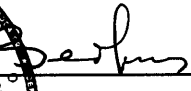


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ-УПИ»

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор УГТУ-УПИ



 **О.И. Ребрин**

2006 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ТЕРМИЧЕСКИХ ЦЕХОВ

для направления 150100 - Metallurgy
специальности 150105 – Metallurgy and
thermal treatment of metals

Екатеринбург
2006

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, учебными планами для направления 150100 – Metallургия, специальности 150105– Металловедение и термическая обработка металлов.

Программу составил: Эйсмонтт Ю.Г.

Программа одобрена на заседании кафедры «Термообработка и физика металлов» 23 марта 2006 года, протокол № 03/104.

Зав.кафедрой профессор, д.т.н.



А.А. Попов

Программа одобрена на заседании методической комиссией металлургического факультета 31 марта 2006 г., протокол № 2.

Председатель комиссии, к.т.н.



А.А. Жуков

АННОТАЦИЯ

Классификация, конструкции, принципы проектирования и методы расчета основного, дополнительного и вспомогательного оборудования термических цехов, металлографических и термических лабораторий предприятия и научно-исследовательских институтов, проектирование термических цехов, участков и отделений

Редактор

Подписано в печать

Бумага типографская

Уч.-изд. л.

Тираж

Плоская печать

Заказ

Формат 60x84 1/16

Усл. п. л.

Цена “С”

Издательство УГТУ
620002, Екатеринбург, Мира,19
Ротапринт УГТУ. 620002, Екатеринбург, Мира,19

1. Цель и задачи дисциплины

Ознакомление студентов с современными конструкциями основного, дополнительного вспомогательного термического оборудования, принципами его выбора, проектирования и расчета для конкретных технологических процессов термической обработки металлических изделий и деталей машин; формирование у студентов научного мышления и практических навыков, правильного понимания целей, задач и средств современного термического производства и металловедения; обучение студентов современным принципам проектирования цехов, участков и отделений для термической, химико-термической и термомеханической обработок сталей и сплавов металлов.

Дисциплина "Оборудование и проектирование термических цехов" является основным и завершающим специальным курсом для студентов специальности 1105 - Металловедение и термическая обработка металлов. В ней рассматриваются классификация, конструкции, принципы проектирования и методы расчета основного, дополнительного и вспомогательного оборудования термических цехов, металлографических и термических лабораторий предприятия и научно-исследовательских институтов, проектирование термических цехов, участков и отделений.

Знания, получаемые студентом при изучении данной дисциплины, являются теоретической и практической базой для выполнения курсового и дипломного проектов (работ) и последующей самостоятельной деятельности в качестве инженера-металлурга по специальности "Металловедение и термическая обработка металлов".

2. Требования к уровню освоения дисциплины

В соответствии с квалификационной характеристикой специалист должен знать:

- основное, дополнительное и вспомогательное термическое оборудование, методы его проектирования и расчета;
- основы проектирования термических цехов, отделений, участков, агрегатов, технико-экономические обоснования выбора процессов и оборудования.

Уметь выбирать основное, дополнительное и вспомогательное оборудование цеха, проектировать основные нагревательные устройства термических цехов, рассчитывать потребное количество оборудования и планировку цеха;

На практике на основе термодинамических расчетов выбирать защитную атмосферу для данного сплава; разрабатывать техническую документацию и составлять отчеты по НИР в соответствии с ГОСТами и стандартами предприятия.

Иметь навыки использования справочной и научно-технической литературы для расчетов термического оборудования и его элементов; собирать и анализировать информацию по конкретной задаче проектирования и исследования.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид занятий	Всего часов	Семестры	
		7	8
Общая трудовая дисциплина	190	133	117
Аудиторные занятия	<i>136</i>	<i>68</i>	<i>68</i>
Лекции (Л)	85	51	34
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	51	17	34
Самостоятельная работа	54	25	54
Выполнение домашних заданий			
Курсовой проект	34	-	34
Другие виды самостоятельной работы	20	10	10
Вид итогового контроля		экзамен	экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Л, час	ПЗ, час	ЛР, час
1	Введение	1		
2.	Классификация оборудования и основные элементы конструкции термических печей	1		2
3	Конструкции печей	26		17
4	Конструкции нагревательных установок	6		8
5	Оборудование и среды для охлаждения и закалки	20		8
6	Дополнительное и вспомогательное оборудование	14		8
7	Эксплуатация и технико-экономические показатели работы оборудования термических цехов	7		2
8	Проектирование термических цехов, участков, отделений, оборудования и агрегатов	10		6

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1. Классификация оборудования и основные элементы конструкции термических печей

Классификация термического оборудования. Техничко-экономическое обоснование выбора источника энергии для печей и нагревательных устройств. Класси-

фикация нагревательных устройств по принципу автоматизации и механизации и способу производства.

Теплотехнические конструкции термических печей. Выбор размеров внутреннего пространства печей. Методика определения производительности. Стандартизация обозначения пламенных и электрических печей.

Особенности теплового расчета термических печей. Определение основных стадий теплового баланса, мощности и расхода топлива или электроэнергии. Выбор числа зон. Распределение мощности по зонам проходных печей или по стадиям нагрева камерных печей. Конструкции трубчатых нагревательных элементов (пламенных и электрических). Конструкции, материалы и расчет электрических нагревательных элементов; критерии выбора сечения. Понятие об удельной поверхностной нагрузке и ее расчет. Особенности работы и расчета конвективных и закрытых нагревателей.

4.2.2. Конструкции печей

Садочные печи периодического действия. Камерные печи с неподвижным горизонтальным подом. Механизация загрузки и выгрузки. Универсальные механизированные печи для работы с контролируемыми атмосферами. Печи с выдвижным подом, механизмы выдвижения пода. Конструкция вентиляторных печей. Печи со съемным сводом. Вертикальные печи; печи для нагрева тонких труб и гнутых профилей. Конструкции крышек. Подвески. Конструкции печей вакуумных и с контролируемыми атмосферами печей. Их герметизация. Колпаковые, контейнерные, элеваторные и двухкамерные печи. Печи ПАП. Рециркуляционные печи.

Особенности конструкции лабораторных печей: камерных, трубчатых, шахтных и вакуумных.

Проходные печи непрерывного действия. Печи с наклонным подом. Толкательные печи. Типовые конструкции. Методы толкания и конструкции направляющих, толкателей, выталкивателей и поддонов. Конструкции вентиляторных печей для низкого отпуска. Рекуперативные толкательные печи. Муфельные и бехмуфельные печи для контролируемых атмосфер. Туннельные печи.

Печи с подвижным подом. Конвейерные печи. Типовые конструкции. Конструкции конвейеров печей. Вертикальные конвейерные печи. Конвейерные печи для работы с контролируемыми атмосферами. Печи с подвесным конвейером. Рольганговые печи. Конструкции роликов и их приводов. Печи с шагающими подовыми балками и вибрирующим подом, схемы привода. Карусельные печи, примеры конструкций. Схемы привода. Вентиляторные печи для низких температур.

Барабанные печи (с непосредственным нагревом и муфельные). Протяжные печи. Конструкции горизонтальных и вертикальных печей для нагрева ленты, проволоки и тонкого листа.

Печи с жидкими теплоносителями. Составы соляных и шлаковых ванн для типовых процессов термической обработки, раскисление ванн. Ванны с наружным и с

внутренним обогревом. Электродные ванны с магнитным перемешиванием. Ванны с кипящим слоем. Пуск и остановка печей-внн. Техника безопасности при работе на печах и ваннах.

4.2.3. Конструкции нагревательных установок

Особенности и области применения скоростного поверхностного и сквозного нагрева от внешних источников.

Физические основы индукционного и прямого электронагрева. Тепловые процессы при индукционном нагреве. Активная глубина проникновения тока. Влияние частоты тока и свойств материала на распределение мощности по сечению. Управление мощностью в процессе нагрева для создания заданного температурного поля; индукционный нагрев с подогревом, двухчастотный нагрев.

Установки для одновременного и непрерывного индукционного нагрева ТВЧ и ТПЧ. Конструкции станков для индукционной закалки деталей машин. Генераторы ТВЧ: ламповые, машинные, тиристорные. Конструкции индукторов и методы их расчета.

Установки для нагрева в электролитах. Установки для поверхностного нагрева газокислородным пламенем с керамическими горелками.

Установки нагрева низкотемпературной плазмой, лазерным и электронным лучом.

4.2.4. Оборудование и среды для охлаждения и закалки

Охлаждающие среды. Основные факторы, определяющие выбор необходимой скорости охлаждения изделия при термической обработке.

Классификация охлаждающих сред и устройств. Методы определения охлаждающей способности сред. Особенности охлаждения в средах, не меняющих агрегатного состояния в процессе закалки изделия. Влияние добавок воды на охлаждающую способность расплавов, солей и щелочей. Охлаждение в потоке газа или воздуха. Применение кипящего слоя в качестве закалочной среды. Механизм охлаждения в жидкостях, меняющих свое агрегатное состояние в процессе охлаждения изделий.

Характеристика воды как закалочной жидкости. Влияние температуры, циркуляции и примесей на охлаждающую способность воды и закалочных сред на водной основе: растворы солей, щелочей, полимеров и др. Принципы разработки и особенности использования полимерных (синтетических) закалочных сред на водной основе.

Характеристика закалочных масел, их замена синтетическими негорючими средами. Меры пожарной безопасности.

Способы спрейерной и водо-воздушной закалки. Особенности этих способов закалки. Роль давления и расхода жидкости при спрейерном охлаждении. Спрейер-

ные и водовоздушные закалочные установки. Конструкции водяных форсунок для создания водо-воздушных смесей.

Закалочные баки. Конструкции баков периодического действия. Примеры механизации баков. Конструкции проходных баков для поточного производства. Конструкции установок для циркуляции, охлаждения и очистки закалочных масел и синтетических закалочных сред. Расчеты закалочных баков и маслоохладительных установок.

Камеры и устройства для регулируемого воздушного или газового охлаждения проката и некоторых деталей машин. Их расчет.

Конструкции закалочных прессов и закалочных машин (для шестерен, осей, валов, различных видов проката). Гибозакалочные машины для рессорных листов, валов и др.

Установки для обработки холодом. Наиболее употребительные хладоагенты. Установки незамкнутого цикла: испарительные, турбодетандерные, вихревые. Компрессионные установки каскадного типа с замкнутым циклом. Конструкции и области применения криостатов. Теплоизоляционные материалы для холодильных установок и криостатов. Расчет холодильных установок.

4.2.5. Дополнительное и вспомогательное оборудование

Окисление и обезуглероживание стали; влияние состава атмосферы на окисление и обезуглероживание металлов. Меры борьбы с окислением и обезуглероживанием стали.

Составы печных атмосфер. Классификация контролируемых атмосфер. Принципы выбора контролируемых атмосфер. Роль азота и водорода в контролируемых атмосферах. Удаление из защитных атмосфер окисляющих газов. Основные схемы и конструкции промышленных установок для получения контролируемых атмосфер. Методы контроля углеродного потенциала, точки росы и других параметров атмосферы. Взрывоопасность атмосфер, меры безопасности при эксплуатации печей с контролируемыми атмосферами. Схемы управления составом атмосферы.

Особенности конструкции печей с контролируемыми атмосферами. Газовые печи малоокислительного и безокислительного нагрева.

Восстановительное науглероживание проката. Контролируемое обезуглероживание поверхности. Термическая обработка в вакууме. Выбор и технико-экономическое обоснование применения контролируемых атмосфер.

Понятие о вакууме. Основное уравнение в вакуумной технике. Вакуумпроводы и их проводимость. Классификация вакуумных насосов. Механические вакуумные насосы. Пароструйные насосы. Сорбционные, криогенные и магнитные насосы. Отражатели, ловушки, компенсаторы, вакуумные затворы и шлюзы. Схемы установок для создания вакуума в термических печах; расчет необходимой скорости откачки.

Оборудование для очистки от окалины и масла. Конструкции баков и ванн для травления в водных растворах и расплавах. Полумеханизированные и механизированные травильные установки. Моечные машины, применение ультразвука. Защита окружающей среды: герметизация травильных установок, нейтрализация стоков. Установки для удаления окалины путем восстановления окислов. Дробеструйные аппараты, камеры, столы, барабаны. Гидропескочистка, гидрополировка.

Оборудование для правки.

4.2.6. Эксплуатация и технико-экономические показатели работы оборудования термических цехов

Долговечность и надежность основного и вспомогательного оборудования; основные факторы, определяющие надежность. Методы определения надежности по результатам эксплуатации. Оптимальные схемы технического обслуживания печей, их механического оборудования и автоматики. Технология ремонта печей. Ремонтопригодность печей.

Сравнительные технико-экономические показатели работы термического оборудования, производительность и стоимость оборудования, часовые эксплуатационные затраты, себестоимость 1 часа работы, степень тяжести и вредности труда обслуживающего персонала и его квалификация.

4.2.7. Проектирование термических цехов, участков, отделений, оборудования и агрегатов

Методы и принципы проектирования термических цехов, участков, отделений. Стадии проектирования. Проектное задание, технический проект, рабочие чертежи. Основные нормативные документы по проектированию. Особенности проектирования термического оборудования.

Цели проектирования. Проектное задание, исходные данные для проектирования. Составление программы. Технические условия на изделия. Выбор марок сплавов, составление маршрутной технологии и операционной карты. Техно-экономическое обоснование размещения оборудования для термической обработки на отдельном участке, в потоке механического или прокатного цеха. Основные требования Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП) к технологической документации. Назначение и порядок разработки технологической документации. Требования ЕСКД к проектной документации.

Агрегаты и поточные линии - наиболее перспективное направление комплексной механизации и автоматизации термического производства. Типы агрегатов на базе камерных, шахтных, толкательных, конвейерных, барабанных, протяжных и ваннных печей. Средства механизации. Планировочные решения.

Определение расчетных норм времени выполнения операции термической обработки. Выбор и технико-экономическое обоснование вариантов технологии. Расчет оборудования и проект цеха. Выбор, расчет и технико-экономическое обоснование основного, дополнительного и вспомогательного оборудования. Организация межоперационной транспортировки изделий. Санитарно-гигиенические нормы; техника безопасности; противопожарная профилактика.

Разработка планировки термического цеха, участка. Коммуникации. Особенности подъемно-транспортного оборудования, применяемого в термических цехах. Механизированные транспортные тележки и загрузочные машины. Наиболее распространенный межоперационный транспорт. Загрузочные бункеры, магазины-накопители.

5. Лабораторный практикум

5.1. Семестр 7

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1		Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Знакомство с оборудованием лаборатории
2	4.2.1	Изучение чертежей термического оборудования
3	4.2.2	Расчет теплового баланса термической печи
4	4.2.3	Конструкции и расчет электрических нагревателей сопротивления термических печей
5	4.2.3	Конструкции и расчет радиантных газовых нагревателей термических печей
6	4.2.4	Расчеты закалочных баков и теплообменных аппаратов установок для охлаждения и очистки закалочных сред
7	4.2.4	Выбор способа приготовления контролируемой атмосферы для нагрева и ее термодинамический расчет

5.2. Семестр 8

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1		Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности.
2	4.2.6	Расчет продолжительности процесса науглероживания при цементации стали
3	4.2.5	Расчет времени откачки вакуумной печи, разработка схемы вакуумной системы, выбор и расчет насосов
4	4.2.5	Расчет холодильной установки
5	4.2.7	Разработка планировки участка термической обработки,

		выбор основного оборудования и средств механизации и транспортировки изделий
6	4.2.7	Механизмы печей, агрегатов, поточных линий и их расчеты

5.3. Курсовой проект

Темами проектов являются:

а) проектирование отдельной печи, нагревательного устройств и их механизмов;

б) конструктивная разработка сложного агрегата или поточной линии для термической обработки.

В проекте необходимо для заданного режима термической обработки обосновать выбор основного и вспомогательного оборудования для термообработки.

Производятся конструктивные и тепловые расчеты печи или нагревательной установки. Выполняются сборочные чертежи печи или агрегата.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная

1. Эйсмонтт Ю.Г., Корягин Ю.Д. Термическое оборудование и его расчет. — В 4-х кн. — Кн. 1. Оборудование для нагрева: Учебное пособие. — Челябинск: Изд. ЧГТУ, 1996. 141 с.

2. Эйсмонтт Ю.Г. Термическое оборудование и его расчет. — В 4-х кн. — Кн. 2. Охлаждающее и вспомогательное термическое оборудование: Учебное пособие. — Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1997. 159 с.

3. Корягин Ю.Д. Термическое оборудование и его расчет. — В 4-х кн. — Кн. 3. Дополнительное оборудование, механизация и агрегатирование в термических цехах: Учебное пособие. — Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1997. 161 с.

4. Корягин Ю.Д., Эйсмонтт Ю.Г. Термическое оборудование и его расчет. — В 4-х кн. — Кн. 4. Расчеты термического оборудования: Учебное пособие. — Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1998. 161 с.

6.1.2. Дополнительная:

• 5. Соколов К.Н. Оборудование термических цехов: Учебное пособие. Киев-Донецк: Вища школа, 1984, 328с.

~ 6. Долотов Г.П., Кондаков Е.Л. Оборудование термических цехов и лабораторий для испытания металлов: Уч. пос. для техникумов. М.: Машиностроение, 1988. 336 с.

- 7. Мастрюков Б.С. Теория, конструкции и расчеты металлургических печей, т.2.-2 изд., перер. и доп. М.: Металлургия, 1986. 272 с.

- 8. Тылкин М.А. Справочник термиста ремонтной службы М.: Металлургия, 1981. 648 с.

9. Сатановский Л.Г., Мирский Ю.А. Нагревательные и термические печи в машиностроении. М.: Металлургия, 1971. 384 с.
10. Матрюков Б.С. Теплотехнические расчеты промышленных печей: Учебное пособие. М.: Металлургия, 1972.-368 с..-
11. Рустем С.Л. Оборудование термических цехов: Учебник для техникумов. М.: Машиностроение, 1971. 298 с.
12. Шубин Р.П., Приходько В.С. Технология и оборудование термического цеха. М.: Машиностроение, 1971. 280 с.
13. Технология термической обработки стали: Пер. с нем. / Под ред. М.Л. Бернштейна. М.: Металлургия, 1981. 608 с.
14. Металловедение и термическая обработка стали: Справочник. Т.3./ Под ред. М.Л.Бернштейна и А.Г.Рахштадта. М.: Металлургия, 1983. 216 с.
15. Термическая обработка в машиностроении: Справочник / Под ред. Ю.М.Лахтина и А.Г.Рахштадта. М.: Машиностроение, 1980. 783 с.
16. Электротермическое оборудование: Справочник / Под ред. А.П. Альтгаузена. 2 изд. перераб. и доп. М.: Энергия, 1980. 416 с.
17. Справочник конструктора печей и прокатного производства. Т.1 и Т.2./Под ред. В.М.Тымчака. М.: Металлургия, 1970. 992 с.
18. Расчет нагревательных и термических печей: Справочник / Под ред. В.М. Тымчака и В.Л.Гусковского.-М. Металлургия, 1983. 480 с.
19. Иванова Н.И., Перимов А.А., Тымчак В.М. Механизмы печей прокатного производства. М.: Машиностроение, 1972. 224 с.
20. Общепромышленные электрические печи сопротивления непрерывного действия / А.В.Арендачук и др. М.:Энергия, 1977. 298 с.
21. Воителев В.В., Могилевский Е.И. Механическое оборудование печей. М.: Металлургия, 1991. 198 с.
22. Свенчанский А.Д. Электрические промышленные печи. Ч.1. Электрические печи сопротивления: Учебник. М.: Энергия, 1975. 384с.

6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины

1. Методические указания к лабораторным и практическим занятиям: «Расчет свободноизлучающих металлических нагревателей», «Расчет свободноизлучающих неметаллических нагревателей», «Расчет конвективных нагревателей», «Расчет закрытых нагревателей», «Расчет закалочных баков и теплообменников систем охлаждения закалочных сред», «Расчет испарительной холодильной установки с жидким хладагентом», «Расчет состава контролируемых атмосфер», «Расчет горения топлива».
2. Альбомы и плакаты конструкций термических печей.
3. Альбомы и плакаты конструкций закалочных баков и устройств.
4. Альбомы и плакаты конструкций вспомогательного и дополнительного оборудования.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Термический зал.

ДОМАШНЯЯ РАБОТА:

1. Для заданного режима термической обработки обосновать выбор основного и вспомогательного оборудования для термообработки.
2. Конструктивные и тепловые расчеты печи или нагревательной установки.
3. Сборочные чертежи печи или агрегата.