

**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

Электрометаллургия алюминия

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Петровский Алексей Анатольевич Дата подписания: 17.06.2025
--

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
ПКС-4 Способность осуществлять, анализировать и корректировать процессы металлургической переработки металлосодержащих руд и вторичного сырья, а также получения первичного алюминия и(или) производства обожженных анодов и(или) литейного производства	ПКС-4.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-4.2	Демонстрирует способность осуществлять и корректировать процессы переработки вторичного алюминийсодержащего сырья	<p>Знать – основные направления развития металлургии вторичных цветных металлов;</p> <ul style="list-style-type: none"> – сырье для производства вторичных цветных металлов; – способы производства вторичных цветных металлов и сплавов на их основе; – основную аппаратуру, используемую при переработке вторичного алюминийсодержащего сырья; – принципы работы и особенности конструкции основных плавильных, печей, применяемых при переработке вторичных цветных металлов <p>Уметь – предлагать пути переработки вторичного алюминийсодержащего сырья;</p> <ul style="list-style-type: none"> – выбирать определенные шихтовые материалы из числа имеющихся для получения вторичного сплава заданного химического состава; <p>Владеть – корректировкой технологических процессов переработки вторичного алюминийсодержащего сырья;</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 – 2 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия, в том числе:	30	30
лекции	20	20
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	10	10
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	42	42
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ 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					2, 4	20	Реферат
2	Сырье для производства вторичных цветных металлов. Заготовка и первичная переработка лома и отходов цветных металлов	2	4			1	2	1	1	Тест

3	Производство вторичного алюминия и его сплавов	3, 4, 5, 6, 7, 8	12			2, 3, 4, 5	8	1, 3, 5	20	Тест
4	Ресурсосбережение и охрана природы при переработке вторичного сырья.	9	2					1	1	Тест
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		20				10		42	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	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 цветных и драгоценных металлов и сплавов на основе этих металлов с использованием пиро- и гидрометаллургических процессов.
2	Сырье для производства вторичных цветных металлов. Заготовка и первичная переработка лома и отходов цветных металлов	Источники образования вторичного сырья; классификация лома и отходов цветных металлов; характеристика вторичного сырья цветных металлов. Организация сбора лома и отходов цветных металлов; первичная переработка лома и отходов;
3	Производство вторичного алюминия и его сплавов	Характеристика сырьевой базы вторичного алюминия. Классификация алюминиевых отходов. Физико-химические основы переработки алюминиевого сырья; плавильные печи; рафинирование алюминиевых сплавов; переработка шлаков. Переработка вторичного алюминийсодержащего сырья.
4	Ресурсосбережение и охрана природы при переработке вторичного сырья.	Усовершенствование пиро и гидрометаллургических способов переработки вторичных материалов; пылеулавливание и газоочистка в металлургии вторичных цветных металлов; очистка сточных вод; оборотное водоснабжение предприятий вторичной цветной металлургии.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчеты по первичной переработке лома и отходов цветных металлов	2
2	Расчеты при производстве вторичного алюминия	2
3	Шихтовка и рациональное использование вторичного алюминия	2
4	Выбор флюса для плавки вторичного алюминия	2
5	Корректировка состава расплава	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	6
2	Написание реферата	15
3	Подготовка к зачёту	7
4	Подготовка презентаций	5
5	Проработка разделов теоретического материала	9

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Групповые дискуссии, 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

Перед проведением практического занятия обучающемуся необходимо изучить основную и дополнительную литературу по теме предстоящего занятия. За время, отведенное на подготовку к практическим занятиям, обучающийся должен изучить материал по теме занятия и предварительно к нему подготовиться. Перечень заданий, вопросов или тем, которые будут рассмотрены на занятиях, сообщаются преподавателем.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

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 семестр 6 | Тест

Описание процедуры.

При подготовке к тестированию самостоятельно изучить теоретический материал с помощью основной и дополнительной литературы и информационных ресурсов и прочитать конспект лекционного материала. Тест проводится в системе электронного обучения.

Критерии оценивания.

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

6.1.2 семестр 6 | Реферат

Описание процедуры.

Данный вид самостоятельной работы предполагает индивидуальное самостоятельное выполнение письменной работы (реферата) по предложенной тематике с использованием перечня рекомендуемой литературы и информационных ресурсов. Обучающийся выбирает одну из предложенных тем для написания реферата. Текст реферата должен быть выполнен с помощью ПК и направлен преподавателю в электронном виде. Правила оформления работы стандартны и приведены в СТО. Необходимо подготовить презентацию по теме реферата (15–20 слайдов).

Примерная тематика рефератов:

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)
- Для более глубокого изучения выбранной темы реферата, обучающимся необходимо работать с несколькими учебниками, указанными в списке рекомендуемой литературы.

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия темы, предлагаемой для написания реферата;
логичность, последовательность и самостоятельность изложения предлагаемой темы;

перечень используемых источников и уровень компилятивности по тематике; качество оформления.

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
ПКС-4.2	На основе знаний основ технологий вторичной металлургии цветных металлов демонстрирует способность осуществлять и корректировать процессы переработки вторичного алюминийсодержащего сырья и правильно обосновывает принятое решение.	Устное собеседование по вопросам к зачёту

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, 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. Электростатическая сепарация. Схема и оборудование электростатической сепарации.
8. Плавка вторичного сырья в шахтных печах. Шихты, используемые при плавке.
9. Источники образования алюминиевого сырья. Сортировка алюминиевого сырья по внешним признакам, химическому составу и крупности.
10. Производство алюминиевых сплавов в топливных печах. Технология плавки и конструкция отражательных печей.
11. Плавка алюминиевого сырья в шахтных печах.
12. Технологическая схема производства вторичного алюминия.

13. Физико-химические, технологические, экономические и экологические аспекты обогащения и переработки наиболее характерных видов вторичного сырья, содержащего редкие, цветные и благородные металлы.

14. Пути переработки вторичного металлсодержащего сырья (вторичных алюминия, меди, никеля, свинца, олова и сплавов на основе этих металлов).

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
На основе знаний основ технологий вторичной металлургии цветных металлов демонстрирует способность осуществлять и корректировать процессы переработки вторичного алюминийсодержащего сырья и правильно обосновывает принятое решение.	Не демонстрирует способность осуществлять и корректировать процессы переработки вторичного алюминийсодержащего сырья

7 Основная учебная литература

1. Технология вторичных цветных металлов : учебник для вузов по спец. "Металлургия цв. металлов" и "Металлургия вторичных цв. металлов" / Под ред. И. Ф. Худякова, 1981. - 277.

2. Галевский Г. В. Металлургия алюминия : справочник по технологическим и конструктивным измерениям и расчетам / Г. В. Галевский, М. Я. Минцис, Г. А. Сиразутдинов, 2013. - 234.

3. 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.

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. Уткин Н. И. Производство цветных металлов : научное издание / Н. И. Уткин, 2004. - 442.

3. Богун Г. С. Контроль вторичных металлов на взрывоопасность / Г. С. Богун, Н. Н. Никифоров, 1961. - 109.

4. Волобуев В. Ф. Заготовка и переработка вторичных металлов : [учебник для металлургических техникумов] / В. Ф. Волобуев, И. И. Довгий, Н. В. Анкудинов, 1980. - 407.

5. 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.

6. Новичков С. Б. Теория и практика переработки отходов алюминия в роторных наклонных печах : автореферат диссертации... доктора технических наук: 05.16.02 / Сергей Борисович Новичков, 2007. - 39.

7. Новичков Сергей Борисович. Теория и практика переработки отходов алюминия в роторных наклонных печах : дис. ... д-ра техн. наук: 05.16.02 / Сергей Борисович Новичков, 2008. - 333.

8. Металлургические технологии (металлургия вторичных металлов) [Электронный ресурс] : методические указания для самостоятельной работы по направлению подготовки 22.04.02 "Металлургия" (уровень магистратуры) / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 12.

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