

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Волжский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Волгоградский государственный технический университет"

ВПИ (филиал) ВолгГТУ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ 2021 г.

Физико-химия металлургических процессов
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Химия, технология и оборудование химических производств**

Учебный план 22.03.02_vech_n21.plx
22.03.02 Металлургия

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очно-заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180
в том числе:
аудиторные занятия 40
самостоятельная работа 104
часы на контроль 36

Виды контроля в семестрах:
экзамены 4

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 4 (2.2) | | Итого | |
|---|-----------|-----|-------|-----|
| | Неделя 17 | | | |
| Вид занятий | уп | рп | уп | рп |
| Лекции | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Лабораторные | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Практические | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Итого ауд. | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Контактная работа | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Сам. работа | 104 | 104 | 104 | 104 |
| Часы на контроль | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Итого | 180 | 180 | 180 | 180 |

Программу составил(и):

к.х.н., Доцент, Курунина Г.М. _____

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Химия, технология и оборудование химических производств

Зав. кафедрой

Рабочая программа дисциплины

Физико-химия металлургических процессов

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Металлургия

утвержденного учёным советом вуза от 26.05.2021 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена ученым советом факультета

Протокол от _____ 2021 г. № ____

Срок действия программы: 2021-2025 уч.г.

Декан факультета _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|-----|--|
| 1.1 | формирование теоретического базиса бакалавра в области современного материаловедения и прогрессивных технологий |
| 1.2 | получения материалов. Задачей изучения дисциплины является: научить студента пользоваться методами и законами физической химии для анализа материаловедческих (металлургических) систем. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

| | |
|--------------------|--|
| Цикл (раздел) ООП: | Б1.В |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: |
| 2.1.1 | Физическая химия |
| 2.1.2 | Математика |
| 2.1.3 | Физика |
| 2.1.4 | Химия |
| 2.2 | Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: |
| 2.2.1 | Защита от коррозии |
| 2.2.2 | Металлургия черных металлов |

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| | |
|---|--|
| ПК-5.1: Знать последовательность операций технологического процесса при выплавке стали в электропечах, внепечной обработки и разливки стали, типовые конструкции основного и вспомогательного технологического оборудования. | |
| Знать: | |
| ПК-5.2: Уметь анализировать техническую документацию и разрабатывать предложения по доработке и совершенствованию технологических процессов, основного и вспомогательного оборудования и технологической оснастки. | |
| Знать: | |
| ПК-5.3: Владеть навыками анализа технологичности производственных процессов действующего производства и оформления производственно-технической документацию в соответствии с действующими требованиями стандартов. | |
| Знать: | |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

| | |
|------------|---|
| 3.1 | Знать: |
| 3.1.1 | основы термодинамического и кинетического анализа высокотемпературных процессов получения и рафинирования цветных металлов. |
| 3.2 | Уметь: |
| 3.2.1 | термодинамический анализ металлургических систем и процессов; расчеты фазового и химического состава равновесных систем; оценку кинетических характеристик пирометаллургических процессов на основе представлений об их строении и свойствах. |
| 3.3 | Владеть: |
| 3.3.1 | проведения физико-химических расчетов применительно к системам и процессам цветной металлургии. |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература | Интреракт. | Примечание |
|-------------|---|----------------|-------|----------------------|------------|------------|------------|
| | Раздел 1. Введение | | | | | | |
| 1.1 | проведения физико-химических расчетов применительно к системам и процессам цветной металлургии. /Лек/ | 4 | 1 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | | 0 | |
| | Раздел 2. Горение | | | | | | |
| 2.1 | Процессы горение газов и углерода. /Лек/ | 4 | 1 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | | 0 | |
| | Раздел 3. Диссоциация и прочность химических соединений | | | | | | |

| | | | | | | | |
|-----|---|---|---|----------------------|--|---|--|
| 3.1 | Диссоциация оксидов и карбонатов /Лек/ | 4 | 1 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | | 0 | |
| | Раздел 4. Восстановление металлов из оксидов | | | | | | |
| 4.1 | <p>Металлотермическое восстановление. Константы равновесия реакций и факторы, влияющие на полноту металлотермического восстановления. Термодинамический анализ реакций восстановления нелетучих металлов из оксидов газообразными восстановителями – водородом и оксидом углерода. Сравнение их восстановительной способности.</p> <p>Восстановление нелетучих металлов оксидом углерода в присутствии твердого углерода. Расчет температуры начала восстановления оксида металла при заданном общем давлении оксидов углерода. Учет растворимости углерода в металле.</p> <p>Восстановление летучих металлов из оксидов газообразными восстановителями. Расчет равновесного состава газовой фазы при заданных температуре и давлении. Смещение равновесия при конденсации парогазовой смеси.</p> <p>Восстановление оксида цинка оксидом углерода. Восстановление оксидов летучих металлов твердым углеродом. Механизм и кинетика восстановления оксидов газами. Стадийность процесса; стадии, определяющие скорость. Условия реализации кинетического и диффузионного режимов. /Лек/</p> | 4 | 1 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | | 0 | |
| | Раздел 5. Строение и свойства металлических расплавов | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|---|---|---|----------------------|------|---|--|
| 5.1 | <p>Анализ строения жидких металлов на основе общих физико-химических представлений о строении жидкостей. Понятие об аморфном состоянии металлов и сплавов.</p> <p>Роль шлаков в металлургических процессах. Химический и минералогический анализ твердых шлаков и их классификация.</p> <p>Диаграммы состояния важнейших двойных систем на основе оксидов кальция, кремния и алюминия.</p> <p>Экспериментальные основы ионной теории жидких шлаков (рентгеноструктурные исследования, электропроводность жидких шлаков, ЭДС в системе металл - шлак). Полупроводниковые свойства оксидов переходных металлов.</p> <p>Термодинамическая активность компонентов шлакового расплава.</p> <p>Основные положения теории совершенных ионных растворов и причины отклонения от нее. Микронеоднородность шлаков. Структурно-чувствительные свойства шлаков. Вязкость и удельная электропроводность, их зависимость от состава и температуры. Коэффициенты диффузии простых и комплексных ионов. /Лек/</p> | 4 | 1 | | | 0 | |
| Раздел 6. Металлургическая плавка | | | | | | | |
| 6.1 | /Лек/ | 4 | 1 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | | 0 | |
| Раздел 7. Взаимодействие металлов со шлаком | | | | | | | |
| 7.1 | <p>Электрохимическая природа взаимодействия жидких шлаков с металлом и штейном (качественная картина). Двойной электрический слой на границе фаз. Понятие о сопряженных электродных процессах. Равновесный электродный потенциал и его связь с активностями и концентрациями реагентов.</p> <p>Равновесное распределение кислорода между металлом и шлаком.</p> <p>Факторы, влияющие на окислительную способность шлака. /Лек/</p> | 4 | 2 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | | 0 | |
| 7.2 | Процессы горения и свойства высокотемпературной фазы. /Пр/ | 4 | 4 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | Л1.3 | 0 | |
| 7.3 | Диссоциация и прочность химических соединений /Пр/ | 4 | 4 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | Л1.3 | 0 | |
| 7.4 | Расчеты термодинамических характеристик прочности карбонатов, оксидов и сульфидов металлов. /Пр/ | 4 | 4 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | Л1.3 | 0 | |
| 7.5 | Кинетические закономерности процессов диссоциации /Пр/ | 4 | 4 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | Л1.3 | 0 | |
| 7.6 | Растворимость водорода в жидкой стали /Лаб/ | 4 | 4 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | Л1.3 | 0 | |

| | | | | | | | |
|------|---|---|-----|----------------------|----------------|---|--|
| 7.7 | Определение константы химического равновесия /Лаб/ | 4 | 4 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | Л1.3 | 0 | |
| 7.8 | Изучение процессов диссоциации с помощью кинетики /Лаб/ | 4 | 4 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | Л1.3 | 0 | |
| 7.9 | Отчетное занятие /Лаб/ | 4 | 4 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | Л1.1 Л1.3 | 0 | |
| 7.10 | Контрольная работа. /Ср/ | 4 | 104 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 | 0 | |
| 7.11 | /Экзамен/ | 4 | 36 | ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 | 0 | |

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы к экзамену

1. Проведения физико-химических расчетов применительно к системам и процессам черной и цветной металлургии.
2. Процессы горения газов и углерода.
3. Диссоциация оксидов и карбонатов.
4. Металлотермическое восстановление.
5. Константы равновесия реакций и факторы, влияющие на полноту металлотермического восстановления.
6. Термодинамический анализ реакций восстановления нелетучих металлов из оксидов газообразными восстановителями – водородом и оксидом углерода. Сравнение их восстановительной способности.
7. Восстановление нелетучих металлов оксидом углерода в присутствии твердого углерода.
8. Расчет температуры начала восстановления оксида металла при заданном общем давлении оксидов углерода.
9. Учет растворимости углерода в металле.
10. Восстановление летучих металлов из оксидов газообразными восстановителями.
11. Расчет равновесного состава газовой фазы при заданных температуре и давлении.
12. Смещение равновесия при конденсации парогазовой смеси.
13. Восстановление оксида цинка оксидом углерода.
14. Восстановление оксидов летучих металлов твердым углеродом.
15. Механизм и кинетика восстановления оксидов газами.
16. Стадийность процесса; стадии, определяющие скорость.
17. Условия реализации кинетического и диффузионного режимов.
18. Анализ строения жидких металлов на основе общих физико-химических представлений о строении жидкостей.
19. Понятие об аморфном состоянии металлов и сплавов.
20. Роль шлаков в металлургических процессах.
21. Химический и минералогический анализ твердых шлаков и их классификация.
22. Диаграммы состояния важнейших двойных систем на основе оксидов кальция, кремния и алюминия.
23. Экспериментальные основы ионной теории жидких шлаков (рентгеноструктурные исследования, электропроводность жидких шлаков, ЭДС в системе металл - шлак).
24. Полупроводниковые свойства оксидов переходных металлов.
25. Термодинамическая активность компонентов шлакового расплава.
26. Основные положения теории совершенных ионных растворов и причины отклонения от нее.
27. Микронеоднородность шлаков.
28. Структурно-чувствительные свойства шлаков.
29. Вязкость и удельная электропроводность, их зависимость от состава и температуры.
30. Коэффициенты диффузии простых и комплексных ионов.
31. Металлургическая плавка. Электрохимическая природа взаимодействия жидких шлаков с металлом и штейном (качественная картина).
32. Двойной электрический слой на границе фаз. Понятие о сопряженных электродных процессах.
33. Равновесный электродный потенциал и его связь с активностями и концентрациями реагентов.
34. Равновесное распределение кислорода между металлом и шлаком.
35. Факторы, влияющие на окислительную способность шлака.

| |
|--|
| 5.2. Темы письменных работ |
| Предусмотрена контрольная работа, по изучаемым разделам. |
| 5.3. Фонд оценочных средств |
| |
| 5.4. Перечень видов оценочных средств |
| |

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Колич-во |
|------|---------------------------------------|--|---|----------|
| Л1.1 | Морачевский, А.Г. | Физическая химия. Гетерогенные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие - https://e.lanbook.com//book/60048 | Спб.: Лань, 2015 | эл. изд. |
| Л1.2 | Курунина, Г. М. | Электропроводность сильных и слабых электролитов [Электронный ресурс]: учебное пособие - http://lib.volpi.ru | Волжский, 2019 | эл. изд. |
| Л1.3 | Верховлюк, А. М., Верховлюк, Г. А. | Физическая химия - основа металлургических процессов: учебное пособие | Москва - Вологда : ИНФРА- Инженерия, 2021 | 10 |

6.3.1 Перечень программного обеспечения

| | |
|---------|-------------------|
| 7.3.1.1 | MS Windows XP Pro |
| 7.3.1.2 | лиц № 41300906 |
| 7.3.1.3 | бессрочная |
| 7.3.1.4 | MS Office 2003 |
| 7.3.1.5 | Лицензия |
| 7.3.1.6 | №41449069 |
| 7.3.1.7 | 2006 г. |
| 7.3.1.8 | бессрочная |

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

| | |
|---------|---|
| 7.3.2.1 | http://www.fips.ru |
| 7.3.2.2 | https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf |
| 7.3.2.3 | http://www.chemindustry.com |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| | |
|------|---|
| 7.1 | Помещения для проведения лекционных, практических занятий укомплектованы |
| 7.2 | Учебная мебель на 44 посадочных места, рабочее место преподавателя, LCD телевизор, доска |
| 7.3 | Лабораторные работы проводятся в специально оборудованной лаборатории: |
| 7.4 | Учебная мебель на 12 посадочных мест, рабочее место преподавателя, доска |
| 7.5 | весы ACCULABALK-210, |
| 7.6 | прибор «Спектрофлуориметр», |
| 7.7 | весы лабораторные ВК-300.1, |
| 7.8 | мешалка ПЭ-6100 – 2шт, |
| 7.9 | мешалка ПЭ-6110 – 2шт, |
| 7.10 | видеопроектор AcerProjector, |
| 7.11 | компьютер Celeron, |
| 7.12 | перемешивающее устройство ПЭ-8300 с регулятором, |
| 7.13 | печь муфельная, |
| 7.14 | сушильный шкаф ШСУ. |
| 7.15 | Колбонагреватель ЖКИ-2000 мл, Stegler |
| 7.16 | Мешалка магн. с нагрев RH basic |
| 7.17 | Для организации самостоятельной работы студентов Читальный зал 2 компьютера, принтер HP LaserJet 1320 |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание студентом системы правильной организации своего труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания к практическим занятиям и лабораторным работам, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями, умениями и навыками.

Методические указания к лекционным занятиям:

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам:

Практические занятия и лабораторные работы позволяют развивать у студентов творческое теоретическое мышление, умение самостоятельно изучать литературу, анализировать практику; учат четко формулировать мысль. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Готовясь к практическому занятию или лабораторной работе, студент может обращаться за методической помощью к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

Методические указания к самостоятельной работе:

Самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в библиотеке университета, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:

- 1) конспектирование (составление тезисов) лекций;
- 2) решение задач;
- 3) работу со справочной и методической литературой;
- 4) выступления с докладами, сообщениями на практических занятиях;
- 5) защиту выполненных работ;
- 6) участие в текущем опросе по отдельным темам изучаемой дисциплины;
- 7) участие в беседах, деловых (ролевых) играх, дискуссиях, круглых столах, конференциях;
- 8) участие в тестировании и др.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

- 1) повторение лекционного материала;
- 2) изучения учебной и научной литературы;
- 3) выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их консультациях;
- 4) проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов по отдельным вопросам изучаемой темы;
- 5) подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам;
- 6) решения задач, выданных на практических занятиях и лабораторных работах.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);