

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого  
О.Д.Асенчик

\_\_\_\_\_ (подпись)

14.12. 2022

\_\_\_\_\_ (дата утверждения)

Регистрационный № УД-33- 142 /уч.

## ЛИТЕЙНЫЕ СПЛАВЫ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для 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»

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)»  
специализации 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных  
металлов» № I 42-1-04/уч. от 05.02.2021, № I 42-1-18/уч. от 31.05.2022.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

О.В Герасимова, старший преподаватель кафедры «Металлургия и литейное  
производство» учреждения образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого», магистр технических наук.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Д.М. Станецкий, главный инженер СП ОАО «ГЭТЗ».  
Г.В.Петришин, декан машиностроительного факультета 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 № 11 от 08.11.2022);  
Научно-методическим советом механико-технологического факультета  
учреждения образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П.О. Сухого»  
(протокол № 4 от 09.11.2022);  
Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский  
государственный технический университет имени П.О. Сухого»  
(протокол № 3 от 13.12.2022).

Регистрационный номер МТФ УД- 29-01 /уч

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа дисциплины «Литейные сплавы» подготовлена в соответствии с требованиями 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)» специализации 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» № I 42-1-04/уч. от 05.02.2021, № I 42-1-18/уч. от 31.05.2022.

### Цели и задачи дисциплины учебной дисциплины

Целью рассматриваемой дисциплины является научить студентов основным понятиям о сплавах и технологии их плавки, теоретическим основам формирования структуры сплавов, их литейных свойств. Изучить факторы возникновения напряжений в отливках, источники образования газов и неметаллических включений в сплавах. Познакомить студентов с основными железоуглеродистыми литейными сплавами (чугуны, стали), сплавами цветных металлов их характеристиками, областями применения.

Главными задачами дисциплины является подготовка инженеров, владеющих теоретическими основами формирования структуры сплавов, технологией получения и плавки литейных сплавов.

Дисциплина «Литейные сплавы» занимает основополагающее место в системе подготовке специалиста с высшим образованием.

Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:

#### **знать:**

- закономерности кристаллизации сплавов, методы их оценки;
- взаимосвязь диаграмм состояния с характером кристаллизации, структурой и литейными свойствами сплавов;
- виды термической обработки сплавов;
- технологию плавки железоуглеродистых сплавов и применяемое печное оборудование;
- технологию плавки цветных сплавов;

#### **уметь:**

- пользоваться диаграммой состояния сплавов для описания характера затвердевания отливок, их структуры и литейных свойств;
- экспериментально или расчетным путем определять характеристики литейных сплавов;
- пользоваться ГОСТами или другой справочной литературой;
- назначать необходимую термообработку;
- правильно выбирать сплав для конкретной детали с учетом условий ее эксплуатации;

**владеть:**

- методами определения литейных, технологических и эксплуатационных характеристик сплавов черных и цветных металлов;
- методами борьбы с вредными включениями в сплавах;
- видами термообработки и методикой ее выбора.

**Требования к компетентности специалиста**

В результате изучения дисциплины приобрести специализированную компетенцию: знать теоретические основы формирования структуры сплава, закономерности кристаллизации; оценивать влияние компонентов на формирование структуры и свойства сплавов, взаимосвязь диаграмм состояния с характером кристаллизации и свойствами сплавов.

А также развить и закрепить ряд профессиональных компетенций:

- анализировать перспективы развития технологии литейного производства и необходимых для этого процессов получения новых материалов и оборудования;
- выбирать эффективные критерии развития технологии и проектирования оборудования для получения литья, удовлетворяющего условиям современного литейного производства;
- совершенствовать и оптимизировать действующие технологические процессы на основе системного подхода к анализу исходных материалов, существующих технологических процессов и требований к качеству получаемых изделий;
- разрабатывать способы повышения качества продукции литейного производства с использованием методов статистического анализа;
- совершенствовать методы повышения качества литья с использованием современных компьютерных технологий;
- применять методы моделирования, компьютерного проектирования технологических процессов литейного производства;
- разрабатывать необходимую технологическую документацию и принимать участие в создании стандартов и нормативов, проводить сертификацию материалов, используемых для получения качественного литья в составе групп специалистов.

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

Форма получения высшего образования: дневная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Литейные сплавы» для специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» специализации 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» составляет – 148 часов.

Трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётные единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Виды занятий	Дневная форма
Курс	2
Семестр	4
Лекции (часов)	51
Практические занятия (часов)	17
Лабораторные занятия (часов)	17
Всего аудиторных (часов)	68

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

Экзамен	4
Зачёт	нет

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1 Основные понятия о сплавах и технологии их плавки.

Тема 1.1 Классификация литейных сплавов.

Классификационные признаки литейных сплавов. Группы литейных сплавов.

Тема 1.2 Номенклатура литейных свойств сплавов.

Литейные свойства сплавов и их характеристики. Технологические свойства сплавов и важность их определения для практики.

Тема 1.3 Плавление.

Особенности плавления двухкомпонентных сплавов.

Раздел 2 Теоретические основы формирования структуры сплавов, их литейные свойства (жидкотекучесть, усадка).

Тема 2.1 Кристаллизация литейных сплавов.

Зарождение и рост кристаллов. Строение металлического слитка.

Тема 2.2 Жидкотекучесть.

Виды жидкотекучести. Факторы, влияющие на жидкотекучесть. Методы определения жидкотекучести.

Тема 2.3 Усадка.

Периоды усадки. Линейная, литейная, объемная усадка. Усадочные раковины. Усадочная пористость.

Раздел 3 Напряжения в отливках.

Тема 3.1 Внутренние напряжения.

Понятие о внутренних напряжениях. Способы определения внутренних напряжений. Методы борьбы с внутренними напряжениями.

Раздел 4 Газы и неметаллические включения в сплавах.

Тема 4.1 Газы в металлических расплавах.

Источники появления газов в расплавах. Растворимость газов в сплавах.

Тема 4.2 Неметаллические включения.

Источники появления неметаллических включений в металлах и сплавах. Влияние неметаллических включений на структуру и свойства сплавов.

Раздел 5 Ликвационные свойства сплавов.

Тема 5.1 Ликвация.

Дендритная и зональная ликвация. Виды зональной ликвации. Склонность компонентов сплавов к ликвации.

Раздел 6 Железоуглеродистые литейные сплавы (чугуны).

Тема 6.1 Основные особенности железоуглеродистых сплавов.

Виды железоуглеродистых литейных сплавов. Степень эвтектичности и углеродный эквивалент.

Тема 6.2 Роль графита в чугуне.

Влияние элементов на структуру и механические свойства чугунов.

Тема 6.3 Особенности производства высокопрочного чугуна.

Легированные чугуны. Общая характеристика. Низко-, средне- и высоколегированные чугуны.

Тема 6.4 Углеродистая сталь для отливок.

Классификация по химическому составу, структуре, назначению, способу выплавки углеродистой стали.

Раздел 7 Железоуглеродистые литейные сплавы (стали).

Раздел 7.1 Литейные стали.

Легированные конструкционные литейные стали. Высоколегированные литейные стали со специальными свойствами.

Раздел 8 Литейные сплавы цветных металлов, характеристики, применение.

Тема 8.1 Медные сплавы.

Общая характеристика медных сплавов. Основные свойства медных сплавов. Маркировка сплавов. Влияние элементов на свойства медных литейных сплавов.

Тема 8.2 Бронзы для отливок.

Оловянные бронзы. Безоловянные бронзы. Латунни для отливок. Основные свойства. Область применения. Литейные свойства. Литейные свойства медных сплавов.

Тема 8.3 Алюминиевые литейные сплавы.

Общая характеристика алюминиевых литейных сплавов. Основные свойства. Область применения.

Тема 8.4 Магниевого литейные сплавы.

Классификация и литейные свойства магниевых литейных сплавов.

Раздел 9 Термообработка.

Тема 9.1 Термическая обработка чугуна.

Назначение термической обработки чугунов. Снятие напряжений, отжиг. Схема графитизирующего отжига чугуна для получения ферритной и перлитной матриц.

Тема 9.2 Термическая обработка стали.

Основные виды термической обработки для стальных отливок. Режимы термической обработки.

Раздел 10 Шлаки в металлургии.

Тема 10.1 Физико-химические основы образования шлака.

Роль шлака в образовании фаз сплавов. Особенности образования шлаков при плавке железоуглеродистых и цветных сплавов. Влияние шлаков на металлургические процессы плавки.

Раздел 11 Процессы обработки литейных сплавов в жидком состоянии.

Тема 11.1 Модифицирование литейных сплавов.

Живучесть модификатора. Модификаторы первого и второго рода.

Тема 11.2 Легирование.

Схема промышленных методов легирования. Влияние легирующих элементов на свойства сплавов. Рафинирование. Дегазация.

## 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.	Основные понятия о сплавах и технологии их плавки.							
1.1	Классификация литейных сплавов.	2						устный опрос, экзамен
1.2	Номенклатура литейных свойств сплавов.	2						устный опрос, экзамен
1.3	Плавление.	2						устный опрос, экзамен
2	Теоретические основы формирования структуры сплавов, их литейные свойства.							
2.1	Кристаллизация литейных сплавов.	2						устный опрос, экзамен
2.2	Жидкотекучесть.	2	2		3			устный опрос, экзамен, ЗЛР, ОПР
2.3	Усадка.	2			2			устный опрос, экзамен, ЗЛР
3	Напряжения в отливках.							устный опрос, экзамен
3.1	Внутренние напряжения.	2			2			устный опрос, экзамен, ЗЛР
4	Газы и неметаллические включения в сплавах.							
4.1	Газы в металлических расплавах.	2			2			устный опрос, экзамен, ЗЛР
4.2	Неметаллические включения.	2			2			устный опрос, экзамен, ЗЛР
5	Ликвационные свойства сплавов.							
5.1	Ликвация.	1			2			устный опрос, экзамен, ЗЛР



1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	Железоуглеродистые литейные сплавы (чугуны).	2						устный опрос, экзамен
6.1	Основные особенности железоуглеродистых сплавов.	4	4					устный опрос, экзамен, ОПР
6.2	Роль графита в чугуне.	2	2					устный опрос, экзамен, ОПР
6.3	Особенности производства высокопрочного чугуна.	2	2					устный опрос, экзамен, ОПР
6.4	Углеродистая сталь для отливок.	2						устный опрос, экзамен
7	Железоуглеродистые литейные сплавы (стали).							
7.1	Литейные стали.	2	3					устный опрос, экзамен, ОПР
8	Литейные сплавы цветных металлов, характеристики, применение.							
8.1	Медные сплавы.	2	2		2			устный опрос, экзамен, ЗЛР, ОПР
8.2	Бронзы для отливок.	2						устный опрос, экзамен
8.3	Алюминиевые литейные сплавы.	2	2					устный опрос, экзамен, ОПР
8.4	Магниевые литейные сплавы.	2						устный опрос, экзамен
9	Термообработка.							
9.1	Термическая обработка чугуна.	2						устный опрос, экзамен
9.2	Термическая обработка стали.	2						устный опрос, экзамен
10	Шлаки и их роль в металлургических процессах плавки.							
10.1	Шлаки в металлургии.	2						устный опрос, экзамен
11	Процессы обработки литейных сплавов в жидком состоянии.							
11.1	Модифицирование литейных сплавов.	2			2			устный опрос, экзамен, ЗЛР
11.2	Легирование.	2						устный опрос, экзамен
	Всего (часов):	51	17		17			

ЗЛР – защита лабораторных работ, ОПР – отчет по практическим работам

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении: учеб. пособие для вузов / В. М. Воздвиженский, В. А. Грачев, В. В. Спасский. - Москва: Машиностроение, 1984. - 432с.: ил. - Библиогр.: с.426-429.
2. Литейные сплавы и плавка: учебник для вузов / А. П. Трухов, А. И. Маляров. - Москва: Академия, 2004. - 336с.: ил. - (Высшее проф. образование). - Библиогр.: с.331-333.
3. Литейные сплавы и плавка. Производство отливок из чугуна и стали: учеб. пособие / Л. М. Романов, А. Н. Болдин. - Москва: МГИУ, 2005. - 47с. - Библиогр.: с.45.
4. Литейные сплавы, применяемые в машиностроении: учеб. пособие для вузов / А. Н. Граблев, А. Н. Болдин. - Москва: МГИУ, 2007. - 99с.: ил. - Библиогр.: с.99.
5. Основы теории металлургических процессов и технология плавки литейных сплавов: учебник / Л. И. Леви, Л. М. Мариенбах. - Москва: Машиностроение, 1970. - 496с. : ил.

### Дополнительная литература

6. Основы теории формирования отливки : учеб. пособие для вузов . Ч. 1: Тепловые основы теории. Затвердевание и охлаждение отливки / Г. Ф. Баландин. - Москва: Машиностроение, 1976. - 328с.: ил. - Библиогр. в конце глав.
7. Основы теории формирования отливки: учеб. пособие для вузов: в 2 ч. Ч. 2 : Формирование макроскопического строения отливки / Г. Ф. Баландин. - Москва: Машиностроение, 1979. - 335с.: ил. - Библиогр.: с.329-330.
8. Теория литейных процессов: учеб. пособие для вузов / Б. Б. Гуляев. - Ленинград: Машиностроение, 1976. - 214с. - Библиогр.: с. 211-212.
9. Физико-химические основы литейного производства: учеб. пособие для вузов / Г. Ф. Баландин, В. А. Васильев; под ред. Г. Ф. Баландина. - Москва: Машиностроение, 1971. - 223с.: ил. - Библиогр.: с.213.
10. Формирование кристаллического строения отливок. Кристаллизация в литейной форме / Г. Ф. Баландин. - Москва: Машиностроение, 1973. - 287с.: ил. - Библиогр.: с.213.

## **Характеристика инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины**

Использование устройств для имитационных прогнозирований компьютерных возможностей моделей и образования дефектов;

Использование актуальных презентационных видео материалов из отечественных и зарубежных источников.

## **Характеристика рекомендуемых методов и технологии обучения**

Рекомендуемыми методами обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на практических занятиях и при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии (дискуссия, учебные дебаты, «мозговой штурм» и другие формы и методы), реализуемые на практических занятиях и конференциях.

## **Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов**

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- решение индивидуальных заданий;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- подготовка сообщений, тематических докладов, презентаций по заданным темам;
- проработка тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников.

## **Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации**

Обучающиеся допускаются к сдаче экзамена 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.

## **Критерий оценок результатов учебной деятельности**

При оценке знаний студента в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. №09-10/53-ПО).

### **Диагностика компетентности студента**

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный опрос в течение 5-10 мин. в начале каждой лекции;
- устный и письменный опрос во время лабораторных занятий;
- защита выполненных индивидуальных лабораторных заданий;
- устный опрос во время практических занятий;
- выступление студентов на семинаре и конференции по подготовленному реферату;
- электронные тесты;
- сдача экзамена.

### **Перечень тем практических занятий**

1. Влияние величины углеродного эквивалента на линейную усадку и жидкотекучесть чугуна.
2. Оценка структуры чугуна отливок.
3. Модифицирование чугуна графитизирующими добавками.
4. Расчет шихты для получения отливок из чугуна.
5. Расчет шихты для получения отливок из стали.
6. Раскисление меди.
7. Влияние скорости охлаждения на структуру силуминов.

### **Перечень тем лабораторных занятий**

1. Исследование жидкотекучести сплавов.
2. Исследование усадочных пустот в отливках.
3. Исследование литейных напряжений в отливках.
4. Исследование вероятности образования газовых дефектов в отливках.
5. Исследование влияния неметаллических включений на качество отливки.
6. Исследование параметров затвердевания отливки.
7. Изучение зависимости формирования ликвации серы в чугуне от температуры заливки и условий охлаждения.
8. Влияние интервала кристаллизации и скорости охлаждения на усадочную пористость отливок из медных сплавов.

## Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Жидкотекучесть. Виды жидкотекучести.
2. Способы определения жидкотекучести.
3. Факторы, влияющие на жидкотекучесть.
4. Связь величины жидкотекучести с положением сплава на диаграмме состояния.
5. Сплавы, обладающие наибольшей жидкотекучестью.
6. Пробы для определения жидкотекучести. Примеры проб. Краткое описание.
7. Мера жидкотекучести в пробах постоянного сечения.
8. Усадка. Виды усадки.
9. Причины возникновения усадки.
10. Отличие между свободной и затрудненной линейной усадкой.
11. Различие между линейной усадкой сплава и линейной усадкой отливки.
12. Методы определения линейной усадки.
13. Определение линейной (свободной) усадки на приборе И.Ф. Большакова
14. Усадочная раковина.
15. Величина линейной усадки. Факторы, влияющие на величину линейной усадки.
16. Литейная усадка. Образование литейной усадки.
17. Объемная усадка. Физические явления, лежащие в основе образования объемной усадки отливок.
18. Проявление объемной усадки в отливках.
19. Влияние интервала кристаллизации сплава на проявление объемной усадки в отливках.
20. Влияние условий охлаждения отливки на проявление объемной усадки.
21. Условия, влияющие на ширину пористой зоны в отливке.
22. Влияние увеличения температуры заливки сплава на общую объемную усадку отливки.
23. Усадочная пористость. Методы определения усадочной пористости в отливках.
24. Меры борьбы с усадочной пористостью.
25. Напряжения в отливках. Причины возникновения напряжений в отливках.
26. Термические напряжения.
27. Фазовые напряжения.
28. Причины возникновения усадочных напряжений.
29. Методы определения величины внутренних напряжений в отливке.
30. Меры борьбы с литейными напряжениями.
31. Закон квадратного корня в учении о затвердевании отливок.
32. Теплоаккумулирующая способность формы.

33. Экспериментальное определение коэффициента затвердевания.
34. Классификация форм графитовых включений.
35. Роль эвтектического превращения в формировании структуры и свойств чугуна.
36. Феррит в промышленных чугунах.
37. Перлит. Состав, строение, свойства.
38. Влияние размеров и количества графитовых включений на механические свойства чугуна.
39. Углеродный эквивалент.
40. Технологические пробы для определения жидкотекучести и линейной усадки.
41. Влияние изменения концентрации углерода и интервала кристаллизации на жидкотекучесть чугуна.
42. Модифицирование.
43. Модификаторы, применяемые в промышленности для модифицирования серых чугунов с пластинчатым графитом.
44. Живучесть модификатора.
45. Пробы для определения склонности чугунов к отбелу.
46. Ликвация. Виды ликвации и её характеристики.
47. Причины возникновения ликвации. Способы устранения ликвации.
48. Дегазация расплавов. Методы, способы дегазации.
49. Очистка расплавов от неметаллических включений.
50. Методы контроля для оценки содержания неметаллических включений.

## 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	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Производство отливок на основе железа	МиТОМ	нет	
Производство отливок на основе цветных сплавов	МиТОМ	нет	

Зав.кафедрой  
«Металлургия и технологии  
обработки материалов»

Ю.Л.Бобарикин