

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электроснабжение и электротехнология»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.3.12.1 «Индукционные и высокочастотные установки»

направления подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

профиль «Электротехнологические установки и системы»

форма обучения – очная

курс – 4

семестр – 7

зачетных единиц – 4

часов в неделю – 4

всего часов – 144,

в том числе:

лекции – 36

коллоквиумы – нет

практические занятия – 18

лабораторные занятия – 18

самостоятельная работа – 72

зачет – нет

экзамен – 7 семестр

РГР – нет

курсовая работа – 7 семестр

курсовой проект – нет

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины: изучение и освоение конструкций индукционных и высокочастотных установок, их технологических и технических особенностей.

Задачи изучения дисциплины: освоение студентами основ конструирования и получения практических навыков при проектировании индукционных печей и высокочастотных установок, методом тепловых, электрических и других специальных расчетов самих установок и сопутствующих механизмов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Индукционные и высокочастотные установки» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока «Дисциплины (модули)» профиля «Электротехнологические установки и системы» направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Для успешного освоения курса необходимы знания, умения и навыки, приобретенные по следующим дисциплинам: «Физика», «Высшая математика», «Информационные технологии в электроэнергетике и электротехнике», «Современные программные продукты в электроэнергетике и электротехнике», «Электродинамика», «Теория электронагрева» и «Электротехнологические установки и системы».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: ОПК-2, ПК-1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9.

Студент должен знать: физические основы индукционного и высокочастотного нагрева материалов.

Студент должен уметь: классифицировать индукционные и высокочастотные установки по конструктивным признакам, областям применения; применять данные установки к соответствующим технологическим режимам.

Студент должен владеть: методами расчетов индукционных и высокочастотных установок.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Модуля	№ Не-дели	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Практи-ческие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8 семестр									
1		1	Индукционные печи	48	6	3	4	-	35
2		2	Высокочастотные установки	19	4	2	-	-	13
3		3	Сверхвысокочастотные установки	41	8	4	14	-	15
Всего				108	18	9	18	-	63

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Физические основы индукционного и диэлектрического нагрева	1-10, 25
1	2	2	Классификация и область применения индукционных печей	1-10, 25
	2	3	Расчет индукционных печей	1-10, 25
2	2	4	Классификация и область применения ВЧ установок сквозного нагрева и под закалку материалов	1-10, 25
	2	5	Расчет индукционных ВЧ установок	1-10, 25
3	2	6	Классификация и область применения СВЧ установок	1-10, 25
	2	7	Рабочие камеры СВЧ установок периодического типа	1-10, 25
	2	8	Рабочие камеры СВЧ установок методического типа	1-10, 25
	2	9	Расчет рабочих камер СВЧ установок	1-10, 25

6. Содержание коллоквиумов

№ темы	Всего часов	№ коллоквиума	Тема коллоквиума. Вопросы, отрабатываемые на коллоквиуме	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Вакуумные индукционные печи. Вакуумные системы	1-25
	1	2	Индукционные миксеры	1-25
2	2	3	Виды индукторов ВЧ установок	1-25
3	2	4	Рабочие камеры СВЧ установок для нагрева жидкостей и газов	1-25
	2	5	Рабочие камеры СВЧ установок для нагрева сыпучих материалов	1-25

7. Перечень практических занятий

Действующим учебным планом практические занятия не предусмотрены.

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	4	3
1	2	Исследование зависимости активной мощности, выделяющейся в металлическом цилиндре, от параметров металла и диаметра цилиндра	11, 25
	2	Исследование зависимости электрического КПД при индукционном нагреве цилиндров от соотношения удельных сопротивлений нагреваемого металла и индуктора	11, 25
2	2	Измерение диэлектрических параметров материалов	25
	2	Исследование камер со стоячей волной	25
	2	Исследование рабочих камер с бегущей волной	25
	2	Исследование СВЧ установки вертикального типа	25
	2	Исследование установки для плавления диэлектриков	25
	2	Исследование установки для сушки ленточного материала	25
	2	Установка холодных испытаний рабочих камер	25

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	5	Решения уравнений Максвелла для прямоугольного, цилиндрического материалов при индукционном и диэлектрическом нагреве	1-25
1	12	Индукционные канальные и тигельные печи для плавки черных и цветных металлов	1-25
	10	Индукционные печи для спецметаллургии	1-25
1, 2	8	ВЧ установки поверхностной закалки	1-25
	13	Электрооборудование индукционных печей и ВЧ установок	1-25
3	9	Нетепловая СВЧ модификация полимеров	1-25
	6	Тепловая СВЧ модификация полимеров	1-25

10. Расчетно-графическая работа

Действующим учебным планом расчетно-графическая работа не предусмотрена.

11. Курсовая работа

Цель курсовой работы: провести типовой расчет индукционной тигельной или канальной печи. Расчет включает в себя определение геометрических размеров печи, электрический и тепловой расчет, определение энергетических показателей установки. Методические указания по курсовой работе [12] приведены в п. 15.

12. Курсовой проект

Действующим учебным планом курсовой проект не предусмотрен.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Компетенции формируются в процессе освоения образовательной программы последовательно и взаимосвязано. Показателями выработки этих компетенций являются результаты работы студента на лекциях и коллоквиумах, лабораторных занятиях, а также при выполнении курсовой и самостоятельной работы.

Результаты обучения, этапы формирования и критерии оценивания компетенций приведены в приложении к рабочей программе.

Фонд оценочных средств: устный ответ на лекциях и коллоквиумах, отчеты по лабораторным работам, курсовая работа, экзамен. Типовые задания, вопросы к экзамену прилагаются в ИОС.

Вопросы для зачета

Действующим учебным планом зачет не предусмотрен.

Вопросы для экзамена

1. Как классифицируются индукционные установки?
2. Как классифицируются индукционные плавильные электропечи и миксеры?
3. Какие основные элементы входят в конструкции индукционных канальных и тигельных печей?
4. Каково назначение индукционных канальных печей (миксеров)?
5. Какие достоинства и недостатки у индукционных тигельных и канальных печей?
6. Из какого материала изготавливаются индукторы, и какие бывают профили сечений трубок индукторов?
7. От чего зависит общий КПД тигельной печи?
8. Как работают индукционные печи для плавки и подогрева чугуна и стали?
9. Расскажите, как осуществляется плавка цветных металлов и сплавов в индукционных печах, и есть ли отличия в работе от печей для плавки черных металлов?
10. Какие особенности в технологическом процессе для плавки металлов в вакуумных индукционных печах?
11. Каково назначение индукционных установок для поверхностной закалки и сквозного нагрева?
12. Где применяются индукционные установки для поверхностной закалки и сквозного нагрева?
13. Классификация СВЧ установок.
14. Области применения СВЧ установок
15. Физические основы диэлектрического нагрева
16. Рабочие камеры с бегущей волной
17. Рабочие камеры со стоячей волной
18. Рабочие камеры лучевого типа
19. СВЧ установки периодического типа
20. СВЧ установки методического типа
21. СВЧ установки для нагрева жидкостей и газов
22. СВЧ установки для нагрева сыпучих материалов
23. СВЧ установки меандрового типа
24. Самосогласованная задача электродинамики и тепломассопереноса
25. СВЧ установки для сушки диэлектриков

14. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Индукционные, ВЧ и СВЧ установки» используются активные и интерактивные формы проведения занятий (дискуссии, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями предприятий.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

Обязательные издания:

1. Мешков И.Н. Электромагнитное поле. Часть 1. Электричество и магнетизм [Электронный ресурс]/ Мешков И.Н., Чириков Б.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2014.— 544 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28923>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Мешков И.Н. Электромагнитное поле. Часть 2. Электромагнитные волны и оптика [Электронный ресурс]/ Мешков И.Н., Чириков Б.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2014.— 416 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28924>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Попов Н.А. Уравнения Максвелла [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Попов Н.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Прометей, 2012.— 34 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18627>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

Дополнительные издания:

4. Архангельский Ю.С. Справочная книга по СВЧ электротермии / Ю.С. Архангельский. – Саратов: Из-во «Научная книга», 2011 – 540 с. – Экземпляров всего: 10.
5. Туманов Ю.Н. Плазменные, высокочастотные, микроволновые и лазерные технологии в химико-металлургических процессах [Электронный ресурс]/ Туманов Ю.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.— 968 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17391>.— ЭБС «IPRbooks».
6. Сойфер В. М. Выплавка стали в кислых электропечах. - М.: Машиностроение, 2009. - 480 с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/books/ISBN9785217034505.html>. - ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа».
7. Архангельский, Ю. С. Установки сверхвысокочастотного диэлектрического нагрева : учебник / Ю. С. Архангельский ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2010. - 280 с. – Экземпляров всего:10.
8. Электрооборудование и автоматика электротермических установок: справочник / под ред. А. П. Альтгаузена [и др.]. - М. : Энергия, 1978. - 303 с. – Экземпляров всего: 47.
9. Электротехнологические промышленные установки : учеб. пособие / И. П. Евтюкова [и др.] ; под ред. А. Д. Свенчанского. - М. : Энергоиздат, 1982. - 400 с. – Экземпляров всего: 27.

10. Шамов, А.Н. Проектирование и эксплуатация высокочастотных установок / А. Н. Шамов, В. А. Бодажков. - 2-е изд., доп. и перераб. - Л. : Машиностроение, 1974. - 280 с. – Экземпляров всего: 7.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля):

11. Индукционный нагрев: метод. указания к лабораторным работам 1,2,3,4 по курсу «Индукционные и ВЧ установки» для студентов специальности 180500 / И.Н. Антонов, В.А. Лаврентьев. – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2006 – 17 с.

12. Расчет индукционных тигельных и канальных печей: учеб. пособие / К.Н. Огурцов и др. – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2001. – 46 с.

Периодические издания:

13. Вопросы электротехнологии: науч.-техн. журн. - Саратов: Саратовский гос. техн. ун-т им. Ю. А. Гагарина (архив 2013 – 2015), №1. – 4. ISSN 2309-6020. - Режим доступа: http://lib.sstu.ru/books/zak_63_15.pdf.

14. Электричество: теорет. и науч.-практ. журн. - М.: МЭИ (архив 2010-2012) - ISSN 0013-5380. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31895.html>. - ЭБС «IPRbooks».

15. Электротехника: науч.-техн. журн. - М.: ЗАО "Знак" (архив 2010 - 2013) - ISSN 0013-5860. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30830.html>. - ЭБС «IPRbooks».

Интернет-ресурсы:

16. Библиотека СГТУ имени Гагарина Ю.А. - Режим доступа: <http://lib.sstu.ru>

17. Информационно-образовательная среда. - Режим доступа: <https://portal3.sstu.ru>.

18. [Электронный каталог Научно-технической библиотеки СГТУ](http://elcatal.sstu.ru). - Режим доступа: <http://irbis.sstu.ru>.

19. [Электронный читальный зал Научно-технической библиотеки СГТУ](http://elcatal.sstu.ru). - Режим доступа: <http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/melellib>

20. [Министерство образования и науки Российской Федерации](http://www.minedu.gov.ru). - Режим доступа: <http://минобрнауки.рф>

21. [Федеральный портал «Российское образование»](http://www.edu.ru). - Режим доступа: <http://www.edu.ru/>

22. [Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»](http://window.edu.ru/). - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

23. [Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов](http://school-collection.edu.ru/). - Режим доступа: <http://school-collection.edu.ru/>

24. [Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов](http://fcior.edu.ru/). - Режим доступа: <http://fcior.edu.ru/>

Источники ИОС:

25. <https://portal3.sstu.ru/Facult/EF/AEU/13.03.02-2/b.1.3.11.1/default.aspx>

16. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий и коллоквиумов используется аудитория, соответствующая нормативам и оснащенная мультимедийной техникой (40 м²) с базовым программным обеспечением: Windows 7, Microsoft Office Профессиональный плюс 2007.

Для проведения лабораторных работ используются специализированная лаборатория кафедры «Автоматизированные электротехнологические установки и системы».

Для проведения самостоятельной работы и выполнения курсовой работы используется компьютерный класс с базовым программным обеспечением: Windows 7, Microsoft Office Профессиональный плюс 2007, АСКОН КОМПАС-3D V13.