Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 14.10.2023 15:07:13
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е. В. Сафонов/
«15» сентября 2022г.

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 2022 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»

«29» августа 2022 г., протокол № 19-22

Заведующий кафедрой _____ /Солохненко В.В./

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./

«30» августа 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии _____ / Васильев А.Н./

«13» 09 2022 г Протокол: N 14-22

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 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	**знать:** -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,

		температуры литейной формы, выбранного литейного сплава и его технологических свойств, материала литейной формы. **уметь:** -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. **владеть:** -навыками по изготовления литейных проб и определению технологических свойств сплавов, в ходе проведения экспериментальных исследований. - навыками и умениями выбора сплава при проектировании технологического процесса получения художественных отливок.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 академических часов (из них 144 – самостоятельная работа студентов).

В третьем семестре лекции – 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часа), практические занятия – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля – зачет.

В четвертом семестре лекции – 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часа), практические занятия – 1 час в неделю (18 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 проектированиии 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 компетентностного 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;
- выполнение письменных ответов по заданиям практических 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 возможно применение дистанционных образовательных технологий в системе LMS Мосполитеха.

Ссылки: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=4737
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7828

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 сто бальная 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, выполнении всех заданий по практическим работам, 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:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**
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.

Шкала оценивания	***Описание***
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой и обучающейся набрал по балльно-рейтинговой системе более 55% от максимальной суммы баллов
Не зачтено	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**
знать: -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:	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	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	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	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

температуры заливки различных металлов и сплавов в зависимости от конфигурации отливки, температуры литейной формы, выбранного литейного сплава и его технологических свойств, материала литейной формы.	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.	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.	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.	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.
уметь: -строить кривые охлаждения сплавов по диаграммам состояния; -определять по технологическим пробам физико-химические,	Обучающийся набрал менее 55 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и не умеет или в недостаточной степени умеет:-строить кривые охлаждения сплавов по	Обучающийся набрал от 55 до 69 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и демонстрирует неполное соответствие следующих умений: -строить кривые охлаждения сплавов по	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;	Обучающийся набрал более 85 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и демонстрирует полное соответствие следующих умений: -строить кривые охлаждения сплавов по

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.	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.	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.	-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.	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.

владеть: -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.	Обучающийся набрал менее 55 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и не владеет или в недостаточной степени владеет навыками по изготовления 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.	Обучающийся набрал от 55 до 69 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и частично владеет навыками по изготовления 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	Обучающийся набрал от 70 до 84 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний ичастично владеет навыками по изготовления 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	Обучающийся набрал более 85 баллов по балльно-рейтинговой системе оценки знаний и в полном объеме владеет методами и навыками по изготовления 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.

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 чугунному 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 практическим 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.

Приложение 1.

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
1. Введение. Цели и задачи дисциплины. Место и роль дисциплины в общей структуре подготовки бакалавров, связь с другими дисциплинами. *Лабораторная работа №1. Определение жидкотекучести литейных сплавов* *Практическое занятие. Медные сплавы (бронзы).*	3	1	2	1	1	4								
2. Кристаллизация. **Зарождение и рост кристаллов. Характер затвердевания металлов и сплавов.** *Лабораторная работа №1. Определение жидкотекучести литейных сплавов.* Практическое занятие. Медные сплавы (латуни).	3	2	2	1	1	4								
3. Кристаллизация. **Зарождение и рост кристаллов. Характер затвердевания металлов и сплавов.** *Лабораторная работа №1. Определение жидкотекучести литейных сплавов.* Практическое занятие. Медные сплавы применение в художественном литье.	3	3	2	1	1	4								
4. Технологические (литейные) свойства сплавов. *Лабораторная работа №1. Определение жидкотекучести литейных сплавов.* Практическое занятие. Алюминиевые сплавы получение первичного металла.	3	4	2	1	1	4								
5. Технологические (литейные) свойства сплавов. *Лабораторная работа №1. Определение жидкотекучести литейных сплавов.* Практическое занятие. Алюминиевые сплавы (простые силумины)	3	5	2	1	1	4								
6. Склонность сплавов к усадочным раковинам и пористости. *Лабораторная работа №2. Исследование линейной усадки* Практическое занятие. Алюминиевые сплавы (специальные	3	6	2	1	1	4								

силумины)														
7. Склонность сплавов к усадочным раковинам и пористости. *Лабораторная работа №2. Исследование линейной усадки* Практическое занятие. Алюминиевые сплавы. Применение в художественном литье	3	7	2	1	1	4								
8. Линейная усадка сплавов и отливок. *Лабораторная работа №2. Исследование линейной усадки отливки из алюминиевых сплавов.* Практическое занятие. Черные сплавы. Общие положения и классификация.	3	8	2	1	1	4								
9. Линейная усадка сплавов и отливок. *Лабораторная работа №2. Исследование линейной усадки отливки из алюминиевых сплавов.* Практическое занятие. Черные сплавы. Серый чугун.	3	9	2	1	1	4								
10. Усадочные напряжения. Формирование остаточных напряжений. *Лабораторная работа №2. Исследование линейной усадки отливки из алюминиевых сплавов.* Практическое занятие. Черные сплавы. Ковкий чугун.	3	10	2	1	1	4								
11. Усадочные напряжения. Формирование остаточных напряжений. *Лабораторная работа №2. Исследование линейной усадки отливки из алюминиевых сплавов.* Практическое занятие. Черные сплавы. Чугун с шаровидной формой графита.	3	11	2	1	1	4								
12. Усадочные напряжения. Формирование остаточных напряжений. *Лабораторная работа №2. Исследование линейной усадки отливки из алюминиевых сплавов.* Практическое занятие. Черные сплавы. Чугун с чермикулярной формой графита.	3	12	2	1	1	4								
13. Усадочные напряжения. Формирование остаточных напряжений. *Лабораторная работа №2. Исследование линейной усадки отливки из алюминиевых сплавов.* Практическое занятие. Черные сплавы. Легированные чугуны.	3	13	2	1	1	4								
14. Склонность сплавов и отливок к горячим и холодным трещинам. *Лабораторная работа №3.* *Определение остаточных напряжений в отливке.* Практическое занятие. Черные сплавы. Углеродистая сталь.	3	14	2	1	1	4								
15. Склонность сплавов и отливок к горячим и холодным трещинам.	3	15	2	1	1	4								

Лабораторная работа №3. *Определение остаточных напряжений в отливке.* Практическое занятие. Черные сплавы. Низколегированные стали.														
16. Газонасыщенность сплавов. Неметаллические включения. *Лабораторная работа №3.* *Определение остаточных* Практическое занятие. Черные сплавы. Среднелегированные стали.	3	16	2	1	1	4								
17. Газонасыщенность сплавов. Неметаллические включения. *Лабораторная работа №3.* *Определение остаточных напряжений в отливке.* Практическое занятие. Черные сплавы. Высоколегированные стали.	3	17	2	1	1	4								
18. Контрольная работа №1. *Лабораторная работа №3.* *Определение остаточных напряжений в отливке.* Практическое занятие. Черные сплавы. Специальные стали (нержавеющая сталь, жаропрочная, со специальными свойствами) стали.	3	18	2	1	1	4						+		
Итого в 3 семестре			**36**	**18**	**18**	**72**								**+**
1.Ликвация. Зависимость механических свойств от толщины стенок отливок. *Лабораторная работа №4. Определение склонности сплава к горячим трещинам на пробе и изучение метода рассредоточения тепловой деформации для устранения горячих трещин.* Практическое занятие. Драгоценные сплавы. Виды и основные сплавы.	4	1	2	1	1	4								
2.Черные сплавы. **Чугуны.** *Лабораторная работа №4. Определение склонности сплава к горячим трещинам на пробе и изучение метода рассредоточения тепловой деформации для устранения горячих трещин.* Практическое занятие. Драгоценные сплавы. Золотые сплавы	4	2	2	1	1	4								
3. Черные сплавы. **Чугуны.** *Лабораторная работа №4. Определение склонности сплава к горячим трещинам на пробе и изучение метода рассредоточения тепловой деформации для устранения горячих трещин.* Практическое занятие. Драгоценные сплавы. Серебряные сплавы	4	3	2	1	1	4								
4.Черные сплавы. **Чугуны.** *Лабораторная работа №4. Определение склонности сплава к*	4	4	2	1	1	4								

горячим трещинам на пробе и изучение метода рассредоточения тепловой деформации для устранения горячих трещин. Практическое занятие. Драгоценные сплавы. Платиновые сплавы														
5.Черные сплавы. **Чугуны.** *Лабораторная работа №4. Определение склонности сплава к горячим трещинам на пробе и изучение метода рассредоточения тепловой деформации для устранения горячих трещин.* Практическое занятие. Драгоценные сплавы. Палладиевые сплавы	4	5	2	1	1	4								
6.Стали. *Лабораторная работа №4. Определение склонности сплава к 4горячим трещинам на пробе и изучение метода рассредоточения тепловой деформации для устранения горячих трещин.* Практическое занятие. Сусальное золото	4	6	2	1	1	4								
7.Стали. *Лабораторная работа №4. Определение склонности сплава к горячим трещинам на пробе и изучение метода рассредоточения тепловой деформации для устранения горячих трещин.* Практическое занятие. Филигрань.	4	7	2	1	1	4								
8. Цветные сплавы. Медные сплавы. *Лабораторная работа №5. Определение газонасыщенности литейных сплавов.* Практическое занятие. Производство ювелирных сплавов и технологии получения ювелирных изделий.	4	8	2	1	1	4								
9. Алюминиевые сплавы. *Лабораторная работа №5. Определение газонасыщенности литейных сплавов.* Практическое занятие. Никелевые сплавы	4	9	2	1	1	4								
10. Алюминиевые сплавы. *Лабораторная работа №5. Определение газонасыщенности литейных сплавов.* Практическое занятие. Никелевые сплавы. Мельхиор	4	10	2	1	1	4								
11. Цинковые сплавы. *Лабораторная работа №5. Определение газонасыщенности литейных сплавов.* Практическое занятие. Никелевые сплавы. Низельбирт	4	11	2	1	1	4								
12. Цинковые сплавы. *Лабораторная работа №5. Определение газонасыщенности литейных сплавов.* Практическое занятие. Магниевые сплавы.	4	12	2	1	1	4								
13. Серебряные сплавы. *Лабораторная работа №5. Определение газонасыщенности литейных сплавов.*	4	13	2	1	1	4								

Практическое занятие. Никелевые сплавы.														
14. Серебряные сплавы. *Лабораторная работа №5. Определение газонасыщенности литейных сплавов.* Практическое занятие. Цинковые сплавы.	4	14	2	1	1	4								
15. Золотые сплавы. *Лабораторная работа №5. Определение газонасыщенности литейных сплавов.* Практическое занятие. Цинковые сплавы. Применение в ТХОМ	4	15	2	1	1	4								
16. Платиновые сплавы. *Лабораторная работа №6. Изучение микрошлифов литейных сплавов.* Практическое занятие. Титановые сплавы.	4	16	2	1	1	4								
17. Палладьевые сплавы. *Лабораторная работа №6. Изучение микрошлифов литейных сплавов.* Практическое занятие. Добыча драгоценных металлов: Золото, серебро, платина, палладий.	4	17	2	1	1	4								
18. Контрольная работа №2. *Лабораторная работа №6. Изучение микрошлифов литейных сплавов.* Практическое занятие. Припои и специальные сплавы для ТХОМ	4	18	2	1	1	4						+		
Итого в 4 семестре			**36**	**18**	**18**	**72**							**+**	
ИТОГО			**72**	**36**	**36**	**144**							**+**	**+**

Приложение 2 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ 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, 2022год

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:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ПК-4	Способен к разработке технологических процессов производства художественно-промышленных объектов	**знать:** -теоретические основы плавления и кристаллизации сплавов и формирования литой структуры отливки; -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, температуры литейной формы, выбранного литейного сплава и его технологических свойств, материала литейной формы.	лекция, самостоятельная работа, практические работы, лабораторные работы	П/О, К/Р, ЛР, П, П.З. (Т, если применяется)	**Базовый уровень:** 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 **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ; готовность решать практические задачи повышенной сложности,

		уметь: -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. **владеть:** -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.			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.

Таблица 2

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

№ ОС	Наименование оценочногосредства	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

5	Практическое занятие (П.З.)	Письменное задание по каждой изучаемой теме	Перечень примерных вопросов для ответа на практическое задание.

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. Перечислить 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 отливок. Зарисуйте схемы изменения объема при охлаждении сплава с Ткр=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.

Перечень примерных вопросов для ответа на практическом занятии.

1. Дайте определение что такое латунь?
2. Дайте определение что такое бронза?
3. Дайте определение что такое черные сплавы?
4. Чем сталь отличается от чугуна?
5. Почему химический состав для чугуна является факультативным?
6. Дайте определение что такое сталь?
7. Дайте определение что такое чугун?
8. Какие бывают чугуны?
9. Чем модифицируют высокопрочных чугун?
10. Какие характеристики регламентирует ГОСТ по чугунам?
11. Что такое низельберт?
12. Что такое мельхор?
13. Назовите температуру плавления чистого алюминия?
14. Назовите температуру плавления чистой меди?
15. Назовите температуру плавления золота?
16. Назовите температуру плавления серебра?
17. Назовите температуру плавления платины?
18. Назовите температуру плавления палладия?
19. Сколько углерода содержится в чугуне?
20. Сколько углерода содержится в стали?
21. Расшифруйте сплав ЛЦ40С.
22. Расшифруйте сплав СЧ20
23. Расшифруйте сплав КЧ30
24. Расшифруйте сплав Ст5
25. Назовите пример применения в ТХОМ чугуна?
26. Какие изделия можно делать из стали в художественном литье?