

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) УУНИТ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



УТВЕРЖДАЮ:

Декан

АС. Валеев.

*(подпись, инициалы, фамилия)*

«20» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО **29.03.04 Технология художественной обработки материалов**

*шифр и наименование направления подготовки (специальности)*

направленность (профиль, специализация)

**Технология производства художественно-промышленных изделий**

*наименование направленности (профиля, специализации)*

форма обучения **очная**

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 29.03.04 Технология художественной обработки материалов, направленность (профиль, специализация) Технология производства художественно-промышленных изделий, одобренного ученым советом СИ (филиала) УУНиТ (протокол №8 от 19.03.2025) и утвержденного директором 19.03.2025.

Заведующий кафедрой ТиМОТ  
(наименование кафедры разработчика программы)



Куваева М.М.  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Разработчик программы



Петров Е.Н.  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Руководитель образовательной программы



Куваева М.М.  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

## 1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологии обработки полимерных материалов» является дисциплиной по выбору учебного плана направления подготовки 29.03.04 Технология художественной обработки материалов

Дисциплина изучается на 3 курсе (1 семестр). Форма отчетности дисциплины – зачет.

**Цель курса:** формирование способности понимать физико-химические и технологические процессы обработки полимеров и использование теоретических знаний в комплексной инженерно-педагогической деятельности.

1. Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной
код компетенции	наименование компетенции	
ПК-3.	Способен выполнять проектирование художественно-промышленных изделий с учетом конструктивных и технологических особенностей, эргономических требований и функциональных свойств	ПК-3.1. Создает художественно-конструкторский проект изделия с помощью компьютерных программ
		ПК-3.2. Составляет техническое задание на проектирование художественно-промышленных изделий
		ПК-3.3. Разрабатывает техническую документацию на проектируемое изделие

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.), **144** академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	76,2	76,2
в том числе:		
лекции	-	-
лабораторные занятия	38	38
практические занятия	38	38
Другие виды работ в соответствии с УП:	-	-
- эссе		
- контрольная работа		
- и др.		
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	67,8	67,8
Контактная работа по промежуточной аттестации	0,2	0,2
в том числе:		
зачет	-	-
зачет с оценкой	-	-
курсовая работа (проект)	-	-
экзамен	-	-

**3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

№	Тема содержание	Форма изучения материалов				Основная и допол. литература, реком. студентам (номер списка) из	№ задания по СРС	Форма текущего контроля успеваемости
		лк	пр/сем	лр	ср			
1.	Введение. Технологическая подготовка производства.		4	3	6	1, 3, 6-9,16,11,1	2-8	контрольная работа, вопросы к зачету
2.	Разработка технологических процессов обработки деталей и сборки изделий с технико-экономическим обоснованием.		4	3	6	1,4,7, 8-12	1-4	контрольная работа, вопросы к зачету
3.	Литейное производство. Общая характеристика литейного производства.		4	3	6	3,8,9, 14-17	1-4	контрольная работа, вопросы к зачету
4.	Теоретические основы производства отливок. Способы изготовления отливок.		4	3	6	2,6, 12-15	7-12	контрольная работа, вопросы к зачету
5.	Изготовление смесей для литья.		4	3	6	1-3,8,9,	7-12	контрольная работа, вопросы к зачету
6.	Классификация методов переработки пластмасс		3	4	6	1-3,7, 15-17	8-9	Лабораторная работа тестирование, вопросы к зачету
7.	Основные физико-химические, реологические и технологические характеристики полимеров		3	4	6	1-9	8-9	Лабораторная работа тестирование, вопросы к зачету
8.	Технические свойства пластмасс		3	4	6	1-9	6-11	Лабораторная работа тестирование, вопросы к зачету
9.	Теоретические основы переработки пластмасс		3	4	6	1-9	6-11	Лабораторная работа тестирование, вопросы к зачету
10.	Изготовление изделий из пластмасс методом экструзии		3	4	6	1-15	12-16	Лабораторная работа тестирование, вопросы к зачету
11.	Изготовление деталей литьем под давлением		3	3	7,8	1-15	12-16	Лабораторная работа тестирование, вопросы к зачету
						12,16,18,	20,23	Устный опрос
Итого		-	38	20	67,8			

**3.1 Программа лабораторных занятий**

**Введение. Технологическая подготовка производства.**

В современных условиях развития общества одним из самых значимых факторов технического прогресса в машиностроении является совершенствование технологии производства. Коренное преобразование производства возможно в результате создания более совершенных средств труда, разработки принципиально новых технологий.

Развитие и совершенствование любого производства в настоящее время связано с его автоматизацией, созданием робототехнических комплексов, широким использованием вычислительной техники, применением станков с числовым программным управлением. Все это составляет базу, на которой создаются автоматизированные системы управления, становятся возможными оптимизация технологических процессов и режимов обработки, создание гибких автоматизированных комплексов.

Важным направлением научно-технического прогресса является также создание и широкое использование новых конструкционных материалов. В производстве все шире используют сверхчистые, сверхтвердые, жаропрочные, композиционные, порошковые, полимерные и другие материалы, позволяющие резко повысить технический уровень и надежность оборудования. Обработка этих материалов связана с решением серьезных технологических вопросов.

Создавая конструкции машин и приборов, обеспечивая на практике их заданные характеристики и надежность работы с учетом экономических показателей, инженер должен уверенно владеть методами изготовления деталей машин и их сборки. Для этого он должен обладать глубокими технологическими знаниями.

Предметом курса «Технология конструкционных материалов» являются современные рациональные и распространенные в промышленности прогрессивные методы формообразования заготовок и деталей машин. Содержание курса представлено на принципе единства основных, фундаментальных методов обработки конструкционных материалов: литья, обработки давлением, сварки и обработки резанием. Эти методы в современной технологии конструкционных материалов характеризуются многообразием традиционных и новых технологических процессов, возникающих на их слиянии и взаимопроникновении.

Описание технологических процессов основано на их физической сущности и предваряется сведениями о строении и свойствах конструкционных материалов. Комплекс этих знаний обеспечивает универсальный подход к изучению технологии.

Большой вклад в развитие металлургии внесли русские ученые и инженеры. Российская металлургия является одной из самых передовых в мире и давно оставила позади самые развитые страны запада. Такие учёные как , является основателем крупнейшего производства литой стали и стальных пушек в России. В 1857 году изобрёл способ массового производства тигельной стали высокого качества.

наиболее полно представил влияние способов и условийковки на структуру металла, его свойства, образование дефектов. Впервые объяснил образование внутренних напряжений в стали и чугуне.

выдвинул теорию по которой сталь представляет собой твёрдый раствор углерода в железе. Совместно с объяснил процесс ликвации. Впервые в мире применил алюминий для раскисления стали.

основатель современного металловедения. Его открытия – критические температуры, теория кристаллизации слитка, совершенствование конверторного процесса, применение спектроскопа для определения конца процесса производства получили признание во всём мире.

впервые использовал вместо угля газ. Раскрыл рецепт булатной стали, который был утерян. Он в течении 10 лет делал опыты по сплавлению железа с кремнием, золотом, платиной и другими элементами.

Бадаев ёл способ получения новой «бадаевской» стали, которая обладает хорошей вязкостью и свариваемостью.

Взаимосвязь конструкции изделия с технологией его производства обусловила одну из наиболее сложных функций технологически подготовки производства - отработку конструкции изделия и технологичность.

Недостаточно полное и четкое выполнение этой функции на практике является

причиной изготовления в промышленности неотработанных на технологичность изделий, что вызывает неоправданные затраты труда, средств, материалов и времени.

На отдельных предприятиях различных отраслей промышленности производится отработка конструкции изделия на технологичность, но методы отработки обычно существенно различаются.

Отсутствие единой методики отработки конструкций на технологичность затрудняет сравнительную оценку технологичности изделий и обмен опытом создания технологичных изделий.

Обязательность отработки конструкций изделий на технологичность на всех стадиях их создания устанавливается стандартами ЕСТПЛ.

Совершенство конструкции машины характеризуется ее соответствием современному уровню техники, экономичностью и удобством в эксплуатации, а также тем, в какой мере учтены возможности использования наиболее экономичных и производительных технологических методов ее изготовления применительно к заданному выпуску и условиям производства. Конструкцию машины, в которой эти возможности полностью учтены, называют технологичной.

Таким образом, технологичность конструкции изделий (ТКИ) - это совокупность таких свойств конструкции изделия, которые определяют ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Отсюда следует, что ТКИ - понятие относительное. Технологичность одного и того же изделия в зависимости от типа производства, где оно изготавливается, и от конкретных производственных условий может быть, различной.

ТКИ - понятие комплексное. Ее нельзя рассматривать изолированно, без взаимной связи и учета условий выполнения заготовительных процессов, процессов обработки, сборки и контроля, ремонта и эксплуатации.

Улучшением технологичности конструкции можно увеличить выпуск продукции при тех же средствах производства. Трудоемкость машин нередко удается сократить на 15-25% и более, а себестоимость их изготовления на 5-10%.

Основная задача обеспечения ТКИ заключается в достижении оптимальных трудовых, материальных и топливно-энергетических затрат на проектирование, подготовку производства, изготовление, монтаж вне предприятия-изготовителя, технологическое и техническое обслуживание, ремонт при обеспечении прочих заданных показателей качества изделия в принятых условиях проведения работ.

Главными факторами, определяющими требования к ТКИ, являются:

- вид изделия, степень его надежности и сложности, условия изготовления, технического ремонта и обслуживания, показатели качества;
- тип производства;
- условия производства, в том числе наличие передового опыта и прогрессивных методов изготовления аналогичных изделий, оборудования, оснастки и т. д.

**Разработка технологических процессов обработки деталей и сборки изделий с технико-экономическим обоснованием.**

Основные требования, предъявляемые к технологическому процессу механической обработки и сборки, заключается в том, чтобы процесс протекал в рациональной организационной форме, с полным использованием всех технических возможностей оборудования, инструмента и приспособлений при оптимальных режимах обработки, допускаемых на данном оборудовании, наименьшей затрате времени и наименьшей себестоимости обработки.

В состав технологического процесса обработки и сборки в качестве

технологических операций или переходов включаются разнообразные механические и сборочные работы: токарная обработка, сверление, фрезерование, строгание, сборка, фиксация положения деталей, проверка точности взаимного расположения деталей, очистка и промывка деталей и сборочной единицы и т. д. Технологический процесс обработки и сборки состоит из операций, переходов, приёмов.

Технологический процесс сборки разрабатывается в следующей последовательности:

1. Устанавливается организационная форма обработки и сборки, определяются ее такт и ритм;

2. Анализируются чертежи с позиции отработки технологичности конструкции;

3. Производится размерный анализ с выполнением соответствующих размерных расчетов и устанавливаются рациональные методы обеспечения требуемой точности;

4. Определяется целесообразная в данных условиях производства дифференциация проектируемого процесса;

5. Устанавливается последовательность соединения всех сборочных единиц и деталей изделия, и составляются схемы общей сборки и узловых сборок изделия;

6. Составляется содержание технологических операций механической обработки и сборки задаются методы контроля и испытаний изделия;

7. Определяется и разрабатывается необходимая для выполнения технологического процесса технологическая оснастка (приспособления), монтажный, контрольно-измерительный инструмент и оборудование;

8. Производится техническое нормирование работ и рассчитываются экономические показатели процесса;

9. Оформляется техническая документация процесса;

10. Разрабатываются ведомости потребного числа рабочих мест, и площадей;

11. Разрабатывается планировка участка, цеха.

Технико-экономическая эффективность спроектированных или существующих процессов обработки и сборки оценивается технико-экономическими показателями.

К числу наиболее характерных технико-экономических показателей относятся следующие:

1) Себестоимость детали;

2) Себестоимость (цеховая), слагающаяся из величины основной заработной платы производственных рабочих и цеховых накладных расходов;

3) Норма штучного и штучно-калькуляционного времени полной обработки и сборки;

4) Основное (технологическое) время по всем операциям.

Технологическая характеристика типовых заготовительных процессов.

Технологическая оснастка.

### **Литейное производство. Общая характеристика литейного производства.**

Общие сведения о литейном производстве.

Современное состояние и роль литейного производства в машиностроении.

Теория и практика технологии литейного производства на современном этапе позволяет получать изделия с высокими эксплуатационными свойствами. Отливки надежно работают в реактивных двигателях, атомных энергетических установках и других машинах ответственного назначения. Они используются в изготовлении строительных конструкций, металлургических агрегатов, морских судов, деталей бытового оборудования, художественных и ювелирных изделий.

Современное состояние литейного производства определяется совершенствованием традиционных и появлением новых способов литья, непрерывно повышающимся уровнем механизации и автоматизации технологических процессов, специализацией и централизацией производства, созданием научных основ проектирования литейных машин и механизмов.

Важнейшим направлением повышения эффективности является улучшение качества, надежности, точности и шероховатости отливок с максимальным приближением их к форме готовых изделий путем внедрения новых технологических процессов и улучшения качества литейных сплавов, устранение вредного воздействия на окружающую среду и улучшения условий труда.

Литье является наиболее распространенным методом формообразования.

Преимуществами литья являются изготовление заготовок с наибольшими коэффициентами использования металла и весовой точности, изготовление отливок практически неограниченных габаритов и массы, получение заготовок из сплавов, неподдающихся пластической деформации и трудно обрабатываемых резанием (магниты).

Классификация литых заготовок

По условиям эксплуатации, независимо от способа изготовления, различают отливки:

- общего назначения – отливки для деталей, не рассчитываемых на прочность
- ответственного назначения – отливки для деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при статических нагрузках;
- особо ответственного назначения – отливки для деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при циклических и динамических нагрузках.

В зависимости от способа изготовления, массы, конфигурации поверхностей, габаритного размера, толщины стенок, количества стержней, назначения и особых технических требований отливки делят на 6 групп сложности.

Первая группа характеризуется гладкими и прямолинейными наружными поверхностями с наличием невысоких усиливающих ребер, буртов, фланцев, отверстий. Внутренние поверхности простой формы. Типовые детали – крышки, рукоятки, диски, фланцы, муфты, колеса вагонеток, маховики для вентиля и т. д.

Шестая группа – отливки с особо сложными закрытыми коробчатыми и цилиндрическими формами. На наружных криволинейных поверхностях под различными углами пересекаются ребра, кронштейны и фланцы. Внутренние полости имеют особо сложные конфигурации с затрудненными выходами на поверхность отливки. Типовые детали – станины специальных МРС, сложные корпуса центробежных насосов, детали воздуходувок, рабочие колеса гидротурбин.

В зависимости от способа изготовления их габаритных размеров и типа сплавов ГОСТ устанавливает 22 класса точности.

Литейные сплавы

Требования к материалам, используемым для получения отливок:

Состав материалов должен обеспечивать получение в отливке заданных физико-механических и физико-химических свойств; свойства и структура должны быть стабильными в течение всего срока эксплуатации отливки.

Материалы должны обладать хорошими литейными свойствами (высокой жидкотекучестью, небольшой усадкой, низкой склонностью к образованию трещин и поглощению газов, герметичностью), хорошо свариваться, легко обрабатываться режущим инструментом. Они не должны быть токсичными и вредными для производства. Необходимо, чтобы они обеспечивали технологичность в условиях производства и были экономичными.

Литейные свойства сплавов

Получение качественных отливок без раковин, трещин и других дефектов зависит от литейных свойств сплавов, которые проявляются при заполнении формы, кристаллизации и охлаждении отливок в форме. К основным литейным свойствам сплавов относят: жидкотекучесть, усадку сплавов, склонность к образованию трещин, газопоглощение, ликвацию.

Жидкотекучесть – способность расплавленного металла течь по каналам литейной

формы, заполнять ее полости и четко воспроизводить контуры отливки.

При высокой жидкотекучести сплавы заполняют все элементы литейной формы.

Жидкотекучесть зависит от многих факторов: от температурного интервала кристаллизации, вязкости и поверхностного натяжения расплава, температуры заливки и формы, свойств формы и т. д.

Чистые металлы и сплавы, затвердевающие при постоянной температуре, обладают лучшей жидкотекучестью, чем сплавы, затвердевающие в интервале температур (твердые растворы). Чем выше вязкость, тем меньше жидкотекучесть. С увеличением поверхностного натяжения жидкотекучесть понижается. С повышением температуры заливки расплавленного металла и формы жидкотекучесть улучшается. Увеличение теплопроводности материала формы снижает жидкотекучесть. Так, песчаная форма отводит теплоту медленнее, и расплавленный металл заполняет ее лучше, чем металлическую форму. Наличие неметаллических включений снижает жидкотекучесть. Так же влияет химический состав сплава (с увеличением содержания серы, кислорода, хрома жидкотекучесть снижается; с увеличением содержания фосфора, кремния, алюминия, углерода жидкотекучесть увеличивается).

Усадка – свойство металлов и сплавов уменьшать объем при охлаждении в расплавленном состоянии, в процессе затвердевания и в затвердевшем состоянии при охлаждении до температуры окружающей среды. Изменение объема зависит от химического состава сплава, температуры заливки, конфигурации отливки.

Различают объемную и линейную усадку.

В результате объемной усадки появляются усадочные раковины и усадочная пористость в массивных частях отливки.

Для предупреждения образования усадочных раковин устанавливают прибыли – дополнительные резервуары с расплавленным металлом, а также наружные или внутренние холодильники.

Линейная усадка определяет размерную точность полученных отливок, поэтому она учитывается при разработке технологии литья и изготовления модельной оснастки.

Линейная усадка составляет: для серого чугуна – 0,8...1,3 %; для углеродистых сталей – 2...2,4 %; для алюминиевых сплавов – 0,9...1,45 %; для медных сплавов – 1,4...2,3 %.

Газопоглощение – способность литейных сплавов в расплавленном состоянии растворять водород, азот, кислород и другие газы. Степень растворимости газов зависит от состояния сплава: с повышением температуры твердого сплава увеличивается незначительно; возрастает при плавлении; резко повышается при перегреве расплава. При затвердевании и последующем охлаждении растворимость газов уменьшается, в результате их выделения в отливке могут образоваться газовые раковины и поры.

Растворимость газов зависит от химического состава сплава, температуры заливки, вязкости сплава и свойств литейной формы.

Ликвация – неоднородность химического состава сплава в различных частях отливки. Ликвация образуется в процессе затвердевания отливки, из-за различной растворимости отдельных компонентов сплава в его твердой и жидкой фазах. В сталях и чугунах заметно ликвируют сера, фосфор и углерод.

Различают ликвацию зональную, когда различные части отливки имеют различный химический состав, и дендритную, когда химическая неоднородность наблюдается в каждом зерне.

Литейные сплавы

1. Чугун является наиболее распространенным материалом для получения фасонных отливок. Чугунные отливки составляют около 80 % всех отливок.

Широкое распространение чугуна получил благодаря хорошим технологическим свойствам и относительной дешевизне. Из серого чугуна получают самые дешевые отливки (в 1,5 раза дешевле, чем стальные, в несколько раз – чем из цветных металлов).

Область применения чугунов расширяется вследствие непрерывного повышения его прочностных и технологических характеристик. Используют серые, высокопрочные, ковкие и легированные чугуны.

2. Сталь как литейный материал применяют для получения отливок деталей, которые наряду с высокой прочностью должны обладать хорошими пластическими свойствами. Чем ответственнее машина, тем более значительна доля стальных отливок, идущих на ее изготовление. Стальное литье составляет: в тепловозах – 40...50 % от массы машины; в энергетическом и тяжелом машиностроении (колеса гидравлических турбин с массой 85 тонн, иногда несколько сотен тонн) – до 60 %.

Стальные отливки после соответствующей термической обработки не уступают по механическим свойствам поковок.

Используются: углеродистые стали 15Л...55Л; легированные стали 25ГСЛ, 30ХГСЛ, 110Г13Л; нержавеющие стали 10Х13Л, 12Х18Н9ТЛ и др.

### **Теоретические основы производства отливок. Способы изготовления отливок.**

Среди литейных материалов из сплавов цветных металлов широкое применение нашли медные и алюминиевые сплавы.

#### **1. Медные сплавы – бронзы и латуни.**

Латуни – наиболее распространенные медные сплавы. Для изготовления различной аппаратуры для морских судов, работающей при температуре 300 °С, втулок и сепараторов подшипников, нажимных винтов и гаек прокатных станков, червячных винтов применяют сложнелегированные латуни. Обладают хорошей износостойкостью, антифрикционными свойствами, коррозионной стойкостью.

Из оловянных бронз (BrO3Ц7C5H1) изготавливают арматуру, шестерни, подшипники, втулки.

Безоловянные бронзы по некоторым свойствам превосходят оловянные. Они обладают более высокими механическими свойствами, антифрикционными свойствами, коррозионной стойкостью. Однако литейные свойства их хуже. Применяют для изготовления гребных винтов крупных судов, тяжело нагруженных шестерен и зубчатых колес, корпусов насосов, деталей химической и пищевой промышленности.

#### **2. Алюминиевые сплавы.**

Отливки из алюминиевых сплавов составляют около 70 % цветного литья. Они обладают высокой удельной прочностью, высокими литейными свойствами, коррозионной стойкостью в атмосферных условиях.

Наиболее высокими литейными свойствами обладают сплавы системы алюминий – кремний (Al-Si) – силумины АЛ2, АЛ9. Они широко применяются в машиностроении, автомобильной и авиационной промышленности, электротехнической промышленности.

Также используются сплавы систем: алюминий – медь, алюминий – медь – кремний, алюминий – магний.

3. Магниево-алюминиевые сплавы обладают высокими механическими свойствами, но их литейные свойства невысоки. Сплавы системы магний – алюминий – цинк – марганец применяют в приборостроении, в авиационной промышленности, в текстильном машиностроении.

#### **Особенности изготовления отливок из чугуна и стали**

Чугун. Преобладающее количество отливок из серого чугуна изготавливают в песчаных формах. Отливки получают, как правило, получают без применения прибылей.

При изготовлении отливок из серого чугуна в кокилях, в связи с повышенной скоростью охлаждения при затвердевании, начинает выделяться цементит – появление отбеливания. Для предупреждения отбела на рабочую поверхность кокиля наносят малотеплопроводные покрытия. Кокили перед работой их нагревают, а чугун подвергают модифицированию. Для устранения отбела отливки подвергают отжигу.

Отливки типа тел вращения (трубы, гильзы, втулки) получают центробежным литьем.

Отливки из высокопрочного чугуна преимущественно изготавливают в песчаных формах, в оболочковых формах, литьем в кокиль, центробежным литьем. Достаточно высокая усадка чугуна вызывает необходимость создания условий направленного затвердевания отливок для предупреждения образования усадочных дефектов в массивных частях отливки путем установки прибылей и использования холодильников.

Расплавленный чугун в полость формы подводят через сужающуюся литниковую систему и, как правило, через прибыль.

Особенностью получения отливок из ковкого чугуна является то, что исходный материал – белый чугун имеет пониженную жидкотекучесть, что требует повышенной температуры заливки при изготовлении тонкостенных отливок. Для сокращения продолжительности отжига чугун модифицируют алюминием, бором, висмутом. Отливки изготавливают в песчаных формах, а также в оболочковых формах и кокилях.

Стальные отливки

Углеродистые и легированные стали – 15Л, 12Х18Н9ТЛ, 30ХГСЛ, 10Х13Л, 110Г13Л – литейные стали.

Литейные стали имеют пониженную жидкотекучесть, высокую усадку до 2,5%, склонны к образованию трещин.

Стальные отливки изготавливают в песчаных и оболочковых формах, литьем по выплавляемым моделям, центробежным литьем.

Для предупреждения усадочных раковин и пористости в отливках на массивные части устанавливают прибыли, а в тепловых узлах – используют наружные или внутренние холодильники. Для предупреждения трещин формы изготавливают из податливых формовочных смесей, в отливках предусматривают технологические ребра.

Подачу расплавленного металла для мелких и средних отливок выполняют по разьему или сверху, а для массивных – сифоном. В связи с низкой жидкотекучестью площадь сечения питателей в 1,5...2 раза больше, чем при литье чугуна.

Для получения высоких механических свойств, стальные отливки подвергают отжигу, нормализации и другим видам термической обработки.

Способы изготовления отливок. Изготовление отливок в песчаных формах

Для изготовления отливок служит литейная форма, которая представляет собой систему элементов, образующих рабочую полость, при заливке которой расплавленным металлом формируется отливка.

Литейные формы изготавливают как из неметаллических материалов (песчаные формы, формы изготавливаемые по выплавляемым моделям, оболочковые формы) для одноразового использования, так и из металлов (кокили, изложницы для центробежного литья) для многократного использования.

Изготовление отливок в песчаных формах

Литье в песчаные формы является самым распространенным способом изготовления отливок. Изготавливают отливки из чугуна, стали, цветных металлов от нескольких грамм до сотен тонн, с толщиной стенки от 3...5 до 1000 мм и длиной до 10000 мм.

Схема технологического процесса изготовления отливок в песчаных формах представлена на рис. 1.

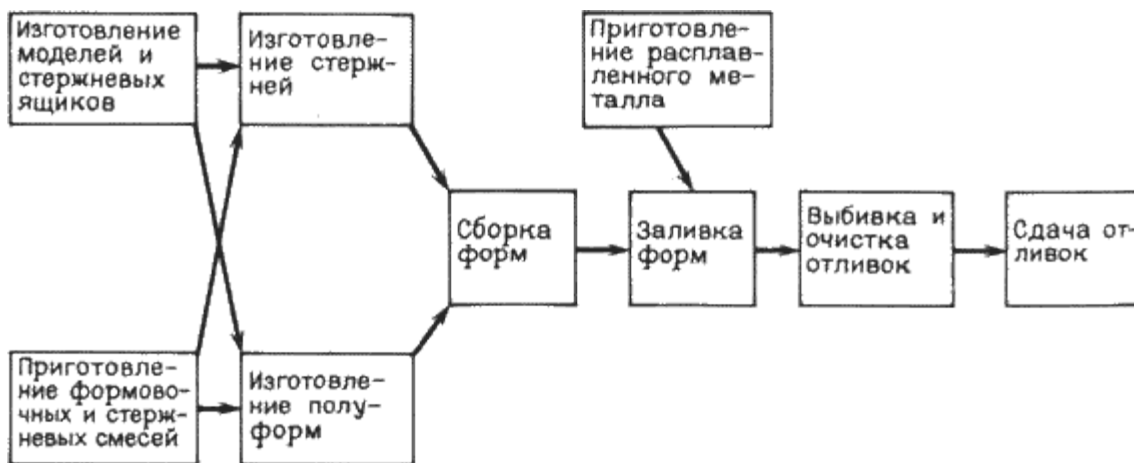


Рис. 1. Схема технологического процесса изготовления отливок в песчаных формах

Сущность литья в песчаные формы заключается в получении отливок из расплавленного металла, затвердевшего в формах, которые изготовлены из формовочных смесей путем уплотнения с использованием модельного комплекта.

Литейная форма для получения отливок в песчаных формах представлена на рис. 2.

Литейная форма обычно состоит из верхней 1 и нижней 2 полуформ, которые изготавливаются в опоках 7, 8 – приспособлениях для удержания формовочной смеси. Полуформы ориентируют с помощью штырей 10, которые вставляют в отверстия ручек опок 11.

Для образования полостей отверстий или иных сложных контуров в формы устанавливают литейные стержни 3, которые фиксируют посредством выступов, входящих в соответствующие впадины формы (знаки).

Литейную форму заливают расплавленным металлом через литниковую систему.

Литниковая система – совокупность каналов и резервуаров, по которым расплав поступает из разливочного ковша в полость формы.

Основными элементами являются: литниковая чаша 5, которая служит для приема расплавленного металла и подачи его в форму; стояк 6 – вертикальный или наклонный канал для подачи металла из литниковой чаши в рабочую полость или к другим элементам; шлакоуловитель 12, с помощью которого удерживается шлак и другие неметаллические примеси; пита – один или несколько, через которые расплавленный металл подводится в полость литейной формы.

Для вывода газов, контроля заполнения формы расплавленным металлом и питания отливки при ее затвердевании служат прибыли или выпор 4. Для вывода газов предназначены и вентиляционные каналы 9.

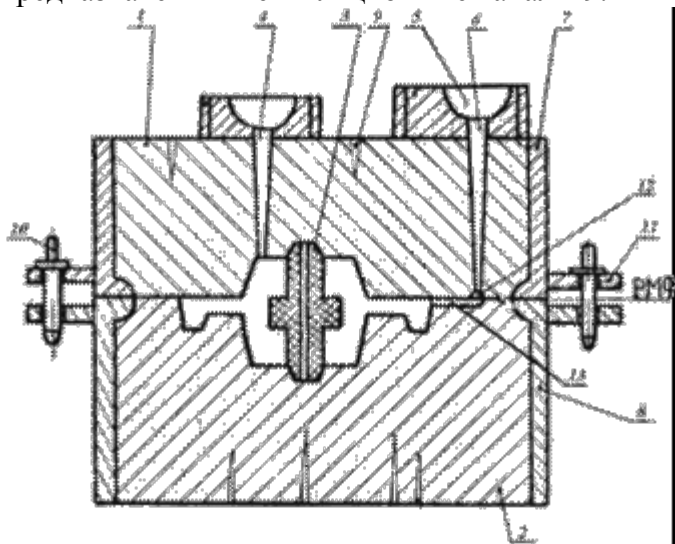


Рис. 2. Литейная форма

Разновидности литниковых систем представлены на рис. 3.

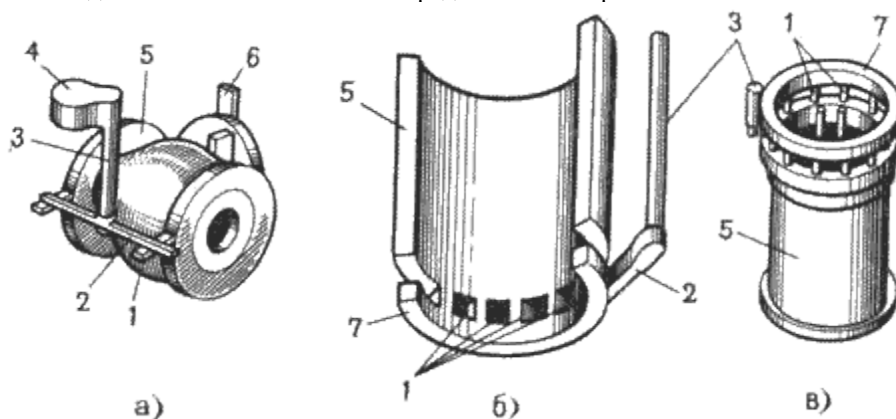


Рис. 3. Разновидности литниковых систем

Различают литниковые системы с питателями, расположенными в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

По способу подвода расплава в рабочую полость формы литниковые системы делят на: нижнюю, верхнюю, боковую.

Нижняя литниковая система (рис. 3.б) – широко используется для литья сплавов, легко окисляющихся и насыщающихся газами (алюминий), обеспечивает спокойный подвод расплава к рабочей полости формы и постепенное заполнение ее поступающим снизу, без открытой струи металлом. При этом усложняется конструкция литниковой системы, увеличивается расход металла на нее, создается неблагоприятное распределение температур в залитой форме ввиду сильного разогрева ее нижней части.

Возможно образование усадочных дефектов и внутренних напряжений. При такой системе ограничена возможность получения высоких тонкостенных отливок (при литье алюминиевых сплавов форма не заполняется металлом, если отношение высоты отливки

к толщине ее стенки превышает  $6d, \frac{H}{\delta} \geq 60$ ).

Нижний подвод через большое количество питателей часто используется при изготовлении сложных по форме, крупных отливок из чугуна.

Верхняя литниковая система (рис. 3.в).

Достоинствами системы являются: малый расход металла; конструкция проста и легко выполнима при изготовлении форм; подача расплава сверху обеспечивает благоприятное распределение температуры в залитой форме (температура увеличивается от нижней части к верхней), а следовательно, и благоприятные условия для направленной кристаллизации и питания отливки.

Недостатки: падающая сверху струя может размыть песчаную форму, вызывая засоры; при разбрызгивании расплава возникает опасность его окисления и замешивания воздуха в поток с образованием оксидных включений; затрудняется улавливание шлака.

Верхнюю литниковую систему применяют для невысоких (в положении заливки) отливок, небольшой массы и несложной формы, изготовленных из сплавов не склонных к сильному окислению в расплавленном состоянии (чугуны, углеродистые конструкционные стали, латуни).

Боковая литниковая система (рис. 3.а).

Подвод металла осуществляется в среднюю часть отливки (по разьему формы).

Такую систему применяют при получении отливок из различных сплавов, малых и средних по массе деталей, плоскость симметрии которых совпадает с плоскостью разьема формы. Является промежуточной между верхней и нижней, и следовательно сочетает в себе некоторые их достоинства и недостатки.

Иногда при подводе металла снизу и сверху используют массивные коллекторы.

**Изготовление смесей для литья.**

### Приготовление формовочных и стержневых смесей

Для приготовления смесей используются природные и искусственные материалы.

Песок – основной компонент формовочных и стержневых смесей.

Обычно используется кварцевый или цирконовый песок из кремнезема SiO<sub>2</sub>

Глина является связующим веществом, обеспечивающим прочность и пластичность, обладающим термической устойчивостью. Широко применяют бентонитовые или каолиновые глины.

Для предотвращения пригара и улучшения чистоты поверхности отливок используют противопригарные материалы: для сырых форм – припылы; для сухих форм – краски.

В качестве припылов используют: для чугунных отливок – смесь оксида магния, древесного угля, порошкообразного графита; для стальных отливок – смесь оксида магния и огнеупорной глины, пылевидный кварц.

Противопригарные краски представляют собой водные суспензии этих материалов с добавками связующих.

Смеси должны обладать рядом свойств.

Прочность – способность смеси обеспечивать сохранность формы без разрушения при изготовлении и эксплуатации.

Поверхностная прочность (осыпаемость) – сопротивление истирающему действию струи металла при заливке,

Пластичность – способность воспринимать очертание модели и сохранять полученную форму,

Податливость – способность смеси сокращаться в объеме под действием усадки сплава.

Текучесть – способность смеси обтекать модели при формовке, заполнять полость стержневого ящика.

Термохимическая устойчивость или непригарность – способность выдерживать высокую температуру сплава без оплавления или химического с ним взаимодействия.

Негигроскопичность – способность после сушки не поглощать влагу из воздуха.

Долговечность – способность сохранять свои свойства при многократном использовании.

По характеру использования различают облицовочные, наполнительные и единые смеси.

Облицовочная – используется для изготовления рабочего слоя формы. Содержит повышенное количество исходных формовочных материалов и имеет высокие физико-механические свойства.

Наполнительная – используется для заполнения формы после нанесения на модель облицовочной смеси. Приготавливается путем переработки оборотной смеси с малым количеством исходных формовочных материалов.

Облицовочная и наполнительная смеси необходимы для изготовления крупных и сложных отливок.

Единая – применяется одновременно в качестве облицовочной и наполнительной. Используют при машинной формовке и на автоматических линиях в серийном и массовом производстве. Изготавливается из наиболее огнеупорных песков и глин с наибольшей связующей способностью для обеспечения долговечности.

### Приготовление формовочных смесей

Сначала подготавливают песок, глину и другие исходные материалы. Песок сушат и просеивают. Глину сушат, размельчают, размалывают в шаровых мельницах или бегунах и просеивают. Аналогично получают угольный порошок.

Подготавливают оборотную смесь. Оборотную смесь после выбивки из опок разминают на гладких валках, очищают от металлических частиц в магнитном сепараторе и просеивают.

Приготовление формовочной смеси включает несколько операций: перемешивание компонентов смеси, увлажнение и разрыхление.

Перемешивание осуществляется в смесителях-бегунах с вертикальными или горизонтальными катками. Песок, глину, воду и другие составляющие загружают при помощи дозатора, перемешивание осуществляется под действием катков и плужков, подающих смесь под катки.

Готовая смесь выдерживается в бункерах-отстойниках в течение 2...5 часов, для распределения влаги и образования водных оболочек вокруг глинистых частиц.

Готовую смесь разрыхляют в специальных устройствах и подают на формовку.

**Стержневая смесь**

Стержневые смеси соответствуют условиям технологического процесса изготовления литейных стержней, которые испытывают тепловые и механические воздействия. Они должны иметь более высокие огнеупорность, газопроницаемость, податливость, легко выбиваться из отливки.

Огнеупорность – способность смеси и формы сопротивляться растяжению или расплавлению под действием температуры расплавленного металла.

Газопроницаемость – способность смеси пропускать через себя газы (песок способствует ее повышению).

В зависимости от способа изготовления стержней смеси разделяют: на смеси с отверждением стержней тепловой сушкой в нагреваемой оснастке; жидкие самотвердеющие; жидкие холоднотвердеющие смеси на синтетических смолах; жидкостекольные смеси, отверждаемые углекислым газом.

Приготовление стержневых смесей осуществляется перемешиванием компонентов в течение 5...12 минут с последующим выстаиванием в бункерах.

В современном литейном производстве изготовление смесей осуществляется на автоматических участках.

**Модельный комплект**

Модельный комплект – приспособления, включающие литейную модель, модели литниковой системы, стержневые ящики, модельные плиты, контрольные и сборочные шаблоны.

Литейная модель – приспособление, с помощью которого в литейной форме получают отпечаток, соответствующий конфигурации и размерам отливки.

Применяют модели разъемные и неразъемные, деревянные, металлические и пластмассовые.

Размеры модели больше размеров отливки на величину линейной усадки сплава.

Модели деревянные (сосна, бук, ясень), лучше изготавливать не из целого куска, а склеивать из отдельных брусочков с разным направлением волокон, для предотвращения коробления.

Достоинства: дешевизна, простота изготовления, малый вес. Недостаток: недолговечность.

Для лучшего удаления модели из формы ее окрашивают: чугун – красный, сталь – синий.

Металлические модели характеризуются большей долговечностью, точностью и чистой рабочей поверхностью. Изготавливаются из алюминиевых сплавов – легкие, не окисляются, хорошо обрабатываются. Для уменьшения массы модели делают пустотелыми с ребрами жесткости.

Модели из пластмасс устойчивы к действию влаги при эксплуатации и хранении, не подвергаются короблению, имеют малую массу.

Стержневой ящик – формообразующее изделие, имеющее рабочую полость для получения в ней литейного стержня нужных размеров и очертаний из стержневой смеси. Обеспечивают равномерное уплотнение смеси и быстрое извлечение стержня. Изготавливают из тех же материалов, что и модели. Могут быть разъемными и

неразъемными (вытряхными), а иногда с нагревателями.

<b>Примерный перечень вопросов для самостоятельного изучения</b>
1. Классификация методов переработки пластмасс
2. Основные физико-химические, реологические и технологические характеристики полимеров
3. Технические свойства пластмасс
4. Теоретические основы переработки пластмасс
5. Изготовление изделий из пластмасс методом экструзии
6. Изготовление деталей литьем под давлением
7. Прессование термореактивных материалов
8. Формование изделий из листов
9. Переработка полимеров на валковых машинах
10. Механическая обработка изделий из пластмасс
11. Производства изделий из стеклопластиков
12. Сварка пластмасс
13. Склеивание пластмасс
14. Конструирование изделий из пластмасс
15. Техника безопасности при переработке пластмасс
16. Охрана окружающей среды при переработке пластмасс

### **Задания для тестирования**

#### **Описание теста:**

Тест - это стандартизованное задание, по результатам выполнения которого дается оценка уровня знаний, умений и навыков испытуемого. Данный тест состоит из заданий: необходимо выбрать единственно правильный вариант из предложенных вариантов.

Типовые тестовые задания для итогового тестирования

- а) бетон;
2. В результате реакции между вяжущим веществом и водой получается цементный камень, скрепляющий зерна песка и щебня, которые составляют каменный остов в ...:
  - а) бетоне;
3. Какие добавки химических веществ не производятся в бетон:
  - в) регулирующие его температуру;
4. Какого класса бетонов по плотности не существует:
  - б) сверх тяжелый;
5. Какого класса бетонов по структуре не существует:
  - г) песчано-гравийные.
6. Какие бетоны относят к конструкционным:
  - г) мансардный
7. Разрушение цементного камня в результате проникновения агрессивного вещества в толщу бетона это:
  - а) коррозия бетона;
8. Композиционный материал, в котором монолитно соединены и совместно работают в конструкции стальная арматура и бетон:
  - б) железобетон;
9. Стальные стержни или каркасы и сетки, расположенные в массе бетона в соответствии с характером работы конструкции это:
  - а) арматура;

10. Какие виды арматуры используются в бетоне  
в) несущая и монтажная;
11. Какие виды арматуры используются в бетоне  
в) несущая и монтажная;
12. По какому принципу работает бетон:  
г) ответы а) и в).
13. Какой класс сборных железобетонных изделий отсутствует:  
г) внешнему виду.
14. Какого внутреннего строения железобетонных изделий не предусмотрено:  
в) структурированного;
15. Какой вид армирования железобетонных изделий отсутствует:  
б) комбинированный;
16. Как делятся сборные железобетонные изделия по назначению:  
г) все ответы верны
17. По какой форме не выполняются железобетонные изделия:  
б) линейной; ТЕСТЫ (тема 7) 1. Искусственный каменный материал, полученный в результате твердения растворной смеси, состоящей из вяжущего вещества, воды, мелкого заполнителя и добавок это:  
г) раствор 2. Какой процент содержания крупного заполнителя в растворе допускается:  
в) отсутствует;
3. Какой материал добавляют в растворы в качестве мелкого заполнителя:  
а) природные пески;
4. Какой размер зерен заполнителя в растворе предусматривается при кладке кирпича:  
а) до 5 мм;
5. Свойство растворной смеси легко укладываться плотным и тонким слоем на пористое основание и не расслаиваться при хранении и транспортировке это:  
а) удобоукладываемость;
6. Как различаются строительные растворы по виду вяжущего вещества:  
г) все ответы верны
7. Как различаются строительные растворы по средней плотности:  
г) ответы а) и б).
8. Какого назначения строительных растворов не существует:  
б) фундаментные растворы;
9. Комбинации спецматериалов или составов, используемых для тампонирувания это:  
а) тампонажные растворы;
10. Как подразделяются тампонажные растворы:  
г) все ответы верны
11. Как классифицируются тампонажные растворы в зависимости от температуры скважины:  
г) ответы а) и в).
12. Какой реагент используется для ускорения сроков схватывания тампонажных растворов:  
а) гипс;
13. Как влияют пластификаторы на тампонажные растворы  
в) повышают текучесть;
14. Тампонажные растворы по срокам схватывания не делятся на:  
г) несхватывающиеся
- ТЕСТЫ (тема 6)
1. Природные или искусственные вещества, которые обладают способностью в результате физико-химических процессов переходить из жидкого или тестообразного состояния в камневидное это:  
б) вяжущие вещества;
2. На какие группы делятся вяжущие вещества:  
г) ответы а) и б).
4. К органическим вяжущим веществам не относится:  
г) глина.
5. Порошкообразные вещества минерального происхождения, которые при смешивании с водой образуют вязкое тесто, способное со временем самопроизвольно затвердевать в результате физико-химических процессов это:

- а) неорганические вяжущие вещества;
6. Неорганические вяжущие вещества по способу твердения не могут быть:
- а) свободного твердения;
7. Воздушные неорганические вяжущие вещества могут твердеть:
- в) только на воздухе;
8. Гидравлические неорганические вяжущие вещества могут твердеть:
- б) как в воде, так и на воздухе;
9. Неорганические вяжущие вещества автоклавного твердения затвердевают:
- г) при повышенном давлении в насыщенном водяном пару.
10. Собирательное название минеральных неорганических порошкообразных вяжущих веществ (преимущественно гидравлических), способных при смешивании с водой образовывать пластичное тесто, приобретающее затем камневидное состояние это:
- б) цемент;
11. Воздушное вяжущее вещество, получаемое при умеренном обжиге (900...1200°C) кальциево-магневых карбонатных горных пород (мела, известняка и доломита) с содержанием глины не более 6% это:
- г) воздушная известь.
12. Воздушные вяжущие вещества, состоящие в основном из полуводного гипса или ангидрита и получаемые тепловой обработкой сырья (минерал гипс) с последующим помолом это:
- в) гипсовые вяжущие;
13. Коллоидный водный раствор силиката натрия или силиката калия, имеющий плотность 1300...1500 кг/м<sup>3</sup> при содержании воды 50...70% это:
- а) жидкое стекло;
14. Гидравлическое вяжущее вещество, получаемое при тонком измельчении клинкера (частицы нагретой извести и гипса) с добавкой (3...5%) гипса это:
- б) портландцемент;
15. Быстротвердеющее гидравлическое вяжущее вещество, получаемое при тонком измельчении обожженной до плавления сырьевой смеси бокситов и извести это:
- г) глиноземистый цемент
16. Гидравлическое вяжущее вещество, получаемое при обжиге не до спекания (900...1100°C) мергелистых известняков с содержанием глины 6...20% это:
- а) гидравлическая известь;
17. Гидравлическое вяжущее вещество, получаемое тонким помолом обожженных не до спекания (900°C) известняковых и магниевых мергелей, содержащих более 25% глины это:
- в) романцемент;
18. Герметичный аппарат для проведения физико-химических процессов при нагреве и повышенном давлении это:
- а) автоклав;
- ТЕСТЫ (тема 5)**
1. Нерудные строительные материалы, полученные из различных горных пород путем их механической обработки это:
- в) природные каменные материалы;
2. Нерудные строительные материалы применяют:
- г) все ответы верны
3. Куски горных пород неправильной формы размером 150 – 500 мм со средней плотностью свыше 2 г/см<sup>3</sup> (до 70% кусков массой 20 – 40 кг) это:
- а) бутовый камень;
4. Каких сортов бывает бутовый камень:
- г) ответы а) и б).
5. Куски горных пород имеющие форму конуса или пирамиды высотой 12 – 16 см с площадью постели не менее 100 см<sup>2</sup> это:
- в) пакеляжная шашка;
6. Колотый камень, по форме приближающийся к параллелепипеду с параллельными плоскостями лица и постели, с ровной лицевой поверхностью (зазор между линейкой до 10 мм) это:
- а) брусчатка;
7. Камни, предназначенные для отделки проезжей части дорог (бордюрные):

- в) камни естественные бортовые;
8. Остроугольные обломки размером 5 – 70 мм (по согласованию до 150 мм) это:
- в) щебень;
9. Окатанный природный камень размером 5 – 70 мм это:
- б) гравий;
10. Прочность щебня должна быть выше прочности бетона не менее чем:
- а) в 1,5 раза;
11. Мелкооболочная рыхлая порода с размером зерен менее 5 мм (иногда до 3 мм), применяемая в строительстве это:
- г) песок природный.
12. Мелкооболочный рыхлый природный материал с размером зерен менее 5 мм, получаемый из отсева дробления с помощью обогатительного оборудования это:
- б) песок обогащенный;
13. Совокупность зерен песка и гравия размером зерен более 5 мм от 10% до 95% с наибольшей крупностью зерен гравия 70 мм это:
- в) песочно-гравийная смесь;
14. Природный материал, который служит, в основном, для получения искусственных материалов:
- в) глина;
15. Какие воздействия не приводят к коррозии каменных изделий:
- а) атмосферы;
16. Антикоррозионные мероприятия по защите камней от разрушения бывают:
- г) ответы а) и в)
17. К конструктивным антикоррозионным мероприятиям по защите камней от разрушения относят:
- а) шлифовку и полировку;

### **Описание методики оценивания:**

#### Критерии оценки

- оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, если студент решил правильно менее 10 % заданий;
- оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если студент правильно решил от 10 до 40 % заданий;
- оценка "хорошо" выставляется студенту, если студент правильно решил от 40 до 70 % заданий;
- оценка "отлично" выставляется студенту, если студент правильно решил от 70 до 100 % заданий

### **Перечень вопросов для сдачи зачета**

1. Потребление полимеров на душу населения
2. Прочность пластмасс
3. Стадии формирования пластмасс
4. Подготовительная стадия
5. Смешивание
6. Вальцевание
7. Таблетирование
8. Предварительный подогрев
9. Гранулирование
10. Основные методы переработки
11. Литьё под давлением
12. Экструзия
13. Пневмовакуумное формование
14. Прессование
15. Каландрирование

16. Механоформование и штамповка
17. Понятие о реологии полимеров
18. Нормальное напряжение. Эффект Вайсенберга
19. Влияние надмолекулярной структуры полимера на свойства
20. Прессование
21. Прессы для прессования
22. Отличие литевых форм от пресс-форм
23. Особенности прессования изделий с арматурой
24. Литьевое прессование
25. Контроль готовых изделий при прессовании
26. Особенности прессования аминопластов
27. Производство слоистых пластиков
28. Особенности литья под давлением реактопластов
29. Литье под давлением
30. Экструзия
31. Принцип работы одношнекового прессы
32. Профили скоростей в канале червячного прессы
33. Основные требования к материалам для экструзии
34. Условия наступления режимов течения неустановочных режимов течения
35. Производство труб
36. Калибровка труб
37. Формование изделий из полимерно-мономерных смесей
38. Процесс получения изделия
39. Метилметакрилат
40. Полимеры для стоматологии
41. Композиции для литья без давления
42. Получение форполимера
43. Методы получения пленок
44. Метод раздува рукава
45. Пневмо-вакуумное формование
46. Получение емкостной тары: бутылок, пузырьков и другие аналогичные изделия
47. Производство бутылок для пищевых жидкостей.
48. Звукоизоляционные и термопластичные материалы из пластмасс
49. Прессы и беспрессы способ полистирола
50. Вспенивание в жидкотекучем состоянии
51. Поропласты
52. Мипора

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

**Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

*<https://e.lanbook.com/>:*

1. Чернухина А.И., Середина М.А., Колоколкина Н.В., Гальбрайт Л.С. Структура и свойства полимерных и волокнистых материалов: методические указания к лабораторному практикуму и практическим занятиям. Методические указания. Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина. 2016 г., 52стр.

17. Тюрина С. А., Дальская Г. Ю. Полимерные материалы: практикум. МИРЭА - Российский технологический университет. Учебное пособие, 2022 г., 66 стр.

18. Вулых Н. В. Сварка полимерных и композиционных материалов: практикум. Иркутский национальный исследовательский технический университет. Учебное пособие, 2019 г., 50 стр.

19. Ковалева А. Н. Сырье для получения полимерных композиционных материалов. Практикум. МИРЭА - Российский технологический университет. Учебное пособие, 2022 г., 57 стр.

20. Бакирова И.Н., Кочнев А.М. Лабораторный практикум по полимерным материалам: учебное пособие. Казанский национальный исследовательский технологический университет. 2013 г. 84 стр.

21. Вулых Н. В. Сварка полимерных и композиционных материалов: практикум. Иркутский национальный исследовательский технический университет. Учебное пособие, 2019 г., 50 стр.

22. А. Н. Косыгина. Методические указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Основы технологии полимерных композиционных материалов». Российский государственный университет имени. Учебно-методическое пособие, 2013 г., 52 стр.

#### Дополнительная литература

23. Завгородний, В. Н. Оборудование предприятий по переработке пластмасс / В. Н. Завгородний. – М. : Химия, 1972. – 260 с.

24. Энциклопедия полимеров : в 3 т. – М. : Сов. энциклопедия, 1972. – Т. 1. – 1224 с. Красовский, В. Н. Сборник примеров и задач по технологии переработки полимеров / В. Н. Красовский, А. М. Воскресенский. – Минск : Вышэйш. шк., 1974. – 286 с.

25. Богданов, В. В. Методы исследования технологических свойств пластмасс / В. В. Богданов. – Л. : Химия, 1978. – 328 с.

26. Николаев, А. Ф. Технология пластических масс / А. Ф. Николаев. – Л. : Химия, 1977. – 368 с.

27. Теплофизические и реологические характеристики полимеров : справ. / под ред. Ю. С. Липатова. – Киев : Наук. думка, 1977. – 248 с.

#### Электронные и интернет-ресурсы

28. <https://polymerbranch.com>

29. <https://rucont.ru/collections/399>

30. <https://epolymer.ru/>

31. <https://pmt.mpri.org.by/>

32. <https://elar.urfu.ru/handle/10995/113886>

#### 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 159	Лекции	Демонстрационное оборудование: доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья (16 посадочных места). Учебно-наглядные пособия, оборудование
Аудитория 159	Практические / лабораторные занятия	Демонстрационное оборудование: доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья (16 посадочных места). Учебно-наглядные пособия, оборудование

