

Учреждение образования
"Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого"

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор
ГГТУ им. П.О. Сухого


_____ О.Д. Асенчик
(подпись)

06.12. 2018 г.

Регистрационный № УД 33-44 /уч.

ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОПЛАВКИ
СТАЛИ И ФЕРРОСПЛАВОВ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка
(по направлениям)»,
направление 1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и
материалобработка (металлургия)»,
специализация 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и
цветных металлов»

Учебная программа составлена на основе: образовательного стандарта РБ «ОСВО 1-42 01 01-2013 Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» и учебного плана учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» № 1 42-1-15.1/уч. 11.02.2016.

СОСТАВИТЕЛИ:

А.Н. Швецов, старший преподаватель кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

М.В. Мицкевич, заместитель главного технолога по прессовой обработке, холодной высадке, термическому и гальваническому производству ОАО «Гомельский завод литья и нормалей» холдинга «Гомсельмаш».

Г. В. Петришин, декан машиностроительного факультета УО «ГГТУ им. П.О. Сухого», к.т.н., доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 10 от 16.11.2018);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 11 от 08.11.2018); УО ОСВО-18/17

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 2 от 06.12.2018).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью дисциплины является изучение физико-химических основ получения стали и ферросплавов. Научить студентов теоретическим основам и практике получения основных видов ферросплавов, используемых в производстве стали. При этом главное внимание уделяется характеристике шихтовых материалов, технологическим параметрам выплавки, конструктивным особенностям применяемых для этого печей.

Задачи дисциплины:

формирование у студентов знаний и навыков:

- по теоретическим основам производства стали и ферросплавов;
- по разработке технологии производства отдельных видов ферросплавов в печах различной конструкции с учетом состава и свойств исходных шихтовых материалов;
- по расчету материального и теплового баланса плавки.

Требования к освоению учебной дисциплины соответствуют блоку общепрофессиональных и специальных дисциплин учебного плана специальности «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)».

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- физико-химические основы получения стали и ферросплавов;
- современные способы получения стали и ферросплавов;
- технологии внепечной обработки стали;
- последние достижения научно-технического прогресса в усовершенствовании технологии производства стали и ферросплавов.

уметь:

- рассчитывать составы шихты для выплавки стали и ферросплавов;
- разрабатывать технологию производства отдельных видов ферросплавов в печах различной конструкции с учетом состава и свойств исходных шихтовых материалов.

владеть:

- основами технологии производства стали и ферросплавов;
- навыками расчёта составы шихты для выплавки стали и ферросплавов;
- навыками расчёта материального и теплового баланса плавки.

При изучении дисциплины «Теория и технология электроплавки стали и ферросплавов» формируются следующие компетенции:

академические:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

АК-3. Владеть исследовательскими навыками;

АК-4. Уметь работать самостоятельно;

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;

- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течении всей жизни.

социально-личностные:

- СЛК-1. Обладать качествами гражданственности;
- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию;
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике;
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные:

Специалист должен быть способен:

в производственно-технологической деятельности:

ПК-1. Проводить расчет состава шихты для плавки стали, чугунов, алюминиевых, медных и цинковых сплавов;

ПК-2. Разрабатывать технологические процессы получения отливок в разовые и постоянные литейные формы с учетом экологической безопасности, производственной санитарии и ресурсосбережения;

ПК-4. Владеть вопросами металлургической переработки лома и отходов производства;

ПК-6. Использовать компьютерную технику для расчета состава шихты и обоснования выбора литниково-питающей системы и режимов нагрева заготовок;

ПК-7. Выбирать способы модифицирования сплавов черных и цветных металлов для получения требуемой макро- и микроструктуры сплавов;

ПК-8. Обосновывать технологические параметры процесса рафинирования в зависимости от предъявляемых требований к отливкам и литым заготовкам;

ПК-11. Выбирать оптимальные варианты обрубки и очистки отливок;

ПК-12. Предлагать системы эффективных очистных сооружений, используя информацию о вредных выбросах от металлургических агрегатов;

ПК-15. Проводить сертификацию основного технологического оборудования и продукции литейно-металлургического производства в составе группы специалистов;

ПК-17. Осуществлять оперативный контроль за функционированием основного технологического оборудования и режимами его работы;

ПК-18. Разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативов, в составе группы специалистов;

ПК-20. Владеть методиками определения основных физико-механических свойств сплавов черных и цветных металлов;

в проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности:

ПК-23. Выполнять технико-экономическое обоснование способов получения литых заготовок, их нагрева и термообработки, в составе группы специалистов по проектированию технологической оснастки или самостоятельно;

ПК-24. Разрабатывать технологические процессы получения отливок из сплавов черных и цветных металлов в разовые и постоянные литейные формы, назначать режимы нагрева и термической обработки заготовок;

ПК-25. Анализировать перспективы и направления развития литейного производства, металловедения и металлургической теплотехники, выбирать оптимальные технологии плавки и заливки металла с учетом экологических требований и энергосбережения;

ПК-27. Составлять техническое задание на проектируемое технологическое оборудование или разрабатываемый технологический процесс с учетом результатов научно-исследовательских работ, планировать и проводить исследования по повышению качества сплавов черных и цветных металлов;

ПК-28. Работать с научной литературой, словарями, справочными материалами, рационально использовать справочную литературу по выбору материалов, технологий их обработки, обеспечивающей необходимые показатели свойств.

в организационно-управленческой деятельности:

ПК-38. Пользоваться глобальными информационными ресурсами;

ПК-40. Понимать сущность и социальную значимость своей профессии, основные проблемы в конкретной области своей деятельности;

ПК-41. Налаживать контроль основных параметров технологических процессов плавки и разливки сплавов черных и цветных металлов.

в инновационной деятельности:

ПК-42. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям;

ПК-43. Определять цели инноваций и способы их достижений;

ПК-44. Работать с научной, технической и патентной литературой.

Связь с другими учебными дисциплинами

Содержание дисциплины «Теория и технология электроплавки стали и ферросплавов» должно быть увязано с содержанием дисциплин циклов естественно-научных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, таких как: «Введение в специальность», «Механика материалов», «Общая металлургия».

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий.

Форма получения высшего образования: дневная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Теория и технология электроплавки стали и ферросплавов», в соответствии с учебными планами по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производ-

ство и материалобработка (по направлениям)» направление специальности 1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)», специализация 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» составляет – 340. Трудоемкость учебной дисциплины составляет 9 зачетных единицы и 1 зачетная единица на курсовую работу. Форма контроля знаний – экзамен в 8, 9 семестре.

Форма получения высшего образования	дневная
Курс	4,5
Семестр	8,9
Лекции (часов)	82
Лабораторные занятия (часов)	34
Практические занятия (часов)	32
Всего аудиторных часов	148
Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:	
Экзамен, семестр	8,9
Курсовая работа	9

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Основы теории металлургических процессов

История развития основ теории металлургических процессов. Физико-технические основы электрометаллургии. Основы учения о шлаках. Состав и физические свойства шлаков. Роль шлаков в сталеплавильных и ферросплавных процессах. Технологические методы дефосфорации металла. Технологические методы десульфурации металла. Технологические методы раскисления стали.

Тема 2. Электрометаллургические печи для производства ферросплавов

Классификация электрометаллургических печей. Классификация печей по назначению и способу нагрева. Конструктивные особенности ферросплавных печей. Принцип их работы. Футеровка ферросплавных печей. Классификация и виды электродов применяемых в электрометаллургических печах. Схема и технология производства графитизированных электродов и масс.

Тема 3. Производство ферросплавов

Общая характеристика ферросплавов и их назначение. Теоретические основы производства ферросплавов. Теоретические основы производства сплавов кремния. Материалы применяемые для производства ферросилиция. Технология производства ферросилиция. Технология производства марганца и сплавов марганца. Материалы для производства марганцевых сплавов. Технология производства углеродистого ферромарганца. Технология производства средне- и низкоуглеродистого ферромарганца. Технология производства хрома и сплавов хрома. Материалы для производства хромовых сплавов. Технология производства высокоуглеродистого и передельного феррохрома. Технология производства низкоуглеродистого феррохрома и металлического хрома. Технология производства ферровольфрама. Технология производства ферромolibдена.

Тема 4. Шихтовые материалы используемые в металлургических печах.

Металлическая часть шихты для электроплавки. Металлизированные окатыши. Применение и виды шлакообразующих веществ и окислителей. Применение и виды науглероживателей, раскислителей и легирующих веществ. Подготовка печи к плавке и загрузке шихты

Тема 5. Выплавка углеродистых сталей в основных электропечах.

Сортамент и технология выплавки углеродистых сталей.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основы теории металлургических процессов.							
1.1	История развития основ теории металлургических процессов.	1						УО, Э
1.2	Физико-технические основы электрометаллургии.	2			4			УО, Э, ЗЛР
1.3	Основы учения о шлаках	1						
1.4	Состав и физические свойства шлаков.	2	4					УО, Э, ЗЛР
1.5	Роль шлаков в сталеплавильных и ферросплавных процессах.	2						УО, Э
1.6	Технологические методы дефосфорации металла.	2						УО, Э
1.7	Технологические методы десульфурации металла.	2						УО, Э
1.8	Технологические методы раскисления стали.	2						УО, Э
2	Электрометаллургические печи для производства ферросплавов.							
2.1	Классификация электрометаллургических печей	1			4			УО, Э, ЗЛР
2.2	Классификация печей по назначению и способу нагрева.	2	4					УО, Э, ЗЛР
2.3	Конструктивные особенности ферросплавных печей. Принцип их работы.	2			2			УО, Э, ЗЛР
2.4	Футеровка ферросплавных печей.	2			4			УО, Э, ЗЛР

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.5	Классификация и виды электродов применяемых в электрометаллургических печах. Схема и технология производства графитизированных электродов и масс.	2						УО, Э
3	Производство ферросплавов.							
3.1	Общая характеристика ферросплавов и их назначение.	2			4			УО, Э, ЗЛР
3.2	Теоретические основы производства ферросплавов.	2	4					УО, Э, ЗЛР
3.3	Теоретические основы производства сплавов кремния.	1			4			УО, Э, ЗЛР
3.4	Материалы, применяемые для производства ферросилиция.	2						УО, Э
3.5	Технология производства ферросилиция.	2						УО, Э
3.6	Технология производства марганца и сплавов марганца.	2						УО, Э
3.7	Материалы для производства марганцевых сплавов.	2						УО, Э
3.8	Технология производства углеродистого ферромарганца.	4	4					УО, Э, ЗЛР
3.9	Технология производства средне- и низкоуглеродистого ферромарганца.	2						УО, Э
3.10	Технология производства хрома и сплавов хрома.	2						УО, Э
3.11	Материалы для производства хромовых сплавов.	2						УО, Э
3.12	Технология производства высокоуглеродистого и переловного феррохрома.	2						УО, Э

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.13	Технология производства низкоуглеродистого феррохрома и металлического хрома.	2	4					УО, Э, ЗЛР
3.14	Технология производства ферровольфрама.	2						УО, Э
3.15	Технология производства ферромolibдена.	2						УО, Э
4	Шихтовые материалы используемые в металлургических печах.							
4.1	Металлическая часть шихты для электроплавки. Металлизированные окатыши.	2						УО, Э
4.2	Применение и виды шлакообразующих веществ и окислителей.	2	4					УО, Э, ЗЛР
4.3	Применение и виды науглероживателей, раскислителей и легирующих веществ.	2						УО, Э
4.4	Подготовка печи к плавке и загрузке шихты	2			2			УО, Э, ЗЛР
5	Выплавка углеродистых сталей в основных электропечах.							
5.1	Сортамент и технология выплавки углеродистых сталей.	2	4					УО, Э, ЗЛР
6	Выплавка легированных сталей в основных электропечах.							
6.1	Сортамент легированных сталей.	4			2			УО, Э, ЗЛР
7	Выплавка стали в кислых дуговых печах.							
7.1	Технологический процесс выплавки стали в кислых печах.	2			2			УО, Э, ЗЛР

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7.2	Особенности выплавки стали в кислых печах.	2			2			УО, Э, ЗЛР
8	Производство стали в индукционных печах.							
8.1	Виды и применение индукционных плавильных печей.	2			2			УО, Э, ЗЛР
8.2	Характеристика и принцип работы открытых и вакуумных индукционных печей.	2	4					УО, Э, ЗЛР
8.3	Оборудование открытых и вакуумных индукционных печей.	2						УО, Э
8.4	Методы футеровки тиглей индукционных печей.	2			2			УО, Э, ЗЛР
8.5	Технология выплавки стали в открытых и вакуумных индукционных печах.	2						УО, Э
		82	32		34			

Примечание: УО – устный опрос;
 Э – экзамен;
 ЗЛР – защита практической работы;
 ЗЛР – защита лабораторной работы.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Воскобойников В.Г. Общая металлургия: учебник для вузов / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва: Металлургия, 2000. - 768с.
2. Каблуковский, А. Ф. Производство электростали и ферросплавов / А. Ф. Каблуковский. - Москва : Академкнига, 2003. - 511 с.
3. Кривандин В. А. Металлургические печи : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. В. А. Кривандина. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва: Металлургия, 1977. - 463 с.
4. Кудрин В. А. Теория и технология производства стали: учебник для вузов. - Москва: Мир: АСТ, 2003. - 527с.- (Учебник для вузов)
5. Морозов, А. Н. Внепечное вакуумирование стали / А. Н. Морозов [и др.]. - Москва: Металлургия, 1975. - 287с.
6. Целиков А. И. Машины и агрегаты металлургических заводов: в 3 т.: учебник для металлург. и машиностроит. спец. вузов. Т.1: Машины и агрегаты доменных цехов / А. И. Целиков и др. - Москва: Металлургия, 1976. - 416с.

Дополнительная учебная и научная литература

7. Дуговые сталеплавильные печи: атлас / И. Ю. Зинуров и [др.], - Москва : Металлургия, 1978. - 179с.
8. Егоров, А. В. Расчет мощности и параметров электроплавильных печей: учеб. пособие для вузов / А. В. Егоров. - Москва: МИСИС, 2000. - 272с.
9. Егоров, А. В. Электрошлавные печи черной металлургии : учебник для вузов по спец."Металлургия черных металлов" / А. В. Егоров. - Москва : Металлургия, 1985. - 280 с.
10. Никольский Л. Е. Оборудование и проектирование электросталеплавильных цехов: учебное пособие для вузов. - Москва: Металлургия, 1993. - 272с.
11. Телегин, А. С. Конструкции и расчет нагревательных устройств: учебник / А. С. Телегин, Н. С. Лебедев. - Изд. 2-е. - Москва: Машиностроение, 1975. - 280 с.

Учебно-методические комплексы

1. Ткаченко, А. В. Теория и технология электроплавки стали и ферросплавов: электронный учебно-методический комплекс дисциплины/А. В. Ткаченко. - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012. Режим доступа <https://elib.gstu.by/>.
2. Методические указания "Металлургическое оборудование литейных цехов" к контрольным работам по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 02 01 "Машины и технология литейного производства" дневной и заочной форм обучения / Л. Е. Ровин; Каф. "Машины и технология литейного производства". - Гомель: ГГТУ, 2007. - 24с. (м/ук №3487)
3. Практическое пособие "Расчет шихты при плавке стали в электродуговых печах" по курсу "Теория и технология плавки" для студ. спец. Т.02.02.01 "Технол. литейн. пр-ва", Т.02.01.02 "Электрометал..." / Л. И. Данилин; Каф. "Маши-

ны и технология литейного производства". - Гомель: ГГТУ, 2002. - 20с. (м/ук №2733)

4. Пособие "Теория и технология плавки. Теория металлургических процессов" по выполнению контрольных работ для студ. спец. 1-36 02 01 "Машины и технология литейного производства" дневной и заочной форм обучения / Д. Н. Каржов; кафедра. "Машины и технология литейного производства". - Гомель: ГГТУ, 2006. - 36с. (м/ук №3243)

4. Теория и технология плавки: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 02 01 "Машины и технология литейного производства" дневной и заочной форм обучения / А.В. Ткаченко, О.Л. Юшкина; каф. "Машины и технология литейного производства". - Гомель: ГГТУ, 2009. - 60 с. (м/ук №3878).

Список литературы *сверен М.В. (Киселева М.В.)*
 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать такую форму самостоятельной работы, как решение индивидуальных задач в аудитории на практических занятиях под контролем преподавателя.

Также рекомендуется не все вопросы программы выносить на лекции. В целях развития у студентов навыков работы с учебной и научной литературой можно предложить им часть разделов описательного характера изучить самостоятельно по литературе, указанной в программе.

Для организации самостоятельной работы студентов необходимо использовать современные информационные технологии: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего (рубежного) и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов.

Методы (технологии) обучения и инновационные подходы к преподаванию дисциплины

Основными методами (технологиями) обучения в соответствии с целью, задачами дисциплины и направлениями развития современной системы образования являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы интерактивного обучения, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии, реализуемые на лабораторных занятиях.

При преподавании дисциплины в современных условиях является необходимым применение мультимедийных, информационно-коммуникационных технологий и цифровых информационных ресурсов. Лекционные занятия рекомендуется проводить с использованием компьютерных презентаций, видео-

фильмов и других информационно-иллюстративно-демонстрационных средств компьютерных информационных технологий в интерактивном режиме.

Средства диагностики и контроля качества усвоения знаний

Контроль знаний студентов осуществляется путем устного опроса при выполнении лабораторных работ, письменного и устного опроса на экзамене.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

При прохождении текущей аттестации студентам запрещается пользоваться учебными изданиями, записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний студента в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. №09-10/53-ПО).

Примерный перечень лабораторных работ:

Изучение конструкции и работы электродуговой печи с основной футеровкой.
 Изучение конструкции и работы электродуговой печи с кислой футеровкой.
 Изучение конструкции и работы индукционной тигельной печи.
 Изучение конструкции и работы индукционной канальной печи.
 Изучение конструкции и работы кислородного конвертера.
 Изучение конструкции и работы ферросплавных печей.
 Изучение качества различных видов ферросплавов.
 Исследование вязкости металлического расплава.
 Изучение способа и оборудования для продувки стали инертным газом.
 Изучение способа и оборудования для вакуумной обработки стали.
 Комбинированные способы выпечной обработки стали.
 Обработка стали жидкими и твердыми шлаковыми смесями.

Примерный перечень практических занятий:

Расчет шихты для плавки углеродистой стали в основной электродуговой печи.
 Расчет шихты для плавки легированной стали в основной электродуговой печи.
 Расчет шихты для выплавки ферромарганца.
 Определение вязкости шлакового расплава.
 Расчет раскисления и легирования стали.
 Расчет теплового и материального баланса конвертерной плавки стали.
 Расчет материального и теплового баланса плавки стали в основной дуговой печи.
 Расчет основных геометрических размеров индукционной тигельной печи.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Теория и технология разлива сплавов	МиТОМ	<p>нет</p> 	

Библиотека ГГТУ им. Лаврентьева