

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор
ГГТУ им. П.О.Сухого

_____ О.Д.Асенчик
(подпись)

_____ 07.07. 2020
(дата утверждения)

Регистрационный № УДд– 33 – 75/уч.

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ МЕТАЛЛОВ

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)»

специализация

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

2020

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта ОСВО 1-42 01 01-2019. Высшее образование.
Первая ступень;
учебного плана учреждения образования «Гомельский государственный техни-
ческий университет имени П.О. Сухого» специальности 1-42 01 01 «Ме-
таллургическое производство и материалобработка (по направлениям)»
№ I 42-1-17/уч.06.02.2019

СОСТАВИТЕЛЬ

Л.Н.Русая, старший преподаватель кафедры «Металлургия и технологии об-
работки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Зюзьков Е.А. – главный металлург ОАО Гомельский литейный
завод «ЦЕНТРОЛИТ».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения
образования «Гомельский государственный технический университет имени
П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 05.05.2020);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учре-
ждения образования «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 06.05.2020);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский госу-
дарственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 25.06.2020).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель и задачи учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование и развитие у студентов компетенций, системы теоретических знаний и практических навыков, которые обеспечат возможность получения качественной продукции в результате профессиональной деятельности.

Основные задачи – изучение основ и закономерностей формирования структуры металлов и сплавов, физико-химических процессов, происходящих при плавке, при течении металлических расплавов, при их затвердевании и охлаждении.

Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения материалов дисциплины студент должен: знать:

- понятия и терминологию, касающиеся получения расплава и формирования структуры заготовок;
- структуру и физические свойства металлов и сплавов;
- основы теории заполнения форм;
- теоретические основы кристаллизации сплавов, тепловые условия затвердевания заготовок;
- методы изучения кристаллического строения металлов;
- литейные свойства металлов и сплавов;
- взаимосвязь параметров, оказывающих влияние на качество готовой продукции;

уметь:

- использовать приложения законов гидростатики к поведению расплавов металлов в печах, ковшах, разливочных устройствах, литейных формах;
- управлять кристаллизационными процессами;
- уметь оценить качество готового продукта;

владеть:

- информацией о теории формирования слитка (кристаллизация, тепловая теория затвердевания);
- знаниями об основных принципах повышения качества заготовки;
- навыками инженерных расчетов и их анализом.

В соответствии с требованиями образовательного стандарта по специальностям, студент должен обладать следующими компетенциями:

СК-11: владеть практическими навыками выбора материала и его структуры в зависимости от условий эксплуатации, определения основных показателей механических свойств, назначения режимов термической и химической обработки.

А также развить и закрепить ряд профессиональных компетенций:

- владеть основными понятиями и законами физики, принципами экспериментального и теоретического изучения физических явлений и процессов;
- знать основные химические свойства и методы получения простых веществ, законы протекания химических процессов, химической термодинамики и кинетики;
- владеть информацией по физико-химическим основам получения металлов и сплавов, конструкциям, назначению и принципам работы основного металлургического оборудования.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Форма получения высшего образования: дневная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Структура образования металлов» в соответствии с учебными планами по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» для всех форм получения высшего образования составляет 108 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины для всех форм получения высшего образования составляет 3,0 зачетных единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам (1-42 01 01-0102)

	Дневная форма
Курс	2
Семестр	3
Лекции (часов)	34
Лабораторные занятия (часов)	17
Всего аудиторных (часов)	51
Зачет, семестр	3

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Физические свойства металлов и сплавов

Металлы, классификация металлов. Температура плавления. Плотность металлов. Температура кипения и давление пара металлов. Тепловые и электрические свойства металлов и сплавов. Диффузия в жидких металлах. Вязкость жидких металлов и сплавов. Поверхностное натяжение жидких металлов и сплавов.

Тема 2. Строение металлов и сплавов в жидком и твердом состояниях

Общие сведения. Особенности электронного строения металлов. Кристаллическое строение металлов. Тепловые колебания в металлах. Дефекты кристаллического строения металлов. Основные особенности строения металлических расплавов. Основные положения жидкого состояния металлов. Экспериментальное изучение строения жидких металлов дифракционными методами.

Тема 3. Основы технологии плавки металлов

Тепло- и массоперенос в расплавах. Взаимодействие металлических расплавов с газами. Взаимодействие металлических расплавов с огнеупорными материалами. Защита расплава от взаимодействия с атмосферой при плавке. Рафинирование и раскисление.

Тема 4. Гидромеханические явления процесса формирования слитка

Приложения законов гидростатики к поведению расплавов металлов в литейных печах, ковшах, разливочных устройствах, литейных формах. Приложения законов гидродинамики к процессам течения металлов и сплавов.

Тема 5. Кристаллизация металла при формировании слитка.

Термодинамическая теория кристаллизации. Самопроизвольное зарождение центров кристаллизации. Скорость роста зародившихся кристаллов. Вынужденное зарождение центров кристаллизации.

Типы кристаллических структур и морфологические схемы кристаллизации сплавов.

Управление кристаллизационными процессами (модифицирование и др.).

Тема 6. Затвердевание слитка

Методы исследования процесса затвердевания. Расчетная схема процесса затвердевания. Строение стальных слитков. Кристаллическое строение непрерывнолитых заготовок. Строение отливок.

Тема 7. Литейные свойства сплавов. Жидкотекучесть.

Виды жидкотекучести и факторы, влияющие на жидкотекучесть. Методы определения.

Тема 8. Усадка металла.

Общие сведения об усадочных процессах. Формирование усадочной раковины. Прибыль как способ устранения усадочных дефектов. Назначение и классификация прибылей.

Тема 9. Газы и ликвация в металлических расплавах.

Источники появления газов. Газовые дефекты в заготовках. Методы устранения.

Ликвационные явления. Дендритная и зональная ликвация. Основные меры по снижению ликвации.

Тема 10. Неметаллические включения в металле.

Источники появления неметаллических включений, их влияние на структуру и свойства сплава. Способы устранения.

Тема 11. Внутренние напряжения.

Способы определения напряжений при кристаллизации и охлаждении сплава. Методы удаления внутренних напряжений.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

(Дневная форма получения образования)

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

Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Введение. Физические свойства металлов и сплавов.	4						О,3
2.	Строение металлов и сплавов в жидком и твердом состояниях.	4			2			Злр,3
3.	Основы технологии плавки металлов.	2			2			Злр,3
4.	Гидромеханические явления процесса формирования слитка.	4			2			О,Злр,3
5.	Кристаллизация металла при формировании слитка.	4						О,3
6.	Затвердевание слитка.	2						О,3
7.	Литейные свойства сплавов. Жидкотекучесть.	2			2			Злр,3
8.	Усадка металла.	4			4			
9.	Газы и ликвация в металлических расплавах.	2			2			
10.	Неметаллические включения в металле.	2						
11.	Внутренние напряжения.	4			2			
Всего (часов)		34			17			

Принятые обозначения: О – опрос на лекционных занятиях; Злр – защита лабораторной работы; 3- зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Габелая, Д.И. Теплофизические основы технологии непрерывной разливки стали : монография / Д.И. Габелая, З.К. Кабаков, Ю.В. Грибкова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 401 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564302>. – Библиогр.: с. 367 - 389. – ISBN 978-5-9729-0348. – Текст: электронный
2. Готтштайн, Г. Физико-химические основы материаловедения / Г. Готтштайн ; пер. с англ. К.Н. Золотовой, Д.О. Чаркина ; пер. с англ. под ред. В.П. Зломанова. – 3-е изд. (эл.). – Москва : Лаборатория знаний, 2017. – 403 с. : ил., граф., табл., схемы – (Лучший зарубежный учебник). – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461344>. – Библиогр.: с. 375-383. – ISBN 978-5-00101-446-1. – Текст : электронный.
3. Литейные сплавы и плавка : учебник для вузов / А. П. Трухов, А. И. Мальяров. - Москва : Академия, 2004. - 336с. : ил. - (Высшее проф. образование). - Библиогр.: с.331-333. - ISBN 5-7695-1276-8.
4. Основы получения отливок из сплавов на основе железа : учебное пособие / А.И. Булгакова, Т.Р. Гильманшина, В.Н. Баранов, Т.Н. Степанова ; Сибирский Федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. – 220 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-2926-6. – Текст : электронный.

Дополнительная литература

1. Анисович, А.Г. Микроструктуры черных и цветных металлов / А.Г. Анисович, А.А. Андрушкевич. – Минск: Беларуская навука, 2015. – 130 с.
2. Баррет, Ч.С. Структура металлов: в 2-х частях / Ч.С. Баррет, Т.Б. Масальский; пер. с англ. А.М. Бернштейна, С.В. Добаткина. – Москва: Металлургия, 1984. – 352 с.
3. Брокштейн, С.З. Строение и свойства металлических расплавов / С.З. Брокштейн. – Москва: Металлургия, 1971. – 496 с.
4. Вальтер, А.И. Основы литейного производства : учебник : / А.И. Вальтер, А.А. Протопопов. – Москва: Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 333 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564328>. – Библиогр.: с. 320.
5. Физико-химические методы исследования металлургических процессов: [учеб. для металлург. спец. вузов] / П.П. Арсентьев и др. – Москва: Металлургия, 1988. – 509 с.

Учебно-методические материалы

1. Жаранов, В. А. Теория металлургических процессов : электронный учебно-методический комплекс дисциплины / В. А. Жаранов. - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. - <http://elib.gstu.by/handle/220612/1520>
2. Ткаченко, А. В. Литейные сплавы : практикум по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 1-36 02 01 "Машины и технология литейного производства" дневной формы обучения / А. В. Ткаченко, Ю. В. Морозова. - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017. – 133 с. <https://elib.gstu.by/handle/220612/18221>
3. Ткаченко, А. В. Теория и технология плавки : курс лекций по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-36 02 01 "Машины и технология литейного производства" дневной и заочной форм обучения / А. В. Ткаченко, О. Л. Юшкина. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. - 67 с. <http://elib.gstu.by/handle/220612/577>

Примерный перечень тем лабораторных работ для дневной формы получения высшего образования

1. Исследование параметров затвердевания заготовки.
2. Оценка структуры чугуна отливок.
3. Изучение способов управления процессами структурообразования в литейных сплавах на основе алюминия. Влияние скорости охлаждения на структуру силуминов.
4. Модифицирование чугуна графитизирующими добавками.
5. Влияние интервала кристаллизации и скорости охлаждения на усадочную пористость отливок из медных сплавов.
6. Исследование жидкотекучести сплавов.
7. Исследование усадки сплавов.
8. Исследование усадочных пустот в слитках.
9. Исследование литейных напряжений в слитках.
10. Оценка эффективности различных способов рафинирования алюминиевых сплавов от растворимых газов и твердых неметаллических включений
11. Изучение зависимости формирования ликвации серы в чугуне от температуры заливки и условий охлаждения.

Вопросы для самостоятельной работы студентов

1. Понятие жидкотекучести.
2. Способы определения жидкотекучести.
3. Факторы, влияющие на жидкотекучесть.
4. Связь величины жидкотекучести с положением сплава на диаграмме состояния.
5. Пробы для определения жидкотекучести. Примеры проб.
6. Мера жидкотекучести в пробах постоянного сечения.
7. Усадка. Виды усадки.
8. Причины возникновения усадки.
9. Отличие между свободной и затрудненной линейной усадкой.
10. Методы определения линейной усадки.
11. Определение линейной (свободной) усадки на приборе И.Ф. Большакова
12. Усадочная раковина.
13. Величина линейной усадки. Факторы, влияющие на величину линейной усадки.
14. Объемная усадка. Физические явления, лежащие в основе образования объемной усадки отливок.
15. Проявление объемной усадки в отливках.
16. Влияние интервала кристаллизации сплава на проявление объемной усадки.
17. Влияние условий охлаждения отливки на проявление объемной усадки.
18. Условия, влияющие на ширину пористой зоны в отливке.
19. Влияние увеличения температуры заливки сплава на общую объемную усадку.
20. Усадочная пористость. Методы определения усадочной пористости в отливках.
21. Меры борьбы с усадочной пористостью.
22. Напряжения в отливках. Причины возникновения напряжений в отливках.
23. Термические напряжения.
24. Фазовые напряжения.
25. Причины возникновения усадочных напряжений.
26. Методы определения величины внутренних напряжений в отливке.
27. Меры борьбы с литейными напряжениями..
28. Теплоаккумулирующая способность формы.
29. Экспериментальное определение коэффициента затвердевания.
30. Классификация форм графитовых включений.
31. Влияние размеров и количества графитовых включений на механические свойства чугуна.
32. Влияние изменения концентрации углерода и интервала кристаллизации на жидкотекучесть чугуна.
33. Модифицирование.

34. Модификаторы, применяемые в промышленности для изменения размера зерна кристаллизующегося сплава.
35. Живучесть модификатора.
36. Пробы для определения склонности чугунов к отбелу.
37. Ликвация. Виды ликвации и её характеристики.
38. Причины возникновения ликвации. Способы устранения ликвации.
39. Дегазация расплавов. Методы, способы дегазации.
40. Очистка расплавов от неметаллических включений.
41. Методы контроля для оценки содержания неметаллических включений.
42. Суцность электрофлюсового рафинирования.

Методы (технологии обучения)

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение), реализуемое на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии (дискуссии, учебные дебаты), реализуемые на лекциях и конференциях.

Диагностика компетентности студентов

Для оценки достижений студента используется следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов на лекционных занятиях;
- защита выполненных лабораторных работ;
- сдача зачета по дисциплине;
- выступление студента на научно-технической конференции по подготовленным материалам.

Организация и выполнение самостоятельной работы

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде выполнения индивидуальных заданий в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием занятий;
- защита отчетов лабораторных работ ;
- подготовка к сдаче зачета.

Учебно-методическое обеспечение ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, умение работать с научной и технической литературой. Изучение каждой темы помимо приведенных в учебной программе литературных источников предполагает использование материалов тематической печати, а также информационных ресурсов Internet.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название 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)
1	2	3	4
1. Производство отливок на основе железа 2. Производство отливок на основе цветных сплавов	МиТОМ	Нет	

Заведующий кафедрой
«Металлургия и технологии
обработки материалов»

Ю.Л.Бобарикин