



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учрежде-  
ние

высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов  
05.02.2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕХНОЛОГИЯ ЮВЕЛИРНОГО ЛИТЬЯ***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Информационные технологии в современных литейных процессах

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалооб-
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск  
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

22.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой

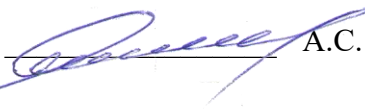


Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

05.02.2026 г. протокол № 5

Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ЛПиМ,



Юмабаев А.А.

Рецензент:

доцент ПЭиБЖД, к.т.н.



Перятинский А.Ю.

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феокти-

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феокти-

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феокти-

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феокти-

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Цель освоения дисциплины (модуля) «Технология ювелирного литья» является освоения студентами, специализирующихся в области литейных технологий, методов и способов производства ювелирных изделий методом литья.

Задача дисциплины - приобретение студентами знаний и навыков изготовления ювелирных изделий с применением литейных технологий:

- изучение теоретических основ технологий литья ювелирных изделий;
- освоение основных методов изготовления и производства ювелирных изделий методом литья;

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Технология ювелирного литья входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Проектирование ювелирно-литейного производства

Технология изготовления художественно-промышленных литых изделий

Основы цифровизации литейного производства

Основы конструирования литых деталей

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика

Производственная-преддипломная практика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Проектная деятельность

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Технология ювелирного литья» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен планировать производственный процесс подразделений литейных цехов по обеспечению количества и качества изделий
ПК-1.1	Оценивает производственную ситуацию технологически связанных процессов производства литейной продукции
ПК-1.2	Решает профессиональные задачи по планированию производственной деятельности подразделений
ПК-2	Способен контролировать выполнение технологических процессов и принимать решения по устранению причин их нарушений
ПК-2.1	Обладает теоретическими знаниями основ и практическими навыками производства литых изделий из различных материалов

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 55 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 89 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Базовые понятия получения ювелирных изделий методом литья								
1.1 Требования к изделиям	5	1		1	6	Подготовка к выполнению практических работ.	Опрос.	ПК-1.1, ПК-1.2
1.2 Материалы. Оборудование.		1		1	6	Подготовка к выполнению практических работ	Опрос	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		2		2	12			
2. Восковые модели (восковки)								
2.1 Типы, свойства и назначение модельного воска. Типы, свойства и назначение инъекционного воска.	5	1		1	1	Работа с литературными и электронными источниками. Подготовка к выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»	Опрос. Выполнение и защита практического задания.	ПК-1.1, ПК-1.2
2.2 Технологии обработки ювелирных восков. Механическая обработка. Наплавление. Сборка блока моделей (восковок).		1		1	1	Работа с литературными и электронными источниками. Подготовка к выполнению	Опрос. Выполнение и защита практического задания.	ПК-2.1

						практических работ. Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»		
Итого по разделу		2		2	2			
3. Формовочные смеси								
3.1 Типы формовочных смесей. Производители. Применимость. Оборудование.	5	1		2	6	Работа с литературными и электронными источниками. Подготовка к выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»	Опрос. Выполнение и защита практического задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1
3.2 Смеси на гипсовом связующем.		1		2	6	Работа с литературными и электронными источниками. Подготовка к выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»	Опрос. Выполнение и защита практического задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1
3.3 Смеси на металлофосфатном связующем		1		2	6	Работа с литературными и электронными источниками. Подготовка к выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»	Опрос. Выполнение и защита практического задания.	ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-1.1
Итого по разделу		3		6	18			

4. Технологии изготовления литейной форма для получения ювелирной отливки								
4.1 Разъемные формы.	5	1		2	6	Работа с литературными и электронными источниками. Подготовка к выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»	Опрос. Выполнение и защита практического задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1
4.2 Формы на гипсовом связующем. Формы на металлофосфатном связующем.		1		2	6	Работа с литературными и электронными источниками. Подготовка к выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»	Опрос. Выполнение и защита практического задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1
4.3 Паковка изделий. Прокатка форм. Режимы.		1		3	6	Работа с литературными и электронными источниками. Подготовка к выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»	Опрос. Выполнение и защита практического задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1
Итого по разделу		3		7	18			
5. Заливка форм								
5.1 Свободная заливка форм.	5	1		3	6	Работа с литературными и электронными источниками. Подготовка к выполнению практических работ.	Опрос. Выполнение и защита практического задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1

						Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»		
5.2 Заливка форм под воздействием внешнего атмосферного давления (вакуумное литье).	5	1		3	6	Работа с литературными и электронными источниками. Подготовка к выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»	Опрос. Выполнение и защита практического задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1
5.3 Заливка форм под воздействием центробежных сил (центробежное литье).		1		3	6	Работа с литературными и электронными источниками. Подготовка к выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»	Опрос. Выполнение и защита практического задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1
5.4 Защитные среды. Флюсы.		1		2	6	Работа с литературными и электронными источниками. Подготовка к выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»	Опрос. Выполнение и защита практического задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1
Итого по разделу		4		11	24			
6. Финишные операции								
6.1 Выбивка, очистка литья	5	2		4	6	Работа с литературными и электронными	Опрос. Выполнение и защита	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1

						источниками. Подготовка к выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»	практического задания.	
6.2 Обработка поверхностей	5	2		4	9	Работа с литературными и электронными источниками. Подготовка к выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»	Опрос. Выполнение и защита практического задания.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1
Итого по разделу		4		8	15			
Итого за семестр		18		36	89		зачёт	
Итого по дисциплине		18		36	89		зачет	

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Технология ювелирного литья» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

В ходе обучения используются следующие технологии и методики:

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно- иллюстративных методов обучения).

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Практическое интерактивное занятие предусматривает использование цифровых носителей и сети интернет с доступом к видеоматериалам и учебным материалам согласно темы занятий. В интерактивных материалах приведены пошаговые руководства согласно темы занятия.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием

специализированных программных сред.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе подготовки к контрольным работам, индивидуальным заданиям, экзамену.

Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»:

Индивидуальное задание состоит из комплекса задач, где по предложенной теме (варианту) задания необходимо провести разработку концепции ювелирного изделия и изготовить его с применением литейной ювелирной технологии.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Горохов, В. А. Материалы и их технологии : в 2 частях. Часть 1 : учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе ; под ред. В.А. Горохова — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 589 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009529-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1793978>. – Режим доступа: по подписке.

2. Основы рафинирования цветных металлов : учебное пособие / Г.А. Колобов, А.В. Елютин, Н.Н. Ракова, В.Н. Бруэк. — Москва : МИСИС, 2010. — 93 с. — ISBN 978-5-87623-317-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2059>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Соколов, М. В. Особенности обработки на станках с ЧПУ деталей из цветных металлов : учебное пособие / М. В. Соколов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. - 84 с. – ISBN 978-5-9729-2348-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2225975> . – Режим доступа: по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Белов, В.Д. Литейное производство : учебник / В.Д. Белов ; под редакцией В.Д. Белова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : МИСИС, 2015. — 487 с. — ISBN 978-5-87623-892-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116953>. — Режим доступа: для авториз. пользователей. Лившиц, В.Б. Художественное литье: Материалы, технологии, практика [Текст]: Учебник для вузов / В.Б. Лившиц – М.: РИПОЛ КЛАССИК, 2004. – 192 с.

2. Герасимов, С.П. Технология художественного и прецизионного литья : учебное пособие / С.П. Герасимов. — Москва : МИСИС, 2001. — 119 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116964> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Мамзурина, О.И. Металловедение драгоценных металлов: Золото и сплавы на основе золота : учебное пособие / О.И. Мамзурина, А.В. Поздняков. — Москва : МИСИС, 2018. — 76 с. — ISBN 978-5-609653-65-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115267>. Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) Методические указания:**

Методические указания приведены в приложении 3

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:****Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megapro-lib.net/MP0109/Web">https://host.megapro-lib.net/MP0109/Web</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий ООО «ИВИС»	<a href="https://eivis.ru/">https://eivis.ru/</a>

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Аудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется под контролем преподавателя в виде выполнения программ лабораторных работ.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала, подготовкой для лабораторных работ, выполнения и подготовке к их защите.

**Методические указания по подготовке к тестированию.**

Успешное выполнение тестовых заданий является необходимым условием итоговой положительной оценки в соответствии с рейтинговой системой обучения. Выполнение тестовых заданий предоставляет студентам возможность самостоятельно контролировать уровень своих знаний, обнаруживать пробелы в знаниях и принимать меры по их ликвидации. Форма изложения тестовых заданий позволяет закрепить и восстановить в памяти пройденный материал. Предлагаемые тестовые задания охватывают узловые вопросы теоретических и практических основ по дисциплине. Для формирования заданий использована закрытая форма. У студента есть возможность выбора правильного ответа или нескольких правильных ответов из числа предложенных вариантов. Для выполнения тестовых заданий студенты должны изучить лекционный материал по теме, соответствующие разделы учебников, учебных пособий и других литературных источников. Контрольные тестовые задания выполняются студентами на практических занятиях. Репетиционные тестовые задания содержатся в рабочей учебной программе дисциплины. С ними целесообразно ознакомиться при подготовке к тестированию.

**Примерный перечень вопросов для проведения устного опроса или тестирования:**

***Тема 1. Базовые понятия получения ювелирных изделий методом литья.***

Требования к изделиям.

Материалы.

Оборудование.

***Тема 2. Восковые модели (восковки).***

Типы, свойства и назначение модельного воска.

Типы, свойства и назначение инъекционного воска.

Технологии обработки ювелирных восков.

Механическая обработка.

Наплавление.

Сборка блока моделей (восковок).

***Тема 3. Формовочные смеси.***

Типы формовочных смесей.

Производители.

Применимость.

Оборудование.

Смеси на гипсовом связующем.

Смеси на металлофосфатном связующем.

**Тема 4. Технологии изготовления литейной форма для получения ювелирной отливки.**

Разъемные формы.

Формы на гипсовом связующем.

Формы на металлофосфатном связующем.

Паковка изделий.

Прокалка форм. Режимы.

***Тема 5. Заливка форм.***

Свободная заливка форм.

Заливка форм под воздействием внешнего атмосферного давления (вакуумное литье).

Заливка форм под воздействием центробежных сил (центробежное литье).

Защитные среды.

Флюсы.

***Тема 6. Финишные операции.***

Выбивка, очистка литья.

**Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья»**

Выполнение индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья» включает следующие этапы:

- выбор типа изделия;
- подбор необходимых материалов и инструментов;
- выполнение восковки;
- выбор подходящего типа формовочной смеси;
- изготовление литейной формы;
- плавка металла и заливка одним из методов (гравитационное литье, центробежное литье, вакуумное литье);
- финишные операции (шлифовка, полировка).

Отчет о выполнении индивидуального задания «Авторское ювелирное изделие по технологии литья» должен включать технологическую карту изготовления изделия. Описание этапов и технологических операций, фотоиллюстрации и само изделие.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-2: Способен контролировать выполнение технологических процессов и принимать решения по устранению причин их нарушений</b>		
ПК-2.1	обладает теоретическими знаниями основ и практическими навыками производства литых изделий из различных материалов	Теоретические вопросы (устно или дистанционно): <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие материалы используют при изготовлении эластичных прессформ?</li> <li>2. Какой основной компонент входит в состав формовочных резин?</li> <li>3. В каком виде поставляются формовочные резины?</li> <li>4. Какие приспособления и оборудование используются при вулканизации эластичных пресс-форм?</li> <li>5. Что такое степень вулканизации?</li> <li>6. Какие факторы влияют на степень вулканизации?</li> <li>7. Как определяется время вулканизации?</li> <li>8. Какие материалы используются для получения выплавляемых моделей?</li> <li>9. Какие отливки можно получать при использовании выплавляемых моделей?</li> <li>10. Какие факторы влияют на качество выплавляемых моделей?</li> <li>11. Что такое облой при литье по выплавляемым моделям?</li> <li>12. Какое оборудование используется для изготовления выплавляемых моделей?</li> <li>13. Какие факторы определяют, какую температуру должен иметь модельный состав при инжектировании?</li> <li>14. Как влияет давление при инъекции на качество выплавляемых моделей?</li> <li>15. Что такое блок-модель и из каких элементов она состоит?</li> <li>16. Технология изготовления блок-модели?</li> <li>17. Какой инструмент используется для сборки блок-модели?</li> <li>18. Какие материалы используют для изготовления монолитных литейных форм?</li> </ol>
<b>ПК-1: Способен планировать производственный процесс подразделений литейных цехов по обеспечению количества и качества изделий</b>		
ПК-1.1	Оценивает производственную ситуацию технологически связанных процессов	Теоретические вопросы (устно или дистанционно): <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое кристобалит?</li> <li>2. Какими свойствами должна обладать суспензия для изготовления монолитных литейных форм?</li> </ol>

	<p>производства литейной продукции</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Какие операции включает в себя цикл изготовления монолитных литейных форм?</li> <li>4. Какими способами можно производить удаление модельного состава из монолитных литейных форм?</li> <li>5. Какими свойствами должна обладать монолитная литейная форма, подготовленная к заливке?</li> <li>6. Какая максимальная температура прокаливания монолитных литейных форм?</li> <li>7. Особенности метода центробежного литья?</li> <li>8. Вокруг каких осей может производиться вращение формы?</li> <li>9. Какая минимальная центробежная сила должна развиваться при литье?</li> <li>10. Какие силы действуют на поле центробежных сил?</li> <li>11. Что такое гравитационный коэффициент?</li> <li>12. Принцип литья вакуумным всасыванием?</li> <li>13. Достоинства литья вакуумным всасыванием?</li> <li>14. Виды брака при центробежном литье?</li> <li>15. Для чего применяются галтовочные барабаны при производстве ювелирных изделий?</li> <li>16. Какова суть процесса крацевания?</li> <li>17. Для чего применяется пескоструйная обработка ювелирных изделий?</li> <li>18. Для чего применяются ультразвуковой ванны при производстве ювелирных изделий?</li> </ol>
<p>ПК-1.2</p>	<p>Решает профессиональные задачи по планированию производственной деятельности подразделений</p>	<p>Теоретические вопросы (устно или дистанционно):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие сплавы платины рекомендуются для производства ювелирных изделий?</li> <li>2. С какими металлами платина образует непрерывные твердые растворы?</li> <li>3. Какие металлы рекомендуются для легирования платины при выплавке ювелирных сплавов?</li> <li>4. Необходимо ли раскисление при плавке сплавов платины и палладия?</li> <li>5. Каков порядок загрузки шихты в плавильный агрегат при плавке сплавов платины?</li> <li>6. Какие материалы используются для изготовления тиглей для плавки платины?</li> <li>7. Какие факторы принимают во внимание при выборе температуры прокаливания опок, для литья ювелирных изделий с камнями?</li> <li>8. Какие особенности имеет процесс охлаждения опок после заливки, при литье ювелирных изделий с камнями?</li> </ol>

		<p>9. Какие особенности имеет дизайн моделей используемых для литья ювелирных изделий с камнями?</p> <p>10. Какие камни непригодны в качестве ювелирных вставок при литье ювелирных изделий с камнями?</p> <p>11. Особенности разборки монолитной формы и очистки отливок при литье с камнями?</p> <p>12. Какие материалы используют в качестве защитных флюсов и сред для золота и серебра?</p> <p>13. Что такое раскисление?</p> <p>14. Достоинства и недостатки метода вакуумной плавки?</p> <p>15. Что влияет на скорость кристаллизации и охлаждения отливок?</p> <p>16. Какие факторы влияют на показатель вязкости формовочной суспензии?</p> <p>17. Какое оборудование используется для изготовления монолитных литейных форм?</p> <p>Какие драгоценные металлы используют для изготовления ювелирных изделий?</p>
--	--	--

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технология ювелирного литья» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений.

Зачет по данной дисциплине может проводиться в устной форме по теоретическим вопросам, либо в виде тестов, на усмотрение преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная либо в виде тестирования) должна быть одинаковой для всех обучающихся в группе.

В случае спорной ситуации между обучающимся и преподавателем, принимающим промежуточную аттестацию, заведующий кафедрой может по заявлению обучающегося назначить комиссионную сдачу зачета или экзамена по тестированию, утвержденному заседанием кафедры.

**Показатели и критерии оценивания зачета в виде теста:**

При проведении аттестации преподаватели руководствуются следующими критериями оценивания знаний студента:

Оценка знаний студентов производится с учетом выполнения им требований программы курса.

Могут учитываться активная работа студента на занятиях, качество выполнения контрольной работы, индивидуальные особенности студентов оцениваются всесторонне, однако ведущим элементом является степень усвоения им учебной программы. Основным критерием оценки по освоению дисциплины является выполнение тестовых заданий.

– **«зачтено»** - выставляется студентам, умеющим раскрывать содержание предмета, показавшим результат при решении тестов более чем на 60% правильных ответов.

– **«незачтено»**- если он не усвоил хотя бы отдельных существенных вопросов учебной программы. Не выполнил тестовые задания.

По решению преподавателя, ведущего практические занятия, отдельные, наиболее активные, успевающие студенты могут быть освобождены от сдачи зачета с учетом оценок, полученных ими на занятиях в течение семестра, т.е. оценки за итоговый контроль знаний им будут выставлены автоматически.

**Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения) при сдаче зачета:**

– на оценку **«зачтено»** – обучающийся должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«не зачтено»** – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## Методические указания к практическим занятиям

### Введение

В современном мире массового производства все чаще встает вопрос об изготовлении ограниченного тиража «эксклюзивных» вещей. Неважно к чему относится этот «эксклюзив»: к промышленности, предметам интерьера, прикладного искусства, или вообще к творчеству умельцев-любителей. Главное, что возникает надобность в материале, из которого, без каких-либо серьезных затрат на оборудование и производственные площади, можно изготовить столь необходимую при тиражировании форму. Современный рынок предлагает различные продукты для подобных вещей, но одними из самых лучших вариантов для изготовления форм являются силиконовые двухкомпонентные составы. Высокая прочность и эластичность, гибкость и долговечность, широкий диапазон рабочих температур и простота в применении делают их практически незаменимыми для каждого, кто решил размножить какую-либо мастер-модель. Силиконовые компаунды в отвержденном виде по своей природе инертны и в большинстве своем не вступают в реакции с другими материалами. Они весьма стойки к внешнему воздействию, за исключением сред с высокой щелочностью. В таких условиях силиконовые материалы набухают и разрушаются. Какие-то продукты дольше сопротивляются разрушению, какие-то меньше, но в итоге, рано или поздно, любой силиконовый компаунд начнет разваливаться в щелочной среде. К примеру, не рекомендуется использовать силиконовые формы для литья из бетона. Цементный раствор обладает высокой щелочностью, и это приводит к разрушению формы. Еще одним большим преимуществом силиконовых материалов является широкий температурный диапазон их использования: от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+250^{\circ}\text{C}$ . Области применения силиконовых форм: - Археология и палеонтология – для сохранения и моделирования мозаики, статуй, окаменелостей. - Искусство – изготовление скульптур, свечей, масок, искусственных драгоценностей, репродукций монет, медалей и т.п. - Строительство и декор – декоративные гипсовые панели, потолочные розетки, лепнина, статуэтки, реставрация памятников, изготовление репродукций с каменных фигур, изготовление искусственного камня. - Мебельная промышленность – формовка декоративной фурнитуры. - Автомобильная, Авиационная, Аэрокосмическая промышленность – формовка деталей из твердых ППУ: панели приборов, рулевые колёса, подлокотники, элементы отделки и разработка прототипов. - Литьё металлов – формовка декоративных изделий из сплавов олова, свинца, цинка.



Рис.1. Технологическая схема литья в силиконовые формы: изготовление мастер-модели - снятие силиконовой формы - литье металла (модельного воска) - дегазация в вакуумной камере - отправка готовой партии отливок (моделей).

## 1 Мастер модель

Мастер-модель для изготовления литейной формы может быть сделана из любого материала – смолы, пластика, металла, воска, дерева, бумаги (фантазия моделиста неиссякаема и непредсказуема). Процесс объемного моделирования заключается в том, что из разных материалов с помощью обрабатывающего инструмента (стеки, штихели, боры, диски и др.) изготавливается мастер-модель. Процесс изготовления мастер-модели за последние столетия практически не изменился, однако использование новых модельных материалов расширяет выразительные возможности процессов литья. Перед заливкой силиконом мастер-модель желательно обработать разделительным составом, чтобы при ее извлечении не разрушить форму. В качестве разделительного состава могут использоваться различные жиры растительного, животного или химического происхождения, из области бытовой химии – полироли в аэрозольных упаковках, специальные разделительные составы для литья в силиконовые формы. Если мастер-модель изготовлена из пористого материала (дерева или бумаги), перед нанесением разделительного состава ее следует пропитать каким-либо составом для заполнения пор: жидким воском, олифой, разбавленным ПВА, или покрасить. Например, для создания мастер-модели часто используют пластилиновый безсульфидный воск различной твердости (мягкий, средний и твердый).



Рис. 2а. Пример мастер-моделей, изготовленных лепкой из пластилинового воска



Рис. 2б. Набор насадок петли-проволока средние – приспособления для работы с пластилиновым воском

Следует отметить, что в последнее время появились способы объемного моделирования и изготовления моделей, в частности из модельного состава, с использованием компьютеризированных установок.



Рис. 3. Пример наращенных в 3D-принтере мастер-модели из воска

## 2 Силикон для изготовления литейной формы

Если мастер-модель предназначена для нескольких отливок, то необходимо изготовление форм, по которым делается требуемое число восковых моделей. Это необходимо и в том случае, если мастер-модель сделана не из модельного воска, пенополистирола, пенополиуретана либо другой выплавляемой или выжигаемой модели. Если мастер-модель плоская, с одной стороны, не имеет обратных уклонов и поднутрений, то форму можно изготовить из гипса: медицинского, скульптурного и др. Могут быть использованы и фосфатные смеси.

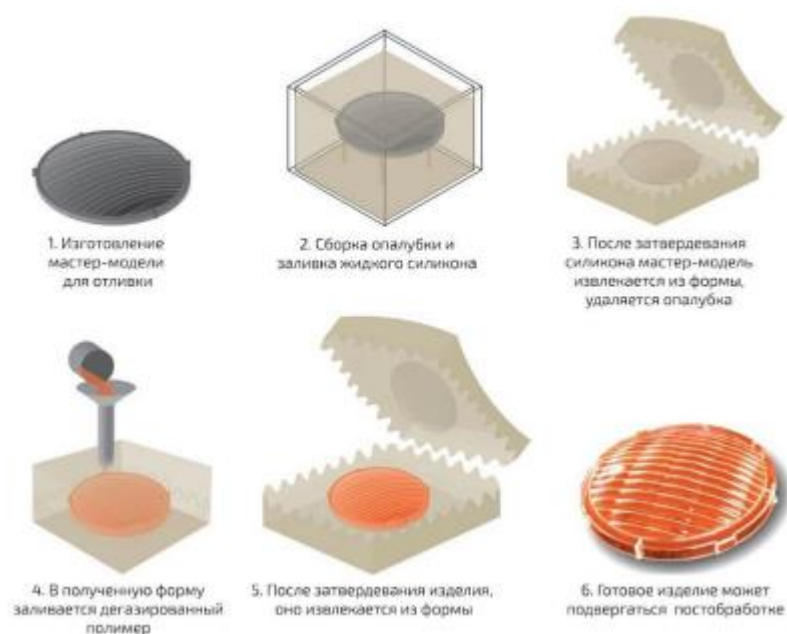


Рис. 3. Пример изготовления литейной формы из силикона по мастер – модели

Существует огромное количество различных резиноподобных материалов, из которых можно изготовить форму, но для простоты, не углубляясь в их химический состав, будем все их называть силиконами. Все это многообразие можно разделить на две большие группы – заливочные силиконы и обмазочные силиконы. Для получения литейной формы можно с равным успехом использовать как те, так и другие. По технологии приготовления силиконы бывают двухкомпонентные (так называемые «компаунды»): состоящие из основы и катализатора (отвердителя), которые перед использованием нужно смешать в определенной пропорции, и однокомпонентные – уже готовые к применению.

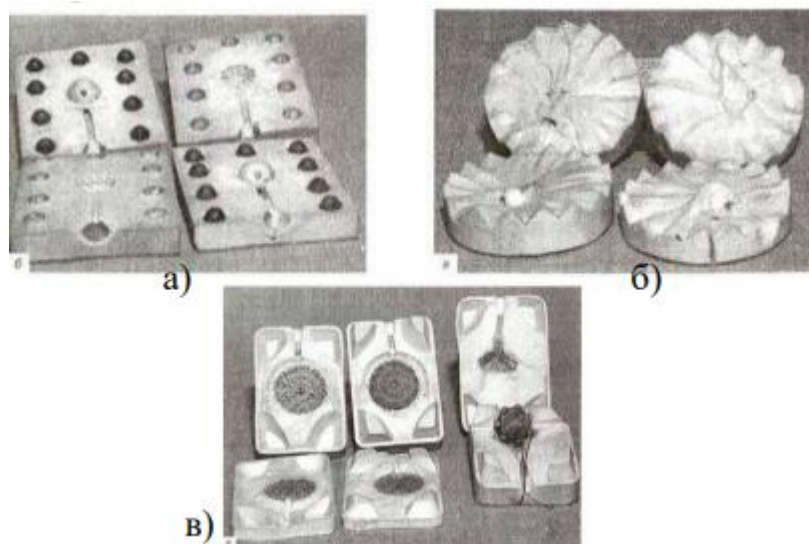


Рис. 4. Примеры выполнения форм из ювелирной резины: а – итальянская; б – английская; в – американская. Обратите внимание на форму замков, выполненных вырезанием.

### 3 Материалы для литья

Разнообразных литевых материалов сейчас, пожалуй, даже больше, чем силиконов. Это всевозможные жидкие пластмассы, эпоксидные и полиэфирные смолы, стоматологические пластмассы, двухкомпонентные эпоксиды типа «холодной сварки», модельные воска, легкоплавкие металлы (сплавы), в конце концов, просто гипс, замешанный на ПВА. Все эти материалы, естественно, имеют разные характеристики, основными из которых для нас являются РАБОЧЕЕ ВРЕМЯ и ВЯЗКОСТЬ. Вязкость – характеристика, аналогичная такой же характеристике силиконов. Чем меньше вязкость материала, тем он более текуч, а значит, тем лучше он заполнит все неровности формы и позволит получить более качественную отливку. Наименьшей вязкостью (от 80 до 300 срс, т.е. нечто среднее между водой и растительным маслом) обладают полиэфирные смолы и жидкие пластмассы. Рабочее время – время, на протяжении которого материал сохраняет заявленную вязкость. Эта характеристика очень важна для литья в домашних условиях. Дело в том, что большинство материалов с низкой вязкостью имеют очень малое рабочее время – 1,5-2 минуты, после чего очень быстро начинают густеть. Такие материалы хороши для использования в специальных литевых установках, где смешивание компонентов, дегазация и заливка формы происходят автоматически и быстро. В домашних же условиях, когда все эти процессы происходят несколько дольше, лучше использовать материалы со временем жизни 3-5 и более минут, пусть даже и более вязкие. «Белый металл» - общее название сплавов олова и свинца с добавлением незначительного количества других металлов. Как и все металлы при нагревании переходит в жидкое состояние, а при остывании вновь твердеет. Отливки получаются хорошего качества, но тяжеловаты, поэтому «белый металл» нецелесообразно использовать для литья крупных деталей. Для литья мелких деталей (буксирных крюков, шанцевого инструмента, прожекторов и т.п.) в лабораторных условиях очень хорошо подходят сплавы Розе, д'Арсенваля или Вуда, которые можно приобрести в магазинах для радиолобителей. Температура их плавления лежит в пределах 60-95°C, что позволяет делать отливки как в традиционные для литья металла формы из гипса, так и в резиновые формы, причем совсем не обязательно использовать для этого термостойкие резины.

## 4. Технология создания силиконовых форм

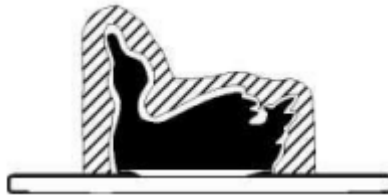
### 4.1 Однокомпонентная силиконовая форма

1 шаг. Подготовьте мастер-модель. 2 шаг.



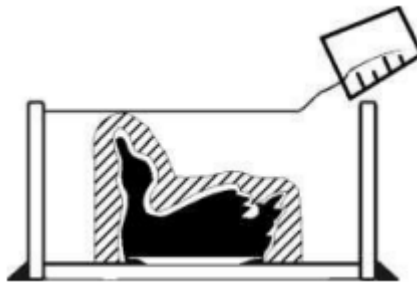
Подготовьте формовочный короб из дерева, пластика или металла. Зазор вокруг мастер-модели должен быть не менее 25 мм. Поместите полоску пластилина на дно короба по контуру нижней стороны оригинала. Вдавите 26 нижнюю сторону мастер-модели в пластилин. Удалите весь выступающий пластилин.

3 шаг.



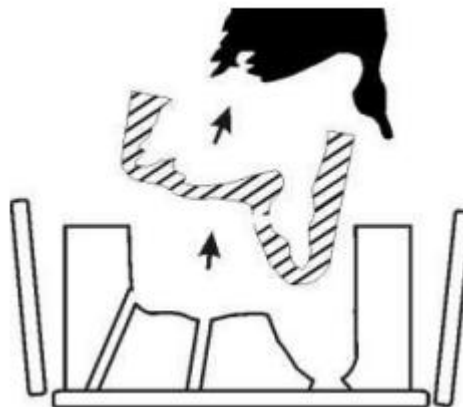
Покройте мастер-модель алюминиевой фольгой, а поверх нее толстым слоем (не менее 1 см) пластилина или глины.

4 шаг



Соберите формовочный короб вокруг мастер-модели. Залейте гипсовым раствором и оставьте до полного отверждения. Для создания легковесной формы вместо гипса можно использовать стеклопластик.

Соберите формовочный короб вокруг мастер-модели. Залейте гипсовым раствором и оставьте до полного отверждения. Для создания легковесной формы вместо гипса можно использовать стеклопластик. 5 шаг.



Разберите короб. Достаньте гипс и сделайте в нем одно отверстие для заполнения и несколько для выхода воздуха. Удалите пластилин и фольгу с мастер-модели.

6 шаг.

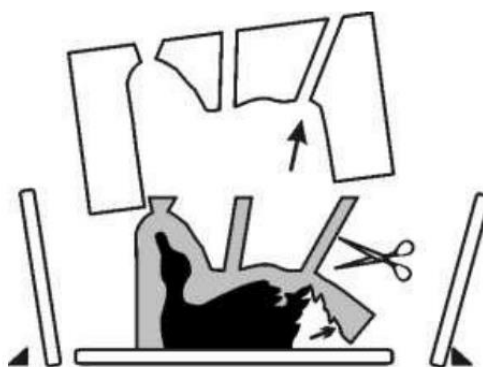


Поместите гипс и собранный короб в исходное положение над мастермоделью. Медленно заливайте через проделанное в гипсе отверстие силиконовый компаунд, пока он не заполнит все отверстия в гипсе.

7 шаг.

Оставьте отверждаться при комнатной температуре на 24 часа.

8 шаг.



Разберите короб, удалите гипс и снимите готовую силиконовую форму с оригинала.

#### 4.2. Двусоставная оболочковая форма

1 шаг.

Подготовьте мастер-модель.

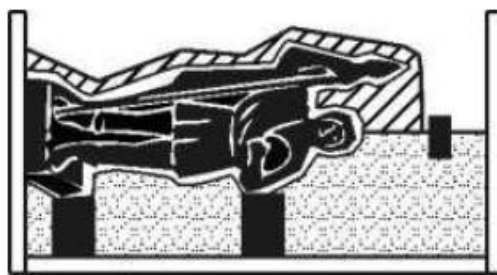
2 шаг. Подготовьте формовочный короб с крышкой, сделанный из дерева, пластика или металла. Зазор вокруг мастермодели должен быть не менее 25 мм.

3 шаг.



Оберните половину оригинала в алюминиевую фольгу (ту половину, которая окажется внизу при помещении оригинала в короб) и поместите его в короб на деревянных подставках (высота по 1 см). Залейте растопленный пластилин в короб до половины оригинала.

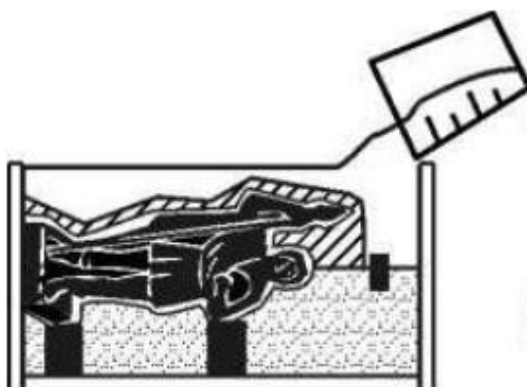
4 шаг.



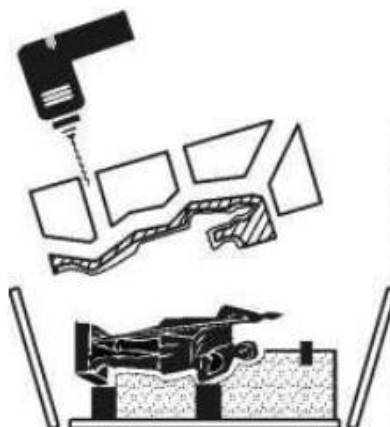
Покройте оставшуюся часть оригинала алюминиевой фольгой, а поверх нее толстым слоем пластилина или глины (не менее 1 см). Вставьте в пластилин колышки на местах будущих замков.

Покройте оставшуюся часть оригинала алюминиевой фольгой, а поверх нее толстым слоем пластилина или глины (не менее 1 см). Вставьте в пластилин колышки на местах будущих замков.

5 шаг.

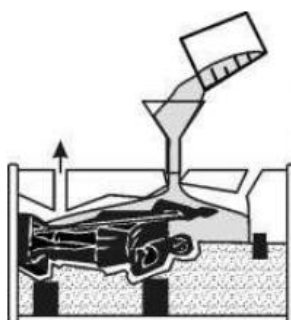


Залейте гипс в короб до уровня крышки короба и оставьте до полного отверждения.  
6 шаг.



Разберите короб. Достаньте гипс и сделайте в нем одно отверстие для заполнения и несколько для выхода воздуха. Удалите пластилин и фольгу с оригинала.

7 шаг.

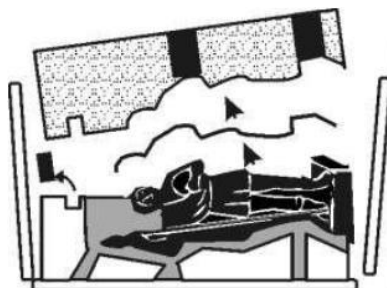


Поместите гипс и собранный короб в исходное положение над оригиналом. Медленно заливайте через проделанное в гипсе отверстие силиконовый компаунд, пока он не заполнит все отверстия в гипсе.

8 шаг.

Оставьте отверждаться при комнатной температуре на 24 часа.

9 шаг



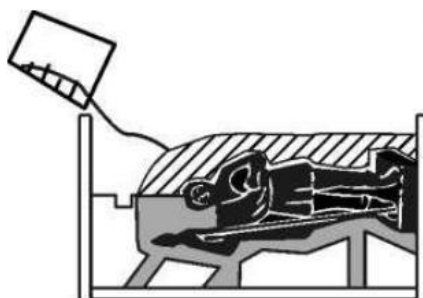
Переверните короб и разберите его. Удалите гипс, фольгу, подставки и колышки.

10 шаг.



Соберите короб обратно и покройте поверхности силиконовой формы и гипса внутри него разделительной смазкой, например парафином, воском или мыльным раствором. Силиконовыми смазками в этом случае лучше не пользоваться. Покройте оставшуюся часть оригинала алюминиевой фольгой, а поверх нее толстым слоем пластилина или глины (не менее 1 см).

11 шаг.



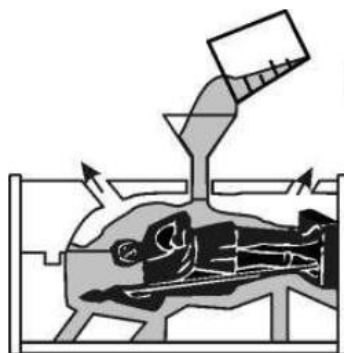
Залейте гипс в короб до уровня крышки короба и оставьте до полного отверждения.

12 шаг.



Разберите короб. Достаньте гипс и сделайте в нем одно отверстие для заполнения и несколько для выхода воздуха. Удалите пластилин и фольгу с оригинала.

13 шаг.

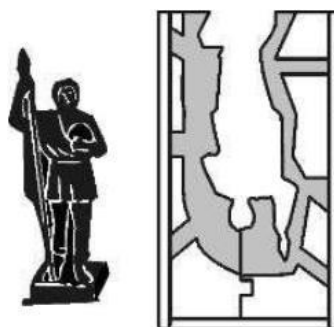


Поместите гипс и собранный короб в исходное положение над оригиналом. Медленно заливайте через проделанное в гипсе отверстие силиконовый компаунд, пока он не заполнит все отверстия в гипсе.

14 шаг. Оставьте отверждаться при комнатной температуре на 24 часа.

15 шаг. Полностью разберите все.

16 шаг.



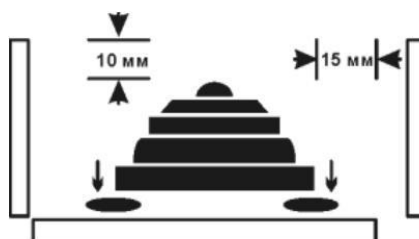
Чтобы подготовить форму для заливки, сделайте в ней несколько отверстий. Одно – для заливочного материала, другие – для выхода воздуха.

#### 4.3 Односоставная блочная форма

1 шаг.

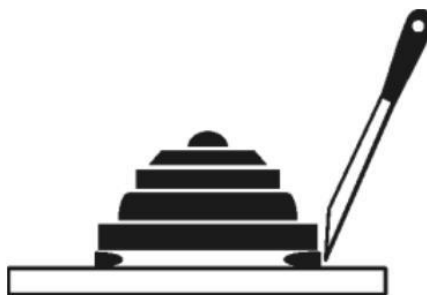
Подготовьте оригинал.

2 шаг.



Подготовьте формовочный короб из дерева, пластика или металла. Зазор вокруг оригинала должен быть не менее 15 мм. Расстояние от верхней точки оригинала до верха ко-роба - не менее 10 мм.

3 шаг.

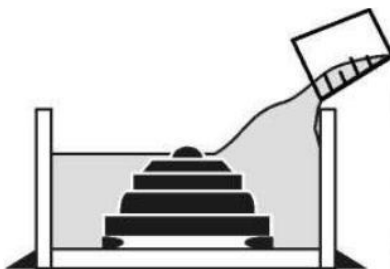


Поместите полоску пластилина на дно короба по контуру нижней стороны оригинала. Вдавите нижнюю сторону оригинала в пластилин. Удалите весь выступающий пластилин.

4 шаг.

Соберите короб вокруг оригинала и загерметизируйте стенки короба пластилином. Помните, силикон обладает хорошей проникающей способностью и найдет малейшую щель, поэтому герметизация должна быть тщательной. Если вы хотите получить отливку с гладкой, блестящей поверхностью, убедитесь, что оригинал хорошо отполирован. Если необходимо, покройте оригинал и короб изнутри подходящей разделительной смазкой, например парафином, воском или мыльным раствором. Силиконовыми смазками в этом случае лучше не пользоваться.

5 шаг



Начинайте заливать силиконовый компаунд в короб, держа контейнер как можно ниже. Заливайте медленно, чтобы давать компаунду заполнять все неровности и успевать выравниваться. Продолжайте до тех пор, пока компаунд не покроет оригинал целиком плюс 10 мм сверху.

6 шаг. Оставьте отверждаться при комнатной температуре на 24 часа.

7 шаг



Удалите пластилин, герметизирующий стенки короба и разберите короб.

8 шаг.



Отделите готовую форму от оригинала.

#### 4.4. Двусоставная блочная форма

1 шаг.

Подготовьте оригинал.

2 шаг.

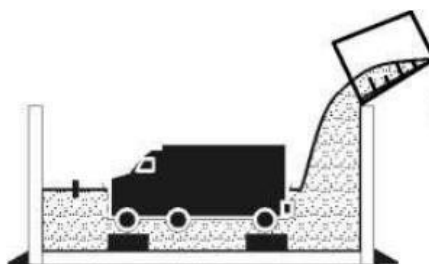
Подготовьте формовочный короб с крышкой, сделанный из дерева, пластика или металла. Зазор вокруг оригинала должен быть не менее 15 мм.

3 шаг.



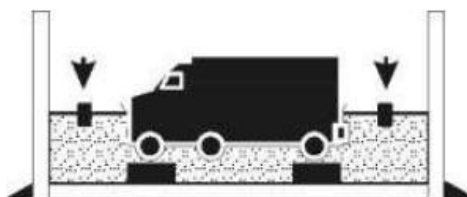
Загерметизируйте стенки короба пластилином.

4 шаг.



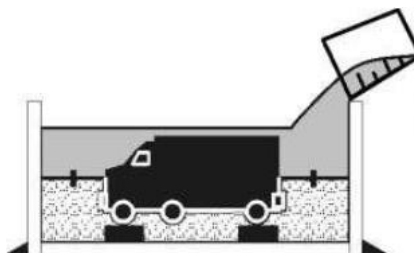
Оберните половину оригинала в алюминиевую фольгу (ту половину, которая окажется внизу при помещении оригинала в короб) и поместите его в короб на деревянных подставках (высота по 1 см). Залейте растопленный пластилин в короб до половины оригинала, до уровня, где кончается фольга.

5 шаг.



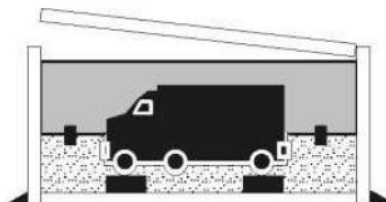
Вставьте в пластилин колышки на местах будущих замков.

6 шаг.



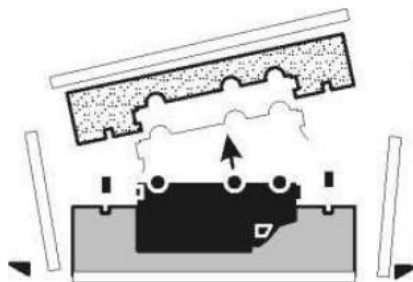
Начинайте заливать силиконовый компаунд в короб, держа контейнер как можно ниже. Заливайте медленно, чтобы давать компаунду заполнять все неровности и успевать выравниваться. Продолжайте до тех пор, пока компаунд не покроет оригинал целиком плюс 10 мм сверху.

7 шаг

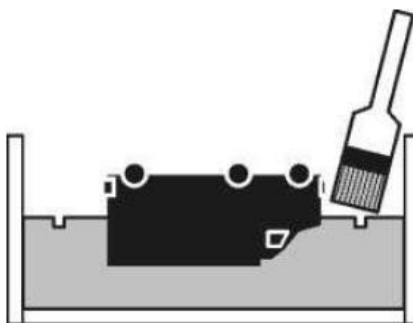


Оставьте отверждаться при комнатной температуре на 24 часа.

8 шаг

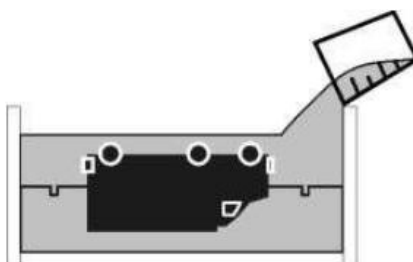


Переверните короб и разберите его. Удалите гипс, фольгу, подставки и колышки.  
9 шаг



Соберите короб обратно и покройте поверхность силиконовой формы внутри него разделительной смазкой, например парафином, воском или мыльным раствором. Силиконовыми смазками в этом случае лучше не пользоваться.

10 шаг.

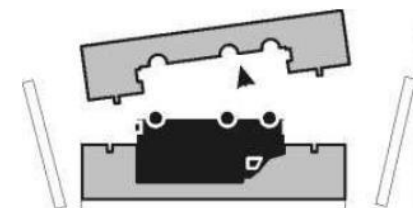


Начинайте заливать силиконовый компаунд в короб, держа контейнер как можно ниже. Заливайте медленно, чтобы давать компаунду заполнять все неровности и успевать выравниваться. Продолжайте до тех пор, пока компаунд не покроет оригинал целиком плюс 10 мм сверху

11 шаг.

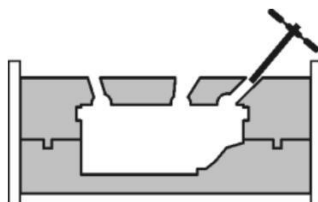
Оставьте отверждаться при комнатной температуре на 24 часа.

12 шаг.



Разберите короб и отделите обе части формы от оригинала.

13 шаг.



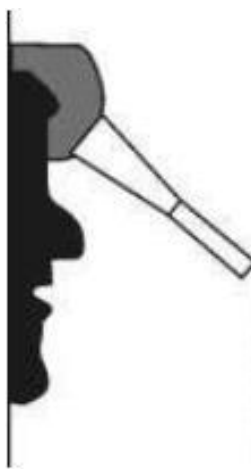
Чтобы подготовить форму для заливки, сделайте в ней несколько отверстий. Одно – для заливочного материала, другие – для выхода воздуха. Примечание: если оригинал по форме относительно простой и не слишком большой, можно обойтись без использования пластилина и заливать силиконовый компаунд непосредственно в короб для создания первой половины литейной формы.

#### 4.5 Обмазочная оболочковая форма

1 шаг.

Подготовьте оригинал. Приготовьте тиксотропный силиконовый компаунд.

2 шаг.



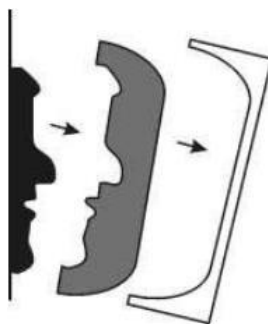
Используя кисть или шпатель, покройте оригинал толстым слоем (1 см) силиконового компаунда. Если оригинал большого размера, целесообразно готовить и наносить компаунд в несколько заходов.

3 шаг.



Оставьте отверждаться при комнатной температуре на 24 часа. Установите вспомогательную форму из стеклопластика или гипса для поддержки оболочковой силиконовой формы.

4 шаг.



Аккуратно отделите вспомогательную форму и расположите ее на горизонтальной поверхности. Отделите силиконовую оболочковую форму от оригинала.

5 шаг.



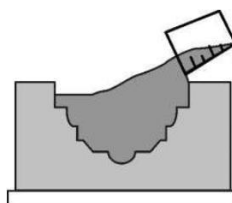
Соберите вместе силиконовую оболочковую форму и вспомогательную форму.

## 5 Технология литья в силиконовые формы

### 5.1 Литье в односоставную блочную форму

1 шаг. Подготовьте заливочную блочную форму

2 шаг.



Поместите силиконовую форму на плоскую горизонтальную поверхность. Медленно залейте заливочный материал в форму, держа контейнер как можно ближе к форме. Слегка потрясите форму, чтобы материал распределился по всем неровностям формы.

3 шаг.



Когда материал затвердеет, отделите его от формы, аккуратно и равномерно надавливая на форму.



4 шаг.

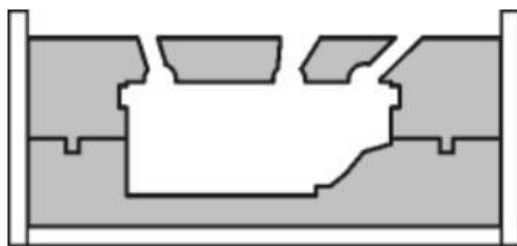
Обработайте заусенцы мелким напильником или наждачной бумагой.

## 5.2 Литье в двусоставную блочную форму

1 шаг. Подготовьте заливочный материал.

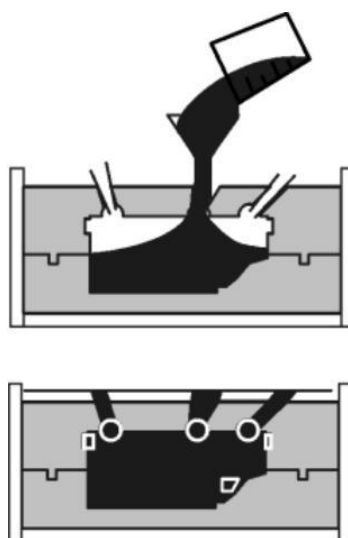
Соберите форму в формовочном коробе. Убедитесь, что все части плотно состыкованы.

2 шаг.



Вставьте куски пластиковых трубок в отверстия, проделанные в силиконовой форме. Трубки в отверстиях для выхода воздуха должны выступать на 10 см над формой. Трубка в заливочном отверстии должна соответствовать длине отверстия при собранной форме.

3 шаг.



Начинайте медленно заливать заливочный материал в форму через воронку, вставленную в пластиковую трубочку заливочного отверстия. Держите контейнер как можно ближе к воронке. Продолжайте до тех пор, пока не заполнятся пластиковые трубки отверстий для выхода воздуха. Слегка потрясите форму, чтобы материал распределился по всем неровностям формы и все пузыри воздуха вышли через отверстия. При использовании для заливки некоторых смол необходимо закрывать отверстия пластиковых трубок бумагой или пластиком, чтобы предотвратить ингибирование реакции отверждения.

4 шаг.



Когда материал затвердеет, отделите его от формы, аккуратно и равномерно надавливая на форму.

5 шаг.

Удалите пластиковые трубки и отрежьте лишние отростки отливки. Обработайте заусенцы мелким напильником или наждачной бумагой. Примечание: если отливка большая и сложная по форме, может быть целесообразным залить заливочный материал вначале до

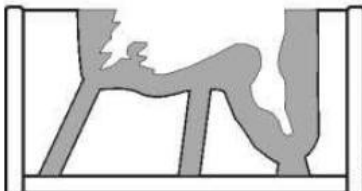
половины, потрясти или отвакуумировать в вакуумной камере, а затем залить остальную половину.

### **5.3 Литье в односоставную оболочковую форму**

1 шаг.

Подготовьте заливочный материал.

2 шаг.

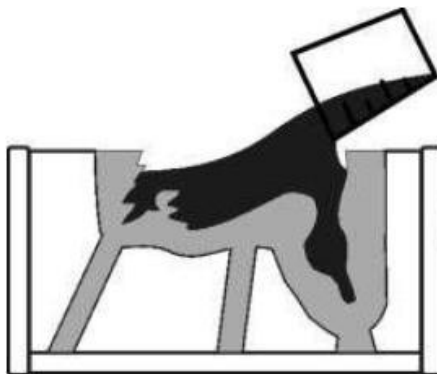


Соберите силиконовую форму и гипсовую подложку в формовочном коробе на плоской горизонтальной поверхности.

3 шаг.

Медленно залейте заливочный материал в форму, держа контейнер как можно ближе к форме.

4 шаг.



Когда материал затвердеет, отделите его от формы, аккуратно и равномерно надавливая на форму.

### **5.4 Литье в двусоставную оболочковую форму**

Поместите половинки силиконовой формы в обе части подложки и плотно состыкуйте их. Далее все так же, как в случае двусоставных блочных форм.

### **5.5 Литье в обмазочную оболочковую форму**

1 шаг.

Разместите силиконовую форму в подложке в нужном положении. Подготовьте заливочный материал.

2 шаг.



Медленно залейте заливочный материал в форму, держа контейнер как можно ближе к форме. Слегка потрясите форму, чтобы материал распределился по всем неровностям формы.

3 шаг.



Когда материал затвердеет, отделите его от формы, аккуратно и равномерно надавливая на форму.

4 шаг.



Обработайте заусенцы мелким напильником или наждачной бумагой.

#### **6 Рекомендации. Подготовка исходных материалов**

Поверхность мастер-модели, с которой будет сниматься форма, должна быть обезжирена, очищена от загрязнений, ржавчины и т.п. Если поверхность пористая, целесообразно использовать разделяющий состав. Тщательно перемешайте компоненты силиконовой массы в фабричных упаковках. Отмерьте необходимое количество компонентов, согласно инструкции, поместите в контейнер для смешивания и тщательно перемешайте в течении по меньшей мере 3 минут. Убедитесь, что вы хорошо промешали смесь по стенкам и дну контейнера несколько раз. Смесь должна быть однородного цвета без разводов. Смешивание не должно происходить при температуре выше +24°C и высокой влажности, иначе время жизни компаунда сократится. Хотя вакуумная дегазация не является необходимой, эта процедура поможет удалить замкнутый в смеси воздух. После смешивания компонентов поместите материал в вакуумную камеру на 2-3 минуты при давлении 737 мм ртутного столба. Убедитесь, что в контейнере достаточно места для увеличения объема смеси в 4 раза. Заливка. Для достижения наилучшего результата заливайте смесь в одну точку, держа контейнер как можно ниже. Дайте время силикону заполнить пространство модели. Равномерное течение минимизирует влияние скопившегося воздуха. При изготовлении формы силикон необходимо залить по меньшей мере на высоту 1,3 см от самой верхней точки поверхности модели.

Примечание. Если нет подходящего оборудования для вакуумного удаления воздушных пузырьков, их можно минимизировать, если смешивать небольшие количества компонентов. Затем, используя кисть наносить смесь на оригинал слоем толщиной 1-2 мм и оставлять при комнатной температуре, пока поверхность не очистится от пузырьков и не начнет отверждаться. После этого смешивать следующие порции основы и катализатора, и так повторять до получения готовой формы для литья. Силиконы на платиновых катализаторах могут подвергаться ингибированию сернистыми глинами, что проявляется в залипанию силикона на поверхности изделия или в недостаточном отверждении. Если вы сомневаетесь в совместимости силикона и поверхности мастер-модели, рекомендуется проведение предварительного теста. Нанесите небольшое количество силикона на некритичную область мастер-модели. Ингибирование присутствует, если по истечении необходимого времени полимеризации наблюдается неполное отверждение или липкость поверхности. Для предотвращения ингибирования эффективным способом является нанесение на поверхность модели прозрачного акрилового лака. После нанесения изделие необходимо тщательно просушить. Нанесение разделительного состава не является необходимым, но эта процедура облегчает выемку изделия из формы.

## **7 Задания для практических работ**

1. Изготовить фантазийную мастер - модель из пластилинового воска или нарастить модель на 3D – принтере.
2. Выполнить силиконовую форму под заливку воском или «белым металлом» по мастер-модели.
3. Собрать восковые модели в блоки с литниковой системой и изготовить керамические формы по выплавляемым моделям.
4. Применяя различные методы литья, получить художественные отливки.
5. Составить для своей отливки технологический процесс (КТП). Пояснение для выполнения практической работы и предоставление отчета При составлении конкретной карты технологического процесса получения отливки необходимо пользоваться образцом (см. Приложение А). Перед началом работы группа разбивается на две бригады. Задание выдается каждой бригаде. Во главе бригады назначается бригадир. В конце занятия бригадир отчитывается за бригадное задание.

## **8 Оборудование применяемый для выполнение практического задания**

**8.1 Печь электрическая плавильная – 2 кг;**

**8.2 Литьевая установка;**

**8.3 Нагревательная электрическая печь.**

### **9. Техника безопасности**

**9.1 Перед выполнением практической работы в обязательном порядке прослушать инструктаж по технике безопасности.**




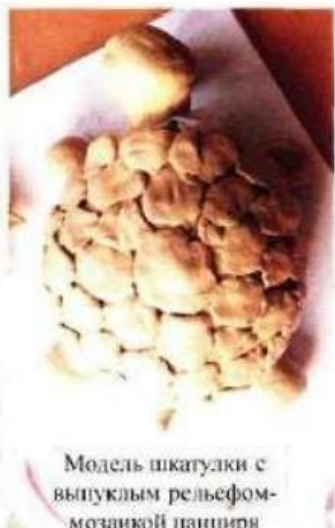
**9.2 Согласно рекомендациям и инструкции по технике безопасности изготавливать литейные формы и заливать их жидким металлом.**

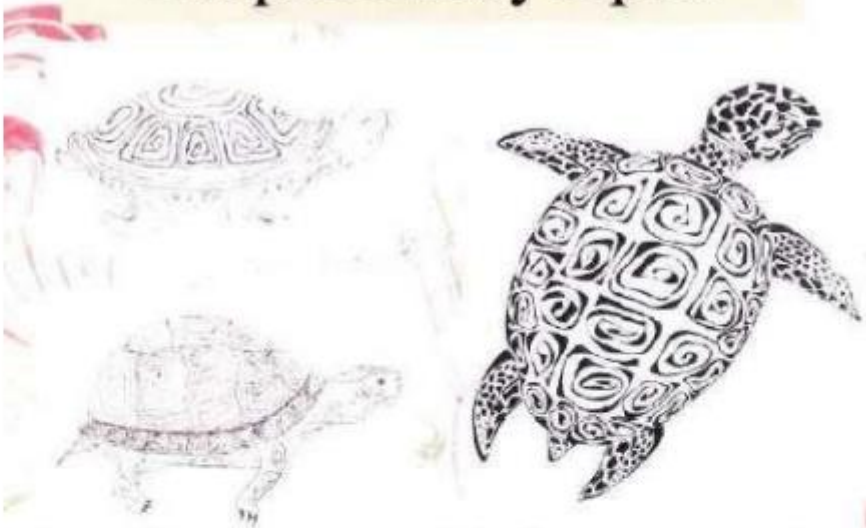

**9.3 При изготовлении литейных форм и отливок соблюдать осторожность, не препятствовать действиям товарищей, участвующих в процессе выполнения работы.**

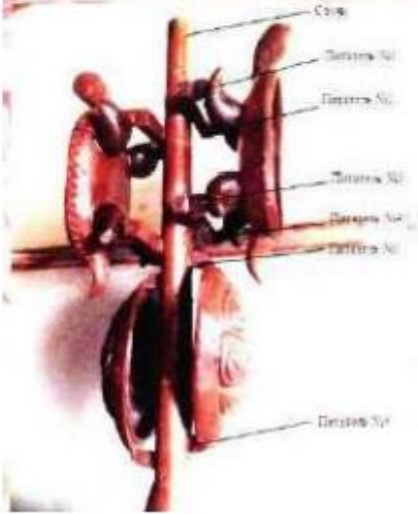
**9.4 При обращении с горячими отливками и оснастками соблюдать осторожность, применять индивидуальные защитные средства.**

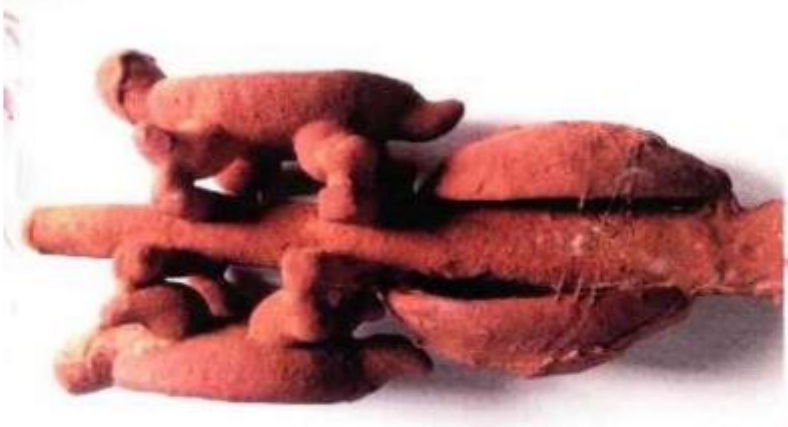

Контрольные вопросы


1. Приведите пример по способам литья применяющихся для получения художественных отливок, кратко обосновать и дать характеристику для каждого из них
2. Какие сплавы применяются для изготовления художественных отливок?
3. Назначение мастер-модели?
4. Различие между двусоставной и односоставной оболочковой формой?
5. В каких случаях используют технологию литья в обмазочную оболочковую форму?
6. Из каких элементов состоит литниковая система?
7. Какими разовыми и многоразовыми литейными формами вы познакомились при выполнении практических работ в литейной лаборатории?
8. Приведите пример основных плавильных агрегатов, которые применяются в художественном литье.
9. Для предотвращения образования воздушных пузырьков в силиконовой форме какие операции применяют?
10. Какие операции применяются для заливки литейных форм?
11. Отличие между специальными способами литья по выплавляемым моделям и кусковым, их особенности при художественном и ювелирном литье?
12. По технологиям изготовления декоративной отливки методом литья по выплавляемым моделям подготовить развернутый ответ (Приложение А).

№ п/п	Тема задания	Разработка технологии процесса изготовления оригинальной художественной отливки методом литья по выплавляемым моделям
1	Цель работы	Создание художественного изделия и разработка технологии литья
2	Поиски форм, (образцы, эскизы формы элементов)	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Чугунная шкатулка «Черепашка» пример каслинского литья</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Латунная шкатулка для мелочей или пепельница в виде черепахи с откидной крышкой</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Модель шкатулки в виде пирамиды из трёх черепашек</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Модель шкатулки с выпуклым рельефом- мозаикой панциря</p> </div> </div>

		<h3 style="text-align: center;">Разработка узоров</h3> 
3	Восковая (пластилиновая) мастер-модель отливки)	<h3 style="text-align: center;">Восковая модель шкатулки в сборе</h3> 

4	Выбор процесса изготовления эластичных форм для тиражирования изделий	Для тиражирования изделия потребуется изготовить двусоставную оболочковую форму
5	Сборка модельного блока	<p style="text-align: center;"><b>Литниково питающая система</b></p>  <p>Литниково питающая система (ЛПС) создаётся для подвода расплавленного металла в полость формы, обеспечения ее заполнения и питания отливки при затвердевании. Все питатели монтируются на стояке при помощи горячих шпателей.</p>

6	Модельный блок с керамической оболочкой	<p data-bbox="486 212 1252 324"><b>Модельный блок с керамической оболочкой</b></p> 
7	Финишная обработка отливки	<p data-bbox="542 828 1236 884"><b>Финишная обработка отливки</b></p> 

<p>8</p>	<p>Рекомендуемый вид отделки и декоративной обработки поверхности отливки</p>	<p style="text-align: center;"><b>Шкатулка «Черепашка»</b></p> 
<p>9</p>	<p>Применение отливки для декорирования интерьера</p>	