

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им. П.О.Сухого

О.Д. Асенчик

(подпись)

(И.О.Фамилия)

2022

Регистрационный № УД-_____/уч.

**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ
И ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ**

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-42 01 01 Metallургическое производство и
материалобработка (по направлениям)

направление: 1-42 01 01-01 Metallургическое производство и
материалобработка (металлургия)

специализация: 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных
металлов»

Учебная программа составлена на основе:
Образовательного стандарта ОСВО 1-42 01 01-2019, Высшее образование. Первая ступень; учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)», направление: 1-42 01 01-01, специализация: 1-42 01 01-01 02, I 42-1-04/уч. 05.02.2021, I 42-1-18/уч. 31.05.2022

СОСТАВИТЕЛИ:

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

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Е.А. Зюзьков, главный металлург ОАО «ГЛЗ «ЦЕНТРОЛИТ»;

Г.В. Петришин, к.т.н, доцент кафедры «Технология машиностроения» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 22.04.2022);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 10 от 12.05.2022);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 28.06.2022).

Регистрационный номер МТФ УД-18-03/уч от 12.05.2022

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – знание основных законов физико-химических процессов, протекающих при окислении и восстановлении металлов, влияющих на формирование структуры и свойств сплавов.

Основные задачи – приобретение студентами современных представлений о строении и свойствах расплавленных металлов, способах управления процессами, протекающими в металлургических агрегатах.

Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основы физической химии, а именно: законы термодинамики, термодинамические функции, определяющие равновесие процесса;
- виды коллоидных растворов, причины, влияющие на устойчивость и коагуляцию коллоидных растворов;
- законы физико-химического равновесия идеальных и реальных систем.

уметь:

- рассчитать тепловые эффекты химических реакций при разных температурах;
- рассчитать изобарно-изотермический потенциал реакций при разных температурах;
- проводить термодинамический анализ металлургических процессов;

владеть:

- знаниями о методах определения поверхностного натяжения жидкостей;
- знаниями о методах определения активности веществ.

При изучении дисциплины «Физическая химия металлургических и литейных процессов», в соответствии с требованиями образовательного стандарта, студент должен обладать следующей специализированной компетенцией:

быть способным применять законы химии и физической в практических расчетах к процессам выплавки сплавов черных и цветных металлов, термической обработки сплавов, обладать знаниями механизмов протекания химической и электролитической коррозии, способов защиты металлов от различных видов коррозии.

Вместе с тем развиваются профессиональные компетенции студента:

владеть основными понятиями и законами физики, принципами экспериментального и теоретического изучения физических явлений и процессов;

знать основные химические свойства и методы получения простых веществ, законы протекания химических процессов, химической термодинамики и кинетики;

владеть информацией по физико-химическим основам получения металлов и сплавов, конструкциям, назначению и принципам работы основного металлургического оборудования.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Форма получения высшего образования: дневная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Физическая химия металлургических и литейных процессов» в соответствии с учебными планами по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» для форм получения высшего образования составляет 148 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины для всех форм получения высшего образования составляет 4,0 зачетных единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

| Вид занятий, курс, семестр | Дневная форма |
|--|---------------|
| Курс | 2 |
| Семестр | 3 |
| Лекции (часов) | 51 |
| Лабораторные занятия (часов) | - |
| Практические занятия (часов) | 34 |
| Всего аудиторных (часов) | 85 |
| Формы текущей аттестации по учебной дисциплине | |
| Экзамен (семестр) | 3 |

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Элементы химической термодинамики.

Понятия и определения. Первый и второй законы термодинамики. Термодинамические функции, определяющие равновесие процесса. Тепловая теорема Нернста. Общие условия равновесия термодинамической системы.

Тема 2. Растворы. Общие сведения.

Идеальные и реальные растворы. Законы физико-химического равновесия для идеальных и реальных систем.

Тема 3. Коллоидные системы и растворы.

Классификация коллоидных систем. Строение коллоидных частиц. Двойной электрический слой.

Устойчивость и коагуляция коллоидных растворов. Виды коллоидных растворов.

Тема 4. Поверхностные явления.

Поверхностная энергия на границе раздела конденсированная фаза - газ /пар/, поверхностное натяжение жидкостей, удельная поверхностная энергия твердых тел. Межфазная поверхностная энергия. Теоретические и экспериментальные методы определения удельной поверхностной и межфазной энергий.

Поверхностно-активные вещества. Свойства ПАВ, основные типы, структура, механизм понижения поверхностной энергии жидкостей. Адгезия и когезия. Адсорбция. Теории адсорбции. Адсорбция из растворов. Поверхностная активность растворенных веществ. ПАВ, роль при гетерогенном зарождении фаз, стабилизация суспензий, эмульсий, пен.

Капиллярная конденсация.

Тема 5. Кинетика химических реакций.

Необратимые реакции. Сложные реакции. Кажущаяся энергия активации. Основные реакции сталеплавильных процессов.

Тема 6. Диссоциация твердых оксидов и карбонатов.

Термодинамический анализ. Конгруэнтная диссоциация. Диссоциация с образованием продукта в конденсированном состоянии. Влияние дисперсности. Особенности систем с конденсированными фазами переменного состава.

Тема 7. Диссоциация твердых оксидов и карбонатов.

Диссоциация оксидов железа. Взаимодействие металлических и оксидных расплавов с газами. Химическое сродство к кислороду компонентов, растворенных в железе.

Тема 8. Диссоциация твердых оксидов и карбонатов.

Диссоциация карбонатов. Механизм и кинетика диссоциации. Кинетика окисления твердых металлов.

Тема 9. Восстановление металлов из твердых оксидов.

Восстановление металлов газами. Реакции восстановления, константа равновесия протекания реакции. Восстановление оксидом углерода и водородом. Механизм и кинетика процесса.

Тема 10. Восстановление металлов твердым углеродом.

Реакция восстановления, константа равновесия протекания реакции. Схемы процесса углетермического восстановления твердых оксидов (биреакционная, двухстадийная, схема, учитывающая испарение оксида).

Тема 11. Строение и свойства металлических расплавов. Характеристика жидкого состояния. Строение расплавов. Кинетические характеристики.

Тема 12. Металлургические шлаки.

Функции, строение, кинетические характеристики шлаков. Переработка шлаков.

Тема 13. Взаимодействие металлических и шлаковых расплавов. Основные термодинамические и кинетические зависимости.

Тема 14. Кислород в металлических и шлаковых расплавах.

Углерод, кремний, марганец в расплаве. Сера, фосфор в расплаве. Растворение газов в расплавах.

Тема 15. Механизм образования прочности формовочных и стержневых смесей.

Общая теория прочности. Гранулометрический состав песков. Связующие. Оценка максимальной прочности смесей при растяжении по пленке связующего. Предел прочности смеси с учетом сил адгезии и когезии.

Тема 16. Взаимодействие металла и его оксидов с материалом формы.

Механизм образования пригара при литье в печано-глинистые формы.

Поверхностное легирование отливок.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования, 3 семестр)

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы | Количество аудиторных часов | | | | | Количество часов УСР | Форма контроля знаний |
|---------------------|--|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------|----------------------|-----------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Семинарские занятия | Лабораторные занятия | Иное | | |
| 1. | Введение. Элементы химической термодинамики. | 6 | 4 | | | | | Э, ЗПР |
| 2. | Растворы. Законы физико-химического равновесия для идеальных и реальных систем. | 4 | 4 | | | | | Э, КР, ЗПР |
| 3. | Коллоидные системы и растворы. | 2 | 2 | | | | | Э, ЗПР |
| 4. | Поверхностные явления. | 6 | 4 | | | | | Э, КР, ЗЛР, |
| 5. | Кинетика химических реакций | 2 | 2 | | | | | |
| 6. | Диссоциация твердых оксидов и карбонатов. Термодинамический анализ. | 2 | | | | | | Э, О, ЗПР, |
| 7. | Диссоциация твердых оксидов и карбонатов. Диссоциация оксидов железа. | 2 | 2 | | | | | Э, О, ЗПР |
| 8. | Диссоциация твердых оксидов и карбонатов. Диссоциация карбонатов. | 2 | 2 | | | | | Э, О, ЗПР |
| 9. | Восстановление металлов из твердых оксидов. Восстановление металлов газами | 2 | | | | | | Э, ЗПР |
| 10. | Восстановление металлов из твердых оксидов. Восстановление металлов твердым углеродом. | 2 | 2 | | | | | Э, О, ЗПР |
| 11 | Строение и свойства металлических расплавов. | 2 | 2 | | | | | Э, О, ЗПР |
| 12 | Металлургические шлаки. | 4 | 2 | | | | | Э, О, ЗПР |
| 13 | Взаимодействие металлических и шлаковых расплавов. | 2 | 2 | | | | | Э, О, ЗПР |
| 14 | Углерод, кремний, марганец в расплаве. Сера, фосфор в расплаве. Растворение газов в расплавах. | 4 | 2 | | | | | Э, ЗПР |
| 15 | Механизм образования прочности формовочных и стержневых смесей. | 6 | 2 | | | | | Э, ЗПР |
| 16 | Взаимодействие металла и его оксидов с материалом формы. | 3 | 2 | | | | | Э, ЗПР |
| ВСЕГО | | 51 | 34 | | | | | |

Принятые обозначения: О - отчет, КР-контрольная работа, ЗПР – защита практических работ, Э - экзамен

ИНФОРМАЦИОННО - МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Баландин Г.Ф., Васильев В.Н. Физико-химические основы литейного производства – М.: Машиностроение, 1971 - 688 с.
2. Васильев В.А. Физико-химические основы литейного производства. – М.: Интермет-инжиниринг, 1994 – 324с..
3. Верховлюк, А. М. Физическая химия - основа металлургических процессов : учебное пособие : [16+] / А. М. Верховлюк, Г. А. Верховлюк. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 216 с. : ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617693>
4. Жуховицкий А.А. Физическая химия: учебник для студентов вузов. –3-е изд., перераб. И доп. - М.: Металлургия. – 1976. – 544 с.
5. Луков, В. В. Физическая химия : учебник : [16+] / В. В. Луков, А. Н. Морозов ; Южный федеральный университет. – 2-е изд., расшир. и доп. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 238 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561130>
6. Механоактивация оксидных и слоистых материалов / В. И. Новожинов, П. В. Поляков, Т. Р. Гильманшина [и др.] ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2015. – 164 с. : табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435699>
7. Семенов, И. Н. Химия : учебник / И. Н. Семенов, И. Л. Перфилова. – 3-е изд. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2020. – 656 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=599172>
8. Физико-химические основы металлургических процессов / Под ред. А.А. Жуховицкого.- М.: Металлургия, 1973.- 385 с.

Дополнительная литература

1. Грачев В.А. Физико-химические основы плавки чугуна – Саратов: Саратовский гос. университет, 1981, - 211с.
2. Евстратов К.И., Купина И.А. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1990.
3. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М.: Высшая школа, 1988. -496 с.

Учебно-методические материалы

1. Русая, Л.Н. Физико-химические основы литейного производства: электронный учебно-методический комплекс дисциплины/ Л.Н.Русая, Т.М. Заяц. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2012. Режим доступа: <http://elib.gstu/by>

Диагностика компетенций студента

Учебным планом по специальности 1-42 01 01 "Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)" предусмотрен экзамен в третьем семестре, который проводится в устной форме.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

Устная форма:

- выборочный устный (блиц) опрос по пройденной теме;
- проведение бесед по отдельным темам дисциплины.

Письменная форма:

- письменные контрольные работы.

Примерный перечень тем практических занятий

1. Расчет тепловых эффектов химических реакций при стандартной температуре. Закон Гесса.
2. Расчет тепловых эффектов химических реакций при разных температурах. Уравнение Кирхгофа.
3. Расчет энтропии и изобарно-изотермического потенциала химических реакций в стандартных условиях.
4. Расчет изобарно-изотермического потенциала реакции при разных температурах.
5. Расчет равновесных составов газовых фаз в химических реакциях.
6. Растворы. Способы выражения составов растворов.
7. Оценка окислительно-восстановительных свойств газовой фазы.
8. Температура кипения и кристаллизации разбавленных растворов.
9. Определение поверхностного натяжения жидкостей.
10. Дисперсный анализ гетерогенных систем.
11. Влияние поверхностно-активных веществ на физико-химические свойства связующих материалов.
12. Влияние порога коагуляции жидкого стекла на прочность смесей.
13. Исследование влияния природы связующего на механизм формирования прочностных свойств смесей.

Примерный перечень материалов и технических средств обучения

– Презентации, видеоматериалы по темам.

Описание инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины

Основные методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам дисциплины:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение), реализуемые на лекционных занятиях;

- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода, реализуемые на практических занятиях.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

Обучающиеся допускаются к сдаче экзамена по учебной дисциплине при условии выполнения всех видов работ, предусмотренных настоящей учебной программой.

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

Критерии оценки результатов учебной деятельности

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

Организация самостоятельной работы студентов

Студенты изучают литературные источники из рекомендованного списка. Используются следующие формы самостоятельной работы:

- решение индивидуальных задач в аудитории при проведении практических занятий под контролем преподавателя;
- самостоятельная работа при выполнении заданий под контролем преподавателя;
- подготовка к сдаче экзамена.

Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Понятия и определения термодинамики.
2. Первый закон термодинамики. Приложения I-го закона термодинамики к различным процессам.
3. Вычисление энтальпии и внутренней энергии вещества. Правило Гесса.
4. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа.
5. Второй закон термодинамики. Энтропия.
6. Термодинамические функции, определяющие равновесие процесса (энтропия, свободная энергия, свободная энтальпия, химический потенциал).
7. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста.
8. Общие условия равновесия термодинамической системы. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
9. Правило фаз. Уравнение Гиббса-Коновалова.

10. Равновесие химических реакций. Константа равновесия.
11. Зависимость константы равновесия химических реакций от температуры (уравнения Вант-Гоффа).
12. Растворы. Общие сведения. Способы выражения концентрации.
13. Идеальные растворы. Законы физико-химического равновесия для идеальных систем.
14. Температура кипения и кристаллизации разбавленных растворов.
15. Реальные растворы. Законы физико-химического равновесия для реальных систем.
16. Активность компонента раствора.
17. Методы определения активности.
18. Коллоидные системы. Коллоидные растворы.
19. Виды коллоидных растворов.
20. Устойчивость и коагуляция коллоидных растворов.
21. Поверхностное натяжение. Поверхностное натяжение металлов и шлаков.
22. Адгезия и когезия.
23. Адсорбция. Природа адсорбционных сил.
24. Теория мономолекулярной адсорбции.
25. Теория полимолекулярной адсорбции. Теория БЭТ.
26. Капиллярная конденсация.
27. Химическая адсорбция. Уравнение Гиббса.
28. Кинетика химических реакций. Константа скорости реакции.
29. Понятия «поверхностное натяжение, адгезия, когезия, краевой угол смачивания».
30. Механизм и кинетика диссоциации твердых оксидов.
31. Механизм и кинетика диссоциации карбонатов.
32. Кинетика окисления твердых металлов.
33. Процессы восстановления металлов газами.
34. Процессы восстановления металлов углеродом.
35. Характеристика жидкого состояния расплава.
36. Строение и свойства металлических расплавов.
37. Формирование прочности формовочных и стержневых смесей. Общая теория прочности.
38. Оценка максимальной прочности смеси при растяжении.
39. Взаимодействие металла и его оксидов с материалом формы.
40. Механизм образования пригара. Механический пригар.
41. Механизм образования пригара. Термический пригар.
42. Механизм образования пригара. Химический пригар.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

| Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры | Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|--|------------------|---|---|
| Производство отливок на основе железа. Производство отливок на основе цветных сплавов | МиТОМ | нет | |

Заведующий кафедрой
«Металлургия и технологии
обработки материалов»

Ю.Л. Бобарикин