

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора ЮТИ ТПУ по УР


В. Л. Бибик

« 20 » 05 2015 г.

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОПЛАВКИ СТАЛЕЙ

Направление (специальность) ООП: **22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ**

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ: **Металлургия черных металлов**

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ): **прикладной бакалавр**

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2015 г.

КУРС 4; СЕМЕСТР 7;

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ: 3

Код дисциплины **Б1.ВМ5.1.10**

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	24
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	8
Аудиторные занятия, ч	48
Самостоятельная работа, ч	60
Итого, ч	108

Вид промежуточной аттестации: **экзамен**

Обеспечивающее подразделение: кафедра: «Металлургия черных металлов»

Заведующий кафедрой


к.т.н., доцент Сапрыкин А.А.

Руководитель ООП


к.т.н., доцент Сапрыкин А.А.

Преподаватель


д.т.н., профессор Гизатулин Р.А.

2015 г.

1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины (Ц1, Ц3, Ц4): обучение студентов теоретическим основам производства стали, дать знания, умения и навыки по технологии выплавки стали в дуговых электропечах.

В процессе получения теоретических знаний на лекциях и закрепления их на практических занятиях, при изучении опыта металлургических предприятий студенты должны научиться решать практические задачи по выплавке стали в электропечах, самостоятельно принимать правильное решение в конкретной ситуации, совершенствовать действующие технологии.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к специальным дисциплинам профессионального цикла.

Дисциплине «Теория и технология электроплавки сталей» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- Основы электрометаллургии стали и производства ферросплавов
- Физико-химические основы металлургических процессов
- Производство чугуна и прямое получение железа
- Теория и технология производства стали
- Подготовка руд к плавке

Содержание разделов дисциплины «Теория и технология электроплавки сталей» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРРЕКВИЗИТЫ):

- Экологические проблемы металлургического производства
- Ресурсосбережение в металлургии
- Внепечные и ковшовые процессы

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом

Р2 ОПК-13 ОПК-4 ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-5 ПК-8 ПК-9 ППК-1 ППК-2	3.2.2	Основные закономерности химических и физико-химических процессов, процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию переработки (обогащения) минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов	У.2.2	Рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы, процессы массопереноса, происходящие в технологических процессах переработки (обогащения) минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов	В.2.2	Выбирать рациональные способы производства и обработки черных и цветных металлов, рассчитывать материальные балансы технологических процессов их производства
	3.2.5	Влияние вредных примесей, неметаллических включений, примесей цветных металлов на свойства стали и о способах снижения их концентрации. Способы рафинирования стали	У.2.5.	Закономерности процессов рафинирования стали	В.2.5	Методы повышения качества стального слитка
	3.2.10	Теоретические основы производства стали, технологии выплавки стали в дуговых электропечах, конверторах и мартеновских печах	У.2.10	Решать практические задачи по выплавке стали в электропечах, самостоятельно принять правильное решение в конкретной ситуации, совершенствовать действующие технологии	В.2.10	Технологиями выплавки стали в различных металлургических агрегатах
	3.2.11	Физико-химические и технологические основы производства электростали и ферросплавов	У.2.11	Отличать конструктивные особенности оборудования, используемого для выплавки, внепечной обработки и разлива стали, а также специальные переплавные процессы	В.2.11	Основами производства электростали и ферросплавов

В результате освоения дисциплины «Теория и технология электроплавки сталей» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
РД1	Выявлять объекты для улучшения в технике и технологии
РД2	Применять базовые и специальные знания в области современных металлургических технологий для решения инженерных задач

4. Структура и содержание дисциплины

Раздел 1. Развитие электрометаллургии стали.

Три этапа развития электрометаллургии стали. Развитие отечественной электрометаллургии. Взаимосвязь технологии плавки и конструкции дуговой печи.

Раздел 2. Применение законов физико-химического равновесия к сталеплавильным системам.

Плавка стали как многофазный физико-химический процесс. Общая характеристика сталеплавильных процессов. Закон действующих масс. зависимость константы равновесия от свободной энергии Гиббса и температуры. Совершенные и реальные растворы. Законы Нернста, Рауля и Генри. Активность растворенного компонента. Коэффициент активности. Многокомпонентные растворы. Расчет коэффициента активности компонента многокомпонентного раствора методом Вагнера. Особенности использования физико-химических уравнений применительно к сталеплавильным процессам.

Раздел 3. Свойства и особенности строения жидких металлов и шлаков

Свойства и особенности строения железа. Растворы серы, фосфора, кислорода, азота, водорода, кремния и никеля в жидком железе. Формирование шлаков сталеплавильного процесса, физические и химические свойства шлаков. Теории строения шлаковых систем. Расчет коэффициентов активности компонентов шлаковых расплавов.

Лабораторная работа №1.

Растворимость азота и водорода в жидком железе.

Раздел 4. Поверхностные явления в сталеплавильных процессах

Особенности энергетического состояния молекул на поверхности жидкости. Свободная поверхностная энергия. Удельная свободная поверхностная энергия. Сила поверхностного натяжения. Условия смачиваемости при энергетическом подходе. Адгезия. Когезия. Условия смачиваемости при силовом подходе. Краевой угол смачивания. Влияние угла смачивания на взаимодействие неметаллических частиц с расплавленным железом.

Раздел 5. Введение в технологию производства стали в дуговых печах

Классификация стали. Классификация технологий производства стали в дуговых печах. Кислый и основной процессы. Выплавка стали на стальном ломе, металлизированных окатышах, свежей шихте, легированных отходах. Одношлаковый и двухшлаковый процессы.

Раздел 6. Технология плавки конструкционных марок стали двухшлаковым процессом на свежей углеродистой шихте

Периоды плавки. Заправка печи. Загрузка шихты. Исходные материалы электроплавки стали. Период расплавления. Интенсификация периода рас-

плавления. Окислительный период, задачи периода – дефосфорация, дегазация, обезуглероживание стали. Поведение марганца, хрома в окислительный период. Практика проведения окислительного периода. Восстановительный период, задачи периода – раскисление металла и шлака, десульфурация, легирование стали. Практика проведения восстановительного периода.

Лабораторная работа №2.

Дефосфорация и рефосфорация в окислительных условиях плавки.

Лабораторная работа №3.

Практика выплавки стали в дуговой электропечи.

Раздел 7. Производство коррозионностойких марок стали

Виды коррозии стали. Влияние химического состава на коррозионную стойкость стали. Варианты технологии плавки коррозионностойких марок стали. Переплавление легированных отходов с продувкой газообразным кислородом.

Раздел 8. Производство подшипниковой и рельсовой стали

Требования к качеству подшипниковой и рельсовой стали. Сортамент. Организация контроля качества стали. Технологии выплавки стали в дуговых электропечах.

Раздел 9. Особенности плавки стали в электропечах с кислой футеровкой

Особенности процесса и область применения – достоинства и недостатки. Шихтовые материалы. Технология плавки – период расплавления, окислительный и восстановительный периоды.

5. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

5.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к семинарским занятиям;
- подготовка к контрольной работе, коллоквиуму, экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.
-

5.2. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- Проверка конспектов по самостоятельной работе;
- Выступление на конференц-неделе;
- Защита рефератов.

6. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Входной контроль	РД1
Текущий контроль (защита лабораторных и практических работ)	РД2
Итоговый контроль (экзамен)	РД2

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

- Вопросы входного контроля
 1. Структура современного металлургического производства.
 2. Химический и минералогический состав шлаков.
 3. Строение шлаков.
 4. Физико-химические свойства шлаков.
 5. Схема процесса окисления углерода.
 6. Переход кислорода из шлака в металл.
 7. Основность шлака.
 8. Условия зарождения пузырьков СО в металлической ванне.
 9. Коэффициент распределения элемента между фазами.
 10. Шихтовые материалы электроплавки стали.
 11. Периоды электроплавки стали.
- Вопросы текущего контроля
 1. Каким образом осуществляется раскисление стали?
 2. Почему шлак периода плавления скачивается на 70%, а окислительный полностью?
 3. Условия дефосфорации стали.
 4. Зачем нужно кипение стали?
 5. Легирование стали.
 6. От чего зависит выбор времени ввода легирующего в металл?
 7. Как влияет характер футеровки на процессы, протекающие в печи?
 8. Условия десульфурации
 9. Основные задачи окислительного периода

10. Основные задачи восстановительного периода
11. Способы интенсификации периода расплавления
12. Дегазация стали
13. Влияние газов на свойства металла
14. Влияние химического состава стали на выбор варианта технологии выплавки
15. Особенности технологии плавки методом переплава легированных отходов

- Вопросы, выносимые на экзамен

1. Закон действующих масс. Зависимость константы равновесия реакции от свободной энергии Гиббса и температуры.
2. Законы Рауля и Генри. Идеальные и реальные растворы. Активность. Коэффициент активности.
3. Расчет коэффициента активности компонента многокомпонентного раствора методом Вагнера. Особенности использования физико-химических уравнений применительно к сталеплавильным процессам.
4. Растворы кислорода, серы, фосфора, кремния и никеля в жидком железе.
5. Роль шлака в сталеплавильном производстве. Источники образования шлака. Физико-химические свойства шлака.
6. Теории строения шлаковых систем. Методы расчета коэффициентов активности компонентов шлакового расплава.
7. Поверхностные явления в металлургии. Адгезия. Когезия. Краевой угол смачивания.
8. Классификация технологий производства стали в дуговых печах.
9. Шихтовые материалы электроплавки стали.
10. Основные периоды электроплавки стали.
11. Период расплавления. Интенсификация периода расплавления.
12. Окислительный период. Основные задачи периода.
13. Фосфор в стали. Условия дефосфорации и рефосфорации.
14. Влияние водорода и азота на свойства стали. Дегазация металла.
15. Поведение элементов в окислительный период.
16. Восстановительный период. Основные задачи восстановительного периода.
17. Раскисление стали. Методы раскисления. Выбор элемента-раскислителя.
18. Влияние серы на свойства металла. Десульфурация стали.
19. Легирование стали.
20. Технология плавки методом переплава легированных отходов.
21. Одношлаковый процесс выплавки стали в дуговых электропечах.
22. Производство коррозионностойких марок стали. Виды коррозии стали. Влияние химического состава на коррозионную стойкость металла.
23. Варианты технологии выплавки коррозионностойкой стали в электропечах.
24. Выплавка коррозионностойкой стали методом переплава легированных отходов с продувкой газообразным кислородом.

- 25.Современные способы производства коррозионностойких марок стали: аргоно- и вакуумкислородное рафинирование.
- 26.Производство шарикоподшипниковой стали.
- 27.Выплавка рельсовой стали.
- 28.Особенности выплавки быстрорежущих марок стали.
- 29.Особенности технологии плавки электротехнических марок стали.
- 30.Особенности технологии плавки в электропечах с кислой футеровкой.

7. Рейтинг качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Гудим Ю.А., Зинуров И.Ю., Киселев А.Д. Производство стали в дуговых печах. Конструкции, технология, материалы: монография / Ю.А. Гудим, И.Ю. Зинуров, А.Д. Киселев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – 547 с.
2. Дюдкин Д.А., Кисиленко В.В. Производство стали. Том 1. Процессы выплавки, внепечной обработки и непрерывной разливки стали. / Д.А. Дюдкин, В.В. Кисиленко. – М.: Теплотехник, 2008. – 528 с.

Дополнительная литература:

3. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев Д.М. Общая металлургия. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 2000, 768 с.
4. Поволоцкий Д.Я., Гудим Ю.А. Выплавка легированной стали в дуговых печах. М.: Металлургия, 1987, 136 с.
5. Григорян В.А., Белянчиков Л.Н., Стомахин А.Я. Теоретические основы

электросталеплавильных процессов. - М.: Metallurgy, 1987. – 136 с.

Интернет-ресурсы:

1. http://ru.wikipedia.org/wiki/Ресурсы_сбережения в металлургии – основные понятия и определения внепечных процессов в металлургии
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Категория:Металлургия> – агрегаты, процессы в металлургии
3. <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-38/> - рассмотрен комплекс проблем, возникающих при определении рациональной технологической схемы производства стали высокого качества.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., кол-во установок
1	Лекционная аудитория	Корп. № 5, ауд. 17
2	Компьютерный класс	Корп. №5, ауд. 11 5 компьютеров
3	Проектор	1 Корп. №5, ауд. 17
4	Учебная лаборатория	Корп. №5
5	Индукционная печь	1 Корп. №5
6	Печь сопротивления Таммана	1 Корп. №5

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению «Металлургия» и профилю подготовки «Металлургия черных металлов».

Программа одобрена на заседании кафедры «Металлургия черных металлов» (протокол № _____ от «___» _____ 2015 г.).

Автор: д.т.н., профессор Гизатулин Р.А.

Рецензент: к.т.н., доцент Сапрыкин А.А.