

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им. П.О. Сухого

О.Д. Асенчик

(подпись)

08.12.

2021

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-33-113/уч.

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)»

направление

1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)»

специализации

1-42 01 01 –01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов»

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта ОСВО 1-42 01 01-2019;
учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)», направление специальности 1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)», специализации 1-42 01 01 –01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» № I 42-1-17/уч. от 06.02.2019, I 42-1-10/уч. от 05.02.2020

СОСТАВИТЕЛЬ:

И.Н. Прусенко, старший преподаватель кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Зюзьков Евгений Александрович, главный металлург ОАО «ГЛЗ «ЦЕНТРОЛИТ»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 9 от 19.10.2021);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 4 от 02.11.2021);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 2 от 07.12.2021).

Регистрационный номер МТФ: УД-9-03/уч

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Работа современных металлургических предприятий, занятых в металлургической сфере, направлена не только на производство заготовок и изделий из металла, но и на переработку твердых производственных отходов из металла. Это достаточно актуальное направление, так как металл, извлеченный из металлургических отходов, значительно дешевле металла, извлеченного из руды в результате целого ряда технологических переделов. Кроме этого, после извлечения металлов из шлака последний может быть полезно утилизирован. Однако без понимания технологических процессов, позволяющих эффективно использовать металлические отходы в качестве вторичного сырья невозможно решать инженерные и инновационные задачи.

Дисциплина «Металлургическая переработка отходов» представляет собой теоретический и одновременно прикладной курс, в котором изложены представления комплексной переработки техногенного и вторичного сырья, принципы разработки новых технологических процессов, повышения их ресурсо- и энергоэффективности, а также экологической безопасности.

Изучение дисциплины должно способствовать компетентному участию выпускников в области цветного металлургического производства с учетом трендов глобального развития электроплавильных устройств.

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель – формирование у студентов теоретической базы и профессиональных компетенций в области ресурсосбережения и рециклинга отходов производства, прежде всего металлоотходов.

Задачи – усвоение основных положений современной теории рециклинга машиностроительных материалов, выработка умений по выбору рациональных способов переработки и оборудования, способного утилизировать отходы.

Место учебной дисциплины

Курс «Металлургическая переработка отходов» занимает важное и необходимое место в системе подготовки специалистов-металлургов. Знания и умения, полученные студентами при изучении данной учебной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин и дисциплин специализаций, связанных с термической обработкой и плавкой черных и цветных металлов и сплавов, проектированием технологического оборудования.

Требования к знаниям и умениям студентов после изучения дисциплины выпускник должен:

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

- механизмы протекания физико-химических реакций восстановления оксидов и многокомпонентных материалов;
- влияние внешних и внутренних факторов на термодинамику и кинетику восстановительных плавов черных и цветных металлов;
- основы разработки и расчета плавильных и термических агрегатов для переработки отходов;

уметь:

- производить выбор способов переработки материала на стадии проектирования в зависимости от свойств материала и целевого предназначения;
- выбирать средства переработки с учетом особенностей их эксплуатации;

владеть:

- методиками оценки характеристик и свойств металлов и сплавов, как шихтового материала;
- навыками определения параметров материала и процесса в период обработки;
- методами рециклинга металлов и сплавов различных видов.

Требования к академическим компетенциям специалиста

Специалист, освоивший содержание образовательной программы по специальности, должен обладать следующей специализированной компетенцией:

(СК-13): Владеть информацией о экологических проблемах металлургического и литейного производства, способах снижения их отрицательного воздействия на окружающую среду, источниках образования отходов, технологии и оборудовании для переработки различных металлоотходов металлургическими методами.

Вместе с тем совершенствуется ряд профессиональных компетенций:

- применять инновационные методы решения инженерных задач рециклинга металлоотходов;
- владеть вопросами анализа, расчета и подготовки металлических отходов для их переработки;
- проводить анализ технологических процессов для выбора путей, мер и средств управления качеством продукции;
- быть готовым к изменению вида и характера своей профессиональной деятельности, к работе над комплексными проектами;
- анализировать полный технологический цикл получения и обработки материалов
- взаимодействовать со специалистами смежных профессий, анализировать и оценивать собранные данные;
- применять основные принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды;
- приобретать новые знания и умения, в том числе в областях знаний, непосредственно несвязанных со сферой деятельности.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Форма получения высшего образования: **дневная**. Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах, составляет 3 зачетные единицы.

На изучение дисциплины «Металлургическая переработка отходов» предусмотрено всего: 108 часов.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Вид занятий, курс, семестр	Дневная форма
Курс	3
Семестр	6
Лекции (часов)	34
Практические занятия (часов)	17
Всего аудиторных (часов)	51
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине	
Зачет (семестр)	6

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Общие вопросы рециклинга.

Тема 1.1. Актуальность ресурсосбережения в современной индустрии. Рост и накопление отходов, причины, основные условия решения проблемы. Экологически замкнутое безотходное производство.

Тема 1.2. Проблемы и пути решения проблемы переработки металлоотходов в Республике Беларусь.

Раздел 2. Виды и классификация металлоотходов.

Тема 2.1. Основные характеристики отходов: сплавы, химический состав, геометрические параметры, физические и технологические параметры и свойства. Классификация шихтовых материалов. Дисперсность. Металлические и многокомпонентные материалы.

Тема 2.2. Методы контроля свойств металлоотходов. Контроль характеристик материалов в процессе переработки.

Раздел 3. Способы и оборудование для переработки отходов.

Тема 3.1. Кусковые и дисперсные материалы: лом и стружка, степень окисленности, загрязнение, примеси-как факторы выбора оптимального метода переработки. Особенности рециклинга дисперсных материалов.

Тема 3.2. Способы и оборудование переработки стружки черных металлов. Брикетирование. Прямой переплав

Раздел 4. Физико-химические процессы рециклинга.

Тема 4.1. Процессы твердофазного восстановления оксидных материалов.

Тема 4.2. Процессы рециклинга отходов цветных металлов: свинца, меди (медных сплавов), алюминия.

Тема 4.3. Жидкофазное восстановление металлоотходов.

Тема 4.4. Процессы тепломассообмена в слое дисперсных материалов при рециклинге оксидов.

Раздел 5. Оборудование для переработки металлоотходов.

Тема 5.1. Процессы и установки предварительной подготовки материалов для переплавки.

Тема 5.2. Плавка отходов в традиционных печах. Особенности плавки дисперсных материалов. Эффективность.

Тема 5.3. Вращающиеся печи для рециклинга дисперсных материалов. Ротационные наклоняющиеся печи. Особенности конструкции и технологии. Интенсификация процессов рециклинга.

Раздел 6. Организация промышленной переработки отходов.

Тема 6.1. Централизованная и децентрализованная системы переработки. Малотоннажный рециклинг. Примеры эффективных решений.

Тема 6.2. Рециклинг отходов цветных металлов. Примеры технологических планировок. Организация безотходного производства.

Тема 6.3. Перспективы развития рециклинга металлоотходов в Республике Беларусь.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Общие вопросы рециклинга							
1.1	Актуальность ресурсосбережения в современной индустрии	2						устный опрос
1.2.	Проблемы и пути решения проблемы переработки металлоотходов	2						устный опрос
2	Виды и классификация металлоотходов							
2.1.	Основные характеристики отходов	2	2					устный опрос защита Пр. №1
2.2	Методы контроля свойств металлоотходов	2						устный опрос
3	Способы и оборудование для переработки отходов.							
3.1.	Кусковые и дисперсные материалы	2	2					устный опрос
3.2.	Способы и оборудование переработки стружки черных металлов	2	2					устный опрос, защита Пр. №2
4	Физико-химические процессы рециклинга							
4.1	Процессы твердофазного восстановления оксидных материалов	2						устный опрос
4.2	Процессы рециклинга отходов цветных металлов	2						устный опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.3	Жидкофазное восстановление металлоотходов	2						устный опрос
4.4.	Процессы тепломассообмена в слое дисперсных материалов	2	2					устный опрос, защита Пр. №3
5	Оборудование для переработки металлоотходов							
5.1	Процессы и установки предварительной подготовки материалов для переплавки	2						устный опрос
5.2	Плавка отходов в традиционных печах	4	2					устный опрос
5.3	Вращающиеся печи для рециклинга дисперсных материалов	2	2					устный опрос, защита Пр. № 4
6	Организация промышленной переработки отходов.							
6.1	Централизованная и децентрализованная системы переработки	2	2					устный опрос, защита Пр. № 5
6.2	Рециклинг отходов цветных металлов	2						устный опрос
6.3	Перспективы развития рециклинга металлоотходов в Республике Беларусь	2	3					устный опрос, защита Пр. №6
Итого (часов) по дисциплине:		34	17					

Перечень практических работ:

№ п/п	Наименование тем и их содержание	Кол-во часов
<i>6 семестр</i>		
1	Определение основных физико-химических характеристик металлической стружки	2
2	Определение основных физико-химических характеристик окалины	4
3	Изучение технологии переработки металлической стружки	2
4	Изучение технологии переработки окалины	4
5	Изучение процессов сепарации	2
6	Изучение технологии вторичной плавки черных и цветных металлов	3
ИТОГО:		17

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Липаев, А. А. Обращение с отходами производства и потребления : учебное пособие : [16+] / А. А. Липаев, С. А. Липаев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 408 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618249>
2. Рубанов, Ю. К. Инженерное обеспечение обращения с отходами : учебное пособие : [16+] / Ю. К. Рубанов, Ю. Е. Токач. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 184 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618259>
3. Инженерная экология, рециклинг металлов и деформированных сплавов / Р. Л. Шаталов, П. И. Черноусов, Е. А. Макашов, О. В. Голубев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 460 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618262>
4. Обращение с отходами: учеб.пособие / А. А. Челноков [и др.]. - Минск: Вышэйшая школа, 2018. - 459, [1] с.
5. Обращение с отходами: учебное пособие / А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко, И.Н. Жмыхов, К.К. Юращик. - Минск: Вышэйшая школа, 2018. - 464 с.: ил. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560689>

Дополнительная литература

6. Гнедов, А. Н. Отходы производства / А. Н. Гнедов. - Минск: Дикта, 2004. - 256 с.
7. Ровин С.Л. Рециклинг металлоотходов в ротационных печах/ С.Л.Ровин. - Минск: БНТУ, 2015. -382с.
8. Бондаренко Б.И. Теория и технология бескоксовой металлургии / Б.И.Бондаренко, В.А.Шаповалов, Н.И.Гармашщод ред. Б.И.Бондаренко. - Киев:Наукова думка, 2003. -506с.
9. Ветошкин, А. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. Ч. 1. Системное обращение с отходами: учебное пособие / А. Ветошкин. - Москва ; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. - 441 с. : ил. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493897>
10. Ветошкин, А. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. Ч. 2. Переработка и утилизация промышленных отходов : учебное пособие / А. Ветошкин. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. - 381 с.: ил. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493898>
11. Волобуев В.Ф. Ресурсы вторичных черных металлов: справ. / В.Ф.Волобуев, Г.Ф.Попов. - М.:Металлургия, 1996. -128с.
12. Дигонский С.В. Теоретические основы и технология восстановительной плавки металлов из неокискованного сырья /С.В.Дигонский. -СПб.:Наука, 2007. - 322с.

13. Дьяконов О.М. Комплексная переработка стружки и металлосодержащих шламов / О.М.Дьяконов. -Минск: Технология. 2012. -262с.
14. Курунов И.Ф. Состояние и перспективы бездоменной металлургии железа. И.Ф.Курунов Н.А.Савчук. -М.: Черметинформация 2002. -198с.
15. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: справочное пособие /С.С.Кутателадзе. - М.: Энергоатомиздат 1990. -366с.
16. Лисиенко В.Г. Вращающиеся печи: теплотехника, управление и экология, в 2 кн. / В.Г.Лисиенко [и др.]. - М.: Теплотехник,2004.
17. Павлюкевич Н.В. Введение в теорию тепло- и массопереноса в пористых средах / Н.В.Павлюкевич. - Минск.: Изд-во ИТМ НАН Беларуси,2002. -140с.
18. Промышленный рециклинг техногенных отходов: учебное пособие / В.Н.Кокорин [и др.]; под общ.ред. В.Н.Кокорина. -Ульяновск: Ул. ГТУ,2005. -42с.
19. Телегин А.С. Тепломассоперенос / А.С.Телегин, В.С.Швыдкий, Ю.Г.Ярошенко. -М.:ИКЦ Академкнига, 2002. -455с.
20. Шатоха В.И. Вторичные ресурсы металлургии / В.И.Шатоха, С.И.Пинчук. - Днепрпетровск: HBF Lytgh -VAL, 2009. -338с.
21. Юсфин Ю.С. Металлургия железа / Ю.С.Юсфин, Н.Ф.Пашков. -М.:ИКЦ Академкнига. -2007. -464с.
22. Юсфин Ю.С.Новые процессы получения металла / Ю.С.Юсфин, А.А.Гиммельфарб, Н.Ф.Пашков. - М.:Металлургия, 1994, -320с.

Электронные учебно-методические документы

23. Заяц, Т.М. Металлургическая переработка отходов : практикум по од-ноим. курсу для студентов специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» направления 1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)» специализации 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» днев. и заоч. форм обучения / Т. М. Заяц. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. – 33 с. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by>
24. Заяц, Т.М. Металлургическая переработка отходов : пособие для студентов специальности 1-42 0101 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» направление специальности 1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)» специализации 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» днев. формы обучения / Т. М. Заяц. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017. - 102 с. Режим доступа: <https://elib.gstu.by>.

МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основными методами (технологиями) обучения в соответствии с целью, задачами дисциплины и направлениями развития современной системы образования являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное, вариативное изложение, частично-поисковый метод);
- элементы интерактивного обучения;

- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на практических занятиях и при управляемой самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии, реализуемые на практических занятиях.

При преподавании дисциплины в современных условиях является необходимым применение мультимедийных, информационно-коммуникационных технологий и цифровых информационных ресурсов. Занятия рекомендуется проводить с использованием компьютерных презентаций, видеofilьмов и других информационно-иллюстративно-демонстрационных средств компьютерных информационных технологий в интерактивном режиме.

Методические рекомендации по управляемой самостоятельной работе студентов

При изучении дисциплины должна использоваться такая форма управляемой самостоятельной работы, как выполнение индивидуальных заданий в аудитории на практических занятиях под контролем преподавателя.

С целью развития у обучающихся навыков работы с учебной и научной литературой, исследовательской работы часть разделов дисциплины они могут изучать самостоятельно по литературе, указанной в программе. Вопросы для самостоятельного изучения включаются в перечень вопросов к зачету.

Для организации управляемой самостоятельной работы студентов необходимо использовать современные информационные технологии: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Эффективность управляемой самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего (рубежного) контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового контроля по темам и разделам курса (модулям).

СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ

Контроль знаний студентов осуществляется путем устного опроса при выполнении практических работ и при приеме отчетов по практическим работам; устного опроса, коллоквиумов, контрольных работ, тестового контроля по темам и разделам курса (модулям) в ходе текущего (рубежного) контроля знаний; письменного и устного опроса на зачете.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

Обучающиеся допускаются к сдаче зачета по учебной дисциплине при условии выполнения всех видов работ, предусмотренных настоящей учебной программой.

При прохождении текущей аттестации обучающимся запрещается пользоваться учебными изданиями, записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ:

1. Классификация вторичного сырья в соответствии с действующим стандартом.
2. Особенности конвертирования черной меди и черной бронзы. Характеристика продуктов процесса.
3. Роль и значение вторичных цветных металлов. Источники образования лома и отходов цветных металлов.
4. Методы рафинирования алюминиевых сплавов, их критическая оценка.
5. Принципы и методы сортировки вторичного сырья цветных металлов.
6. Гидрометаллургическая переработка цинксодержащего техногенного сырья.
7. Принципы и оборудование магнитной, электромагнитной и электростатической сепарации.
8. Технологии первичной подготовки переработки вторичного оловосодержащего сырья.
9. Дробление, измельчение и резка негабаритного лома. Сравнительная оценка методов высокотемпературной резки крупногабаритного лома.
10. Переработка вторичного серебросодержащего сырья. Методы выделения серебра из растворов.
11. Дробление и измельчение вьюнообразной стружки. Сушка и обезжиривание.
12. Сравнение методов плавки лома и отходов свинца.
13. Характеристика методов гидрохимической обработки сыпучей стружки.
14. Гидрометаллургическая переработка вторичного медного сырья. Особенности переработки биметаллических отходов.
15. Пакетирование и брикетирование в металлургии вторичных цветных металлов.
16. Особенности плавки лома и отходов алюминия в двухкамерных отражательных, шахтных и индукционных печах.
17. Методы удаления брони и изоляции с проводников тока. Криогенные технологии в обработке лома и отходов.
18. Характеристика аккумуляторного лома, как вторичного свинцового сырья. Методы его переработки.
19. Анализ методов и технологий окускования вторичного и техногенного медьсодержащего сырья.
20. Первичная подготовка и переработка лома и отходов на никелевой основе. Плавка на ферроникель.
21. Шахтная плавка вторичного сырья на черную медь и черную бронзу. Совместная переработка в шахтных печах рудного и вторичного медного сырья.
22. Технологии пирометаллургической переработки вторичного золотосодержащего сырья. Сравнение пиро- и гидрометаллургических методов.
23. Сравнение выплавки сплавов на медной основе в пламенных и индукционных электрических печах.

24. Виды вторичного сырья, содержащего благородные металлы. Методы извлечения серебра из фотоотходов.

25. Рафинирование бронз и латуней от неметаллических включений и газов. Раскисление меди.

26. Сравнение пирометаллургических и гидрометаллургических методов переработки вторичного оловосодержащего сырья.

27. Методы первичной обработки вторичного сырья.

28. Технологии гидрометаллургической переработки вторичного золотосодержащего сырья. Сравнение пирометаллургических и гидрометаллургических методов.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине
Новые процессы и материалы в металлургии	МиТОМ	Нет Ю.Л. Бобарикин