

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора ЮТИ ТПУ по УР
 Бибик В.Л.
« 29 » 05 2015 г.

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЯ

НАПРАВЛЕНИЕ 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: 4
КОД ДИСЦИПЛИНЫ **Б1.ВМ4.10.2**

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	32
Практические занятия, ч	32
Лабораторные занятия, ч	
Аудиторные занятия, ч	64
Самостоятельная работа, ч	80
ИТОГО, ч	144

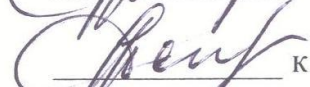
Вид промежуточной аттестации: экзамен

Обеспечивающее подразделение: кафедра: «Металлургия черных металлов»

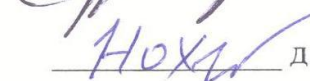
Заведующий кафедрой

 к.т.н., доцент Сапрыкин А.А.

Руководитель ООП

 к.т.н., доцент Сапрыкин А.А.

Преподаватель

 д.т.н., профессор Нохрина О.И.

2015 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целью настоящей учебной дисциплины является повышение качества подготовки студентов путем освоения прогрессивных гидрометаллургических методов извлечения ценных компонентов из руд, концентратов и промпродуктов, а также возможности применения этих методов в технологических схемах получения металлов и их соединений.

Учебная дисциплина предусматривает изучение теоретических основ, технологии и аппаратурного оформления процессов выщелачивания, сорбции, экстракции осаждения металлов, электролиза, разделения жидкого и твердого.

Специфика данной учебной дисциплины обусловлена рассмотрением технологических схем получения марганца, ванадия, вольфрама, пентаоксида ниобия и соединений молибдена, включающих операции гидрометаллургической технологии, а также вопросов обезвреживания сточных вод гидрометаллургических производств.

В результате освоения данной дисциплины бакалавр приобретает знания, обеспечивающие достижение целей основной образовательной программы по направлению «Металлургия».

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к специальным дисциплинам профессионального цикла. Она непосредственно связана с дисциплинами естественнонаучного цикла «Физическая химия») и профессионального цикла («Металлургические технологии» «Подготовка руд к плавке», «Физико-химические основы металлургических процессов») и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

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 ПК-4 ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-5 ПК-8 ПК-9 ППК-1 ППК-2	3.2.13	Сведения о металлах, их свойствах и областях применения; используемом в металлургии сырье и топливе; принципы восстановления металлов из руд методами пирометаллургии и гидрометаллургии.	У.2.13	Описывать технологические процессы, схемы, выбирать оптимальные технологические параметры процессов производства металлов, осуществлять и корректировать технологические процессы	В.2.13	Основами технологий гидрометаллургии металлов, выбирать технологическую схему производства.
--	--------	---	--------	---	--------	---

В результате освоения дисциплины «Гидрометаллургия» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины

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

4. Структура и содержание дисциплины

Лекции

Тема 1. Введение.

Значение гидрометаллургических процессов в производстве ферросплавов. Техничко-экономические, экологические и социальные преимущества. История развития. Структура гидрометаллургических схем, принципы их разработки.

Тема 2. Выщелачивание.

Классификация процессов. Требования к растворителям, их выбор. Свойства воды как растворителя. Энергия гидратации. Связь между расходом реагентов и константой равновесия.

Тема 3. Основы кинетики выщелачивания.

Влияние дефектов кристаллической решетки на кинетику выщелачивания. Роль геометрии зерна.

Тема 4. Методы и аппаратура для выщелачивания.

Периодическая и непрерывная схема выщелачивания. Чаны для выщелачивания. Выщелачивание в автоклаве. Паралифтные автоклавы. Горизонтальные автоклавы. Автоклавное выщелачивание с участием газообразных реагентов

Тема 5. Сорбционное концентрирование металла.

Общие сведения, примеры использования. Основные характеристики ионообменных смол. Влияние кислотности и ионного состава раствора, тем-

пературы, степени сшивки, пористости и величины зерна катионов на процесс сорбции.

Тема 6. Оборудование для осуществления сорбционных процессов.

Ионный обмен в колоннах. Ионный обмен из пульпы. Ионообменная хроматография. Ионообменные мембраны.

Тема 7. Экстракционные методы разделения и извлечения металлов.

Общая характеристика процесса и примеры их использования. Классификация экстрагентов. Аппаратура для экстракционных процессов: колонны (распылительные, насадочные, с перегородками), экстракторы роторно-дисковые, пульсационные.

Тема 8. Осаждение металлов.

Общие сведения. Цементация. Примеры использования для выделения металлов и очистки растворов от примесей. Механизм и кинетика. Способы и аппаратура для проведения цементации.

Тема 9. Выделение металлов в форме малорастворимых соединений.

Факторы, влияющие на растворимость труднорастворимых соединений. Условия осаждения гидроксидов, основных солей, сульфидов. Влияние условий осаждения на структуру осадка. Аппаратура для осаждения.

Тема 10. Кристаллизация солей.

Области применения в гидрометаллургии. Достоинства и недостатки способа. Пересыщенные растворы. Образование зародышей и рост кристаллов. Использование кристаллизации для очистки солей от примесей и разделения близких по свойствам элементов.

Тема 11. Сгущение, фильтрование и промывка осадка.

Общие закономерности отстаивания. Использование флокулянтов при отстаивании. Принцип расчета аппаратов для сгущения пульпы. Классификация процессов фильтрования. Количественные закономерности. Аппаратурное оформление процесса. Промывка осадка. Схемы процесса. Расчетные формулы.

Тема 12. Выделение металлов из растворов методом электролиза. Общие сведения и области применения. Электроэкстракция и электрографинирование. Электролитическое получение металлического марганца. Электролитическое получение хрома.

Тема 13. Гидрометаллургическое обогащения марганецсодержащих материалов.

Характеристика марганцевых руд. Содовый способ. Способ сорбционного выщелачивания. Гаусманитовый, кальций-хлоридный и бактериальный способы обогащения.

Тема 14. Гидрометаллургическое обогащение ванадийсодержащего сырья.

Характеристика ванадийсодержащих руд. Переработка богатого сырья. Переработка ванадийсодержащих шлаков. Способы окислительного обжига: с хлоридами и с карбонатом натрия.

Тема 15. Использование гидрометаллургической технологии для обогащения руд вольфрама.

Характеристика сырья. Производственные схем переработки вольфрамовых концентратов: спекание с содой или обработка водными растворами соды в автоклавах; и разложение кислотами.

Тема 16. Получение пентаоксида ниобия.

Ниобий содержащее сырье. Методы вскрытия ниобий содержащих руд: сплавление со щелочами, обработка кислотами.

Тема 17. Гидрометаллургические способы разложения молибденовых концентратов.

Азотнокислый способ переработки молибденитового концентрата. Окисление молибденита под давлением.

Тема 18. Очистка сточных вод гидрометаллургических производств.

Технологические схемы очистки сточных вод.

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.

5.1.1. Примерный перечень тем для самостоятельной работы

1. Раствор. Концентрация. Способы выражения концентрации.
2. Оценка термодинамической возможности протекания процессов выщелачивания.
3. Расчет мощности механической мешалки и времени процесса растворения.
4. Понятие процесса сгущения.
5. Аппаратурное оформление стадии сгущения.
6. Понятие процесса фильтрации.
7. Аппаратура для осуществления фильтрации.
8. Расчет потерь ценных компонентов, увлекаемых шламом, при промывке осадка.
9. Методика исследования кинетики выщелачивания.
10. Автоклавы и их расчет.
11. Механическое активирование твердых тел.
12. Термическое и ультразвуковое активирование твердых тел.

13. Экспериментальные методы определения константы равновесия.
14. Понятие кристаллизации солей. Стадии процесса. Способы получения пересыщенного раствора.
15. Понятие пересыщенного раствора и его количественные характеристики.
16. Факторы, влияющие на устойчивость пересыщенных растворов.
17. Гомогенное образование зародышей в процессе кристаллизации солей.
18. Гетерогенное зародышеобразование при кристаллизации солей.
19. Рост кристаллов в процессе кристаллизации солей.
20. Стадия перекристаллизации в процессе кристаллизации солей.
21. Использование кристаллизации для очистки солей от примесей и разделения близких по свойствам элементов.

5.2. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

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

6. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины (фонд оценочных средств)

Оценка успеваемости студентов осуществляется по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
выполнение и защита практических заданий	РД1
выполнение и защита лабораторных заданий	РД1
экзамен	РД1

- самостоятельного (под контролем учебного мастера) выполнения лабораторной работы;
- устного опроса при сдаче выполненных индивидуальных заданий, защите отчетов по лабораторным работам и во время экзамена (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

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. Нохрина О.И. Основы гидрометаллургии/ О.И. Нохрина. – Новокузнецк: СибГИУ, 1999. – 102 с.
2. Зеликман А.А. Теория гидрометаллургических процессов/ А.А. Зеликман, Г.М. Вольдман, Л.В. Беляевская. – М.: Metallurgia, 1993. – 335 с.
3. Гасик М.И. Теория и технология производства ферросплавов/ Гасик М.И., Лякишев Н.П., Емлин Б.И. – М.: Metallurgia, 1988, - 784 с.

Дополнительная литература:

1. Лякишев Н.П. Ванадий в черной металлургии/ Н.П. Лякишев, Н.П. Слотвинский-Сидак, Ю.Л. Плинер, С.И. Лапко. – М.: Metallurgia, 1983. – 192 с.
2. Абашин Г.И. Технология получения вольфрама и молибдена/ Г.И. Абашин, Г.Н. Погосян. – М.: Metallurgia, 1960. –259 с.
3. Производство и использование ванадиевых шлаков / Л.А.Смирнов, Ю.А.Дерябин, А.А.Филиппенко и др.; Под ред. Л.А.Смирнова. – М.: Metallurgia, 1985. – 125 с.
4. Зеликман А.Н. Молибден/ А.Н. Зеликман. – М.: Metallurgia, 1970. – 440 с.
5. Лякишев Н.П. Ниобий в черной металлургии/ Н.П. Лякишев, Ю.Л. Плинер. – М.: Metallurgia, 1971. –216 с.

Интернет-ресурсы:

- 1.<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/tecs/Metallurgy/index.html>;
 - 2.<http://www.metalspace.ru/dictionary-metal/metalterm.html>;
 - 3.<http://yaca.yandex.ru/yaca/cat/Business/Production/Metallurgy/>;
 - 4.<http://rusmetallurgiya.ru/page-2/skachat-knigi-po-metallurgii/>
-

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., кол-во установок
1	Лекционная аудитория	Корп. № 5, ауд. 19
2	Компьютерный класс	Корп. №5, ауд. 11 5 компьютеров
3	Проектор	Корп. №5, ауд. 17
4	Учебная лаборатория	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 Нохрина О.И.

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