

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
ТЕХНОЛОГИЯ КОТЛО- И ПАРОГЕНЕРАТОРОСТРОЕНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.12
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	6 семестр - 28 часа;
Практические занятия	6 семестр - 28 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	6 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	6 семестр - 121,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа Коллоквиум Коллективное задание	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	6 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Егорова Л.Е.
	Идентификатор	R54b1d8f3-YegorovaLY-a14a8830

Л.Е. Егорова


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

К.А. Плешанов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Плешанов К.А.
	Идентификатор	R002eb276-PleshanovKA-9092810

К.А. Плешанов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение технологических процессов и материалов, применяемых при изготовлении элементов котлов и парогенераторов, для принятия обоснованных технических решений при их проектировании..

Задачи дисциплины

- изучение основных технологических процессов производства основных элементов котлов и парогенераторов АЭС, оборудования, оснастки и инструментов, применяемых в этих процессах;
- изучение материалов, применяемыми при производстве элементов котлов и парогенераторов АЭС, и влияния на их свойства различных режимов термообработки и технологических операций;
- умение анализировать номенклатуру рынка российского и зарубежного оборудования для производства элементов котлов и парогенераторов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен к конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-2 _{ПК-1} Разрабатывает конструкцию элементов объектов профессиональной деятельности	знать: - основные технологические процессы, оборудование, оснастку и инструмент при изготовлении элементов котлов и парогенераторов. уметь: - анализировать характеристики технологического оборудования российского и зарубежного производства для изготовления элементов котлов и парогенераторов по различным критериям.
РПК-4 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ИД-3 _{РПК-4} Принимает обоснованные технические решения при проектировании объекта профессиональной деятельности	знать: - применяемые при производстве элементов котлов и парогенераторов марки стали, их характеристики прочности и пластичности; - влияние термической обработки на строение, структуру и свойства стали; - терминологию в области технологии производства элементов котлов и парогенераторов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы материаловедения и технологии конструкционных материалов

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Термины, основные понятия и определения. Основы технологической подготовки производства	22	6	4	-	4	-	-	-	-	-	14	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала конспекта лекций по разделу "Термины, основные понятия и определения. Основы технологической подготовки производства"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение конспекта лекций и дополнительного материала по разделу "Термины, основные понятия и определения. Основы технологической подготовки производства"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 11-17,</p>	
1.1	Термины, основные понятия и определения. Основы технологической подготовки производства	22		4	-	4	-	-	-	-	-	14	-		
2	Термообработка узлов оборудования и контрольные операции	26		4	-	6	-	-	-	-	-	-	16		-
2.1	Термообработка узлов оборудования и контрольные операции	26		4	-	6	-	-	-	-	-	-	16		-
														<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала конспекта лекций по разделу "Термообработка узлов оборудования и контрольные операции"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение конспекта лекций и дополнительного материала по разделу "Термообработка узлов оборудования и контрольные операции"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 8-22, стр.27-35 стр.211-215, стр. 260-278 стр.360-379 стр.532-536</p>	

															[5], стр.83-109
3	Материалы, применяемые в котло- и парогенераторостроении	26	4	-	6	-	-	-	-	-	-	16	-	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала конспекта лекций по разделу "Материалы, применяемые в котло- и парогенераторостроении" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Материалы, применяемые в котло- и парогенераторостроении и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение конспекта лекций и дополнительного материала по разделу "Материалы, применяемые в котло- и парогенераторостроении" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 134-139, стр. 205-208 [2], стр. 123-125, стр.171-188, стр.211-218, стр.248-260 [5], стр.58-82, стр.109-120
3.1	Материалы, применяемые в котло- и парогенераторостроении	26	4	-	6	-	-	-	-	-	-	16	-	-	Изучение материалов по разделу Материалы, применяемые в котло- и парогенераторостроении и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение конспекта лекций и дополнительного материала по разделу "Материалы, применяемые в котло- и парогенераторостроении" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 134-139, стр. 205-208 [2], стр. 123-125, стр.171-188, стр.211-218, стр.248-260 [5], стр.58-82, стр.109-120
4	Технологические процессы изготовления основных элементов котлов и парогенераторов	70	16	-	12	-	-	-	-	-	-	42	-	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Технологические процессы изготовления основных элементов котлов и парогенераторов" для подготовки к коллоквиуму
4.1	Изготовление барабанов. Технические требования по изготовлению барабанов.	17	4	-	3	-	-	-	-	-	-	10	-	-	<u>Подготовка доклада, выступления:</u> Задание представляет собой групповой проект по анализу рынка технологического оборудования по заданной теме. Включает поиск в сети интернет материалов по оборудованию российских и зарубежных производителей и анализ характеристик оборудования по различным заданным критериям. Результаты группового проекта представляются в виде презентации и доклада на бумажном носителе. В качестве
4.2	Изготовление коллекторов.	17	4	-	3	-	-	-	-	-	-	10	-	-	
4.3	Производство поверхностей нагрева, работающих под	19	4	-	3	-	-	-	-	-	-	12	-	-	

	давлением.														
4.4	Производство воздухоподогревателей.	17	4	-	3	-	-	-	-	-	-	10	-		тем докладов студентам предлагаются следующие варианты: Автоматическая сварка под флюсом; Огневая резка металла; Гибка труб методом наматывания на сектор; Гибка труб методом обкатки; Механическая резка металла; Штамповка в закрытом штампе; Вальцовка. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Технологические процессы изготовления основных элементов котлов и парогенераторов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 309-396, стр. 520-522 [4], стр. 50-52, 63-71, 79-93, стр. 148-176, стр. 189-207
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5			
	Всего за семестр	180.0	28	-	28	-	2	-	-	0.5	88	33.5			
	Итого за семестр	180.0	28	-	28		2		-	0.5		121.5			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Термины, основные понятия и определения. Основы технологической подготовки производства

1.1. Термины, основные понятия и определения. Основы технологической подготовки производства

Продукция котлостроительного производства. Производственный и технологический процессы. Технические средства производства. Единая система технологической подготовки производства. Технологичность конструкции. Основные этапы разработки технологической документации. Типовые технологические процессы. Пути снижения трудоемкости и металлоемкости. Специализация и кооперация энергомашиностроительных заводов. Принцип организации производства. Структура цеха, технологических служб. Стандартизация и унификация узлов и деталей как средство технического прогресса..

2. Термообработка узлов оборудования и контрольные операции

2.1. Термообработка узлов оборудования и контрольные операции

Изменение структуры и свойств сталей в процессе изготовления и работы оборудования. Виды термообработки. Оборудование для термообработки. Режимы термообработки, особенности термообработки отдельных узлов. Способы уменьшения окалинообразования при термообработке. Контроль качества термообработки. Контроль качества сварных швов. Разрушающие и неразрушающие методы контроля. Внешний осмотр. Ультразвуковая дефектоскопия и контроль проникающим излучением. Гидравлическое испытание. Стископирование, магнитно-порошковая дефектоскопия. Лабораторные испытания сварных образцов на разрыв, изгиб, ударную вязкость, межкристаллитную коррозию..

3. Материалы, применяемые в котло- и парогенераторостроении

3.1. Материалы, применяемые в котло- и парогенераторостроении

Применяемые стали, их классификация и маркировка. Требования, предъявляемые к сталям. Влияние легирующих элементов на свойства сталей..

4. Технологические процессы изготовления основных элементов котлов и парогенераторов

4.1. Изготовление барабанов. Технические требования по изготовлению барабанов.

Входной контроль листа. Разметка и резка заготовок. Методы изготовления обечаек, применяемое оборудование. Изготовление днищ. Образование лазерного отверстия. Автоматическая электрошлаковая и многослойная сварка под флюсом. Общая сборка барабана. Термическая обработка. Способы уменьшения окалинообразования. Сверление отверстий в барабане. Сборка штуцеров. Окончательная термообработка барабана. Гидравлическое испытание. Изготовление и сборка внутрибарабанных устройств. Маркировка, консервация, окраска, упаковка барабана..

4.2. Изготовление коллекторов.

Трубы, применяемые для изготовления. Сборка корпуса камеры; методы сварки; образование отверстий. Многошпиндельные станки с программным управлением для безразметочного образования отверстий. Кондукторы для сверловки отверстий. Унификация камер. Технология изготовления штуцеров и днищ. Днища штампованные и плоские. Сборка коллекторов, термообработка, гидравлическое испытание. Отделочные операции. Особенности изготовления коллекторов из легированных сталей..

4.3. Производство поверхностей нагрева, работающих под давлением.

Сортамент труб для изготовления змеевиков пароперегревателя, экономайзера, экранов. Входной контроль труб. Стандарты на изготовление змеевиков и труб; методы изготовления, их преимущества и недостатки. Выбор оптимальной длины трубы. Раскрой змеевиков и труб. Вытяжка труб. Резка труб. Механизация рабочих мест. Виды гибки труб. Оборудование и оснастка. Расчет гибочного шаблона и углагиба. Методы стыковой сварки труб. Контроль змеевиков. Шипование труб. Сборка змеевиков в пакеты. Гидравлические испытания. Отделочные операции. Производство цельносварных панелей и блоков трубных поверхностей нагрева. Способы изготовления панелей, их преимущества и недостатки. Подготовительные операции для сварки труб в панель. Сварочные установки проходного и порталного типа для сварки панелей. Образование окон в панелях. Гибка панелей. Шипование панелей. Поточно-механизированные линии для изготовления панелей. Установки для оребрения труб. Сборочные и сварочные рабочие места для сборки пакетов змеевиков..

4.4. Производство воздухоподогревателей.

Производство трубчатых воздухоподогревателей. Применяемые материалы. Изготовление трубных досок. Способы резки труб. Механизация рабочего места. Сборка секции воздухоподогревателя. Испытание секции на плотность; консервация; отделочные операции. Унификация секций. Изготовление корпуса, ротора, пакетов набивки регенеративного воздухоподогревателя (РВП). Оснастка и приспособления для изготовления этих узлов. Автоматическая линия по изготовлению листов набивки из рулонной стали. Профилирование листов набивки; эмалирование. Сборка пакетов. Контрольная сборка и обкатка РВП..

3.3. Темы практических занятий

1. Презентации групповых проектов (2 часа);
2. Просмотр фильма об организационной структуре Каширского завода металлоконструкций и котлостроения и Подольского машиностроительного завода. Обсуждение организации производства. Сравнительный анализ структур двух заводов. (4 часа).;
3. Маркировка сталей. Структура и содержание справочника по сталям и сплавам. Выбор материалов по заданным условиям эксплуатации. (6 часов);
4. Просмотр учебных фильмов «Производство бесшовных труб» (38 мин.) и «Производство сортового проката» с последующим обсуждением. (2 часа);
5. Просмотр учебных фильмов «Производство элементов энергетического оборудования» на ОАО «Каширский завод металлоконструкций и котлостроения» и Подольский машиностроительный завод с последующим обсуждением. Подготовка сравнительной характеристики состава технологического оборудования, установленного на ОАО «Каширский завод металлоконструкций и котлостроения» и Подольский машиностроительный завод (8 часов);
6. Просмотр учебного фильма «Термическая обработка металлов» (40 мин.) с последующим обсуждением. Механические и пластические характеристики сталей (6 часов).

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультации направлены на подготовку к контрольному мероприятию по разделу "Термины, основные понятия и определения. Основы технологической подготовки производства"
2. Консультации направлены на подготовку к контрольному мероприятию по разделу "Термообработка узлов оборудования и контрольные операции"
3. Консультации направлены на подготовку к контрольному мероприятию по разделу "Материалы, применяемые в котло- и парогенераторостроении"
4. Консультации направлены на подготовку группового проекта по одной из тем раздела "Технологические процессы изготовления основных элементов котлов и парогенераторов"
5. Консультации направлены на подготовку к коллоквиуму по разделу "Технологические процессы изготовления основных элементов котлов и парогенераторов"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
основные технологические процессы, оборудование, оснастку и инструмент при изготовлении элементов котлов и парогенераторов	ИД-2ПК-1				+	Коллоквиум/Коллоквиум "Изготовление барабанов, коллекторов, поверхностей нагрева и воздухоподогревателей котлов"
терминологию в области технологии производства элементов котлов и парогенераторов	ИД-3РПК-4	+				Тестирование/Тест на знание терминологии
влияние термической обработки на строение, структуру и свойства стали	ИД-3РПК-4		+			Тестирование/Тест "Структура и свойства стали"
применяемые при производстве элементов котлов и парогенераторов марки стали, их характеристики прочности и пластичности	ИД-3РПК-4			+		Контрольная работа/Маркировка стали. Характеристики стали. Выбор марки стали для элемента энергетического оборудования
Уметь:						
анализировать характеристики технологического оборудования российского и зарубежного производства для изготовления элементов котлов и парогенераторов по различным критериям	ИД-2ПК-1				+	Коллективное задание/Групповой проект «Анализ рынка оборудования ХХХХ для изготовления элементов энергетического оборудования»

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Маркировка стали. Характеристики стали. Выбор марки стали для элемента энергетического оборудования (Контрольная работа)
2. Тест "Структура и свойства стали" (Тестирование)
3. Тест на знание терминологии (Тестирование)

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. Групповой проект «Анализ рынка оборудования ХХХХ для изготовления элементов энергетического оборудования» (Коллективное задание)

Форма реализации: Устная форма

1. Коллоквиум "Изготовление барабанов, коллекторов, поверхностей нагрева и воздухоподогревателей котлов" (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №6)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Материаловедение и технология металлов : Учебник для вузов по машиностроительным специальностям / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин, и др. – М. : Высшая школа, 2000 . – 637 с. - ISBN 5-06-003616-2 .;
2. Матюнин, В. М. Материаловедение в теплоэнергетике : учебное пособие для вузов по направлениям "Теплоэнергетика" и "Энергомашиностроение" / В. М. Матюнин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 328 с. - ISBN 978-5-383-00222-3 .;
3. Алешин, Н. П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений : учебное пособие для вузов по специальности "Оборудование и технология сварочного производства" направления "Машиностроительные технологии и оборудование" / Н. П. Алешин . – М. : Машиностроение, 2006 . – 368 с. - ISBN 5-217-03361-4 .;
4. Сибикин, М. Ю. Современное металлообрабатывающее оборудование : [справочник] / М. Ю. Сибикин . – М. : Машиностроение, 2013 . – 308 с. - ISBN 978-5-94275-712-0 .;
5. Богодухов С. И., Козик Е. С., Свиденко Е. В.- "Курс материаловедения в вопросах и ответах", (5-е изд., испр., доп.), Издательство: "Машиностроение", Москва, 2018 - (352 с.) <https://e.lanbook.com/book/151070>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Х-301, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Х-301, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Х-301, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	Д-323, Помещение каф. МиПЭУ	стол, стул, шкаф
Помещения для консультирования	Х-303, Кабинет сотрудников каф. МиПЭУ (отд. ПГС)	рабочее место сотрудника, стол для оргтехники, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-305, Склад кафедры МиПЭУ	стул, шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Технология котло- и парогенераторостроения

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест на знание терминологии (Тестирование)
- КМ-2 Тест "Структура и свойства стали" (Тестирование)
- КМ-3 Маркировка стали. Характеристики стали. Выбор марки стали для элемента энергетического оборудования (Контрольная работа)
- КМ-4 Коллоквиум "Изготовление барабанов, коллекторов, поверхностей нагрева и воздухоподогревателей котлов" (Коллоквиум)
- КМ-5 Групповой проект «Анализ рынка оборудования ХХХХ для изготовления элементов энергетического оборудования» (Коллективное задание)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	7	9	13	14
1	Термины, основные понятия и определения. Основы технологической подготовки производства						
1.1	Термины, основные понятия и определения. Основы технологической подготовки производства		+				
2	Термообработка узлов оборудования и контрольные операции						
2.1	Термообработка узлов оборудования и контрольные операции			+			
3	Материалы, применяемые в котло- и парогенераторостроении						
3.1	Материалы, применяемые в котло- и парогенераторостроении				+		
4	Технологические процессы изготовления основных элементов котлов и парогенераторов						
4.1	Изготовление барабанов. Технические требования по изготовлению барабанов.					+	+
4.2	Изготовление коллекторов.					+	+
4.3	Производство поверхностей нагрева, работающих под давлением.					+	+
4.4	Производство воздухоподогревателей.					+	+
Вес КМ, %:			10	15	15	30	30