

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация в виде файла  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 12.09.2023 14:41:53  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета Машиностроения

\_\_\_\_\_  
/Е.В. Сафонов/  
“ \_\_\_\_\_ ” 2020 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Литейные сплавы для художественных изделий**

Наименование программы бакалавриата (профиль)  
**«Современные технологии в производстве художественных изделий»**


Направление подготовки  
**29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**очная**

Москва 2020 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов» профиль подготовки «Современные технологии в производстве художественных изделий»

Программу составили:  \_\_\_\_\_

доцент, к.т.н., Д.С. Бурцев


доцент, к.т.н., А.А. Пономарев

Программа дисциплины «Литейные сплавы для художественных изделий» по направлению подготовки 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов» утверждена на заседании кафедры «Машины и технологии литейного производства»

«28» июля 2020 г., протокол № 18

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ /Ершов М.Ю./

Программа согласована с руководителем образовательной программы «Современные технологии в производстве художественных изделий» по направлению подготовки 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»

 \_\_\_\_\_ /Бурцев Д.С./

«29» июля 2020 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии  \_\_\_\_\_ /Васильев А.Н./

«04» сентября 2020 г. Протокол: № 11-20

## 1. Цели освоения дисциплины.

Дисциплина «Литейные сплавы для художественных изделий» относится к числу учебных дисциплин, формирующих специальные профессиональные навыки по направлению 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов» и профилю подготовки «Современные технологии в производстве художественных изделий».

Целью дисциплины является приобретение студентами знаний о свойствах литейных сплавов, теоретических основах их кристаллизации и плавления, а также практических навыков по определению технологических (литейных) свойств, наиболее распространенных литейных сплавов для изготовления художественных изделий.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Литейные сплавы для художественных изделий» относится к Блоку 1 Части, формируемой участниками образовательных отношений Б1.1.2 основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Литейные сплавы для художественных изделий» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Материаловедение и термическая обработка;
- Химия;
- Технологии производства художественно-промышленных объектов;
- Проектная деятельность;
- Учебная практика.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения, как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-4	Способен к разработке технологических процессов производства художественно-промышленных объектов	<b>знать:</b> -теоретические основы формирования физико-химических и механических свойств при кристаллизации литейных сплавов; -виды технологических проб для исследования физико-химических, технологических свойств литейных сплавов для изготовления художественных изделий; -основные типы литейных сплавов и их маркировки. -особенности назначения следующих технологических факторов и параметров при литье художественных изделий: температуры заливки различных металлов и сплавов в зависимости от конфигурации отливки,

		<p>температуры литейной формы, выбранного литейного сплава и его технологических свойств, материала литейной формы.</p> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-строить кривые охлаждения сплавов по диаграммам состояния;</li> <li>-определять по технологическим пробам физико-химические, технологические свойства литейных сплавов для изготовления художественных изделий;</li> <li>-расшифровывать марки различных типов литейных сплавов</li> <li>- подобрать сплав под конкретный технологический процесс и назначить технологические параметры для получения бездефектной отливки, свойства которой удовлетворяют требованиям технического задания.</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками по изготовлению литейных проб и определению технологических свойств сплавов, в ходе проведения экспериментальных исследований.</li> <li>- навыками и умениями выбора сплава при проектировании технологического процесса получения художественных отливок.</li> </ul>
--	--	--

#### **4. Структура и содержание дисциплины.**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 академических часов (из них 108 – самостоятельная работа студентов).

В третьем семестре лекции – 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные работы – 3 часа в неделю (54 часа), форма контроля – зачет.

В четвертом семестре лекции – 2 час в неделю (36 часов), лабораторные работы – 3 часа в неделю (54 часов), форма контроля – экзамен.

#### **Содержание разделов дисциплины:**

##### **Введение.**

Цели и задачи дисциплины. Место и роль дисциплины в общей структуре подготовки специалистов, связь с другими дисциплинами. Основные понятия дисциплины «Литейные сплавы для художественных изделий». Литейные сплавы, как конструкционные материалы в машиностроении.

##### **Теория плавления и кристаллизации металлов и сплавов.**

Процессы плавления и кристаллизации металлов и сплавов. Строение и свойства жидкого металла. Понятия кристаллизации и затвердевания. Формирование литой структуры отливки и физико-механических свойств сплава. Способы управления кристаллической структурой отливки.

##### **Литейные свойства сплавов.**

Общая характеристика литейных сплавов. Литейные свойства. Технологические свойства в условиях данной технологии литья.

Жидкотекучесть металлов и сплавов. Пробы для определения. Значение этого свойства для практики литейного производства. Понятие о нулевой жидкотекучести. Механизм остановки потока. Факторы, влияющие на жидкотекучесть. Связь жидкотекучести и диаграммы состояния. Значения жидкотекучести по спиральной пробе для некоторых сплавов.

Газопоглощение и газовыделение в металлах и сплавах. Источники попадания газов в металл. Влияние газов на свойства сплавов и качество получаемой продукции.

Механизм образования газовой и газоусадочной пористости. Меры предупреждения попадания газов в металл и предотвращения выделения их при затвердевании. Методы определения газонасыщенности сплавов. Ликвационные свойства сплавов. Коэффициент распределения и его роль в ликвационных процессах. Механизм возникновения зональной (прямой и обратной), дендритной и гравитационной ликвации. Критерии оценки ликвации. Влияние ликвации на свойства отливок и меры ее предупреждения.

Основные понятия об усадке. Усадка металлов, сплавов и отливок. Объемная усадка сплавов в жидком состоянии, при затвердевании и в твердом состоянии. Методы определения объемной усадки сплавов в жидком состоянии и при затвердевании. Механизм образования усадочных раковин и усадочной пористости в отливках, их связь с диаграммой состояния и скоростью охлаждения.

Линейная усадка сплавов и отливок. Методы определения. Свободная и затрудненная усадка. Предусадочное расширение сплавов и отливок, его влияние на линейную усадку. Причины, вызывающие предусадочное расширение. Учет линейной усадки при изготовлении и проектировании модельно-стержневой оснастки. Усадочные напряжения в отливках. Механические, термические и фазовые напряжения. Внутренние напряжения.

Временные и остаточные напряжения. Механизм формирования остаточных напряжений, факторы, влияющие на их величину и мероприятия по их снижению. Методы определения склонности сплавов к остаточным напряжениям. Снятие остаточных напряжений. Релаксационная стойкость и стабилизация размеров отливок.

Горячие трещины в отливках. Горячеломкость сплавов как следствие механических напряжений, низких механических свойств в интервале температур кристаллизации и неоднородности свойств отливки (локализации деформаций). Оценка горячеломкости сплавов, склонности отливок к горячим трещинам.

Холодные трещины, внешние признаки.

Причины образования и оценка склонности сплавов и отливок к холодным трещинам.

### **Принципы разработки литейных сплавов и методы оптимизации их химического состава.**

Основные понятия, связанные с химическим составом сплавов: базовый компонент, легирующие элементы, примеси модификаторы и т.д. Методы оценки взаимодействия элементов с базовым компонентом. Основные типы взаимодействия компонентов и типы блоков диаграмм состояния литейных сплавов. Важнейшие характеристики диаграммы состояния, определяющие свойства сплавов. Общие закономерности влияния элементов на механические свойства сплавов. Основные методы упрочнения литейных сплавов (растворное, аддитивное, каркасное и дисперсионное). Принципы выбора легирующего комплекса сплавов. Экономическая характеристика легирующих элементов. Методы оптимизации химического состава сплавов, использование ЭВМ для этих целей.

### **Общая характеристика, формирование литой структуры и особенности литейных свойств железоуглеродистых сплавов.**

Чугуны: серы, ковкие, высокопрочные, с вермикулярным графитом, синтетические, легированные. Маркировка чугунов, механические свойства, Эксплуатационные свойства чугунов с графитом. Область применения. Особенности формирования литой структуры и особенности литейных свойств чугунов.

### **Общая характеристика, формирование литой структуры и особенности литейных свойств сплавов цветных металлов.**

Общая характеристика алюминиевых, магниевых, медных, цинковых, титановых и никелевых литейных сплавов, их маркировка, область применения.

Особенности формирования литой структуры и технологических свойств цветных литейных сплавов.

Структура и содержание разделов дисциплины указаны в **Приложении 1** к программе.

## **5. Образовательные технологии.**

Методика преподавания дисциплины «Литейные сплавы для художественных изделий» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

- лекционные занятия предполагают активную форму обучения студентов теоретическим знаниям с проверкой усвоенных знаний кратким опросом;
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ;
- проведение контрольных работ;
- просмотра видеоматериалов по теории плавления и кристаллизации металлов и сплавов и пр., с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.
- в процессе изучения дисциплины могут применяться дистанционные образовательные технологии.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

В процессе обучения, для текущего контроля успеваемости, используются новая столбчатая рейтинговая система, которая включает в себя следующие оценочные средства:

- инициативность студента на лекции, заключающаяся в ответе на поставленные вопросы, при проведении лекций (от 0 до 2 баллов). При этом данные баллы учитываются сверх ста баллов и не учитываются при формировании интервалов получения итоговой оценки в таблицах Excel;
- короткий письменный опрос по пройденному материалу в начале следующего занятия (от 0 до 2 баллов);
- две контрольные работы, состоящие из 11 вопросов, по завершении двух разделов дисциплины (от 0 до 22 баллов);
- подготовка к лабораторным работам и их защита (от 0 до 6 баллов)
- при использовании он-лайн курсов (дистанционного образования) текущий контроль и промежуточная аттестация освоения дисциплины проводится с использованием тестирования (банка тестовых заданий).

Промежуточная аттестация студентов по учебной дисциплине проводится в соответствии с планом ООП – зачет и экзамен. Экзамен проходит в письменной форме. К промежуточной аттестации студент допускается только при выполнении и защите всех предусмотренных лабораторных работ, кроме того, студенту необходимо набрать не менее 40 баллов по рейтинговой системе оценки знаний.

### **6.1.1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).**

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
ПК-4	Способен к разработке технологических процессов производства художественно-промышленных объектов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

**6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.**

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

***Форма промежуточной аттестации: зачет***

Пример балльно-рейтинговой системы представлен в фонде оценочных средств. Переход от баллов рейтинга к традиционным оценкам производится с помощью следующей шкалы: зачтено – более 0,55 от максимальной суммы баллов, не зачтено – менее 0,55 от максимальной суммы баллов.

<b><i>Шкала оценивания</i></b>	<b><i>Описание</i></b>
<b>Зачтено</b>	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой и обучающейся набрал по балльно-рейтинговой системе более 55% от максимальной суммы баллов
<b>Не зачтено</b>	Не выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой и обучающейся набрал по балльно-рейтинговой системе менее 55% от максимальной суммы баллов.

***Форма промежуточной аттестации: экзамен***

**ПК-4 Способен к разработке технологических процессов производства художественно-промышленных объектов**

Показатель	Критерии оценивания			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
<p><b>знать:</b>                      -теоретические основы формирования физико-химических и механических свойств при кристаллизации литейных сплавов;                      -виды технологических проб для исследования физико-химических, технологических свойств литейных сплавов для изготовления художественных изделий;                      -основные типы литейных сплавов и их маркировки.                      -особенности назначения следующих технологических факторов и параметров при литье художественных изделий:</p>	<p>Обучающийся набрал менее 55 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и демонстрирует полное отсутствие следующих знаний: по теоретическим основам формирования физико-химических и механических свойств при кристаллизации литейных сплавов;                      -По видам технологических проб для исследования физико-химических, технологических свойств литейных сплавов для изготовления художественных изделий;                      По основным типам литейных сплавов и их маркировки.                      Обучающийся набрал</p>	<p>Обучающийся набрал от 55 до 69 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и демонстрирует неполное содержание следующих знаний: по теоретическим основам формирования физико-химических и механических свойств при кристаллизации литейных сплавов;                      -По видам технологических проб для исследования физико-химических, технологических свойств литейных сплавов для изготовления художественных изделий;                      По основным типам литейных сплавов и их маркировки.                      Обучающийся набрал от 55 до 69 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и</p>	<p>Обучающийся набрал от 70 до 84 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и демонстрирует частичное содержание следующих знание: по теоретическим основам формирования физико-химических и механических свойств при кристаллизации литейных сплавов;                      -По видам технологических проб для исследования физико-химических, технологических свойств литейных сплавов для изготовления художественных изделий;                      По основным типам литейных сплавов и их маркировки.                      Обучающийся набрал от 70 до 84 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и демонстрирует частичное содержание следующих знание: по особенностям назначения</p>	<p>Обучающийся набрал более 85 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и демонстрирует достаточно полное содержание следующих знание: по теоретическим основам формирования физико-химических и механических свойств при кристаллизации литейных сплавов;                      -По видам технологических проб для исследования физико-химических, технологических свойств литейных сплавов для изготовления художественных изделий;                      По основным типам литейных сплавов и их маркировки.                      Обучающийся набрал более 85 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и</p>



<p>температуры заливки различных металлов и сплавов в зависимости от конфигурации отливки, температуры литейной формы, выбранного литейного сплава и его технологических свойств, материала литейной формы.</p>	<p>менее 55 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и демонстрирует полное отсутствие следующих знаний: по особенностям назначения следующих технологических факторов и параметров при литье художественных изделий: температуры заливки различных металлов и сплавов в зависимости от конфигурации отливки, температуры литейной формы, выбранного литейного сплава и его технологических свойств, материала литейной формы.</p>	<p>демонстрирует неполное содержание следующих знаний: по особенностям назначения следующих технологических факторов и параметров при литье художественных изделий: температуры заливки различных металлов и сплавов в зависимости от конфигурации отливки, температуры литейной формы, выбранного литейного сплава и его технологических свойств, материала литейной формы.</p>	<p>следующих технологических факторов и параметров при литье художественных изделий: температуры заливки различных металлов и сплавов в зависимости от конфигурации отливки, температуры литейной формы, выбранного литейного сплава и его технологических свойств, материала литейной формы.</p>	<p>демонстрирует достаточно полное содержание следующих знание: по особенностям назначения следующих технологических факторов и параметров при литье художественных изделий: температуры заливки различных металлов и сплавов в зависимости от конфигурации отливки, температуры литейной формы, выбранного литейного сплава и его технологических свойств, материала литейной формы.</p>
<p><b>уметь:</b> -строить кривые охлаждения сплавов по диаграммам состояния; -определять по технологическим пробам физико-химические,</p>	<p>Обучающийся набрал менее 55 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и не умеет или в недостаточной степени умеет:-строить кривые охлаждения сплавов по</p>	<p>Обучающийся набрал от 55 до 69 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и демонстрирует неполное соответствие следующих умений: -строить кривые охлаждения сплавов по</p>	<p>Обучающийся набрал от 70 до 84 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и демонстрирует частичное соответствие следующих умений: -строить кривые охлаждения сплавов по диаграммам состояния;</p>	<p>Обучающийся набрал более 85 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и демонстрирует полное соответствие следующих умений: -строить кривые охлаждения сплавов по</p>

<p>технологические свойства литейных сплавов для изготовления художественных изделий; -расшифровывать марки различных типов литейных сплавов - подобрать сплав под конкретный технологический процесс и назначить технологические параметры для получения бездефектной отливки, свойства которой удовлетворяют требованиям технического задания.</p>	<p>диаграммам состояния; -определять по технологическим пробам физико-химические, технологические свойства литейных сплавов для изготовления художественных изделий; -расшифровывать марки различных типов литейных сплавов Обучающийся набрал менее 55 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и не умеет или в недостаточной степени умеет:-подобрать сплав под конкретный технологический процесс и назначить технологические параметры для получения бездефектной отливки, свойства которой удовлетворяют требованиям технического задания.</p>	<p>диаграммам состояния; -определять по технологическим пробам физико-химические, технологические свойства литейных сплавов для изготовления художественных изделий; -расшифровывать марки различных типов литейных сплавов Обучающийся набрал от 55 до 69 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и демонстрирует неполное соответствие следующих умений: подобрать сплав под конкретный технологический процесс и назначить технологические параметры для получения бездефектной отливки, свойства которой удовлетворяют требованиям технического задания.</p>	<p>-определять по технологическим пробам физико-химические, технологические свойства литейных сплавов для изготовления художественных изделий; -расшифровывать марки различных типов литейных сплавов Обучающийся набрал от 70 до 84 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и демонстрирует частичное соответствие следующих умений: подобрать сплав под конкретный технологический процесс и назначить технологические параметры для получения бездефектной отливки, свойства которой удовлетворяют требованиям технического задания.</p>	<p>диаграммам состояния; -определять по технологическим пробам физико-химические, технологические свойства литейных сплавов для изготовления художественных изделий; -расшифровывать марки различных типов литейных сплавов Обучающийся набрал более 85 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и демонстрирует полное соответствие следующих умений: подобрать сплав под конкретный технологический процесс и назначить технологические параметры для получения бездефектной отливки, свойства которой удовлетворяют требованиям технического задания.</p>
--	---	--	---	---

<p><b>владеть:</b> -навыками по изготовлению литейных проб и определению технологических свойств сплавов, в ходе проведения экспериментальных исследований. - навыками и умениями грамотного выбора сплава при проектировании технологического процесса получения художественных отливок.</p>	<p>Обучающийся набрал менее 55 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и не владеет или в недостаточной степени владеет навыками по изготовлению литейных проб и определению технологических свойств сплавов, в ходе проведения экспериментальных исследований. Обучающийся набрал менее 55 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и не владеет или в недостаточной степени владеет навыками выбора сплава при проектировании технологического процесса получения художественных отливок.</p>	<p>Обучающийся набрал от 55 до 69 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и частично владеет навыками по изготовлению литейных проб и определению технологических свойств сплавов, в ходе проведения экспериментальных исследований. Обучающийся набрал от 55 до 69 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и частично владеет навыками выбора сплава при проектировании технологического процесса получения художественных отливок</p>	<p>Обучающийся набрал от 70 до 84 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и частично владеет навыками по изготовлению литейных проб и определению технологических свойств сплавов, в ходе проведения экспериментальных исследований. Обучающийся набрал от 70 до 84 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и частично владеет навыками выбора сплава при проектировании технологического процесса получения художественных отливок</p>	<p>Обучающийся набрал более 85 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и в полном объеме владеет методами и навыками по изготовлению литейных проб и определению технологических свойств сплавов, в ходе проведения экспериментальных исследований. Обучающийся набрал более 85 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и в полном объеме владеет методами и навыками выбора сплава при проектировании технологического процесса получения художественных отливок.</p>
---	--	---	---	--

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 2 к рабочей программе.:

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Трухов А.П., Маляров А.И. Литейные сплавы и плавка.-М.: Издательский центр «Академия».-2004.-336с

2. Трухов А.П., Ершов М.Ю., Леснов В.Н. Литейные сплавы. Методические указания к лабораторным работам.-М.:МГТУ «МАМИ».-2004.-32с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Баландин Г.Ф. Основы теории формирования отливок.- М.: машиностроение, - М.: МВТУ, 1998.-450с.

2. Гуляев Б.В. Теория литейных процессов.- М.: Машиностроение, 1976.-214 с.

3. Справочник по чугуному литью под ред. Гиршовича Н.Г.-Л.: Машиностроение, 1978.- 738 с.

### **в) программное обеспечение и интернет-ресурсы**

Интернет ресурсы:

1. <https://www.youtube.com/watch?v=j6ogo6ocqXM>

2. <https://www.youtube.com/watch?v=e6O9h2ce8Ac>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекции проводятся в аудиториях кафедры и общего фонда, оснащённых мультимедийным проектором для показа видеофильмов, слайдов, презентаций.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория процессов литья Н106 и ав2110.

Основное оборудование:

1. Высокочастотная плавильная печь ИСТ
2. Плавильная печь для Al- сплавов
3. Бегуны (смесители формовочной смеси)
4. Оснастка для проведения лабораторных работ №1-№6.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов должна обеспечить выработку навыков самостоятельно творческого подхода к решению задач, направленных на закрепление знаний, полученных при аудиторных занятиях.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- подготовка к контрольным работам.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;

- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

Для этого программой предусмотрено написание двух рефератов по предложенным темам.

Подготовка к лабораторным работам, подготовка отчеты выполненных работ и их защита является одним из основных видов самостоятельной работы студентов.

### **Вопросы, выносимые на самостоятельную работу**

1. Моделирование процесса роста дендритных кристаллических структур (ПК-4)
2. Математическая модель процесса направленной кристаллизации (ПК-4)
3. Легирование и модифицирование драгоценных сплавов (ПК-4)
4. Особенности определения физико-механических свойств драгоценных сплавов. (ПК-4)
5. Конструкция литейных проб для определения литейных свойств драгоценных металлов и сплавов (ПК-4)
6. Особенности назначения сплавов для изготовления крупногабаритных художественных изделий (ПК-4)
7. Не драгоценные сплавы для литья ювелирных изделий (ПК-4)
8. Определение эстетических и органолептических свойств сплавов (ПК-4)

### **10. Методические рекомендации для преподавателя**

При изучении теоретического материала особое внимание необходимо обратить на взаимосвязь между литейными свойствами металлов и сплавов, и их положении на диаграмме состояния конкретного сплава. При проведении лекций необходимо использовать современные программы по моделированию литейных процессов для наглядности и облегчения понимания протекания многофакторного процесса кристаллизации металлов и сплавов.

При проведении лабораторных и практических работ главное внимание следует уделять практическим навыкам по изготовлению литейных проб для определения технологических свойств сплавов.

**Структура и содержание дисциплины «Литейные сплавы для художественных изделий»  
по направлению подготовки  
29.03.04«Технология художественной обработки материалов»  
(бакалавр)**

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Рефр.	К/р	Э	З
<b>1. Введение. Цели и задачи дисциплины. Место и роль дисциплины в общей структуре подготовки бакалавров, связь с другими дисциплинами.</b> <i>Лабораторная работа №1 1ч. Определение жидкотекучести литейных сплавов.</i>	3	1	2		3	3								
<b>2. Кристаллизация. Зарождение и рост кристаллов. Характер затвердевания металлов и сплавов.</b> <i>Лабораторная работа №1 2ч. Определение жидкотекучести литейных сплавов.</i>	3	2	2		3	3								
<b>3. Кристаллизация. Зарождение и рост кристаллов. Характер затвердевания металлов и сплавов.</b> <i>Лабораторная работа №1 3ч. Определение жидкотекучести литейных сплавов.</i>	3	3	2		3	3								
<b>4. Технологические (литейные) свойства сплавов.</b> <i>Лабораторная работа №1 4ч. Определение жидкотекучести литейных сплавов.</i>	3	4	2		3	3								
<b>5. Технологические (литейные) свойства сплавов.</b> <i>Лабораторная работа №1 5ч. Определение жидкотекучести литейных сплавов.</i>	3	5	2		3	3								
<b>6. Склонность сплавов к усадочным раковинам и пористости.</b> <i>Лабораторная работа №2 1ч. Исследование</i>	3	6	2		3	3								

<i>линейной усадки</i>														
<b>7. Склонность сплавов к усадочным раковинам и пористости.</b> <i>Лабораторная работа №2 2ч. Исследование линейной усадки</i>	3	7	2		3	3								
<b>8. Линейная усадка сплавов и отливок.</b> <i>Лабораторная работа №2 3ч. Исследование линейной усадки отливки из алюминиевых сплавов.</i>	3	8	2		3	3								
<b>9. Линейная усадка сплавов и отливок.</b> <i>Лабораторная работа №2 4ч. Исследование линейной усадки отливки из алюминиевых сплавов.</i>	3	9	2		3	3								
<b>10. Усадочные напряжения. Формирование остаточных напряжений.</b> <i>Лабораторная работа №2 5ч. Исследование линейной усадки отливки из алюминиевых сплавов.</i>	3	10	2		3	3								
<b>11. Усадочные напряжения. Формирование остаточных напряжений.</b> <i>Лабораторная работа №2 6ч. Исследование линейной усадки отливки из алюминиевых сплавов.</i>	3	11	2		3	3								
<b>12. Усадочные напряжения. Формирование остаточных напряжений.</b> <i>Лабораторная работа №2 7ч. Исследование линейной усадки отливки из алюминиевых сплавов.</i>	3	12	2		3	3								
<b>13. Усадочные напряжения. Формирование остаточных напряжений.</b> <i>Лабораторная работа №2 8ч. Исследование линейной усадки отливки из алюминиевых сплавов.</i>	3	13	2		3	3								
<b>14. Склонность сплавов и отливок к горячим и холодным трещинам.</b> <i>Лабораторная работа №3 1ч. Определение остаточных напряжений в отливке.</i>	3	14	2		3	3								
<b>15. Склонность сплавов и отливок к горячим и холодным трещинам.</b> <i>Лабораторная работа №3 2ч.</i>	3	15	2		3	3								

<i>Определение остаточных напряжений в отливке.</i>														
<b>16. Газонасыщенность сплавов. Неметаллические включения.</b> <i>Лабораторная работа №3 3ч. Определение остаточных</i>	3	16	2		3	3								
<b>17. Газонасыщенность сплавов. Неметаллические включения.</b> <i>Лабораторная работа №3 4ч. Определение остаточных напряжений в отливке.</i>	3	17	2		3	3								
<b>18. Контрольная работа №1.</b> <i>Лабораторная работа №3 5ч. Определение остаточных напряжений в отливке.</i>	3	18	2		3	3	+							
<b>Итого в 3 семестре</b>			<b>36</b>		<b>54</b>	<b>54</b>								-
<b>1.Ликвация. Зависимость механических свойств от толщины стенок отливок.</b> <i>Лабораторная работа №4 1ч. Определение склонности сплава к горячим трещинам на пробе и изучение метода рассредоточения тепловой деформации для устранения горячих трещин.</i>	4	1	2		3	3								
<b>2.Черные сплавы. Чугуны.</b> <i>Лабораторная работа №4 2ч. Определение склонности сплава к горячим трещинам на пробе и изучение метода рассредоточения тепловой деформации для устранения горячих трещин.</i>	4	2	2		3	3								
<b>3. Черные сплавы. Чугуны.</b> <i>Лабораторная работа №4 3ч. Определение склонности сплава к горячим трещинам на пробе и изучение метода рассредоточения тепловой деформации для устранения горячих трещин.</i>	4	3	2		3	3								
<b>4.Черные сплавы. Чугуны.</b>	4	4	2		3	3								



<i>Лабораторная работа №4 4ч. Определение склонности сплава к горячим трещинам на пробе и изучение метода рассредоточения тепловой деформации для устранения горячих трещин.</i>														
<b>5. Черные сплавы.</b> <b>Чугуны.</b> <i>Лабораторная работа №4 5ч. Определение склонности сплава к горячим трещинам на пробе и изучение метода рассредоточения тепловой деформации для устранения горячих трещин.</i>	4	5	2		3	3								
<b>6. Стали.</b> <i>Лабораторная работа №4 6ч. Определение склонности сплава к горячим трещинам на пробе и изучение метода рассредоточения тепловой деформации для устранения горячих трещин.</i>	4	6	2		3	3								
<b>7. Стали.</b> <i>Лабораторная работа №4 7ч. Определение склонности сплава к горячим трещинам на пробе и изучение метода рассредоточения тепловой деформации для устранения горячих трещин.</i>	4	7	2		3	3								
<b>8. Цветные сплавы. Медные сплавы.</b> <i>Лабораторная работа №5 1ч. Определение газонасыщенности литейных сплавов.</i>	4	8	2		3	3								
<b>9. Алюминиевые сплавы.</b> <i>Лабораторная работа №5 2ч. Определение газонасыщенности литейных сплавов.</i>	4	9	2		3	3								
<b>10. Алюминиевые сплавы.</b> <i>Лабораторная работа №5 3ч. Определение газонасыщенности литейных сплавов.</i>	4	10	2		3	3								
<b>11. Цинковые сплавы.</b> <i>Лабораторная работа №5 4ч. Определение газонасыщенности литейных сплавов.</i>	4	11	2		3	3								
<b>12. Цинковые сплавы.</b> <i>Лабораторная работа №5 5ч. Определение</i>	4	12	2		3	3								

<i>газонасыщенности литейных сплавов.</i>														
<b>13. Серебряные сплавы.</b> <i>Лабораторная работа №5 6ч. Определение газонасыщенности литейных сплавов.</i>	4	13	2		3	3								
<b>14. Серебряные сплавы.</b> <i>Лабораторная работа №5 7ч. Определение газонасыщенности литейных сплавов.</i>	4	14	2		3	3								
<b>15. Золотые сплавы.</b> <i>Лабораторная работа №5 8ч. Определение газонасыщенности литейных сплавов.</i>	4	15	2		3	3								
<b>16. Платиновые сплавы.</b> <i>Лабораторная работа №6 1ч. Изучение микрошлифов литейных сплавов.</i>	4	16	2		3	3								
<b>17 Палладьевые сплавы.</b> <i>Лабораторная работа №6 2ч. Изучение микрошлифов литейных сплавов.</i>	4	17	2		3	3								
<b>18. Контрольная работа №2.</b> <i>Лабораторная работа №6 3ч. Изучение микрошлифов литейных сплавов.</i>	4	18	2		3	3		+						
<b>Итого в 4 семестре</b>			<b>36</b>		<b>54</b>	<b>54</b>							+	
<b>ИТОГО</b>			<b>72</b>		<b>108</b>	<b>108</b>								

*Приложение 2 к  
рабочей программе*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: **29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»**  
ОП (профиль): «Современные технологии в производстве художественных изделий».

Форма обучения: очная  
Тип задач профессиональной деятельности: (производственно-технологическая)

Кафедра: Машины и технология литейного производства

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Литейные сплавы для художественных изделий»**

**Составители:**  
**Доцент Д.С. Бурцев**  
**Доцент А.А. Пономарев**

Москва, 2020год

**ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Таблица 1

**«Литейные сплавы для художественных изделий»**

**ФГОС ВО 29.03.04 Технология художественной обработки материалов**

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

<b>КОМПЕТЕНЦИИ</b>		<b>Перечень компонентов</b>	<b>Технология формирования компетенций</b>	<b>Форма оценочного средства**</b>	<b>Степени уровней освоения компетенций</b>
<b>ИНДЕКС</b>	<b>ФОРМУЛИРОВКА</b>				
ПК-4	Способен к разработке технологических процессов производства художественно-промышленных объектов	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-теоретические основы плавления и кристаллизации сплавов и формирования литой структуры отливки;</li> <li>-виды технологических проб для исследования физико-химических, технологических свойств литейных сплавов для изготовления художественных изделий;</li> <li>-основные типы литейных сплавов и их маркировки.</li> <li>-особенности назначения следующих технологических факторов и параметров при литье художественных изделий: температуры заливки различных металлов и сплавов в зависимости от конфигурации отливки, температуры литейной формы, выбранного литейного сплава и его технологических свойств, материала литейной формы.</li> </ul>	лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы	П/О, К/Р, ЛР, (Т, если применяется)	<p><b>Базовый уровень:</b></p> <p>воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам</p> <p><b>Повышенный уровень:</b></p> <p>практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ; готовность решать практические задачи повышенной сложности,</p>

		<p><b>уметь:</b>  -строить кривые охлаждения сплавов по диаграммам состояния;  -определять по технологическим пробам физико-химические, технологические свойства литейных сплавов для изготовления художественных изделий;  -расшифровывать марки различных типов литейных сплавов  - подобрать сплав под конкретный технологический процесс и назначить технологические параметры для получения бездефектной отливки, свойства которой удовлетворяют требованиям технического задания.</p> <p><b>владеть:</b>  -навыками по изготовления литейных проб и определению технологических свойств сплавов, в ходе проведения экспериментальных исследований.  - навыками и умениями грамотного выбора сплава при проектировании технологического процесса получения художественных отливок.</p>			нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении
--	--	---	--	--	---

\*\* - Сокращения форм оценочных средств см. в таблице 2 к рабочей программе.

**Перечень оценочных средств по дисциплине  
«Литейные сплавы для художественных изделий»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Перечень вопросов для контрольных работ
2	Письменный опрос (П/О)	Средство контроля, организованное, как короткий письменный ответ обучающегося на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по пройденному разделу, теме, проблеме и т.п.	Перечень вопросов
3	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов	Перечень лабораторных работ и вопросов для их защиты
4	Тестирование (применение онлайн образовательных технологий) (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий

**Перечень вопросов для письменного опроса, в начале каждой лекции по пройденному материалу, и контрольных работ**

1. Дайте определение понятию «Литейный сплав» и опишите, что входит в его состав.
2. Дайте определение понятиям «Основа сплава», «Легирующий элемент».
3. Дайте определение понятиям «Модификатор», «Примесь».
4. Перечислите вещества, кристаллизующиеся при постоянной температуре.
5. Зарисуйте кривую нагрева чистого металла и объясните постоянство температуры металла при плавлении или кристаллизации.
6. Напишите, когда оперируют понятием затвердевание, а когда кристаллизация.
7. Дайте определение понятиям «Переохлаждение».
8. Зарисуйте кривую охлаждения чистого металла с переохлаждением.
9. Напишите формулу, чему равняется критический размер зародыша сферической формы.
10. Почему при температуре кристаллизации процесс зарождения кристаллов не идет.
11. Напишите, какими параметрами можно управлять для изменения размера кристаллов (зерен) в отливке.
12. Зарисуйте схему зависимости скорости зарождения центров кристаллизации и линейной скорости роста кристаллов от переохлаждения.
13. Зарисуйте схему кристаллического строения отливки и опишите условия формирования каждой зоны (мелкозернистая, столбчатая, крупнозернистая).
14. Дайте определения процессу модифицирования сплава.
15. Назовите главные отличия модифицирования от легирования.
16. Перечислите, что относится к модификаторам первого рода
17. Перечислите, что относится к модификаторам второго рода
18. Зарисуйте схему последовательного, смешанного и объемного типов затвердевания.
19. Зарисуйте схему влияния скорости теплоотвода на ширину двухфазной зоны.
20. Перечислите литейные (технологические) свойства сплавов.
21. Дайте определение понятию «жидкотекучесть» сплава и перечислите дефекты, возникающие из-за недостаточной жидкотекучести, нарисовав схемы их образования.
22. Опишите факторы, влияющие на жидкотекучесть и назовите их, если факторы перечислены в виде формулы (ПРИМЕР: где  $L$  - это жидкотекучесть и т.п.)
23. Назовите главное отличие между усадкой сплавов и отливкой. Зарисуйте схемы изменения объема при охлаждении сплава с  $T_{кр} = const$  и сплавов, имеющих интервал кристаллизации.
24. Опишите механизм образования открытой и закрытой усадочной раковины.
25. Зарисуйте схему зависимости объемов усадочных раковин и пористости от положения сплава на диаграмме состояния.
26. Дайте определение усадочным напряжениям и на какие виды они подразделяются (эпюра напряжений).
27. Опишите технологические пробы для определения остаточных напряжений и назовите пути уменьшения их в отливках.
28. Нарисуйте схему зависимости растворимости газов в металлах от температуры и назовите факторы, влияющие на растворимость газов.
29. Опишите метод определения газонасыщенности сплавов.
30. Назовите две большие группы, на которые подразделяются металлы и сплавы и назовите по два представителя из каждой группы, дав одному определение.
31. Расшифруйте марки сплавов: СЧ25, ВЧ55, ЛЦ40С, БрО10Ф25.

## Тестирование (применение он-лайн образовательных технологий).

Промежуточные тесты. Каждый промежуточный тест может объединять задания (вопросы) по нескольким темам дисциплины – не менее 2 тестовых заданий/вопросов на 1 академический час общей трудоемкости дисциплины. Задания/вопросы к тестам должны быть сгруппированы по темам дисциплины. Тест должен содержать вопросы по материалам теории и пройденного практикума. Рекомендуется включать задания/вопросы разных типов. Для каждого семестра изучаемой дисциплины рекомендуется не менее одного, но не более пяти тестов. Так как разрабатываемые тесты предназначены для ввода в LMS Университета, то необходимо учитывать технические возможности самой программы контроля. Система Moodle, используемая в LMS Университета, поддерживает следующие типы тестовых заданий.

- задания на множественный выбор;
- задания с ответами «верно» – «неверно»;
- задания на соответствие;
- задания на ввод численного значения;
- задания на дополнение.

Автор тестов сам составляет, и каждый год обновляет свой банк тестовых заданий.

### *Рекомендации по формированию банка тестовых заданий*

Тестовые задания/вопросы учебного курса в LMS Moodle хранятся в «Банке тестовых заданий учебного курса» и уже оттуда добавляются в тест. Такой подход позволяет использовать один и тот же вопрос в нескольких тестах курса.

Тесты могут создаваться преподавателем непосредственно в LMS, но более простым способом является импорт в банк тестовых заданий вопросов/заданий, заранее подготовленных с использованием любого текстового редактора.

В LMS Moodle тестовые задания хранятся в текстовом формате GIFT, в котором по определенным правилам оформляются (форматируются) задания/вопросы теста и варианты ответов для них.

## **Перечень лабораторных работ**

1. Лабораторная работа №1. Определение жидкотекучести литейных сплавов.
2. Лабораторная работа №2. Исследование линейной усадки отливки из алюминиевых сплавов.
3. Лабораторная работа №3. Определение остаточных напряжений в отливке.
4. Лабораторная работа №4. Определение склонности сплава к горячим трещинам на пробе и изучение метода рассредоточения тепловой деформации для устранения горячих трещин.
5. Лабораторная работа №5. Определение газонасыщенности литейных сплавов.
6. Лабораторная работа №6. Изучение микрошлифов литейных сплавов.

Каждая лабораторная работа проводится в течении 3-8 занятий в зависимости от сложности изучаемого материала. На каждом занятии происходит подготовка конспекта, проводятся сами лабораторные эксперименты, затем происходит заполнения отчета по лабораторным работам, а также их последующая защита.

### **Распределение проставленных баллов преподавателем для рейтинговой системы оценки знаний студентов.**

№	Этапы подготовки и выполнения лабораторных работ	Баллы



1	Подготовка отчета лабораторных работ	1
2	Проведение лабораторных работ	1
3	Заполнение отчета	1
4	Защита отчета	3

Во время защиты отчета по лабораторным работам студенты задаются три вопроса из следующего списка вопросов.

1. Назовите причину возникновения остаточных напряжений в отливках.
2. В чем заключается метод внешнего нагружения.
3. Почему методами внешнего нагружения остаточные напряжения определяются точнее, чем по расчету.
4. Отличительные признаки горячих трещин.
5. Основные причины образования горячих трещин в отливках.
6. Назовите пути предупреждения горячих трещин
7. В каком виде присутствуют газы в литейных сплавах.
8. От чего зависит появление в отливки пористости или раковины.
9. При каких условиях происходит образование газового пузырька в расплаве.
10. Что такое жидкотекучесть.
11. Какие пробы существуют для определения жидкотекучести?
12. Какие факторы влияют на величину жидкотекучести?
13. Как увеличить жидкотекучесть в песчаных формах?
14. В каких единицах измеряется жидкотекучесть?
15. Назовите возможные причины увеличения размеров отливки в процессе затвердевания и охлаждения отливки.
16. Назовите примерную величину усадки алюминиевого сплава.
17. Почему изменяются размеры при фазовых превращениях?

Защита лабораторных работ считается пройденной при положительном ответе минимум на два вопроса из трех.

### **Контрольная работа №1. (пример)**

#### **Перечень вопросов:**

1. Что такое сплав. Определение.
2. Что такое основа сплава. Определение.
3. Что такое примеси. Какие они бывают.
4. Что такое модификаторы.
5. Легирующие элементы.
6. Кристаллизация. Определение.
7. Зарождение и рост кристаллов. Характер затвердевания металлов и сплавов.
8. Литейные свойства сплавов. Перечислите их.
9. Жидкотекучесть. Определение. Пробы на жидкотекучесть.
10. Горячие трещины. Определение. Пробы.
11. Усадка. Виды усадки. Технологические пробы на усадку.

### **Контрольная работа №2. (пример)**

#### **Перечень вопросов:**

1. Газонасыщенность сплава. Пробы.
2. Ликвация. Виды ликвации.
3. Усадочные напряжения. Пробы. Механизм образования.
4. Усадочные раковины и пористость. Пробы.
5. Медные сплавы (латуни и бронзы)

6. Алюминиевые сплавы (силумины).
7. Черные сплавы (чугуны: серые, ковкие, высокопрочные, с вермикулярным графитом).
8. Стали (легированные)
9. Цинковые сплавы.
10. Золотые сплавы.
11. Серебряные сплавы.