

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

Кафедра «Электроснабжение и электротехнология»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.3.13.1 «Печи сопротивления»

направления подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

профиль «Электротехнологические установки и системы»

форма обучения – очная

курс – 3

семестр – 6

зачетных единиц – 6

часов в неделю – 6

всего часов – 216,

в том числе:

лекции – 54

коллоквиумы – нет

практические занятия – 36

лабораторные занятия – 18

самостоятельная работа – 108

зачет – нет

экзамен – 6 семестр

РГР – нет

курсовая работа – 6 семестр

курсовой проект – нет

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины: изучение конструкций и принципов работы, технологических и технических особенностей печей сопротивления.

Задача изучения дисциплины: изучение основ конструирования, методов тепловых и электрических расчетов печей сопротивления.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока «Дисциплины (модули)» бакалаврской подготовки и несет логическую и содержательно-методическую взаимосвязь с другими профильными дисциплинами и дисциплинами базовой (общепрофессиональной) части учебного плана. Так, для усиленного изучения настоящей дисциплины студенту нужны основательные знания физики, математики, информатики, электротехнических материалов.

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: конструкции, принцип действия и назначение печей сопротивления.

Студент должен уметь: проводить тепловые и электрические расчеты печей сопротивления.

Студент должен владеть: навыками проектирования печей сопротивления.

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

№ Модуля	№ Недели	№ Темы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 семестр									
1	1-9	1	Дуговые печи и установки специального нагрева	100	18	-	10	8	64
2	9-18	2	Печи сопротивления	116	18	-	26	10	62
Всего				216	36	-	36	18	126

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	Дуговые печи (классификация, области применения, конструкции)	1-11, 15, 27
	2	2	Дуговые печи (расчет ДСП, рабочих характеристик, электрических режимов ДСП)	1-11, 15, 27
	2	3	Дуговые печи (особенности технологических процессов, особенности дугового разряда в ДСП)	1-11, 15, 27
	2	4	Дуговые печи (особенности технологических процессов в РТП, распределение энергии в РТП, вопросы расчета РТП)	1-11, 15, 27
	2	5	Установки специального нагрева (специальный нагрев, классификация установок специального нагрева, конструкции установок)	1-11, 15, 27
	2	6	Установки специального нагрева (дуговой разряд в ВДП, принцип работы и конструкции ВДП)	1-11, 15, 27
	2	7	Установки специального нагрева (метод электрошлакового переплава, конструкции ЭШП)	1-11, 15, 27
	2	8	Установки специального нагрева (метод электронно-лучевого переплава, конструкции ЭЛП)	1-11, 15, 27
	2	9	Установки специального нагрева (метод плазменного переплава, конструкции ПЭП)	1-11, 15, 27
2	2	10	Печи сопротивления (классификация, области применения, конструкции)	1-11, 15, 27
	2	11	Печи сопротивления (материалы, применяемые в электропечестроении)	1-11, 15, 27
	2	12	Печи сопротивления (основные характеристики печей сопротивления)	1-11, 15, 27
	2	13	Печи сопротивления (тепловые расчеты)	1-11, 15, 27
	2	14	Печи сопротивления (электронные расчеты)	1-11, 15, 27
	2	15	Печи сопротивления (механизмы загрузки-выгрузки и перемещения садки)	1-11, 15, 27
	2	16	Печи сопротивления (печные вентиляторы)	1-11, 15, 27
	2	17	Печи сопротивления (печи сопротивления прямого действия)	1-11, 15, 27
	2	18	Печи сопротивления (установки инфракрасного нагрева)	1-11, 15, 27

6. Содержание коллоквиумов

Действующим учебным планом коллоквиумы не предусмотрены.

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Определение геометрических размеров дуговой сталеплавильной печи	1-11, 13, 27
	2	2	Конструктивные особенности футеровки дуговых сталеплавильных печей	1-11, 13, 27

1	2	3	4	5
1	2	3	Определение тепловых потерь в дуговой сталеплавильной печи	1-11, 13, 15, 27
	2	4	Определение энергетических показателей дуговой сталеплавильной печи	1-11, 13, 15, 27
2	2	5	Определение геометрических размеров шахтной печи сопротивления	1-11, 13, 15, 27
	2	6	Конструктивные особенности футеровки печей сопротивления	1-11, 13, 15, 27
	2	7	Определение тепловых потерь в шахтной печи сопротивления	1-11, 13, 15, 27
	2	8	Определение энергетических показателей шахтной печи сопротивления	1-11, 13, 15, 27
	2	9	Расчет нагревательных элементов шахтной печи сопротивления	1-11, 13, 15, 27

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	4	3
1	10	Исследование дуги постоянного и переменного токов	1-11, 14, 15, 27
2	6	Изучение конструкции и определение энергетических параметров муфельной печи сопротивления	1-11, 14, 15, 27
	8	Изучение конструкции и определение энергетических параметров камерной печи сопротивления	1-11, 14, 15, 27
	6	Изучение конструкции и определение энергетических параметров установки ИК-нагрева	1-11, 14, 15, 27
	6	Изучение конструкции и определение энергетических параметров сушилки конвективного типа	1-11, 14, 15, 27

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	64	Подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям, выполнение КР	1-27
2	62	Подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям, выполнение КР	1-27

Проверка выполнения СРС: оценка готовности студента к выполнению заданий по работе в учебной лаборатории и к практическим занятиям, выполнение курсовой работы.

10. Расчетно-графическая работа

Действующим учебным планом расчетно-графическая работа не предусмотрена.

11. Курсовая работа

Цель курсовой работы: провести типовой расчет печи заданного типа с заданными параметрами:

1. Разработка в эскизном варианте дуговой сталеплавильной печи. Методические указания к курсовому проектированию [12] см. 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, практических и лабораторных занятиях, а также в процессе выполнения 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, отчеты на практических и лабораторных занятиях, курсовая работа, тестирование, экзамен. Типовые практические задания, тестовые материалы, вопросы к экзамену, тестовые материалы прилагаются в ИОС.

Вопросы для зачета

Действующим учебным планом зачет не предусмотрен.

Вопросы для экзамена

1. Материалы, используемые в электропечестроении (огнеупорные, теплоизоляционные, жароупорные, материалы для нагревателей)
2. Печи сопротивления. Принцип работы. Классификация.
3. Классификация печей сопротивления.
4. Способы передачи теплоты обрабатываемому телу в печах сопротивления.
5. Низкотемпературные печи. Устройство, применение.
6. Среднетемпературные печи. Устройство, применение.
7. Высокотемпературные печи. Устройство, применение.
8. Соляные ванны. Устройство, применение.
9. Печи с искусственной атмосферой. Устройство, применение.
10. Плавильные печи сопротивления. Устройство, применение.
11. Печи сопротивления с принудительной вентиляцией. Устройство, применение.
12. Вакуумные печи сопротивления. Устройство, применение.
13. Печи прямого действия. Устройство, применение.
14. Достоинства и недостатки печей сопротивления.
15. Время нагрева изделия в печах сопротивления периодического действия.

16. Время остывания изделия в печах сопротивления периодического действия.

17. Время цикла термообработки в печах сопротивления периодического действия.

18. Способы сокращения времени цикла термообработки в печах сопротивления периодического действия.

19. Тепловой расчет печи сопротивления периодического действия.

20. Электрический расчет печи сопротивления периодического действия.

21. Особенности термообработки в печах сопротивления методического действия.

22. Особенности теплового расчета печей сопротивления методического действия.

23. Нагревательные элементы печей сопротивления.

24. Расчет геометрических размеров нагревательных элементов печей сопротивления.

25. Детали и вспомогательное оборудование печей сопротивления.

26. Классификация и области применения дуговых печей

27. Виды разрядов в газах

28. Вольтамперная характеристика разрядов

29. Процессы в электрических разрядах

30. Дуга постоянного тока

31. Вольтамперные характеристики дуги постоянного тока

32. Зажигание и устойчивость дуги постоянного тока

33. Дуга переменного тока

34. Электродинамические явления в дугах

35. Технология плавления металлов в дуговых печах. Период плавления металла

36. Окислительный и восстановительный периоды плавления металла в дуговых печах

37. Технологические требования, предъявляемые к дуговой сталеплавильной печи

38. Механизмы дуговой сталеплавильной печи

39. Конструкция и материалы футеровки «основной» дуговой печи

40. Конструкция и материалы футеровки «кислой» дуговой печи

41. Кожухи дуговых сталеплавильных печей

42. Области применения вакуумных дуговых печей

43. Конструкции вакуумных дуговых печей

44. Особенности дугового разряда в вакуумной дуговой печи

45. Материальный баланс дуговой сталеплавильной печи

46. Электрический и тепловой балансы дуговой металлургической печи

47. Методы расчета вакуумных дуговых печей с расходуемым электродом

48. Тепловой мощности катода, анода и печи в целом

49. Рудовосстановительные процессы и печи. Область применения

50. Основные параметры и конструктивные схемы РВП
51. Электроды рудовосстановительных печей
52. Электродные узлы РВП с самоспекающимися электродами
53. Кожухи и футеровка ванн РВП непрерывного действия
54. Своды закрытых РВП
55. Системы загрузки РВП
56. Особенности конструкций РВП, выплавляющих продукт «на блок»
57. Короткие сети РВП
58. Расчет РВП
59. Электрический и тепловой балансы РВП
60. Электрошлаковый переплав. Область применения
61. Схемы питания установок ЭШП
62. Этапы работы установок ЭШП
63. Энергетический баланс электрошлаковой печи и ее рабочий процесс
64. Принцип действия электронно-лучевой плавильной печи и области ее применения
65. Физические процессы в электронно-лучевых установках
66. Конструкции электронно-лучевых установок
67. Область применения плазменных установок
68. Классификация плазменных установок
69. Принцип действия плазменных установок
70. Процесс образования плазменной дуги

14. Образовательные технологии

В рамках учебного процесса предусмотрены встречи с представителями заводов.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

Обязательные издания:

1. Егоров А. В. Электрометаллургия стали и спецэлектрометаллургия. Электроплавильные печи черной металлургии: учеб. пособие / А. В. Егоров. - М.: Изд-во "Учеба", 2007. - 428 с. Экземпляров всего – 15.
2. Егоров, А. В. Электрометаллургия стали и спецэлектрометаллургия. Электроплавильные печи черной металлургии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Егоров; Московский гос. ин-т стали и сплавов, Каф. металлургии стали и ферросплавов. - Электрон. текстовые дан. - М.: Изд-во "Учеба", 2007. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - Систем. требования: Pentium II, 128 Мб ОЗУ, Windows 98/2000/ME/XP/Vista/7, CD/DVD ROM, Adobe Acrobat Reader. - Загл. с титул. экрана. - Гриф: допущено УМО по образованию в обл. металлургии в качестве учеб. пособия для студ. вузов, обуч. по направлению Металлургия. - Электронный аналог печатного издания. - Диски помещены в контейнер. - Режим доступа: http://lib.sstu.ru/books/CD_518.pdf.

3. Некрасов Г.Б. Основы технологии литейного производства. Плавка, заливка металла, кокильное литье [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Некрасов Г.Б., Одарченко И.Б.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2013.— 224 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35521>. — ЭБС «IPRbooks».

Дополнительные издания:

4. 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».

5. Туманов Ю.Н. Электротехнологии нового поколения в производстве неорганических материалов [Электронный ресурс]: экология, энергосбережение, качество/ Туманов Ю.Н. — Электрон. текстовые данные. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 807 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24446>. — 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. Самохвалов, Г. В. Metallургические электропечи [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г. В. Самохвалов, М. В. Темлянцев, Н. В. Темлянцев; под ред. Г. В. Самохвалова. - Электрон. текстовые дан. - М.: Изд-во "Теплотехник", 2009. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - Систем. требования: Pentium II, 128 Мб ОЗУ, Windows 98/2000/ME/XP/Vista/7, CD/DVD ROM, Adobe Acrobat Reader. - Загл. с титул. экрана. - Электронный аналог печатного издания. - Диски помещены в контейнер. - Режим доступа: http://lib.sstu.ru/books/CD_492.pdf.

8. Самохвалов Г. В. Metallургические электропечи: учеб. пособие / Г. В. Самохвалов, М. В. Темлянцев, Н. В. Темлянцев; под ред. Г. В. Самохвалова. - М.: Изд-во "Теплотехник", 2009. - 300 с. Экземпляров всего: 10.

9. Электрические промышленные печи: Дуговые печи и установки специального нагрева: учеб. пособие / А.Д. Свенчанский, И.Т. Жердев, А.М. Кручинин и др.; Под ред. А.Д. Свенчанского. - М.: Энергоиздат, 1981. - 296 с. Экземпляров всего: 23.

10. Свенчанский, А.Д. Электрические промышленные печи: в 2 ч.: учебник / А. Д. Свенчанский. - 2-е изд., перераб. - М.: Энергия, 1975 - Ч.1: Электрические печи сопротивления. - 2-е изд., перераб. - 1975. - 384 с. Экземпляров всего: 8.

11. Электротехнологические промышленные установки: учеб. пособие / И. П. Евтюкова [и др.]; под ред. А. Д. Свенчанского. - М.: Энергоиздат, 1982. - 400 с. Экземпляров всего: 27.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля):

12. Расчет дуговых сталеплавильных печей: метод. указания к курсовой работе по дисциплине «Дуговые печи, печи сопротивления и установки спецнагрева» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электротехнологические установки и системы» / Саратовский гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю.А.; сост.: С.В. Тригорлый, К.Н. Огурцов, В.С. Алексеев. - Саратов: СГТУ, 2015.

13. Дуговые печи, печи сопротивления и установки спецнагрева: метод. указания по выполнению практ. работ по дисциплине для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электротехнологические установки и системы» / Саратовский гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю.А.; сост.: В.С. Алексеев. - Саратов: СГТУ, 2015.

14. Дуговые печи, печи сопротивления и установки спецнагрева: метод. указания по выполнению лаб. работ по дисциплине для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электротехнологические установки и системы» / Саратовский гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю.А.; сост.: В.С. Алексеев. - Саратов: СГТУ, 2015.

15. Дуговые печи, печи сопротивления и установки спецнагрева: метод. указания по организации самостоятельной работы по дисциплине для студентов напр. 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» / Саратовский гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю.А.; сост.: В.С. Алексеев. - Саратов: СГТУ, 2015.

Периодические издания:

16. 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.

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

Интернет-ресурсы:

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

19. Информационно–образовательная среда. – Режим доступа: <https://portal3.sstu.ru>

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

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

22. [Министерство образования и науки Российской Федерации](http://минобрнауки.рф/). – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/>

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

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

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

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

Источники ИОС:

27. <https://portal3.sstu.ru/Facult/EF/AEU/13.03.02-2/b.1.3.9.1/default.aspx>

16. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используется аудитория, соответствующая нормативам и оснащенная мультимедийной техникой (60, 40 м²) с базовым программным обеспечением: Windows 7, Microsoft Office Профессиональный плюс 2007, Система тестирования знаний Ast-Test версия 3.

Для проведения практических и лабораторных работ используется специализированная лаборатория кафедры «Автоматизированные электротехнологические установки и системы», оснащенная лабораторным оборудованием.

Для выполнения курсовой и самостоятельной работ используется компьютерный класс с базовым программным обеспечением: Windows 7, Microsoft Office Профессиональный плюс 2007, Mathcad 14.0 M011, АСКОН КОМПАС-3D V13.

Для промежуточного тестирования используется программное обеспечение «Система тестирования знаний Ast-Test версия 3».