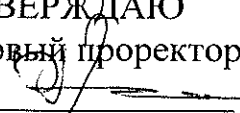


Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О. Сухого

  
О.Д. Асенчик

(подпись)

28.06.2017

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-33-27уч.

## ПЛАВКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства»

2017 г.

Учебная программа составлена на основе:  
образовательного стандарта ОСВО 1-36 02 01-2013. Высшее образование.  
Первая ступень. Специальность 1-36 02 01 «Машины и технология литейного  
производства»;  
учебного плана учреждения образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-36 02 01  
«Машины и технология литейного производства» № I 36-1-26/уч.  
от 17.09.2013.

### **СОСТАВИТЕЛЬ:**

А.В. Ткаченко, старший преподаватель кафедры «Металлургия и литейное  
производство» учреждения образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого»

### **Рецензенты:**

Е.А. Зюзьков, главный металлург ОАО «ГОМЕЛЬСКИЙ ЛИТЕЙНЫЙ  
ЗАВОД «ЦЕНТРОЛИТ»».

И.Н. Степанкин, заведующий кафедрой «Материаловедение в  
машиностроении» учреждения образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого», к.т.н., доцент

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Металлургия и литейное производство» учреждения образования  
«Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»  
(протокол № 5 от 26.04.2017 г.)

Научно-методическим Советом механико-технологического факультета  
учреждения образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 06.05.2017 г.)

Научно-методическим Советом учреждения образования «Гомельский  
государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 6 от 27.06.2017г.)

Регистрационный номер МТФ УД 005-18/уч от 06.05.2017г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс «Плавка металлов и сплавов» является одной из важных дисциплин при подготовке инженеров литейного профиля.

Учебная программа «Плавка металлов и сплавов» подготовлена в соответствии со следующими нормативными документами первой степени специальности 1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства»: ОСВО 1-36 02 01-2013, утвержденный и введенный в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08.2013 г. № 88; учебный план: № I 36-1-26/уч. от 17.09.2013.

### Цели и задачи учебной дисциплины

Цель – научить студентов основным понятиям о технологии плавки черных и цветных металлов. Изучить ваграночную плавку чугунов, плавку в электродуговых и индукционных электрических печных агрегатах, металлургические процессы плавки металлов и сплавов, кислый и основной процессы плавки, плавку цветных металлов, технологические особенности плавки цветных металлов, лигатуры, их роль при плавке цветных металлов. Познакомить студентов с процессами рафинирования и раскисления, легированием, модифицированием, внепечной обработкой металлов и сплавов. Дать понятие о шлаках, роли шлаков в металлургическом процессе получения металлов и шлаков, шихтовых материалах для процессов плавки и ее составляющих компонентах.

Задачи – подготовка инженеров владеющих закономерностями технологических и металлургических процессов плавки металлов и сплавов, технологией получения литейных сплавов, способных выбрать требуемый процесс плавки для определенного типа выплавляемого металла или сплава, определить состав шихты для плавки требуемого металла или сплава, технологические и механические свойства сплавов, владеющих методами проведения процессов плавки в топливных и электрических печных агрегатах, методами осуществления процессов легирования, модифицирования, рафинирования, раскисления черных и цветных металлов

Место учебной дисциплины – дисциплина «Плавка металлов и сплавов» занимает важное место в системе подготовке специалиста с высшим образованием.

### Требования к освоению учебной дисциплины:

В результате изучения дисциплины студенты должны:

*знать:*

- закономерности технологических и металлургических процессов плавки металлов и сплавов;
- классификацию и характеристику компонентов шихты для плавки черных и цветных сплавов;
- процессы и особенности плавки в различных типах плавильных агрегатов, металлургический передел;

*уметь:*

- выбрать требуемый процесс плавки для определенного типа выплавляемого металла или сплава;
- определять состав шихты для плавки металлов и сплавов;
- осуществлять процессы легирования, модифицирования, рафинирования металлов и сплавов как в процессе плавки, так и при внепечной обработке;

*владеть:*

- методами проведения процессов плавки в топливных и электрических печных агрегатах;
- методами осуществления процессов легирования, модифицирования, рафинирования, раскисления;
- особенностями металлургического передела для получения литья с необходимым комплексом литейных, технологических и эксплуатационных свойств.

#### Требования к академическим компетенциям специалиста

Специалист должен:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом;
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками;
- АК-4. Уметь работать самостоятельно;
- АК-5. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

#### Требования к социально-личностным компетенциям специалиста

Специалист должен:

- СЛК-1. Обладать качествами гражданственности;
- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию;
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- СЛК-4. Владеть навыками здоровьесбережения;
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике;
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

#### Требования к профессиональным компетенциям специалиста

Специалист должен быть способен:

в организационно-управленческой деятельности:

- ПК-3. Взаимодействовать со специалистами смежных профессий;
- ПК-4. Анализировать и оценивать собранные данные;
- ПК-7. Пользоваться глобальными информационными ресурсами;
- ПК-8. Владеть современными средствами телекоммуникаций.

в производственно-технологической деятельности:

– ПК-9. Организовывать выполнение технологических процессов получения литых изделий с применением соответствующих технологий и операций;

– ПК-10. Анализировать перспективы развития технологии литейного производства и необходимых для этого процессов получения новых материалов и оборудования;

– ПК-14. Совершенствовать методы повышения качества литья с использованием современных компьютерных технологий;

– ПК-16. Применять современные программные продукты для проектирования отливок и технологии их изготовления;

– ПК-18. Организовывать работы по входному контролю всех исходных материалов, применяемых в литейных цехах;

в проектно-конструкторской деятельности:

– ПК-21. Разрабатывать технологические процессы для литья в разовые формы, для специальных видов литья на основе современных получения литых изделий с применением соответствующих технологий и операций;

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Форма получения высшего образования – дневная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Плавка металлов и сплавов», в соответствии с учебным планом по специальности 1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства» составляет – 140 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 4 зачетных единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Курс	9
Семестр	9
Лекции (часов)	48
Лабораторные занятия (часов)	16
Всего аудиторных часов	64

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:

Экзамен, семестр 9

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Основные понятия о процессах плавки.

Тема 1.1. Краткая характеристика процессов плавки литейных сплавов в современных условиях и перспективы их развития.

Общая характеристика процесса плавки. Основные понятия и определения. Схема системного анализа плавки литейных сплавов. Классификация процессов плавки и методы их осуществления. Параметры процесса плавки

Тема 1.2. Классификация металлургических процессов. Общие термодинамические особенности процессов плавления.

Термодинамические и кинетические закономерности процессов плавления и фазовых переходов. Основные положения и принципы проведения металлургических процессов.

Раздел 2. Общие закономерности взаимодействия металлических и шлаковых расплавов.

Тема 2.1. Шлакообразование. Теория строения шлаковых расплавов. Свойства жидких шлаков. Основные термодинамические и кинетические зависимости между шлаком и сплавом.

Стадии процесса шлакообразования. Стадии ассимиляции извести. Источники образования шлака. Шлакообразование и шлаковый режим плавки. Шлакообразование и его влияние на ход плавки. Основные свойства шлаков. Молекулярная и ионная теории строения шлаков. Современные представления о строении расплавленных шлаков.

Тема 2.2. Кислород в металлических и шлаковых расплавах. Поведение кремния, марганца, серы и фосфора, азота и водорода в жидком железе. Окисление углерода, кремния и марганца в жидком железе. Дефосфорация. Раскисление.

Важнейшие реакции сталеплавильных процессов. Окисление углерода. Окисление и восстановление кремния. Окисление и восстановление марганца. Окисление и восстановление фосфора. Газы в стали. Удаление серы (десульфурация металла). Источники фосфора. Условия удаления фосфора из металла. Факторы, способствующие удалению фосфора из металла. Раскислительная способность элементов в чистом железе. Глубинное раскисление. Диффузионное раскисление. Раскисление обработкой металла шлаком. Раскисление обработкой вакуумом.

Раздел 3. Шихтовые материалы, топливо и флюсы.

Тема 3.1. Доменные чугуны. Вторичные металлы. Ферросплавы и модификаторы.

Классификация доменного чугуна. Доменные передельные чугуны. Металлический лом. Легированный и нелегированный. Отходы производства. Браки отливок, обрезь проката, слитки, стружка. Классификация, характеристики, химический состав ферросплавов. Классификация, характеристики, химический состав модификаторов. Комплексные модификаторы.

Тема 3.2. Подготовка шихтовых материалов к плавке. Топливо. Флюсы.

Этапы подготовки шихтовых материалов к плавке. Операции дробления, дозирования и смешения компонентов шихты. Основные виды топлива для плавильных печей. Классификация топлива. Кокс. Природный газ. Основные виды флюсов. Известняк металлургический, известь, апатитонефелиновая руда, мартеновский шлак, плавиковый шпат, доломит.

Раздел 4. Плавка чугуна в вагранках.

Тема 4.1. Физико-химические особенности процесса плавки чугуна в вагранках.

Особенности горения топлива и условия плавки в коксовых вагранках. Особенности горения топлива и условия плавки в коксогазовых вагранках. Особенности горения топлива и условия плавки в газовых вагранках.

Тема 4.2. Технологические особенности процесса плавки чугуна в вагранках. Образование ваграночного шлака и его влияние на стойкость футеровки и свойства чугуна. Особенности кислого и основного процессов.

Источники образования шлака. Физические свойства ваграночного шлака. Минералогический состав ваграночных шлаков. Влияние ваграночных шлаков на свойства чугуна.

Тема 4.3. Вневаграночные методы обработки жидкого чугуна. Технологические особенности плавки различных сортов чугуна.

Производство высокопрочного чугуна с шаровидным графитом. Особенности плавки при производстве ковкого чугуна. Особенности плавки при интенсификации ваграночного процесса. Комплексная внепечная обработка чугуна.

Раздел 5. Плавка в электрических дуговых печах.

Тема 5.1. Этапы развития. Физико-химические особенности процесса плавки в электрических дуговых печах.

Основные этапы развития промышленной дуговой электроплавки стали. Развитие дуговых печей переменного тока. Развитие дуговых печей постоянного тока.

Тема 5.2. Технологические особенности процесса плавки в электрических дуговых печах.

Плавка стали в кислой электрической печи. Плавка стали в печи с основной футеровкой. Плавка стали в основной дуговой печи с окислением примесей. Окислительный и восстановительный периоды плавки стали в основной дуговой печи. Окислительный и восстановительный периоды плавки стали в кислой дуговой печи.

Тема 5.3. Применение и технико-экономические показатели плавки в электрических дуговых печах.

Производительность электрических дуговых печей. Продолжительность плавки. Удельный расход электроэнергии. Области применения дуговых печей переменного и постоянного тока. Сравнение технико-экономических показателей дуговых печей переменного и постоянного тока

## Раздел 6. Плавка в индукционных электрических печах.

Тема 6.1. Этапы развития. Физико-химические особенности процесса плавки в индукционных электрических печах.

Основные этапы развития промышленной индукционной электроплавки. Развитие индукционных печей. Индукционные печи промышленной частоты. Индукционные печи средней частоты. Индукционные печи высокой частоты. Физико-химические особенности процесса плавки в индукционных печах с кислой футеровкой. Физико-химические особенности процесса плавки в индукционных печах с основной футеровкой.

Тема 6.2. Технологические особенности процесса плавки в индукционных электрических печах.

Технологические особенности процесса плавки в индукционных печах с кислой футеровкой. Технологические особенности процесса плавки в индукционных печах с основной футеровкой. Технологические особенности процесса десульфурации в индукционных печах.

Тема 6.3. Применение и технико-экономические показатели плавки в индукционных электрических печах.

Производительность электрических индукционных печей. Продолжительность плавки. Удельный расход электроэнергии. Области применения индукционных печей. Сравнение технико-экономических показателей индукционных печей промышленной, средней и высокой частоты.

## Раздел 7. Конвертерные процессы.

Тема 7.1. Этапы развития. Физико-химические особенности процесса плавки в кислородном конвертере.

Современное состояние конвертерного производства стали. Свойства и применение конвертерной стали. Бессемеровский процесс. Томасовский процесс. Кислородно-конвертерный процесс. Физико-химические особенности процесса плавки в кислородном конвертере.

Тема 7.2. Технологические особенности процесса плавки в кислородном конвертере. Применение и технико-экономические показатели плавки в кислородном конвертере.

Кислородно-конвертерный процесс с верхней продувкой. Кислородно-конвертерный процесс с донной продувкой. Конвертерный процесс с комбинированной продувкой. Области применения кислородно-конвертерного процесса.

## Раздел 8. Плавка алюминиевых сплавов.

Тема 8.1. Физико-химические особенности процесса. Приготовление лигатур и предварительных сплавов.

Физико-химическая характеристика процесса плавки алюминиевых сплавов. Приготовление алюминиевых лигатур. Лигатура алюминий—кремний. Лигатура алюминий — медь. Лигатура алюминий — марганец.

Тема 8.2. Технологические особенности плавки и разливки. Дегазация и очистка от неметаллических включений.



Технология плавки алюминиевых сплавов. Отличительные особенности плавки и разливки алюминиевых сплавов. Рафинирование алюминиевых сплавов. Составы флюсов, используемых при плавке алюминиевых сплавов. Модифицирование. Практические приемы и способы дегазации и очистки алюминиевых сплавов от неметаллических включений.

Раздел 9. Плавка медных и никелевых сплавов.

Тема 9.1. Физико-химические особенности процесса плавки медных сплавов. Приготовление и применение флюсов.

Физико-химические процессы, происходящие при плавке меди и ее сплавов. Взаимодействие меди и медных сплавов с атмосферой печи. Взаимодействие меди и медных сплавов с футеровкой печи. Взаимодействие меди и медных сплавов с покровными флюсами.

Тема 9.2. Приготовление и применение лигатур. Технологические особенности плавки и разливки. Дегазация и раскисление.

Технологические особенности плавки меди и медных сплавов. Плавка чистой меди. Плавка оловянных бронз. Плавка безоловянных бронз. Плавка латуней. Раскисление меди и медных сплавов. Рафинирование и дегазация медных сплавов. Составы флюсов для плавки медных сплавов.

Тема 9.3. Физико-химические особенности процесса плавки никелевых сплавов. Технологические особенности плавки и разливки. Дегазация и раскисление.

Плавка чистого никеля. Плавка жаростойких и коррозионно-стойких никелевых сплавов. Состав флюсов для плавки никелевых сплавов. Плавка современных жаропрочных сплавов. Технология плавки жаропрочных никелевых сплавов.

Раздел 10. Плавка цинковых сплавов.

Тема 10.1. Физико-химические особенности процесса. Шихтовые материалы. Технологические особенности плавки и разливки.

Химический состав цинковых литейных сплавов. Технология плавки цинковых антифрикционных сплавов. Особенность плавки сплавов цинка со свинцом. Технология плавки припоев и сплавов для литья под давлением.

Раздел 11. Плавка тугоплавких металлов.

Тема 11.1. Физико-химические особенности плавки тяжелых тугоплавких металлов. Технологические особенности плавки и разливки тяжелых тугоплавких металлов. Плавка и очистка в электроннолучевых установках. Плазменная плавка.

Физико-химические особенности плавки титановых сплавов. Гарнисажная плавка титановых сплавов. Конструкции плавления-заливочных установок для плавки титановых сплавов. Вакуумнодуговая плавка. Электронно-лучевая плавка. Плавка циркония и его сплавов. Плавка молибдена и его сплавов.

Раздел 12. Расчет шихты.

Тема 12.1 Расчет ваграночных шихт. Расчет шихты для плавки чугуна и стали в электрических дуговых печах. Расчет шихты для плавки в индукционных электрических печах.

Составление шихты — подбор материалов. Состав ваграночной шихты и требования, предъявляемые к ней. Исходные данные для расчета шихты. Способы расчета шихты. Аналитический метод расчета шихты. Графический метод расчета шихты. Метод подбора. Особенности расчета шихты для плавки чугуна и стали в электрических дуговых печах. Расчет шихты для плавки в индукционных электрических печах.

Тема 12.2. Расчет шихты для плавки алюминиевых сплавов. Расчет шихты для плавки медных и никелевых сплавов.

Средний угар элементов при плавке цветных сплавов. Аналитический метод расчета шихты для плавки алюминиевых сплавов. Графический метод расчета шихты при плавке цветных сплавов. Метод подбора при плавке цветных сплавов.

Библиотека ГГТУ ИМ. П. О. Савина

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

Номер раздела,	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 процессах плавки.							
1.1	Краткая характеристика процессов плавки литейных сплавов в современных условиях и перспективы их развития.	1						УО, Э
1.2	Классификация металлургических процессов. Общие термодинамические особенности процессов плавления	1						УО, Э
2	Общие закономерности взаимодействия металлических и шлаковых расплавов.							
2.1	Шлакообразование. Теория строения шлаковых расплавов. Свойства жидких шлаков. Основные термодинамические и кинетические зависимости между шлаком и сплавом.	2						УО, Э
2.2	Кислород в металлических и шлаковых расплавах. Поведение кремния, марганца, серы и фосфора, азота и водорода в жидком железе. Окисление углерода, кремния и марганца в жидком железе. Дефосфорация. Раскисление.	2						УО, Э
3	Шихтовые материалы, топливо и флюсы.							
3.1	Доменные чугуны. Вторичные металлы. Ферросплавы и модификаторы.	2						УО, Э
3.2	Подготовка шихтовых материалов к плавке. Топливо. Флюсы.	2						УО, Э
4	Плавка чугуна в вагранках.							

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.1	Физико-химические особенности процесса. Особенности горения топлива и условия плавки в коксовых вагранках. Особенности горения топлива и условия плавки в коксогазовых вагранках. Особенности горения топлива и условия плавки в газовых вагранках.	2			2			О, ЗЛР, Э
4.2	Технологические особенности процесса. Образование ваграночного шлака и его влияние на стойкость футеровки и свойства чугуна. Особенности кислого и основного процессов.	2						УО, Э
4.3	Вневаграночные методы обработки жидкого чугуна. Технологические особенности плавки различных сортов чугуна.	2						УО, Э
5	Плавка в электрических дуговых печах.							
5.1	Этапы развития. Физико-химические особенности процесса плавки в электрических дуговых печах.	2						УО, Э
5.2	Технологические особенности процесса плавки в электрических дуговых печах.	2			2			О, ЗЛР, Э
5.3	Применение и технико-экономические показатели плавки в электрических дуговых печах.	2						УО, Э
6	Плавка в индукционных электрических печах.							
6.1	Этапы развития. Физико-химические особенности процесса плавки в индукционных электрических печах.	2						УО, Э
6.2	Технологические особенности процесса плавки в индукционных электрических печах.	2			2			О, ЗЛР, Э
6.3	Применение и технико-экономические показатели плавки в индукционных электрических печах.	2						УО, Э
7	Конвертерные процессы.							

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7.1	Этапы развития. Физико-химические особенности процесса плавки в кислородном конвертере.	2						УО, Э
7.2	Технологические особенности процесса плавки в кислородном конвертере. Применение и технико-экономические показатели плавки в кислородном конвертере..	2						УО, Э
8	Плавка алюминиевых сплавов.							
8.1	Физико-химические особенности процесса. Приготовление лигатур и предварительных сплавов.	2						УО, Э
8.2	Технологические особенности плавки и разливки. Дегазация и очистка от неметаллических включений.	2			2			О, ЗЛР, Э
9	Плавка медных и никелевых сплавов.							
9.1	Физико-химические особенности процесса плавки медных сплавов. Приготовление и применение флюсов.	2			2			О, ЗЛР, Э
9.2	Приготовление и применение лигатур. Технологические особенности плавки и разливки. Дегазация и раскисление.	2			2			О, ЗЛР, Э
9.3	Физико-химические особенности процесса плавки никелевых сплавов. Технологические особенности плавки и разливки. Дегазация и раскисление.	2						УО, Э
10	Плавка цинковых сплавов.							
10.1	Физико-химические особенности процесса. Шихтовые материалы. Технологические особенности плавки и разливки.	2						УО, Э
11	Плавка тугоплавких металлов.							
11.1	Физико-химические особенности плавки тяжелых тугоплавких металлов. Технологические особенности плавки и разливки тяжелых тугоплавких металлов. Плавка и очистка в электроннолучевых установках. Плазменная плавка.	2						УО, Э
12	Расчет шихты.							

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12.1	Расчет ваграночных шихт. Расчет шихты для плавки чугуна и стали в электрических дуговых печах. Расчет шихты для плавки в индукционных электрических печах.	1			2			О, ЗЛР, Э
12.2	Расчет шихты для плавки алюминиевых сплавов. Расчет шихты для плавки медных и никелевых сплавов.	1			2			О, ЗЛР, Э
	Всего (часов):	48			16			

Принятые обозначения: УО- устный опрос; О- отчет по лабораторной работе; ЗЛР- защита лабораторной работы; Э- экзамен

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Основная литература

1. Воздвиженский, В. М. Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении / В. М. Воздвиженский, В. А. Грачев, В. В. Спасский. - Москва : Машиностроение, 1984. - 432 с;
2. Грачев, В. А. Физико-химические основы плавки чугуна / В. А. Грачев. - Саратов : Изд-во СГУ, 1981. - 212 с.;
3. Романов, Л. М. Литейные сплавы и плавка. Производство отливок из чугуна и стали : учебное пособие / Л. М. Романов, А. Н. Болдин. - Москва : МГИУ, 2005. - 47 с.;
4. Трухов, А. П. Литейные сплавы и плавка : учебник для вузов / А. П. Трухов, А. И. Маляров. - Москва : Академия, 2004. - 336 с. - (Высшее проф. образование);
5. 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; каф. "Машины и технология литейного производства". - Гомель : ГГТУ, 2009. - 67 с. (м/ук 3888);

## Дополнительная литература

6. Граблев, А. Н. Литейные цветные сплавы и их плавка / А. Н. Граблев, Л. Е. Кисиленко, Д. П. Михайлов. - Москва : МГИУ, 2007. - 53 с;
7. Грачев, В. А. Современные методы плавки чугуна / В. А. Грачев, А. А. Черный. - Саратов : Приволжское кн. изд-во, 1973. - 344 с;
8. Леви, Л. И. Основы теории металлургических процессов и технология плавки литейных сплавов : учебник / Л. И. Леви, Л. М. Мариенбах. - Москва : Машиностроение, 1970. - 496 с;
9. Пикунов, М. В. Плавка металлов. Кристаллизация сплавов. Затвердевание отливок. : учеб. пособие для вузов. - Москва : МИСИС, 2005. - 415 с. - (Металлургия и материаловедение XXI);

## Электронный учебно-методический документ

10. Ткаченко, А. В. Теория и технология плавки : электронный учебно-методический комплекс дисциплины для студ. спец. 1-36 02 01 "Машины и технология литейного производства" / А. В. Ткаченко ; кафедра Металлургия и литейное производство". - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. Режим доступа <https://elib.gstu.by/>.

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов и технических средств обучения

11. Лабораторный практикум по курсам "Литейные сплавы" и "Теория и технология плавки" для студ. спец. Т.02.02.01 "Технология, оборудование и автоматизация литейного производства" / С.С. Гурин; каф. "Машины и технология литейного производства". - Гомель; Минск: ГПИ : БГПА, 1997. - 73с. (м/ук №2189).

12. Практическое пособие "Расчет шихты при плавке стали в электродуговых печах" по курсу "Теория и технология плавки" для студ. спец. Т.02.02.01 "Технол. литейн. пр-ва", Т.02.01.02"Электрометал..." / Л. И. Данилин; Каф. "Машины и технология литейного производства". - Гомель: ГГТУ, 2002. - 20с. (м/ук №2733).

13. Теория и технология плавки: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 02 01 "Машины и технология литейного производства" дневной и заочной форм обучения / А.В. Ткаченко, О.Л. Юшкина; каф. "Машины и технология литейного производства". - Гомель: ГГТУ, 2009. - 60 с. (м/ук №3878).

*Ошесей дзятарасмужра свереен Жу (Гусева И.В.)*

Примерный перечень лабораторных работ

1. Плавка чугуна в вагранке
2. Особенности плавки в индукционной электропечи.
3. Особенности плавки в дуговой электропечи
4. Плавка алюминиевых сплавов
5. Плавка бронзовых сплавов
6. Плавка латунных сплавов
7. Расчет шихты для плавки в индукционной электропечи.
8. Расчет шихты для плавки в дуговой электропечи

Вопросы для самостоятельной работы студентов

1. Характеристика процессов плавки литейных сплавов.
2. Классификация металлургических процессов. Основные понятия термодинамической системы.
3. Термодинамическое равновесие и термодинамический процесс.
4. Металлохимические свойства элементов. Основные термодинамические константы элементов.
5. Основы химической термодинамики. Равновесие химических реакций
6. Теплоемкость. Первый закон термодинамики и его применение.
7. Энтальпия. Тепловой эффект реакции-законы Гесса и Кирхгофа.
8. Второй закон термодинамики и его применение. Энтропия.
9. Свободная энергия, свободная энтальпия. Химическое сродство.



10. Третий закон термодинамики. Общие условия равновесия термодинамической системы.
11. Кинетика металлургических процессов. Кинетика гомогенных реакций.
12. Кинетика металлургических процессов. Кинетика гетерогенных металлургических реакций.
13. Реакции горения. Горение углерода. Взаимодействие углерода с углекислым газом.
14. Горение водорода и углеводородов. Горение окиси углерода.
15. Основы теории диссоциации окислов. Свойства конденсированных фаз и термодинамика реакций.
16. Образование окисных фаз. Восстановление металла из окислов.
17. Шлакообразование. Теория строения шлаковых расплавов. Свойства жидких шлаков
18. Основные термодинамические и кинетические зависимости между шлаком и сплавом.
19. Кислород в металлургических и шлаковых расплавах.
20. Кремний, марганец, сера, фосфор, азот и водород в жидком железе.
21. Окисление углерода, кремния и марганца в жидком железе.
22. Физическая химия металлургических огнеупоров.
23. Плавка чугуна.
24. Доменные чугуны.
25. Вторичные металлы, ферросплавы и модификаторы при плавке чугуна в литейных цехах.
26. Подготовка шихтовых материалов к плавке. Топливо, флюсы.
27. Плавка чугуна в вагранке.
28. Особенности процесса горения и плавки в печах шахтного типа.
29. Образование ваграночного шлака и его влияние на стойкость футеровки и свойства чугуна.
30. Плавка чугуна в электрических печах.
31. Особенности кислого и основного процессов плавки чугуна в электрических печах.
32. Сера в чугуне. Внепечные методы обработки жидкого чугуна.
33. Плавка стали. Развитие и классификация процессов.
34. Плавка стали в мартеновских печах.
35. Плавка стали в электродуговых печах.
36. Плавка стали в индукционных печах.
37. Плавка в вакуумных печах и внепечное рафинирование.
38. Плавка медных и никелевых сплавов.
39. Плавка цинковых сплавов.
40. Плавка тугоплавких металлов
41. Особенности механических свойств литых заготовок.
42. Строение и свойства металлических расплавов.
43. Зарождение и рост кристаллов. Формирование дендритного строения отливки.

44. Влияние модифицирования и специальных способов воздействия на структуру и свойства сплавов.
45. Литейные свойства сплавов и их взаимосвязь с характером кристаллизации расплава.
46. Неметаллические включения в литейных сплавах.
47. Принципы разработки литейных сплавов.
48. Общая характеристика и классификация чугунов.
49. Формирование первичной и вторичной структуры в чугуне.
50. Процесс графитообразования в чугунах. Влияние элементов на структуру и свойства чугунов.
51. Серый чугун с пластинчатым графитом.
52. Высокопрочный чугун с шаровидным графитом.
53. Литейные свойства стали.
54. Алюминиевые литейные сплавы.
55. Общая характеристика алюминия и его взаимодействие с легирующими элементами.
56. Магниевого литейные сплавы.
57. Медные литейные сплавы.
58. Цинковые литейные сплавы. Характеристика цинковых литейных сплавов.

#### Перечень методов (технологий) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- чередование теоретических лекционных занятий с лабораторными занятиями, а также с самостоятельной работой;
- использование во время теоретических занятий современных средств, презентаций и обучающих программ;
- использование модульно-рейтинговой оценки знаний.

#### Организация и выполнение самостоятельной работы

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка индивидуальных домашних заданий в соответствии с конкретным вариантом исходных данных;
- подготовка к сдаче экзамена.

Контроль самостоятельной работы студентов и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: самоконтроль и самооценка, а также контроль и оценка со стороны преподавателя. Самостоятельную работу студентов можно разделить на обязательную и дополнительную. Обязательная самостоятельная работа обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях, выполненных контрольных работ, тестовых заданий и других форм текущего контроля. Баллы, полученные студентом по результатам аудиторной работы, формируют рейтинговую оценку текущей успеваемости студента по дисциплине.

Дополнительная самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины. Подведение итогов и оценка результатов таких форм самостоятельной работы осуществляется во время контактных часов с преподавателем. Баллы, полученные по этим видам работы, формируют оценку по дополнительной самостоятельной работе студента и учитываются при итоговой аттестации по курсу.

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.

Критерии оценок результатов учебной деятельности

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

## 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)
Отраслевая экология/ Экология в литейном производстве	Металлургия и технологии обработки материалов	Нет  Ю.Л. Бобарикин	