Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.11 Технология изготовления электромагнитных устройств и электромеханических преобразователей»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Электромеханика
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.11 Технология изготовления электромагнитных устройств и электромеханических преобразователей*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры

протокол № 5 от "13" января 2023 г.

И.о.заведующего кафедрой
автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры *подпись* А.С. Безгин *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент *должность* *подпись* И.И. Ямансарин *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника *код наименование* *личная подпись* С.В. Митрофанов *расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки
личная подпись Н.Н. Бигалиева *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству от института энергетики, электроники и связи
личная подпись С.А. Сильвашко *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Ямансарин И.И., 2023
© ОГУ, 2023

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: овладение знаниями о технологических процессах изготовления электрических машин.

Задачи:

- получить базовые представления об основных технологических процессах производства электрических машин;
- овладеть навыками контроля технологических параметров отдельных узлов и деталей электрических машин в процессе их производства;
- научиться оценивать степень технологичности конструкции, выбирать технологическое оборудование, проектировать технологические процессы производства электрических машин, а также приспособления и оснастку.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.15 Электротехническое и конструкционное материаловедение, Б1.Д.Б.18 Электрические машины, Б1.Д.Б.19 Электрические и электронные аппараты, Б1.Д.В.3 Экономика и организация энергетического производства, Б1.Д.В.9 Инженерное проектирование и системы автоматизированного проектирования электрических машин, Б2.П.Б.У.1 Ознакомительная практика, Б2.П.Б.П.1 Эксплуатационная практика, Б2.П.В.У.1 Профилирующая практика, Б2.П.В.П.1 Технологическая практика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.11 Испытание, эксплуатация и ремонт электромагнитных устройств и электромеханических преобразователей, Б1.Д.В.13 Надежность электрических машин, Б1.Д.В.Э.2.1 Шум и вибрация электрических машин, Б2.П.В.П.3 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-11 Способен участвовать в проектировании и обеспечении технологических процессов производства и ремонта электромеханических преобразователей энергии	ПК*-11-В-1 Представляет возможности машиностроительного производства для реализации технических решений при создании новых электрических машин и трансформаторов ПК*-11-В-2 Демонстрирует знания свойств применяемых материалов, схем штамповки, технологии изготовления обмоток,	**Знать:** - роль электромашиностроения в народном хозяйстве. - общие понятия о технологичности конструкции. - свойства ферромагнитных материалов, схемы штамповки, типы штампов. - требования, предъявляемые к коллекторам. - технологию изготовления коллекторов. - требования к изоляционно-обмоточному производству. - технологию изготовления обмоток электрических машин. - общие положения технологии сборки электрических машин. - теоретические основы технологии машиностроения. - технологию изготовления магнитных систем, обмоток, изоляционных деталей трансформаторов. - понятия о технологическом процессе. - общемашиностроительные технологические процессы в

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	магнитных систем, сборки электрических машин, трансформаторов ПК*-11-В-3 Демонстрирует знания состава и порядка подготовки производственно-технической и проектной документации для проведения обслуживания и ремонта электрического оборудования	электромашиностроении. - основы проектирования технологических процессов. **Уметь:** - проводить исследование токового и индукционного нагрева катушки крупной электрической машины. - проводить исследование индукционного нагрева металлов. - объяснять устройство и принцип работы штампа. - применять и использовать технологическую документацию. Оценивать точность обработки. - использовать приобретённые знания для определения параметров технологического процесса. **Владеть:** -навыками определения магнитных свойств магнитопроводов. - навыками контроля обмоток при изготовлении. - навыками разработки технологического процесса производства электрических машин. - опытом индукционного нагрева металлов. - навыками определения и поддержания заданных параметров процесса индукционного и токового нагрева. - опытом определения и проверки параметров магнитных систем.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**144**	**252**
Контактная работа:	**58,25**	**37**	**95,25**
Лекции (Л)	30	18	48
Практические занятия (ПЗ)	14	16	30
Лабораторные работы (ЛР)	14		14
Консультации		1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1,5	1,5
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,5	0,75
Самостоятельная работа: *- выполнение курсового проекта (КП);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**49,75**	**107** +	**156,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**диф. зач.**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение.		4			10
2	Организация и технологическая подготовка производства.		6	2		10
3	Общемашиностроительные технологические процессы в электромашиностроении.		4	4		10
4	Производство магнитопроводов электрических машин.		4	4		10
5	Изготовление коллекторов и контактных колец.		4	4		9,75
6	Изоляционно-обмоточное производство.		4		8	
7	Сборка электрических машин.		4		6	
	Итого:	108	30	14	14	50

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
8	Теоретические основы технологии машиностроения.		6	8		35
9	Производство трансформаторов.		6	8		35
10	Основы проектирования технологических процессов.		6			40
	Итого:	144	18	16		110
	Всего:	252	48	30	14	160

4.2 Содержание разделов дисциплины

1. Введение.

Роль электромашиностроения в народном хозяйстве. Технологические процессы электромашиностроения как научная дисциплина. Цель, задачи, структура и содержание дисциплины, её значение в подготовке инженера – электромеханика.

2. Организация и технологическая подготовка производства.

Понятие о технологическом процессе. Характеристика и особенности технологии электромашиностроения. Технологическая последовательность операций. Технологическая документация и технологическая подготовка производства. Общие понятия о технологичности конструкции. Стандартизация, нормализация и унификация. Порядок разработки технологических процессов и подготовки производства.

3. Общемашиностроительные технологические процессы в электромашиностроении.

Основы литейного производства. Физические основы получения сварного соединения. Газовая сварка. Термическая резка металлов. Электрическая контактная сварка. Физико-механические основы обработки металлов резанием. Инструментальные материалы. Методы отделочной обработки. Производство деталей из металлических порошков.

4. Производство магнитопроводов электрических машин.

Свойства ферромагнитных материалов. Электротехнические стали. Схемы штамповки. Типы штампов. Подготовка штампованных листов к сборке; требования к сердечникам, порядок операций, снятие заусенцев, лакировка листов, термообработка и оксидирование листов. Сборка сердечников статора и ротора на оправку. Механизация и автоматизация процесса сборки.

5. Изготовление коллекторов и контактных колец.

Требования, предъявляемые к коллекторам. Изготовление коллекторных пластин, прокладок и изоляционных манжет. Технология сборки коллекторов арочного типа. Изготовление коллекторов на пластмассе. Изготовление контактных колец. Технология изготовления коллекторов их углеграфитовых материалов: получение и свойства углеграфитовых материалов и пластин, способы соединения с проводниками обмотки, область применения и перспективы использования.

6. Изоляционно-обмоточное производство.

Требования к изоляционно-обмоточному производству. Проводниковые материалы. Изоляционные материалы. Способы нанесения изоляции. Обмоточные и монтажные провода. Требования к месту соединения проводов в обмотках. Пайка припоями. Холодная сварка. Сварка плавлением. Резка рулонного изоляционного материала. Зачистка изоляции проводов. Техника безопасности в обмоточных цехах. Общие сведения по технологии изготовления и укладки обмоток из круглого провода. Изолировка пазов сердечника. Укладка обмотки ручным способом. Механизация процесса изготовления катушек. Формовка и скрепление лобовых частей. Намотка статоров раздельным способом: принцип получения обмотки, факторы, влияющие на ширину щели паза, образование лобовых частей обмотки. Намотка статоров раздельным способом: принцип получения обмотки, типы обмоток, получаемых раздельным способом, ширина щели паза, условия втягивания проводников. Заклинивание пазов статора. Осадка и формование. Бандажирование лобовых частей. Комплексная механизация обмоточно-изолировочных работ. Шаблонные обмотки из прямоугольного провода. Изготовление обмоток из прямоугольного провода без корпусной изоляции. Изготовление шаблонных обмоток из прямоугольного провода с корпусной изоляцией. Укладка обмоток из прямоугольного провода без корпусной изоляции. Укладка обмоток из прямоугольного провода с корпусной изоляцией. Общие сведения о стержневых обмотках. Изготовление стержней статоров крупных генераторов. Изготовление стержней роторов крупных асинхронных двигателей. Укладка стержневых обмоток в пазы статора гидрогенератора. Укладка стержневых обмоток в пазы статора турбогенератора. Укладка и соединение стержневых обмоток ротора. Общие сведения об изготовлении обмоток якорей. Изготовление обмоток якорей: машинным способом, намотка катушки из прямоугольного провода, изготовление одновитковых катушек и стержней. Изолировка обмоток якоря. Изготовление уравнительных соединений. Укладка обмоток якоря. Бандажирование обмоток якорей и роторов. Отделка якоря. Сведения об обмотках полюсов синхронных машин и об обмотках возбуждения машин постоянного тока. Технология изготовления катушек полюсов из круглого провода. Намотка катушек полюсов из шинной меди плашмя. Намотка катушек полюсов из шинной меди на ребро. Изолировка катушек полюсов машин постоянного тока. Изготовление катушек полюсов гидрогенераторов. Изготовление и укладка обмотки возбуждения турбогенераторов. Общие сведения о пропитке и компаундировании. Пропитка обмоток способом погружения. Пропитка обмоток в вакууме и под давлением. Пропитка обмоток струйным способом. Пропитка в эпоксидных компаундах. Компаундирование обмоток в битумных компаундах. Типы короткозамкнутых обмоток и характеристика технологического процесса их изготовления. Заливка роторов под высоким давлением. Заливка под низким давлением. Заливка статическим, вибрационным и центробежным способами. Оценка способов заливки роторов. Изготовление короткозамкнутых роторов из медных и латунных стержней.

7. Сборка электрических машин.

Общие положения технологии сборки. Сборка типовых соединений: с натягом, запрессовка сердечника статора, заведение ротора в статор, сборка подшипниковых щитов и крышек подшипников. Сведения о балансировке. Статическая балансировка. Технология динамической балансировки. Нормы остаточных неуравновешенных роторов. Устранение неуравновешенности.

8. Теоретические основы технологии машиностроения.

Технологическая характеристика различных типов производства. Точность в машиностроении и методы ее достижения. Методы настройки станков. Управление точностью обработки. Виды размерных цепей и методы их расчета. Базирование и базы в машиностроении: базы и опорные точки, конструктивные, измерительные и технологические базы, назначение технологических баз. Влияние механической обработки на состояние поверхностного слоя. Технологическая наследственность. Классификация припусков на обработку. Расчет припусков.

9. Производство трансформаторов.

Устройство и конструкция магнитопроводов трансформаторов. Производство магнитных систем. Изготовление пластин магнитопроводов. Сборка плоских стержневых магнитопроводов. Сборка пространственных магнитопроводов. Обмотки и изоляция силовых трансформаторов. Материалы, применяемые в изоляци-

онно-обмоточном производстве и предъявляемые к ним требования. Технологические операции изготовления обмоток трансформаторов. Технологии намотки различных типов обмоток: цилиндрических, дисковых, непрерывных, переплетенных и винтовых. Механизация технологических процессов получения обмоток. Стяжка, прессовка и отделка обмоток. Сушка, пропитка и запечка обмоток. Механизация технологических процессов. Контроль качества и испытание обмоток. Первая сборка – монтаж обмоток и изоляции. Вторая сборка – установка отводов и переключателя. Установка активной части в бак и полная сборка трансформаторов. Сборка трансформаторов на конвейере. Технологические процессы производства изоляционных деталей трансформаторов: виды электроизоляционных картонов, механическая обработка картона, производство трансформаторов. Испытания трансформаторов.

10. Основы проектирования технологических процессов.

Исходные данные для проектирования технологических процессов. Проектирование единичных технологических процессов. Проектирование типовых и групповых технологических процессов. Особенности технологических процессов массового производства. Область применения и технологические возможности станков с программным управлением. Технологическая подготовка обработки заготовок на станках с ЧПУ. Проектирование технологических процессов на станках с ЧПУ. Проектирование технологических процессов сборки. Создание гибкого автоматизированного производства. Примеры построения технологических операций обработки на автоматических линиях.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	4	Определение магнитных свойств магнитопроводов кольцевой формы в полях промышленной частоты.	2
2	4	Определение магнитных характеристик ферромагнитного материала на полосовых образцах.	2
3	4	Устройство и принцип работы штампа и прессформ.	2
4	4	Разделение потерь на гистерезис и вихревые токи в ферромагнитных материалах.	
5	6	Контроль обмоток при изготовлении. Соединение проводников в обмотках.	2
6	7	Исследование токового нагрева катушки обмотки крупной электрической машины.	2
7	7	Исследование индукционного нагрева металлов.	2
		Итого:	14

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Технологическая документация и технологическая подготовка производства.	2
2	2	Физические основы получения сварного соединения.	2
3	3	Физико-механические основы обработки металлов резанием.	2
4	4	Свойства ферромагнитных материалов. Электротехнические стали.	2
5	4	Схемы штамповки. Типы штампов.	2
6	5	Изготовление коллекторных пластин, прокладок и изоляционных манжет.	2
7	5	Изготовление контактных колец.	2
8	6	Проводниковые материалы. Изоляционные материалы.	2
9	7	Технология динамической балансировки.	2
10	8	Базирование и базы в машиностроении.	2
11	8	Влияние механической обработки на состояние поверхностного слоя.	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
12	9	Производство магнитных систем.	2
13	9	Материалы, применяемые в изоляционно-обмоточном производстве и предъявляемые к ним требования.	2
14	9	Механизация технологических процессов получения обмоток.	2
15	10	Проектирование типовых и групповых технологических процессов. Технологическая подготовка обработки заготовок на станках с ЧПУ.	2
		Итого:	30

4.5 Курсовой проект (7 семестр)

Темой курсового проекта является «Разработка технологического процесса производства электрических машин». Исходные данные на проектирование технологического процесса производства задаются преподавателем и содержат: главные размеры, размеры и геометрию зубцовой зоны и обмоточные данные электрической машины, тип производства.

Основные разделы курсового проекта:

1 Назначение и анализ конструкции. Анализ технологичности конструкции, определение типа производства. Анализ существующего технологического процесса.

2 Разработка технологического процесса. Расчет режимов обработки и норм расхода материала.

3 Нормирование технологического процесса. Определение потребного количества оборудования. Выбор и разработка приспособления

4 Планировка участка цеха. Технологическая документация и заключение

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Богодухов С.И. Технологические процессы в машиностроении [Текст] : учеб. для вузов / С. И. Богодухов [и др.]. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2008. - 483 с. : ил. - Библиогр.: с. 461-463. - ISBN 978-5-7410-0767-9.

5.2 Дополнительная литература

1. Прочность, устойчивость, колебания [Текст] : справочник: в 3 т. / под общ. ред. И. А. Биргера, Я. Г. Пановко . - М. : Машиностроение, 1968. Т. 2 : . - , 1968. - 464 с. : ил

2. Технология производства асинхронных двигателей [Текст] : спец. процессы / В. Г. Костромин, С. В. Бронин, В. А. Дагаев; под ред. В. Г. Костромина. - М. : Энергоиздат, 1981. - 270 с. : ил. - Библиогр.: с. 264-270.

3. Унифицированная серия асинхронных двигателей Интерэлектро [Текст] / под ред. В. И. Радина. - М: Энергоатомиздат, 1990. - 416 с. : ил. - Прил.: с. 404-413 - ISBN 5-283-00579-8.

4. Дальский А.М. Технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для студентов машиностроит. вузов / А. М. Дальский [и др.]; под общ. ред. А. М. Дальского.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1990. - 352 с. : ил.

5. Антонов, М. В. Технология производства электрических машин [Текст] : учеб. для вузов / М. В. Антонов.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1993. - 592 с. : ил. - ISBN 5-283-00608-5.

5.3 Периодические издания

1. Технология машиностроения : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать"
2. Известия высших учебных заведений. Машиностроение : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать"
3. Известия высших учебных заведений. Электромеханика : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать"

5.4 Интернет-ресурсы

- http://www.edu.ru – федеральный образовательный портал;
- http://aist.osu.ru/ - Автоматизированная Интерактивная Система Сетевого Тестирования ОГУ;
- http://moodle.osu.ru/ - электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle;
- http://ito.osu.ru// - образовательные ресурсы Интернет;
- http://www.intuit.ru - дистанционное обучение.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
3 http://freeanalogs.ru/FreeCAD бесплатная мультиплатформенная CAD программа.
4 Базы данных по патентам и полезным моделям http://new.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/bazy-dannykh.php.
5 http://elektromehanika.org/ - сайт «Электромеханика».

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лабораторных работ используется аудитория 8118, 8123 кафедры автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники. Для проведения лабораторной работы №1, №2, № 4 используются лабораторный стенд «Исследование магнитных свойств ферромагнитных материалов», для выполнения лабораторной работы №3 используется макет многопозиционного штампа последовательного действия, для выполнения лабораторной работы №5 используются мегаоометры М4100, Е6-32 и электрические машины лабораторий 8118, 8123 ,Для выполнения лабораторной работы № 6, 7 используется лабораторный стенд «Исследование токового и индукциооного нагрева»

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.