

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Металлургии цветных металлов»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры металлургии цветных металлов

Протокол №9 от 14 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«МЕТАЛЛУРГИЯ ВТОРИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ»

Направление: 22.03.02 Металлургия

Металлургия цветных, редких и благородных металлов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Петровский
Алексей Анатольевич
Дата подписания: 18.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Немчинова Нина
Владимировна
Дата подписания: 18.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Металлургия вторичных металлов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ДК-1 Способность осуществлять деятельность, находящуюся за пределами основной профессиональной сферы	ДК-1.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ДК-1.2	Демонстрирует способность предлагать пути переработки вторичного металлсодержащего сырья	Знать – основные направления развития металлургии вторичных цветных металлов; – сырье для производства вторичных цветных металлов; – способы производства вторичных цветных металлов и сплавов на их основе; – основную аппаратуру, используемую при переработке вторичного металлсодержащего сырья; – принципы работы и особенности конструкции основных плавильных, печей, применяемых при переработке вторичных цветных металлов; Уметь – предлагать пути переработки вторичного металлсодержащего сырья; – выбирать определенные шихтовые материалы из числа имеющихся для получения вторичного сплава заданного химического состава; Владеть – корректировкой технологических процессов переработки вторичного металлсодержащего сырья; – способами расчета шихты для получения сплавов определенного химического состава.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Металлургия вторичных металлов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «История развития металлургии в

России», «Аналитическая и физическая химия», «Оборудование металлургического производства и защита металлов от коррозии», «Металлургические технологии»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Металлургия легких металлов», «Металлургия редких металлов», «Металлургия тяжелых цветных металлов», «Металлургия благородных металлов»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебн ый год № 3	Учебный год № 4
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том числе:	14	2	12
лекции	6	2	4
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	8	0	8
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	90	34	56
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	0	4
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет		Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основы технологии вторичных цветных металлов	1	2					1, 2	34	Контрольн ая работа
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Производство вторичных алюминиевых сплавов	1	2			1	2	1, 2, 3	38	Тест
2	Производство меди из вторичного сырья	2	2			2	2	1	2	Тест
3	Металлургия вторичных драгоценных металлов	3				3	2	1	2	Тест
4	Производство вторичных сплавов на свинцовой основе	4				4	2	3	14	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								4	Зачет
	Всего		4				8		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Основы технологии вторичных цветных металлов	Вводная лекция по использованию вторичных цветных металлов. Рассмотрены вопросы заготовки и первичной переработки лома и отходов цветных металлов. Изложена технология получения вторичных алюминия, меди, никеля, свинца, олова и сплавов на основе этих металлов

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Производство вторичных алюминиевых сплавов	Характеристика сырьевой базы вторичного алюминия. Классификация алюминиевых отходов. Переработка вторичного алюминийсодержащего сырья
2	Производство меди из вторичного сырья	Производство вторичной меди. предварительная обработка, подготовка и транспортировка сырья. Входные и выходные материальные потоки при выплавке вторичной меди.
3	Металлургия вторичных драгоценных металлов	Классификация и опробование отходов, содержащих драгметаллы. Подготовка отходов к металлургическому переделу. Технология переработки многокомпонентных отходов
4	Производство вторичных сплавов на свинцовой основе	Сырьевая база вторичного свинца. Классификация отходов и методы их пререработки.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчеты при производстве вторичного алюминия	2
2	Расчеты материальных потоков при производстве вторичной меди	2
3	Расчеты для производства вторичных благородных металлов	2
4	Расчеты при производстве вторичного свинца	2

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Контрольная работа для студентов заочной формы обучения	20
2	Проработка разделов теоретического материала	14

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов в дистанционном режиме	6
2	Подготовка к зачёту	16
3	Проработка разделов теоретического материала	34

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Просмотр и обсуждение учебных видеофильмов

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Целью практических занятий по курсу “Металлургия вторичных металлов” является преломление полученных общих теоретических знаний по изучаемой дисциплине к конкретным металлургическим процессам, а также ознакомление с конструкцией и принципами работы металлургических агрегатов, используемых в промышленности, и их расчётом. За время, отведенное на подготовку к практическим занятиям, обучающийся должен изучить материал по теме практического занятия и предварительно к нему подготовиться. Перечень заданий, вопросов или тем, которые будут рассмотрены на занятиях, сообщаются преподавателем. При подготовке к практическим занятиям

обучающимся необходимо работать с источниками, указанными в списке рекомендуемой литературы, интернет-ресурсами, презентациями.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Металлургия вторичных металлов [Электронный ресурс] : метод. указания по самостоятельной работе обучающихся заочной формы обучения / сост. М.Ю. Кузьмина. – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2021. ,
Металлургические технологии (металлургия вторичных металлов) [Электронный ресурс] : Методические указания для самостоятельной работы – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2018. – 12 с.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 3 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Данный вид самостоятельной работы предполагает индивидуальное самостоятельное выполнение письменной контрольной работы по предложенной тематике с использованием перечня рекомендуемой литературы и информационных ресурсов. Обучающийся выбирает одну из предложенных тем для написания письменной контрольной работы. Текст контрольной работы должен быть написан самостоятельно, строго соответствовать поставленным вопросам, быть кратким, конкретным и содержать необходимые примеры. Каждый раздел работы должен иметь заголовок в соответствии с планом. В конце работы помещается список использованной при написании работы литературы. Кроме рекомендуемой литературы, обучающийся может использовать дополнительную литературу и интернет – источники по своему усмотрению. Дополнительно необходимо подготовить презентацию по теме контрольной работы (15–20 слайдов). Текст работы и презентация должны быть выполнены с помощью ПК и направлены преподавателю в электронном виде. Правила оформления работы стандартны и приведены в СТО.

Примерная тематика контрольных работ:

1. Организация сбора лома цветных металлов на металлургических предприятиях.
2. Состав и свойства алюминиевых шлаков и особенности их переработки.
3. Вторичные ресурсы металлургии цветных металлов.
4. Переработка шлаков ферросплавного производства.
5. Первичная переработка лома свинцовых аккумуляторов.
6. Первичная переработка кабельного лома.
7. Плавка алюминиевых шлаков в наклонных роторных печах.
8. Переплавка медного лома в отражательных печах.
9. Переработка свинцовых аккумуляторов.
10. Переработка сплавов благородных металлов.
11. Переработка золотосодержащих отходов радиотехнической промышленности.
12. Извлечение серебра из кино- и фотоматериалов.
13. Переработка золоченых материалов.
14. Металлургия вторичных металлов и проблемы экологии.
15. Переработка молибденсодержащих катализаторов.
16. Извлечение серебра из электронного лома. Особенности и состав электронного лома.

17. Оборудование для вторичной обработки металлов и сплавов.
 18. Переработка производственных отходов и вторичных сырьевых ресурсов, содержащих редкие, благородные и цветные металлы.
 19. Методы разделения металлов по маркам без разрушения
 20. Вторичные редкие металлы (тугоплавкие, редкоземельные, радиоактивные)
- Возможно написание контрольной работы по другим темам связанными с переработкой вторичных цветных металлов.

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия темы, предлагаемой для написания контрольной работы; перечень используемых источников и уровень компилятивности по тематике; качество оформления; качество презентации (оформление, информативность).

6.1.2 учебный год 4 | Тест

Описание процедуры.

После прохождения темы обучающемуся выдается задание (тест), содержащий от трех до десяти вопросов с возможностью выбора правильного ответа из нескольких предложенных альтернатив, установление ответов в правильной последовательности либо вычисляемый ответ.

Критерии оценивания.

Тест считается успешно пройденным при правильных ответах на вопросы теста более 50 %

6.1.3 учебный год 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

Преподаватель проводит устный опрос (выборочно из обучающихся).

Вопросы для контроля:

1. Источники вторичного свинца
2. Первичная переработка лома свинцовых аккумуляторов.
3. Операции разделки и компактирования, сепарации лома и отходов свинца.
4. Очистка вторичного свинца от примесей.
5. Сплавы на основе свинца.
6. Очистка и рафинирование свинцовых сплавов.
7. Применение вторичных свинцовых сплавов.

Критерии оценивания.

Активное участие обучающегося в устном опросе.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной
----------------------------------	---------------------	--

		аттестации
ДК-1.2	Способен предлагать пути переработки вторичного металлсодержащего сырья и правильно обосновывает принятое решение. Умеет тесно увязывать теоретические вопросы металлургии вторичных цветных металлов с прикладными задачами	Устное собеседование по вопросам к зачёту

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 4, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проводится в виде устного собеседования по вопросам, предназначенным к зачёту. Примерный перечень вопросов к зачёту по дисциплине “Металлургия вторичных металлов”:

1. Источники образования вторичного сырья – лома и отходов предприятий различных отраслей.
2. Классификация алюминиевого лома и отходов по физическим признакам (классы). Классификация лома и отходов по химическому составу (группы и марки), по показателям (сорта).
3. Первичная переработка лома и отходов. Цели и задачи первичной обработки.
4. Основные операции первичной переработки – сортировка, разделка.
5. Резка, пакетирование, брикетирование. Дробление. Измельчение, сепарация.
6. Оборудование, применяемое при осуществлении операций сортировки и подготовки лома к переработке. Сортировочные столы, конвейеры, поточные линии. Электромагнитная сепарация. Сепараторы, технологические линии переработки стружки.
7. Разделка кабельной продукции. Отделение изоляционных материалов. Разделочные станки и установки. Аппаратурные линии разделки. Безокислительная обработка кабельного лома. Печи безокислительного обжига. Технологические схемы переработки различных типов кабельной продукции. Разделка лома электродвигателей.
8. Электростатическая сепарация. Схема и оборудование электростатической сепарации.
9. Характеристика вторичного медного сырья.
10. Плавка вторичного сырья в шахтных печах. Шихты, используемые при плавке.
11. Совместная переработка рудного и вторичного медного сырья.
12. Переработка аккумуляторного лома. Элементный состав неразделанного аккумуляторного лома. Физические свойства аккумуляторного лома. Новые направления в изменении состава аккумуляторов.
13. Агломерация мелкого свинцового сырья. особенности окускования мелочи вторичных материалов. Химический состав сырья. Производство баббитов.
14. Источники вторичного оловянного сырья. Извлечение олова с жестяного скрапа. Хлорный способ. Переработка оловянных хлорных растворов.
15. Извлечение цинка из пиритных огарков. Сульфатохлорирующий и хлорирующий обжиг. Извлечение цинка из доменных пылей. Сульфатное и гидроксидное выщелачивание.
16. Источники образования алюминиевого сырья. Сортировка алюминиевого сырья по внешним признакам, химическому составу и крупности.

17. Производство алюминиевых сплавов в топливных печах. Технология плавки и конструкция отражательных печей.
18. Плавка алюминиевого сырья в шахтных печах.
19. Технологическая схема производства вторичного алюминия.
20. Переработка серебро- и золотосодержащего сырья. Методы переработки катализаторов.
21. Переработка золотосодержащего сырья. Жидкофазное хлорирование, выделение золота из растворов.
22. Физико-химические, технологические, экономические и экологические аспекты обогащения и переработки наиболее характерных видов вторичного сырья, содержащего редкие, цветные и благородные металлы.
23. Пути переработки вторичного металлосодержащего сырья (вторичных алюминия, меди, никеля, свинца, олова и сплавов на основе этих металлов).

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Способен предлагать пути переработки вторичного металлосодержащего сырья и правильно обосновывает принятое решение. Умеет тесно увязывать теоретические вопросы металлургии вторичных цветных металлов с прикладными задачами.	Не способен предлагать пути переработки вторичного металлосодержащего сырья и правильно обосновывает принятое решение. Не умеет тесно увязывать теоретические вопросы металлургии вторичных цветных металлов с прикладными задачами.

7 Основная учебная литература

1. Худяков Иван Федорович. Металлургия вторичных тяжелых цветных металлов : учебник для вузов по спец. "Металлургия цв. металлов" и "Металлургия вторич. цв. металлов" / Иван Федорович Худяков, Анатолий Поликарпович Дорошкевич, Станислав Викторович Карелов, 1987. - 525.
2. Технология вторичных цветных металлов : учебник для вузов по спец. "Металлургия цв. металлов" и "Металлургия вторичных цв. металлов" / Под ред. И. Ф. Худякова, 1981. - 277.
3. Галевский Г. В. Металлургия алюминия : справочник по технологическим и конструктивным измерениям и расчетам / Г. В. Галевский, М. Я. Минцис, Г. А. Сиразутдинов, 2013. - 234.
4. Процессы и аппараты цветной металлургии : учеб. для вузов по направлению "Металлургия" и специальности "Металлургия цв. металлов" / Под ред. С. С. Набойченко, 1997. - 655.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Баранов А. А. Технология вторичных цветных металлов и сплавов / А. А. Баранов, О. П. Микуляк, А. А. Резняков, 1988. - 161.
2. Купряков Ювеналий Прокофьевич. Производство тяжелых цветных металлов из лома и отходов / Ювеналий Прокофьевич Купряков, 1992. - 399.
3. Уткин Н. И. Производство цветных металлов : научное издание / Н. И. Уткин, 2004. - 442.

4. Богун Г. С. Контроль вторичных металлов на взрывоопасность / Г. С. Богун, Н. Н. Никифоров, 1961. - 109.
5. Волобуев В. Ф. Заготовка и переработка вторичных металлов : [учебник для металлургических техникумов] / В. Ф. Волобуев, И. И. Довгий, Н. В. Анкудинов, 1980. - 407.
6. Фомин Б. А. Металлургия вторичного алюминия : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов 651300 "Металлургия"... / Б. А. Фомин, В. И. Москвитин, С. В. Махов, 2004. - 238.
7. Клёц В. Э. Основы пирометаллургических производств : учебное пособие для вузов по направлению "Металлургия" / В. Э. Клёц; В. Э. Клец, Н. В. Немчинова, В. С. Кокорин, 2009. - 143.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Professional 8 Russian
2. Microsoft Office Professional Plus 2013

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор "Epson EB-S18"
2. Экран Projecta SlimScreen настенный