

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
ГГТУ им. П.О. Сухого

\_\_\_\_\_ А.В. Сычев

\_\_\_\_\_ 08.12. \_\_\_\_\_ 2021

Регистрационный № УДз-33- 111/уч.

## **ОБЩАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

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

направление

1-42 01 01-02 «Металлургическое производство и материалобработка (материалобработка)»

специализации

1-42 01 01-02 01 «Обработка металлов давлением»

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 01-02 «Металлургическое производство и материалобработка (материалобработка)», специализации 1-42 01 01-02 01 «Обработка металлов давлением» № I 42-1-28/уч. от 07.02.2020, № I 42-1-15/уч. от 08.02.2021.

### **СОСТАВИТЕЛЬ:**

И.В. Астапенко, доцент кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат сельскохозяйственных наук.

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Савченко Сергей Александрович, инженер-технолог группы нагревательных печей и термообработки прокатного отдела технического управления прокатного отдела ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»

Попов Виктор Борисович, заведующий кафедрой «Сельскохозяйственные машины» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент.

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 10 от 18.11.2021);

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 2 от 02.12.2021);

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

Регистрационный номер ЗФ: № УДз – 135 –17у

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Общая металлургия» является одной из фундаментальных естественно-научных дисциплин при подготовке инженеров металлургического профиля.

Современный уровень металлургического производства основан на глубоких теоретических исследованиях, крупных открытиях, сделанных в разных странах мира и богатом практическом опыте. Развитие металлургии идет по следующим направлениям:

- совершенствование процессов плавки и разливки металлов и способов их внепечной обработки;
- совершенствование технологий горячей и холодной обработки металлов давлением;
- улучшение технико-экономических показателей процессов;
- повышение качества готовой продукции.

### 1.1 Цели и задачи дисциплины

Целью рассматриваемой дисциплины является изучение основ металлургического производства, нового оборудования и новых технологических процессов, направленных на повышение качества металла, на экономию энергетических, материальных и трудовых ресурсов, на комплексное решение экологических проблем.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- получение студентами знаний об основах металлургии - производстве металлов и сплавов, об их особенностях, а также аппаратурном оформлении процессов и принципах их управления технологиями;
- ознакомление студентов с основными концепциями развития металлургических процессов;
- изучение основных стандартных приемов работы металлургических агрегатов и контроля поступающей информации о технологических показателях процессов;
- ознакомление с техническими характеристиками установок для получения металлов и сплавов в металлургии;
- обучение работе с массивом металлургической литературы;
- формирование и развитие социально-профессиональной компетентности, позволяющей сочетать академические, профессиональные, социально-личностные компетенции для решения задач в сфере профессиональной и социальной деятельности;
- формирование профессиональных компетенций для работы в области металлургического и литейного производства.

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

знать:

- физико-химические основы получения металлов и сплавов;
- современные способы внедоменного получения железа;
- конструкции доменных печей и сталеплавильных агрегатов; технологии внепечной обработки стали и переплавных процессов;
- основы цветной металлургии и ферросплавного производства;

- перспективы развития металлургического производства;
- уметь:
- рассчитывать составы шихты для выплавки чугуна и стали;
  - рассчитывать материальный баланс плавки;
  - составлять уравнения химических реакций для сталеплавильных процессов и
  - описывать их кинетику; составлять технологическую схему получения цветных металлов;
  - управлять процессом структурообразования при затвердевании слитков.
- владеть:
- методикой расчёта шихты для выплавки чугуна и стали;
  - методикой расчёта материального баланса металлургических агрегатов;
  - информацией о современных технологиях производства стали высокого качества.

### **1.3 Требования к академическим компетенциям специалиста**

#### *Требования к базовым профессиональным компетенциям*

Специалист, освоивший содержание образовательной программы по специальности, должен обладать следующими базовыми профессиональными компетенциями:

БПК-11. Владеть информацией по физико-химическим основам получения металлов и сплавов, конструкциям, назначению и принципам работы основного металлургического оборудования

### **1.4 Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий**

На изучение дисциплины «Общая металлургия» предусмотрено всего: 120 часов. Форма получения высшего образования: *заочная*. Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах, составляет 3 зачетные единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Вид занятий, курс, семестр	Заочная форма
Курс	2/3
Семестр	4/5
Лекции (часов)	12(8/-)
Лабораторные занятия (часов)	6(2/4)
Всего аудиторных (часов)	18
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине	
Тестирование (семестр)	5
Экзамен (семестр)	5

## **2 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **Раздел 1 Введение**

Современная схема металлургического производства. Свойства металлов: физические, механические. Химическая активность металлов. Классификация металлов. Черные металлы, масштабность их производства.

### **Раздел 2 Производство чугуна**

Тема 2.1 Материалы для доменного производства

Сырье для получения металлов, руды, концентраты, вторичное сырье. Флюсы и их назначение. Концепция составления шихты. Минералы - рудные месторождения. Основные методы обогащения руд. Металлургическое топливо - кокс, природный газ, нефтекокс, электроэнергия.

Тема 2.2 Подготовка руд к доменной плавке

Флотация, гравитация, магнитная сепарация, цианирование руд. Технологии эффективного обогащения руд.

Тема 2.3 Выплавка чугуна. Доменный процесс. Конструкция доменной печи. Теплообмен в доменной печи. Интенсификация доменного процесса. Шлаки доменной плавки. Система газоочистки доменной печи.

### **Раздел 3 Производство стали**

Тема 3.1 Производство стали в конверторах на воздушном и кислородном дутье.

Тема 3.2 Электроплавка стали. Внепечное получение стали. Прямое восстановление железа. Легирование стали. Непрерывная разливка стали.

Тема 3.3 Разливка стали. Способы разливки стали. Оборудование. Эффективность процессов.

Тема 3.4 Кристаллизация и строение стальных слитков. Основные параметры процессов кристаллизации металлов. Фазовые диаграммы равновесия.

Современные способы повышения качества металлов и сплавов. Современные внедоменные способы производства железа. Способы восстановления металлов. Способы обжига сырья. Гидрометаллургия - перевод металлов в растворы. Прямое и косвенное восстановление. Альтернативные бескоксые процессы. Задачи бескоксвой металлургии. Основные технологии и процессы. Применяемое оборудование. Теплотехнические расчеты эффективности.

### **Раздел 4 Производство цветных металлов**

Тема 4.1 Общие сведения о цветных металлах и сплавах

Использование в народном хозяйстве. Технологии получения. Качественные характеристики процессов.

Тема 4.2 Металлургия меди

Медные руды, их обогащение и переработка. Свойства меди и ее применение. Современное состояние металлургии меди. Плавка на штейн и ее раз-

новидности. Автогенные процессы. Конвертирование штейнов. Огневое рафинирование. Электролиз меди. Гидрометаллургия меди.

#### Тема 4.3 Metallургия никеля

Свойства металлов и их применение. Руды: окисленные, сульфидные, медно-никелевые, медно-кобальтовые. Методы обогащения и получения медно-никелевых штейнов. Конвертирование, разделение на медный и никелевый концентраты. Получение никеля. Плавка окисленных никелевых руд, получение ферроникеля и огневого никеля. Электролиз никеля.

#### Тема 4.4 Metallургия алюминия

Легкие металлы и их значение для промышленности. Свойства и применение алюминия. Электролит и его свойства. Теория электролиза криолитно-глиноземных расплавов. Процессы, протекающие на электродах. Режим процесса электролиза. Конструкция алюминиевых ванн и их обслуживание.

Рафинирование алюминия. Некоторые вопросы алюминиевого производства и комплексного использования алюминиевых руд.

#### Тема 4.5 Metallургия магния и титана

Рудное сырье и его переработка. Выплавка. Производство тетрахлорида титана и его восстановление. Переработка вторичного титана. Металлотермическое восстановление. Рафинирование.

### **Радел 5 Ферросплавы и огнеупорные материалы**

#### Тема 5.1 Ферросплавы

Классификация и назначение ферросплавов. Виды ферросплавных процессов: электротермический, металлотермический, доменный процесс. Производство феррохрома. Руды хрома. Технология углеродистого феррохрома. Технология низкоуглеродистого феррохрома.

#### Тема 5.2 Огнеупорные материалы

Классификация огнеупорных материалов. Огнеупорные материалы: шамот, хромомангезит, переклазохромиты, мангезит, высокоглиноземистые огнеупоры, бакор, углеродистые огнеупоры.

### **Радел 6 Обработка металлов давлением**

#### Тема 6.1 Прокатное производство

Основные принципы прокатки стали. Физические основы процесса. Схемы осуществления прокатки. Эффективность процесса.

#### Тема 6.2 Волочение металлов

Способы осуществления. Технологические приемы. Работа волочильного оборудования.

### **Радел 7 Охрана окружающей среды в металлургии**

Экологическая защита медных заводов. Утилизация отходов металлургического производства.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Заочная 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		
<b>4-й семестр</b>								
<b>1</b>	<b>Введение</b>							
<b>2</b>	<b>Производство чугуна</b>	<b>2</b>						
2.1	Материалы для доменного производства	1						устный опрос, тестирование
2.2	Подготовка руд к доменной плавке							устный опрос, тестирование
2.3	Выплавка чугуна	1						устный опрос
<b>3</b>	<b>Производство стали</b>	<b>4</b>						
3.1	Производство стали в конверторах на воздушном и кислородном дутье							устный опрос, тестирование
3.2	Электроплавка стали	2						устный опрос
3.3	Разливка стали	2						устный опрос
3.4	Кристаллизация и строение стальных слитков							устный опрос, тестирование
<b>4</b>	<b>Производство цветных металлов</b>	<b>2</b>			<b>2</b>			устный опрос, тестирование
4.1	Общие сведения о цветных металлах и сплавах	1						устный опрос, тестирование
4.2	Металлургия меди							устный опрос, тестирование
4.3	Металлургия никеля							устный опрос
4.4	Металлургия алюминия	1			2			устный опрос
4.5	Металлургия магния и титана							устный опрос, тестирование
<b>5</b>	<b>Ферросплавы и огнеупорные материалы</b>	<b>2</b>						
5.1	Ферросплавы	1						устный опрос
5.2	Огнеупорные материалы	1						устный опрос
<b>6</b>	<b>Рдел 6 Обработка металлов давлением</b>	<b>2</b>						
6.1	Прокатное производство	1						защита Лр. №1
6.2	Волочение металлов	1						устный опрос
<b>7</b>	<b>Охрана окружающей среды в металлургии</b>							устный опрос, тестирование
<b>Итого (часов) по дисциплине:</b>		<b>12</b>			<b>2</b>			<b>экзамен</b>
<b>5-й семестр</b>								
<b>Лабораторные занятия</b>								
1	Лабораторное работа №2				2			
2	Лабораторное работа №3				2			
<b>Всего (часов) за 5-й семестр:</b>					<b>4</b>			
<b>Итого (часов) по дисциплине:</b>		<b>12</b>			<b>6</b>			<b>тестирование</b>

## 4 ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1 Основная литература

1. Маркер, Э.Э. Индустриальные системы, технологические процессы и оборудование в металлургии: учебное пособие для ВУЗов / Э.Э. Маркер. – Старый Оскол: ТНТ, 2018. – 131 с.

2. Физические свойства материалов : учебное пособие / В.И. Грызунов, Т.И. Грызунова, О.А. Клецова и др. – 3-е изд., доп. – Москва: Флинта, 2019. – 137 с.: схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461082> – ISBN 978-5-9765-2404-0. – Текст: электронный.

3. Анисович, А.Г. Структуры металлов и сплавов в технологических процессах машиностроения: научное издание / А.Г. Анисович, А.А. Андрушевич; Национальная академия наук Беларуси, Физико-технический институт. – Минск : Беларуская навука, 2018. – 136 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498688> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-985-08-2363-2. – Текст : электронный.

### 4.2 Дополнительная учебная и научная литература

1. Воскобойников, В.Г. Общая металлургия: учеб.для вузов. / Кудрин В.А., Якушев А.М. - М.: Металлургия, 2005. – 768 с.

2. Глебов, А.Г., Машкевич Е.И. Электрошлаковый переплав.-М.: Металлургия, 1985. -343 с.Кудрин А.В. Теория и технология производства стали: учебник для вузов. - Москва: Мир: АСТ, 2003. - 527с.

3. Пикунов, М. В. Плавка металлов. Кристаллизация сплавов. Затвердевание отливок.: учеб. пособие для вузов. - Москва: МИСИС, 2005. - 415 с. Тупатилов, Е. А. Порошковая металлургия: учебное пособие / Е. А. Тупатилов. - Брянск: БГТУ, 2011. - 84 с.

4. Севрюков, Н.Н. Общая металлургия: учеб.для вузов. / Н.Н. Севрюков, Кузьмин Б.А., Челищев Е.В. - М.: Металлургия, 1976.Тарасов, А.В. Технология цветной металлургии. / Уткин Н.И.; под ред. А.В.Тарасова - М.: ТОО "П-Центр", 1999

5. Уткин, Н.И. Производство цветных металлов. – 2-е изд. - М.: Интермет Инжиниринг, 2004. – 442 с.

### 4.3 Учебно-методические комплексы

6. ЭУМК №130 Жаранов, В. А. Общая металлургия: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / В. А. Жаранов. - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011.. Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/1985>

#### 4.4 Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Устный опрос.

Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.

Письменный экзамен.

Тестовые задания.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, должно быть ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, развитие навыков анализа и самостоятельности в принятии инженерных решений в будущей инженерной деятельности, умение работать с научной и технической литературой.

При изучении дисциплины также рекомендуется использовать такую форму управляемой самостоятельной работы, как решение индивидуальных заданий в аудитории, написание рефератов по отдельным темам, выходящим за рамки лекционного курса.

Рекомендуется не все вопросы программы выносить на лекции. В целях развития у студентов навыков работы с учебной и научной литературой можно предложить им часть разделов описательного характера изучить самостоятельно по литературе, указанной в программе. Вопросы для самостоятельного изучения рекомендуется включать в перечень вопросов к экзамену.

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

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- подготовка по индивидуальным заданиям;
- подготовка докладов и сообщений по индивидуальным темам.

##### *Диагностика компетенций студента*

Для оценки достижений студента используется следующий диагностический инструментарий, закрепления и углубления теоретических знаний по дисциплине:

- проведение текущих контрольных опросов на лекционных занятиях и защите лабораторных работ;
- экзамен по дисциплине;
- межсессионное тестирование студентов заочной формы обучения (проводится в 5-м семестре для допуска к экзамену);
- выступление студентов на научно-технических конференциях по подготовленным материалам.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего (рубежного) и итогового контроля знаний в форме тестирования, коллоквиумов по темам и разделам курса (модулям).

##### *Критерии оценки результатов учебной деятельности*

При оценке знаний студента в баллах по десятибальной шкале применяются критерии оценки результатов деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибальной шкале.

#### 4.5 Примерный перечень лабораторных работ:

1. Плавка алюминия и алюминиевых сплавов;
2. Изучение конструкции прокатного стана ДУО 100. Прокатка алюминиевых полос с разными условиями деформации;
3. Изучение конструкции прямолинейного цепного волочильного стана. Волочение алюминиевой проволоки с разными режимами деформации.

#### 4.6 Тематика тестовых заданий:

Общая характеристика железных и марганцевых руд. Отходы производства.

Топливо и флюсы в металлургии.

Подготовка железных руд к доменной плавке и определение оптимального содержания железа в железосодержащей части шихты.

Способы обогащения руд и оборудование для их реализации.

Окускование железорудного сырья агломерацией.

Производство окатышей и их роль в черной металлургии.

Устройство доменной печи.

Назначение, конструкция и работа колошникового устройства доменной печи.

Загрузка шихты и горение топлива в доменной печи.

Восстановление оксидов железа в доменной печи.

Восстановление в доменной печи оксидов кремния, марганца и других элементов.

Науглероживание железа и образование чугуна в доменной печи. Выплавка кремнистых и марганцовистых чугунов.

Образование шлака и удаление серы в доменной печи.

Продукты доменной плавки и способы очистки колошникового газа.

Подача и нагрев дутья в доменном процессе. Основные технико-экономические показатели доменной плавки.

Способы внедоменного получения железа и их значение.

Классификация стали. Сталеплавильные шлаки, источники их образования, строение и составы.

Окисление углерода и значение данной реакции в сталеплавильном производстве.

Окисление и восстановление кремния и марганца в сталеплавильной ванне.

Поведение фосфора в сталеплавильных агрегатах, способы и условия его удаления.

Поведение серы в сталеплавильных агрегатах, способы и условия десульфурации стали.

Газы в сталях и способы их удаления.

Неметаллические включения в сталях и способы их, удаления.

Конвертерные процессы с воздушным донным дутьем.

Сущность кислородно-конвертерного процесса. Устройство конвертера и кислородной фурмы.

Шихтовые материалы кислородно-конвертерного процесса и технология плавки в нем.

Поведение составляющих чугуна при продувке расплава кислородом. Виды охладителей и их назначение.

Технико-экономические показатели кислородно-конвертерного процесса и очистка конвертерных газов.

Разновидности кислородно-конвертерных процессов и особенности передела фосфористых чугунов в конвертерах с верхней продувкой.

Конвертерные процессы с донной продувкой кислородом и комбинированным дутьем.

Духванные сталеплавильные печи.

Устройство дуговых электрических печей.

Плавка стали в основной электродуговой печи на углеродистой шихте.

Окислительный и восстановительный периоды.

Выплавка стали методом переплава и с использованием металлизированных окатышей.

Разновидности технологии плавки стали в большегрузных печах.

Выплавка стали в кислых дуговых электропечах.

Классификация и устройство индукционных печей. Выплавка стали в печах с кислой и основной футеровкой.

Внепечные способы рафинирования стали.

Переплавные процессы, их характеристика и область применения.

Непрерывные сталеплавильные процессы.

Способы разливки стали.

Строение слитка спокойной и кипящей стали.

Оборудование для разливки стали: ковши, изложницы.

Дефекты стальных слитков.

Непрерывная разливка стали и разновидности машин непрерывного литья заготовок.

Технология производства ферросилиция.

Технология производства углеродистого ферромарганца и феррохрома.

Пирометаллургический способ получения меди.

Электролитический способ получения алюминия.

Производство магния.

Производство титана.

## 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
Теория и технология прокатного производства	МиТОМ	Нет Ю.Л. Бобарикин
Теория и технология волочильного производства	МиТОМ	Нет Ю.Л. Бобарикин
Теория и технология электроплавки стали и ферросплавов	МиТОМ	Нет Ю.Л. Бобарикин
Теория и технология электроплавки цветных металлов	МиТОМ	Нет Ю.Л. Бобарикин