — 4 часа, консультации — 0 часов, экзамен — нет*.

*Примечание. Проверка знаний осуществляется при сдаче экзамена по дисциплине «Тепловые электрические станции».

2.1. Технические характеристики энергетической арматуры

Условия работы арматуры: рабочее давление среды; рабочая температура; физические и химические свойства рабочей среды; диапазоны и скорость изменения давлений, температур и уровня рабочих сред; скорости рабочих сред; периодичность циклов срабатываний и/или переключений; типы приводов арматуры; месторасположение арматуры на трубопроводах.

Основные параметры, характеризующие все типы арматуры: условный проход, условное давление и предельные температуры эксплуатации арматуры. Понятие «пробное давление».

2.2. Классификация арматуры по функциональному назначению

2.2.1. Запорная арматура.

Назначение запорной арматуры. Запорные клапаны и задвижки. Конструктивное исполнение запорных клапанов и задвижек. Рабочие органы и привода запорной арматуры. Достоинства и недостатки запорных клапанов и задвижек. Дополнительные характеристики запорной арматуры: коэффициент гидравлического сопротивления и герметичность затвора.

2.2.2. Регулирующая арматура.

Назначение регулирующей арматуры. Основные регулируемые технологические параметры: давление, температура, уровень в сосудах и аппаратах, расход. Дроссельная арматура и ее назначение. Основные узлы регулирующей арматуры: исполнительное устройство и исполнительный механизм. Конструктивные особенности исполнительных устройств. Типы исполнительных механизмов.

Основные показатели регулирующей арматуры: коэффициент расхода μ ; пропускная способность K_v ; вид расходной характеристики; допустимый перепад давлений.

2.2.3. Запорно-регулирующая арматура.

Назначение. Особенности. Принципиальное отличие запорно-регулирующей арматуры от запорной и регулирующей арматуры.

2.2.4. Предохранительная арматура

Назначение предохранительной арматуры. Величина давлений срабатывания предохранительной арматуры в зависимости от рабочих давлений в сосудах, трубопроводах и котлах.

Типы предохранительных устройств: предохранительные клапаны прямого действия (ПК); импульсно-предохранительные устройства (ИПУ), включающие в себя главный предохранительный клапан (ГПК) и импульсный клапан (ИК); мембранные предохранительные устройства (МПУ). Сферы применения и принципиальные отличия различных типов предохранительной арматуры. Периодичность и правила испытаний предохранительной арматуры.

2.2.5. Обратная арматура

Назначение обратной арматуры. Обратные клапаны и обратные затворы. Конструктивное исполнение различных типов обратной арматуры. Места установки обратной арматуры. служит для предотвращения обратного перемещения среды по трубопроводу при останове насоса, перемещающего эту среду. Устанавливаются за насосами и перед большими емкостями, например перед входом среды в барабан котла.

2.3. Редукционно-охладительные установки

Назначение редукционно-охладительных установок (РОУ). Быстродействующие редукционно-охладительные установки (БРОУ). Использование БРОУ в качестве пуско-сбросных устройств (ПСБУ). Установки для дросселирования пара без охлаждения — редукционные установки (РУ). Установки для охлаждения пара без изменения давления — охлаждающие установки (ОУ).

Использование РОУ для обеспечения надежной и безаварийной работы энергооборудования ТЭС в переходных режимах (при растопках, остановах частичных и полных сбросах нагрузок) и при выдаче пара внешним потребителям тепла (РОУ резервирования отборов турбин).

2.4. Обзор рынка энергетической арматуры

Энергетическая арматура российского и зарубежного производства. Специально производимая энергетическая арматура и арматура общепромышленного назначения, применяемая на ТЭС. Принятые производителями обозначения арматуры. Технологии изготовления корпусов арматуры, применяемые различными производителями. Материалы корпусов и элементов (узлов) энергетической арматуры. Сертификация арматуры и ее соответствие паспортным данным. Надежность арматуры и ее влияние на остановки основного энергетического оборудования. Особенности применения отечественной и зарубежной арматуры в российской энергетике для обеспечения надежной работы эксплуатируемого оборудования и для модернизируемых ТЭС.

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные значимые факторы при выборе энергетической арматуры.

2. Расскажите о назначении и основных конструктивных отличиях регулирующей, запорной, запорно-регулирующей и предохранительной энергетических арматур.
3. Для чего предназначена обратная арматура?
4. Расскажите о назначении и конструктивных отличиях ОУ, РОУ и БРОУ.
5. Что Вам известно о маркировках энергетической арматуры? Приведите примеры маркировок с их расшифровкой.
6. Какие особенности применения отечественной и зарубежной арматуры в российской энергетике и чем они определены?
7. Расскажите о влиянии материала корпусов и элементов арматуры, а также технологий изготовления энергетической арматуры на надежность работы основного энергетического оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов / Под ред. Лавыгина В.М, Седлова А.С., Цанева С.В. — М.: Издательство МЭИ, 2005.
2. Ю.М. Липов, Ю.М. Третьяков. Котельные установки и парогенераторы. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 592 с.
3. Рихтер Л.А., Елизаров Д.П., Лавыгин В.М. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций. - М.: Энергоатомиздат.-1987.
4. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей.- СПб.: Издательство ДЕАН, 2003.
5. ГОСТ 28338
6. ГОСТ 356-80
7. ГОСТ 12.2.085.
8. Справочник по трубопроводам тепловых электростанций. Энергоатомиздат , 1983 г.
9. РД 153-34.1-39.504-00. Общие технические требования к арматуре ТЭС (ОТТ ТЭС-2000). СПО ОРГРЭС, 2000 г.
10. Инструкция по организации эксплуатации, порядку и срокам проверки предохранительных устройств котлов.
11. Инструкция по организации эксплуатации, порядку и срокам проверки предохранительных устройств сосудов аппаратов и трубопроводов
12. Потапов А.А., Какузин В.Б. и др. Автоматическое регулирование температуры промперегрева котлоагрегата ТГМП-344А. Электрические станции, № 12, 2001 г.
13. Какузин В.Б. Опыт эксплуатации регулирующих клапанов впрыска на котлах ТЭС. Теплоэнергетика, № 4, 2002 г.

14. Правила устройства и безопасной эксплуатации паропроводов пара и горячей воды ПБ-10-573-03.
15. В.Б. Какузин. Организационные и технические аспекты обеспечения надежности трубопроводной арматуры энергетических систем. Арматуростроение, № 1, 2004 г.
16. Общие требования и указания по применению уплотнений из терморасширенного графита в арматуре ТЭС. РД 153.34.1-39.605-2002
17. Какузин В.Б., Ольшанский Ю.П. Пути повышения надежности энергетической арматуры. Учебно-методическое пособие. Институт повышения квалификации государственных служащих. Москва, 2007 г.
18. Трубопроводная арматура Чеховского завода энергетического машиностроения для тепловых электростанций. Справочник. Подготовлен ЗАО «ЦКТИА». Издательский дом МЭИ 2007 г.
19. Трубопроводная арматура. Справочник специалиста. Санкт-Петербург-Москва, 2007 г.
20. Учебно-методические материалы ЦППЭЭ МЭИ
21. Информационная электронная постоянно обновляемая система открытого доступа «Наилучшие доступные и перспективные природоохранные технологии в энергетике России»: <http://osi.ecopower.ru>

Декан ФПКПС МЭИ

Крюков А.П.

Авторы:

Тарба В.Д.