

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОУ УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ-УПИ

Утверждаю
Проректор по учебной работе
_____ В.И.Лобанов
“ _____ ” _____ 2001 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Специальные электротехнологические установки

Рекомендована Методическим советом УГТУ-УПИ
для направления 654500 – «Электротехника, электромеханика, электротехнологии»
специальности 180500 – «Электротехнологические установки и системы»

Екатеринбург
2001

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования №207 тех/дс, утвержденным 27.03.2000 г. и определяющим требования к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по направлению 654500-«Электротехника, электромеханика, электротехнологии» специальности 180500-«Электротехнологические установки и системы».

Программу составил: Сарапулов Ф.Н., профессор, д.т.н., кафедра «Электротехника и электротехнологические системы».

Программа одобрена на заседании кафедры «Электротехника и электротехнологические системы».

Протокол № _____ от “ _____ ” _____ 2001г.

Заведующий кафедрой _____ Сарапулов Ф.Н.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии электротехнического факультета

Протокол № _____ от “ _____ ” _____ 2001г.

Председатель Методической комиссии _____ Новиков Н.Н.

АННОТАЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина посвящена изучению специальных электротехнологических установок а также методов их анализа. Особое внимание уделяется изучению МГД-установок, линейных индукционных машин, установок индукционного нагрева, магнито-импульсных устройств. Рассматриваются особенности их математического и физического моделирования.

1. Цели и задачи дисциплины

Изучение дисциплины требует от студентов знаний по дисциплинам : “Физика”, “Теоретические основы электротехники”, “Теории электрического нагрева и электрического разряда”, “Теория электромагнитного поля”, “Электрические машины”, “Электротехнологические установки и системы”.

Цели дисциплины заключаются в следующем:

- изучение основных типов специальных ЭТУ;
- изучение современных тенденций развития наукоемких электротехнологий;
- освоение методов расчета специальных ЭТУ.

2. Требования к уровню освоению содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- знать основные типы специальных ЭТУ;
- знать основы теории специальных ЭТУ ;
- уметь рассчитывать параметры и характеристики специальных ЭТУ.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
Общая трудоемкость дисциплины	160	9			
Аудиторные занятия	85	9			
Лекции	51	9			
Практические занятия (ПЗ)	17	9			
Семинары (С)	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)	17	9			
Другие виды аудиторных занятий	-	-			
Самостоятельная работа	75	9			
Курсовой проект	32	9			
Курсовая работа					
Расчетно-графические работы					
Графическая работа					
Расчетная работа					
Домашняя работа					
Домашнее задание					
Реферат					
Другие виды самостоятельных занятий					
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	З,Э	9			

Примечание: в таблице заполняются только те виды аудиторных и самостоятельных занятий, которые запланированы в учебном и рабочем планах по данной дисциплине.

4.Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции, час.	ПЗ, час.	С, час.	ЛР, час.
1	Введение. Предмет и задачи дисциплины	1			
2	Основные типы ЭТУ	1			
3	Линейные электродвигатели и МГД- насосы	14	6		6
3.1	Линейные электродвигатели	6	4		4
3.2	Индукционные МГД-насосы	6	2		
3.3	Магнито-импульсные установки	2			2
4	Установки электромагнитного перемешивания (ЭМП) металлов	6	2		2
4.1	Электромагнитные вращатели	1			
4.2	Электромагнитные перемешиватели	3	2		
4.3	Металлургические технологии с применением ЭМП	2			2
5	Установки индукционного нагрева и плавки металлов	6	2		2
5.1	Индукционные тигельные печи	3	2		2
5.2	Индукционные каналные печи с транзитным движением металла в канале	2			
5.3	Специальные плавильные агрегаты	1			
6	Методы анализа электромагнитных процессов в индукционных ЭТУ	14	3		7
6.1	Метод схем замещения	6			4
6.2	Метод конечных разностей	4	3		
6.3	Метод конечных элементов	4			3
7	Анализ тепловых и гидродинамических процессов в ЭТУ	8	4		
7.1	Анализ тепловых процессов	4	2		
7.2	Анализ гидродинамических процессов	2			
8	Особенности физического моделирования ЭТУ	2	2		
9	Заключение	1			

Примечание: в таблице заполняют только те виды аудиторных, которые запланированы в учебном и рабочем планах по данной дисциплине.

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Введение

Предмет и задачи изучаемой дисциплины. Общие сведения о современных тенденциях развития специальных электротехнологий. Организация учебного процесса по изучению данной дисциплины.

2. Основные типы специальных ЭТУ.

Классификация индукционных ЭТУ. Энергетическая диаграмма индукционной установки. Особенности преобразования энергии в изучаемых ЭТУ. Определение электромагнитных сил и мощностей[5].

3. Линейные электродвигатели и МГД-насосы.

Линейные электродвигатели (ЛЭД) – постоянного тока, синхронные, шаговые, с электромагнитной редукцией, индукционные (плоские, цилиндрические, дуговые, дисковые) в низкоскоростных безредукторных приводах технологических установок. ЛЭД в устройствах транспортировки и манипулирования металлоизделиями. Рольганговые линейные двигатели. Особенности исполнения вторичного элемента, совмещение его с рабочим органом привода. Характеристики двигателей, влияние краевых эффектов и защитных экранов. Линейные приводы транспортных систем и манипуляторов в агрессивных и опасных средах, в установках высокого вакуума [11]. Магнито-импульсные установки для создания импульсов усилий большой интенсивности в различных технологических операциях. Применение в импульсных устройствах линейных электроприводов с электромагнитными, индукционно-динамическими, асинхронными двигателями. Конструкции установок. Схемы электропитания. Устройства колебательного и вибрационного действия на основе линейных электроприводов, особенности режимов их работы [9,14,15]. Магнетогидродинамические (МГД) устройства с жидкометаллическим рабочим телом в энергетике и промышленности. МГД-генераторы. Состояние и перспективы развития. МГД-насосы, их классификация, конструкции и принципы действия. Кондукционные насосы для транспортировки жидкого металла. Индукционные насосы с пульсирующим магнитным полем. Плоские и цилиндрические насосы с бегущим полем. Винтовые, спиральные и линейно-вихревые насосы. Особенности электропитания. МГД-сепарация и МГД-смешивание металлических расплавов.[1,2,3,4,5].

4. Установки электромагнитного перемешивания (ЭМП) металлов.

Принцип действия и устройство электромагнитных вращателей и перемешивателей. Электромагнитное перемешивание черных металлов в печи, в ковше. Установки непрерывной разливки стали с ЭМП. Конструкции установок ЭМП алюминиевых сплавов в миксерах. Выбор оптимальных параметров индуктора для ЭМП, частота и схемы его питания. Размещение индуктора, каналные и бесканальные перемешиватели. Короткие цилиндрические индукторы для ЭМП тяжелых цветных металлов в процессе их литья в кристаллизатор. Эффективность перемешивания, особенности формирования слитка при ЭМП. Выбор схем электропитания и конструкции индуктора. Влияние материала кристаллизатора.[4,5,8,9].

5. Установки индукционного нагрева и плавки металлов.

Области применения и конструкции индукторов с пульсирующим или бегущим магнитным полем для индукционного нагрева металла. Особенности их электропитания. Эффективность термообработки. Установки диэлектрического нагрева. Особенности конструкций и электропитания. Практическое применение. Специальные электротехнологические установки с совмещением функций косвенного нагрева и перемешивания жидкостей в металлургии, химии, медицине. Автоклав-миксер на основе индукционного линейного двигателя-нагревателя. Особенности конструкции. Режимы работы. Системы управления. Установки перемешивания медицинских препаратов. Индукционные тигельные печи. Особенности движения металла в тигле. Индукционные каналные печи. Способы организации транзитного движения металла в канале. Канал как МГД-насос расплава. Вращение металла в канале. Питание индуктора. Варианты совмещения индуктора с электромагнитным вращателем.[9,10,12,14,16,4,5].

6. Методы анализа электромагнитных процессов в индукционных ЭТУ.

Метод Т-образной схемы замещения. Создание и анализ МДС индуктора. Метод схем замещения с распределенными параметрами. Метод Е-Н-четырёхполюсников. Метод детализированных схем замещения. Метод конечных элементов. Метод конечных разностей.[5,6,7,8,11,12,13].

7. Анализ тепловых и гидродинамических процессов в ЭТУ.

Особенности анализа процессов тепло- и массопереноса а также переноса примеси. Влияние турбулентности. Исследование процесса кристаллизации слитка.[5,8].

8. Особенности физического моделирования ЭТУ.

Составление программы и подготовка эксперимента. Применение компьютера при физическом моделировании. Обработка результатов эксперимента. Использование критериальных зависимостей.[14].

9. Заключение.

5.1. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование компьютерных лабораторных работ
1	3	Исследование характеристик линейного асинхронного двигателя
2	3	Исследование установки индукционного нагрева цилиндрической заготовки (№17)
3	6,7	Исследование характеристик линейного индукционного насоса (в электродинамическом приближении) (№18)
4	3	Исследование характеристик магнито-импульсного устройства
5	6,7	Исследование характеристик линейного индукционного миксера-автоклава

5.2. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий
1	3,4	Анализ МДС ЭТУ
2	3,4	Расчет характеристик ЛИМ на основе Т-образной схемы замещения
2	6,7	Расчет токов и температур ЭТУ
3	5,6	Расчет параметров схем замещения ИТП
4	8	Применение ЭВМ в физическом эксперименте

6. Содержание курсового проекта

Электромагнитный расчет ИТП. Тепловой расчет ИТП. Расчет компенсирующих конденсаторов. Расчет мениска (программа Dynamic). Расчет электромагнитных и тепловых полей (программа Elcut). Графическая часть.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

1. Вольдек А.И. Индукционные магнитогидродинамические машины с жидкометаллическим рабочим телом. Л.: Энергия, 1970. 272 с.
2. Верте Л.А. Магнитная гидродинамика в металлургии. М.: Металлургия, 1975. 288 с.
3. Верте Л.А. МГД-технология в производстве черных металлов. М.: Металлургия, 1990. 120 с.
4. Тир Л.Л., Столов М.Я. Электромагнитные устройства для управления циркулирующей металлом в электропечах. М.: Металлургия, 1991. 280 с.
5. Сарапулов Ф.Н., Сидоров О.Ю. Магнитогидродинамические машины с бегущим или пульсирующим магнитным полем. Методы расчета: Учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ, 1994. 206 с.
6. Расчет мощностей и электромагнитных сил в установках индукционного нагрева: Учебное пособие / Ф.Н.Сарапулов. Екатеринбург: УГТУ, 1998. 89 с.
7. Расчет параметров цепей электротехнологических установок: Учебное пособие / Ф.Н.Сарапулов. Екатеринбург: УГТУ, 1999. 83 с.
8. Самойлович Ю.А. Кристаллизация слитка в электромагнитном поле. М.: Металлургия, 1986. 168 с.
9. Кувалдин А.Б. Низкотемпературный индукционный нагрев стали. М.: Энергоатомиздат, 1988. 200 с.
10. Линейные асинхронные двигатели / О.Н.Веселовский, А.Ю.Коняев, Ф.Н.Сарапулов. М.: Энергоатомиздат, 1981. 256 с.
11. Туровский Я. Электромагнитные расчеты элементов электрических машин / Пер. с польск. М.: Энергоатомиздат, 1986. 200 с.
12. Расчет электромагнитных полей в магнитопроводах. Методические указания и расчетно-графические работы по курсу «теоретические основы электротехники» / В.М.Валек, А.Л.Виницкий, А.А.Янко-Триницкий. Свердловск: УПИ, 1986. 40 с.
13. Исследование электротехнологических процессов и устройств: Методические указания к лабораторному практикуму по курсам: «Спецкурс ЭТУ», «Электротехнологические процессы и устройства», «Моделирование ЭТУ», «Специальные ЭТУ» / А.В. Карочкин, Н.М.Пирумян, Ф.Н.Сарапулов и др. Екатеринбург: Изд-во УГТУ, 1998. 46 с.
14. Болотов А.В., Шепель Г.А. Электротехнологические установки: Учеб. для вузов по специальности «Электроснабжение пром.предприятий». М.: Высш.шк., 1988. 336 с.
15. Непрерывная индукционная термообработка лент и полос / М.З.Певзнер, Н.М. Широков, С.Г.Хаютин. М.: Металлургия, 1994. 128 с.
16. Математические модели линейных индукционных машин на основе схем замещения / Ф.Н. Сарапулов, С.Ф. Сарапулов, П. Шымчак. Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ, 2001. 236 с.
17. Электротехнологическая виртуальная лаборатория: Учебное пособие / Ф.Н. Сарапулов, С.Ф. Сарапулов, Д.Н. Томашевский, В.Э. Фризен, И.В. Черных. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2003. 233 с.
18. Электронные учебно-методические материалы по специальным ЭТУ / Ф.Н. Сарапулов, С.Ф. Сарапулов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005.

6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины

1. Компьютерные программы для расчета полей и цепей.
2. Компьютерные анимации по устройству ЭТУ и расчету полей.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютерный класс.
2. Лаборатория специальных ЭТУ.

8. График контрольных мероприятий

- | | |
|---|---------------|
| 1. Отчет по производственной практике | до 01 октября |
| 2. РГР № 21 [17] | до 15 ноября |
| 3. РГР № 22 [17] | до 30 ноября |
| 4. Защита отчетов по лабораторным работам | до 15 декабря |
| 5. Защита курсового проекта | до 30 декабря |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Специальные электротехнологические установки

Автор **Сарапулов Федор Никитич**

Редактор

Подписано в печать	Формат 60x84 1/16		
Бумага типографская	Плоская печать	Усл. п. л.	
Уч.-изд. л.	Тираж	Заказ	Цена «С»

Издательство УГТУ
620002, Екатеринбург, Мира, 19
Ротап rint УГТУ, 620002, Екатеринбург, Мира, 19