

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

«РАФИНИРОВАНИЕ И МОДИФИЦИРОВАНИЕ АЛЮМИНИЯ»

Направление: 22.03.02 Металлургия

Электрометаллургия алюминия

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Сысоев Иван
Алексеевич
Дата подписания: 04.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Немчинова Нина
Владимировна
Дата подписания: 04.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Рафинирование и модифицирование алюминия» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-5 Способность применять принципы менеджмента качества, защиты окружающей среды, ресурсо- и энергосбережения в металлургическом производстве	ПКС-5.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-5.3	Применяет принципы защиты окружающей среды при производстве первичного алюминия и (или) монтаже анодных блоков, и (или) принципы менеджмента качества в литейном производстве	Знать перечень требований к процессу производства и качеству продукции в соответствии с менеджментом качества в литейном производстве Уметь Применять принципы менеджмента качества в литейном производстве Владеть знаниями о принципах менеджмента качества в производстве продукции на основе алюминия

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Рафинирование и модифицирование алюминия» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теория литейных процессов», «Металлургия легких металлов», «Организация и планирование эксперимента», «Электрометаллургия алюминия и проектирование цехов электролиза», «Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

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 № 8
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия, в том числе:	20	20
лекции	10	10

лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	10	10
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	52	52
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 № 8

№ 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	Рафинирование и модифицирование алюминия и сплавов на его основе	1, 2	10			1, 3, 4, 6	10	1, 2, 3, 4	52	Доклад
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		10				10		52	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	Рафинирование и модифицирование алюминия и сплавов на его основе	Примеси в первичном алюминии-сырце делят на три группы: металлические, неметаллические и газы. Наличие таких примесных элементов, например, железа и кремния вызывает существенные изменения свойств алюминия: повышается вязкость металла в жидком состоянии, увеличивается электросопротивление, уменьшаются пластичность и коррозионная стойкость. Неметаллические примеси присутствуют в виде Al_2O_3 , фтористых солей, углерода, карбида и нитрида алюминия и ухудшают механические, коррозионные и литейные свойства сплавов на основе алюминия. Примеси в виде газов в алюминии представлены преимущественно водородом. Также

		могут присутствовать диоксид углерода, сернистый газ, кислород и азот. Газы ухудшают физико-механические свойства, вызывают образование пор, раковин, пузырьков, что отрицательно влияет на изделия проката и литья. Основными способами рафинирования алюминия от примесей являются: метод трехслойного электролиза, отстаивание, с помощью алюмоорганических комплексных соединений, дистилляция, зонная перекристаллизация, обработка расплавов флюсами или инертными газами. Модифицирование является одним из известных способов изменения структуры различных металлов и промышленных сплавов. В последние годы отмечено большое количество исследований, посвященных разработке композитов на основе алюминиевой матрицы, что связано с такими свойствами этих материалов, как высокие удельная прочность, модуль упругости, сопротивление износу, жесткость и т.д. Наиболее широкое применение находят композиты на основе алюминиевой матрицы с керамическими упрочняющими фазами типа SiC, Al₂O₃, TiB₂ и TiC.
--	--	---

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Система менеджмента качества ОК "РУСАЛ"	4
3	Алюминиевые сплавы — марки, свойства и применение	2
4	Госты на продукцию на основе алюминия	2
6	Наилучшие доступные технологии в рафинировании и модифицировании алюминия	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	12
2	Подготовка к практическим занятиям	10
3	Подготовка презентаций	10
4	Проработка разделов теоретического материала	20

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: групповая дискуссия, тренинг

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

Цель

Формирование в ходе занятий компетенций, развитие знаний о способах рафинирования алюминия от примесей (металлических, неметаллических и газов) и способах изменения структуры алюминиевых сплавов.

Задание на СРС

Изучить основную и дополнительную литературу по теме предстоящего практического занятия.

Рекомендации к выполнению задания

При подготовке к практическому (семинарскому) занятию следует в первую очередь рассмотреть вопросы по теме занятия. При подготовке к практическим занятиям необходимо проработать литературу, указанную преподавателем, в объеме изучаемой темы. Самостоятельное изучение разделов курса производится с использованием литературных источников и интернет-ресурсов.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

Обучающийся знакомится с РПД, в которой указан перечень практических занятий и рекомендуемая основная и дополнительная литература.

Критерии оценки качества выполнения работы

Активная работа обучающегося на практическом занятии (представление презентации, участие в обсуждении).

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

1. Проработка разделов теоретического материала

Цель работы

Приобрести опыт самостоятельной работы, развить базу теоретических знаний по направлению дисциплины.

Задание на СРС

Данный вид СРС предполагает самостоятельное изучение информационных источников с использованием перечня рекомендуемой литературы и информационных ресурсов.

Рекомендации по выполнению задания

Обучающийся при выполнении данного вида СРС может пользоваться как рекомендуемыми основной и дополнительной литературой и информационными ресурсами, так и подбирать и использовать новые информационные источники по направлению дисциплины.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

В течение семестра обучающийся знакомится с РПД, в которой указан перечень практических занятий и рекомендуемая основная и дополнительная литература.

Критерии оценки качества выполнения работы

Проверка уровня сформированности компетенции в виде индивидуального устного собеседования по одному из теоретических вопросов зачета.

2. Подготовка к практическим занятиям

Цель - формирование в ходе занятий компетенций, развитие навыков металлургических расчетов применительно к электрометаллургии алюминия.

Задание на СРС

Изучить основную и дополнительную литературу по теме предстоящего практического занятия.

Рекомендации к выполнению задания

При подготовке к практическому (семинарскому) занятию следует в первую очередь рассмотреть вопросы по теме занятия. При подготовке к практическим занятиям необходимо проработать литературу, указанную преподавателем, в объеме изучаемой темы. Самостоятельное изучение разделов курса производится с использованием литературных источников и интернет-ресурсов.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

Обучающийся знакомится с РПД, в которой указан перечень практических занятий и рекомендуемая основная и дополнительная литература.

Критерии оценки качества выполнения работы

Активная работа обучающегося на практическом занятии.

3. Подготовка презентаций.

Цель работы

Приобрести опыт самостоятельной творческой деятельности, продемонстрировать способность к использованию творческого потенциала, повысить общекультурный уровень.

Задание на СРС

Данный вид СРС предполагает индивидуальную подготовку устного доклада с использованием презентационного материала по предложенной тематике с использованием перечня рекомендуемой литературы и информационных ресурсов.

Рекомендации по выполнению задания

Обучающийся при выполнении данного вида СРС может пользоваться как рекомендуемыми основной и дополнительной литературой и информационными ресурсами, так и подбирать и использовать новые информационные источники по тематике доклада (публикации в научных журналах - «Цветные металлы», «Металлург», «Известия вузов. Цветная металлургия» и др.), в материалах международных и всероссийских конференций, конгрессов (например, материалы Конгресса «Цветные металлы и минералы», г. Красноярск).

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

В начале семестра выдается задание на подготовку доклада.

Примерная тематика докладов (презентаций):

1. Способы рафинирования алюминия и сплавов на его основе.
2. Влияние примесей на свойства продукции из алюминия
3. Дефекты литья, возникающие при наличии газовых примесей
4. Модифицирование алюминия и сплавов на его основе.
5. Принципы менеджмента качества ОК "РУСАЛ"

Критерии оценки качества выполнения данного вида СРС

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

2. Подготовка к зачету.

Цель

Проверка сформированности компетенций в период изучения дисциплины.

Задание на СРС.

Обучающийся получает перечень вопросов к зачету по тематике дисциплины с учетом проверки сформированности компетенций.

Требования к форме и содержанию отчетных материалов

Зачет проводится в виде тестирования по теме дисциплины в формате устного собеседования по вопросам, вынесенным на зачет.

Рекомендуемый график выполнения отдельных этапов СРС

Подготовка к зачету осуществляется на зачетной неделе.

Критерии оценки качества выполнения работы

Зачет по дисциплине правильность ответа на вопросы.

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 8 | Доклад

Описание процедуры.

Данный вид самостоятельной работы предполагает индивидуальное самостоятельное подготовку доклада по предложенной тематике, с использованием перечня рекомендуемой литературы, информационных ресурсов. После самостоятельного изучения рекомендуемой литературы на последней неделе семестра обучающийся должен предоставить доклад с использованием презентационного материала.

Критерии оценивания.

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

Активная работа обучающегося на занятиях (участие в обсуждении). Ответы на вопросы при обсуждении доклада.

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-5.3	Демонстрирует знания о принципах менеджмента качества в литейном производстве	Устное собеседование по контрольным вопросам зачета

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет по дисциплине проходит в виде индивидуального устного собеседования по одному из теоретических вопросов, вынесенных на зачет.

Пример задания:

Перечень вопросов к зачету:

1. Примеси в алюминии-сырце .
2. Влияние железа и кремния на свойства алюминия.
3. Неметаллические примеси в алюминии
4. Влияние газовых примесей на качество продукции из алюминия.
5. Способы рафинирования алюминия и с плавов на его основе.
6. Ликвация расплава
7. Способ трехслойного электролиза
8. Дистилляция расплава
9. Использование флюсов для рафинирования
10. Продувка расплава инертными газами
11. Модифицирование алюминия
12. Принципы менеджмента качества при производстве продукции на основе алюминия.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Демонстрирует знания о принципах менеджмента качества в литейном производстве	Не демонстрирует знания о принципах менеджмента качества в литейном производстве

7 Основная учебная литература

1. Литейное производство: Введение в специальность : учеб. пособие по спец. "Литейное производство черных и цветных металлов", "Машины и технология литейного производства" / Под ред. С. П. Дорошенко, 1987. - 184.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Киселева О. В. Разработка новых методов рафинирования технического алюминия : дис... канд. техн. наук: 05.16.02 / Киселева Ольга Викторовна, 2002. - 125.
2. Гохтштейн М. Б. Рафинирование первичного алюминия от окисных включений и газов / М. Б. Гохтштейн, Я. И. Морозов, 1979. - 77.
3. Макаров Г. С. Рафинирование алюминиевых сплавов газами / Г. С. Макаров, 1983. - 118.
4. Бондарев Б. И. Модифицирование алюминиевых деформируемых сплавов / Б. И. Бондарев, В. И. Напалков, В. И. Тарарышкин, 1979. - 223.
5. Рафинирование алюминиевых сплавов. (Обзор) / О. П. Микуляк, В. М. Гудкевич, В. А. Радзиховский, 1972. - 58.
6. Теория металлургических процессов. Т. 6. Рафинирование металлургических расплавов / ВИНТИ, 1987. - 207.
7. Баранов П. И. Рафинирование и плавка литейных алюминиевых сплавов : монография / П. И. Баранов, 1949. - 176.

8. Производство алюминиевых сплавов и их рафинирование : сборник научных трудов / Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт алюминиевой, магниевой и электронной промышленности, 1980. - 107.
9. Юрьев Борис Петрович. Проектирование цехов электролитического рафинирования и получения тяжелых цветных металлов : учеб. пособие / Борис Петрович Юрьев; Ленингр. политехн. ин-т им. М. И. Калинина, 1981. - 76.
10. Физико-химические процессы рафинирования алюминия и его сплавов : учебно-справочное пособие / В. И. Напалков [и др.]; под ред. В. И. Напалкова, 2011. - 496.
11. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов : в 2 т. / И. В. Суминов [и др.]; под общ. ред. И. В. Суминова. Т. 1, 2011. - 464.
12. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов : в 2 т. / И. В. Суминов [и др.]; под общ. ред. И. В. Суминова. Т. 2, 2011. - 511.
13. Лепнинских Б. М. Электрохимическое легирование и модифицирование металла / Б. М. Лепнинских, С. А. Истомин; под ред. А. В. Кайбичева, 1984. - 143.
14. Беляев А. П. Рафинирование и литье первичного алюминия / А. П. Беляев, М. Б. Гошштейн, С. Е. Мараев, 1966. - 76.
15. Кузьмин М. П. Исследование и совершенствование процесса кристаллизационного рафинирования технического алюминия : диссертация ... кандидата технических наук: 05.16.02 / М. П. Кузьмин, 2015. - 190 л.

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 (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2007
2. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор "Epson EB-S18"