

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ГОЛОВНОЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ОРГАНИЗАЦИИ
ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ И РУКОВОДЯЩИХ КАДРОВ СИСТЕМЫ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ЦЕНТР ПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
ПЕДАГОГОВ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**НАПРАВЛЕНИЕ ЛИТЕЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
по модулю
“ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ В
МАШИНОСТРОЕНИИ”**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Ташкент- 2019

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ГОЛОВНОЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ОРГАНИЗАЦИИ
ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ И РУКОВОДЯЩИХ КАДРОВ СИСТЕМЫ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ЦЕНТР ПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
ПЕДАГОГОВ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

по модулю

“Технология получения литейных изделий в машиностроении”

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Составитель: доц. Г.Л. Атажанов

Ташкент- 2019

Этот учебно-методический комплекс подготовлен на основе учебного плана и программы, утвержденной Министерством высшего и среднего специального образования № 1023 от 2 ноября 2019 года.

Составитель: доц. кафедры “Литейные технологии” ТГТУ
Атажанов Г.Л.

Рецензент: доцент кафедры “Литейные технологии” ТГТУ
Халимжонов Т.С.

Данный учебно-методический комплекс рекомендован к печати приказом Совета Ташкентского государственного технического университета № 1 от 24 сентября 2019г.

СОДЕРЖАНИЕ

I. Рабочая программа.....	5
II. Интерактивные методы обучения используемые при изучение модуля.....	9
III. Материалы теоретических занятий.....	13
IV. Материалы практических занятий.....	36
V. Банк кейсов.....	65
VI. Глоссарий.....	67
VII. Список литературы.....	77

I. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Введение

Программа основана на приоритетных направлениях Указа Президента Республики Узбекистан от 12 июня 2015 г. № ПФ-4732 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы переподготовки и повышения квалификации руководящих и педагогических кадров высших образовательных учреждений», целью которого является улучшение содержания процессов переподготовки и повышения квалификации на основе современных требований и постоянное повышение профессиональной компетентности педагогических кадров высших учебных заведений. Содержание программы предусматривает применение нормативно-правовой основы высшего образования и правовых норм, использование передовых образовательных технологий, педагогических навыков, информационных и коммуникационных технологий в учебном процессе, практического иностранного языка, систематический анализ и принятие решений, новейшие достижения в области современных исследований в области науки и практики, технологическое продвижение и современные методы обучения, профессиональная компетентность и креативность преподавателя, мультимедийные системы и дистанционное обучение совершенствовать новые знания, навыки и способности. В этой программе приведены технологии получения литейных изделий в машиностроении, особенности плавки сплавов, технология специальных способов литья.

Цели и задачи модуля

Цели и задачи модуля технология получения литейных изделий в машиностроении:

- изучение технологии происходящей при литье металлов, их анализ, изучение специальных способов литья их анализ, методы их улучшения и усовершенствования.

Требования к знаниям, навыкам, квалификациям и компетенции предъявляемые к слушателям.

При изучении модуля Технология получения литейных изделий в машиностроении получают следующие навыки и способности:

Слушатель должен знать:

- литейные сплавы;
- литейные свойства сплавов;

- технологию плавки литейных сплавов;
- технологию получения точных отливок;
- специальные виды литья;
- новые технологии в литьё.

Слушатель должен обладать навыками:

- изготовление одноразовой формы;
- получение отливок специальными способами литья;
- анализ свойств литейных сплавов;
- контроль качества отливок при помощи спектрометра;
- анализ жидкого металла при помощи термопара и оптического пирометра;
- получение форм методом прессования;
- использования и применения ЭШП, плазменно-дуговой, индукционной печи.

Слушатель должен знать на практике:

- применение современных материалов и технологий в машиностроении;
- получение биметаллических отливок из композиционных материалов;
- использование методов получения форм;
- использование методов получения и применения жаропрочных материалов;
- использование современных отливок.

Слушатель должен обладать компетенциями:

- внедрение в практику новых литейных технологий;
- применение в практике новых технологий получения различных высококачественных отливок.

Рекомендации по организации модуля и её проведению

Модуль «Технология получения литейных изделий в машиностроении» проводится в форме лекций и практических занятий. В ходе курса предполагается использовать современные методы обучения, педагогические технологии и информационно-коммуникационные технологии:

- использование на лекции современных компьютерных технологий, презентаций и электроно-дидактических технологий ;

- при проведении практических занятий предусматривается использование таких интерактивных методов как экспресс-опросы, тестовые опросы, мозговой штурм, групповое мышление и работа с мини-группами.

Связь между модулем и другими предметами учебного плана

Этот модуль тесно связан с курсом “Технология разгушение качественного плостов машиностроении” и “Новые технологии в литейных”

Роль модуля в высшем образовании

Охватывает проблемы получения литейных изделий в нашей стране.

Распределение часов по модулю

№	Темы модуля	Учебная нагрузка, часы					
		Итого	Аудиторная учебная нагрузка			Самостоятельная работа	
			всего	из них			
теоретический	практический	Выездные занятия					
1.	Основные понятия литейного производства	8	8	2	2	2	
2.	Особенности плавки сплавов черных и цветных металлов	8	6	2	2	-	
3.	Формовочные материалы, смеси и краски	8	8	2	2	2	
	Итого	16	16	6	6	4	

СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЗАНЯТИЙ

1-тема. Основные понятия литейного производства

Понятие литейного производства. Краткий исторический обзор развития литейного производства. Роль российских ученых в развитии научных основ и организации производства отливок и слитков. Литейные и физико-химические свойства сплавов.

2- тема. Особенности плавки сплавов черных и цветных металлов

Производство отливок из чугуна. Производство отливок из стали. Производство отливок из литейных алюминиевых сплавов. Производство отливок из литейных магниевых сплавов. Производство отливок из медных сплавов.

3-тема. Формовочные материалы, смеси и краски

Краткая характеристика исходных формовочных материалов. Классификация, составы и свойства формовочных и стержневых смесей. Виды красок и области их применения. Оборудование для подготовки исходных формовочных материалов и для приготовления формовочных и стержневых смесей.

Темы практических занятий

1 – практическая работа: Технологические приемы получения отливок в песчано-глинистых формах

Песчано-глинистые формы. Основные понятия. Составы песка. Марки песка. Формовочная смесь. Модели

2 – практическая работа: Принципы конструирования литейной формы

Основные понятия. Формовочные уклоны. Поверхности разъема формы. Поверхности разъема модели. Кронштейн.

3 – практическая работа: Определение положения отливки при заливке и назначение разъема формы и модели

Основные понятия. Организация прибылей. Болваны. Указания на чертеже.

ВЫЕЗДНОЕ ЗАНЯТИЕ

1-тема: Плавка сплавов в электрошлаковых печах. Типы электрошлаковых процессов, физико – химическая характеристика процесса.

Выездное занятие будет проводиться выездное практическое занятие на участке «Литейного цеха». Слушатели ознакомятся с новыми техниками и технологиями.

Типы обучения

Для данного модуля используются следующие методы обучения:

- лекции, практические занятия (знание информации и технологий, развитие интеллектуальной деятельности, укрепление теоретических знаний);
- круглые столы (повышение способности предлагать проектные решения, слушание, восприятие и логические выводы);
- споры и дискуссии (предоставление доказательств и аргументов в отношении проектных решений, развитие навыков слушания и решения проблем).

II. ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИЕ МОДУЛЯ

Метод «SWOT-анализ».

Цель метода: Целью метода является анализ существующих теоретических знаний и практического опыта, решение проблем путем сравнения, поиск путей укрепления знаний, повторения, оценки, формирования независимого, критического мышления и нестандартного мышления.

S – (strength)	• сильные стороны
W – (weakness)	• слабые стороны
O – (opportunity)	• возможности
T – (threat)	• преграды

Пример:

Метод “Вывод” (Резюме, Веер)

Цель метода: этот метод ориентирован на сложные, междисциплинарные и проблемные темы. Суть метода заключается в том, что одна и та же информация будет предоставлена по разным разделам темы,

и в то же время каждая из них будет обсуждаться в отдельном аспекте. Например, проблема изучается положительными и отрицательными аспектами, преимуществами, недостатками, прибылью и убытками. Этот интерактивный метод дает возможность для успешного развития критического, аналитического, логического мышления и способности выражать и поддерживать самостоятельные идеи и комментарии студентов в письменной и устной форме. Метод «Вывод» можно использовать на лекция для усиления, анализа и сопоставления знаний о предмете в форме работы парами и в семинарах в небольших и групповых семинарах.

Порядок осуществления метода



Тренер-инструктор распределяет участников на мелкие группы по 5-6 человек;



Ознакомление участников с условиями, сроками и процедурой обучения и распространение материалов каждой группе с частями, которые необходимо проанализировать;



Каждая команда должна тщательно проанализировать проблему и рекомендовать свои мнения. Данная схема излагается в письменной форме;



На следующем этапе все группы предоставляют свои презентации. После этого тренер суммирует анализ, дополняет необходимой информацией и завершает тему.

Пример:

Специальные виды литья					
Кокильное литьё		Литьё под давлением		Литьё в песчано-глинистые формы	
преимущества	недостатки	преимущества	недостатки	преимущества	недостатки
и		и		и	

Вывод:					

Метод “Кейс-стади”

“Кейс-стади” – от англ., (“case” - дело, событие, “study” – учить) считается методом изучения точных событий и проведение обучений на основе анализа. Этот метод изначально использовался в Гарвардском университете в 1921 году как практическое исследование использования экономической науки. Кейсом можно пользоваться для анализа открытых информации и событий.

Кейс включает в себя следующее: Кто (Who), Когда (When), Где (Where), Почему (Why), Как (How), Что (What).

Этапы проведения метода “Кейс-стади”

Этапы работы	Вид деятельности и суть
1-этап: Ознакомление с информационным составляющим кейса	<ul style="list-style-type: none"> ✓ визуальная и аудио работа индивидуально; ✓ ознакомление с кейсом (текстовые, аудио или медиа); ✓ обобщение информации; ✓ анализ информации; ✓ определение проблем
2-этап: Определение кейса и отметить учебное задание	<ul style="list-style-type: none"> ✓ работа в и индивидуальной группе; ✓ определение иерархии необходимости проблемы; ✓ определение основного положения проблемы
3-этап: Создание путей и поиск решения проблем кейса путем анализа	<ul style="list-style-type: none"> ✓ работа в и индивидуальной группе; ✓ разработка альтернативных решений; ✓ анализ возможностей и препятствия для каждого решения; ✓ выбор альтернативных решений
4-боскич: Формирование и обоснование решения кейса, презентации.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ индивидуальные и групповые работы; ✓ обоснование возможности применения альтернативных вариантов; ✓ подготовка креативной и проектной

	презентации; ✓ объяснение практических аспектов окончательного решения
--	---

Этапы и задачи выполнения кейса:

- Укажите основные причины основной проблемы в кейсе (в отдельных и малых группах).
- укажите последовательность запуска мобильного приложения (работа парами)

Метод “Инсерт”

Цель метода:

Этот метод используется студентами для принятия новой информационной системы и облегчения приобретения знаний, и этот метод также служит упражнением для запоминания для учащихся.

Порядок проведения метода:

- Учитель готовит содержание темы в виде презентации;
- Текст, освещающий предмет, распространяется среди учащихся или представляется в виде презентаций;
- Учащиеся смогут лично ознакомиться с текстом и выразить свои личные взгляды с помощью специальных символов. При использовании текста учащимся или участникам рекомендуется использовать следующие специальные символы:

Знаки	1-текст	2-текст	3-текст
“В” – знакомая информация.			
“К” – данная информация непонятна, нужен комментарий			
“+” эта информация для меня новая.			

“– ” против данной информации или мысли			

В конце установленного времени данные, которые неизвестны и непонятны для слушателей, анализируются и объясняются учителем, раскрывает их суть. Отвечаются на вопросы и завершают занятие.

Метод «Анализ понятий»

Цель метода: этот метод используется для определения основных понятий учащимися по этой теме, для независимого анализа и оценки их знаний и определения уровня начальных знаний по новой теме.

Порядок проведения метода:

- Участники будут ознакомлены с правилами занятия;
- Студентам предоставляются слова, имеющие отношение к теме или главе (индивидуально или в группах);
- Студенты предоставляют письменную информацию о значении, когда и в каких ситуациях эти понятия используются;
- По истечении установленного времени преподаватель объявляет полное объяснение этих слов или иллюстрирует слайдом;
- Каждый участник сравнивает свои личные отношения с ответами, его различиями и уровнем знаний.

III. МАТЕРИАЛЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Основные понятия литейного производства

П л а н л е к ц и и

1. Понятие литейного производства.
2. Краткий исторический обзор развития литейного производства. Роль российских ученых в развитии научных основ и организации производства отливок и слитков.
3. Классификация литейных сплавов и области их применения.
4. Литейные и физико-химические свойства сплавов.

Понятие литейного производства

Сущность литейного производства сводится к получению жидкого, т.е. нагретого выше температуры плавления, сплава необходимого состава и качества и заливке его в заранее приготовленную форму. После охлаждения

металл затвердевает и сохраняет конфигурацию той полости, в которую он был залит. Таким образом, чтобы изготовить отливку, необходимо:

1. определить материалы, которые нужно ввести в шихту для плавки, произвести их расчет, подготовить эти материалы (разделить на куски, отвесить нужное количество каждого компонента); загрузить материалы в плавильную печь;

2. осуществить плавку - получить жидкий металл необходимой температуры, жидкотекучести, должного химического состава, без неметаллических включений и газов, способный при затвердевании образовать мелкокристаллическую структуру без дефектов с достаточно высокими механическими свойствами;

3. до окончания плавки приготовить литейные формы (для заливки в них металла), способные, не разрушаясь, выдерживать высокую температуру металла, его гидростатическое давление и размывающее действие струи, а также способные пропускать через поры или каналы выделяющиеся из металла газы;

4. произвести выпуск металла из печи в ковш и доставить его к литейным формам; выполнить заливку литейных форм жидким металлом, не допуская перерывов струи и попадания в форму шлака;

5. после затвердевания металла раскрыть формы и извлечь из них отливки;

6. отделить от отливки все литники (металл, застывший в литниковых каналах), а также образовавшиеся (при некачественной заливке или формовке) приливы и заусеницы;

7. очистить отливки от частиц формовочной или стержневой смеси;

8. осуществить контроль качества и размеров отливок.

В настоящее время наибольшее число отливок получают в разовых (песчаных) формах, выполняемых из формовочной смеси, состоящей из кварцевого песка, огнеупорной глины и специальных добавок. После затвердевания металла форму разрушают и извлекают отливку. Кроме разовых, применяют полупостоянные формы, изготовленные из высокоогнеупорных материалов (шамота, графита и др.), они используются для заливки нескольких десятков (50-200) отливок, и постоянные формы - металлические, они служат для получения нескольких сотен, а иногда и тысяч отливок до износа формы. Выбор литейной формы зависит от характера производства, рода заливаемого металла, требований, предъявляемых к отливке.

Краткий исторический обзор развития литейного производства.

Роль российских ученых в развитии научных основ и организации производства отливок и слитков

Литейное производство является одним из самых древних видов искусства обработки металлов, с которым познакомилось человечество. Многочисленные археологические находки, обнаруженные при раскопках курганов в различных пунктах нашей страны свидетельствуют, что и в Древней

Руси медное и бронзовое литье производилось в достаточно большом количестве (котелки, наконечники стрел, украшения - серьги, запястья, кольца, головные уборы и др.). При раскопках обнаружены были уцелевшие горны и печи, каменные формочки, служившие для отливки полых топоров, колец, браслетов, металлических бус, крестов и др. Однако большая часть найденных в Древней Руси отливок была получена литьем по восковой модели. Оригинален способ изготовления модели: из проволочных шнуров сплетали узор, представляющий копию будущего изделия; на эту восковую модель наносили глину, пока не получалась достаточно прочная форма, после высушивания форму прокаливали, воск выплавлялся, а шнуры выгорали, в образовавшуюся полость заливали металл, после охлаждения получалась отливка сложных очертаний.

В XI в. на Руси возникли местные производственные центры для отливки предметов церковного (медные кресты, колокола, образки, подсвечники и др.) и домашнего (котелки, рукомойники и др.) обихода. Помимо Киева, Новгорода Великого, крупными центрами по выпуску медно-литых изделий стали Устюг Великий, Тверь. Татарское нашествие вызвало застой, продолжавшийся до середины XII в., после чего начался подъем литейного производства. Это объясняется тем, что создалось централизованное крупное государство, в связи с чем начали развиваться города и потребовалось вооружение, теперь уже огнестрельное. С производства сварных пушек перешли на бронзовые - литые, отливали колокола, создавали медно-литейные мастерские художественного литья. К середине XV в. московская артиллерия занимала в количественном отношении первое место среди артиллерии европейских государств.

Петровская эпоха представляет скачок в развитии литейного производства. Были созданы большие тульские и калужские заводы Никиты Демидова и Ивана Баташова. Первые стальные отливки были получены во второй половине XIX в. почти одновременно в различных странах Европы. В России их изготовили в 1866 г. из тигельной стали на Обуховском заводе. Однако качество отливок оказалось низким, так как литейные свойства стали значительно уступали свойствам чугуна. Благодаря работам русских ученых-металлургов А.С. Лаврова и Н.В. Калакуцкого, которые объяснили явления ликвации и представили механизм возникновения усадочных и газовых раковин, а также разработали меры борьбы с ними, в полной мере раскрылись достоинства стальных отливок. Поэтому фасонные отливки, полученные А.А. Износковским из мартеновской стали на Сорновском заводе в 1870 г., оказались такого высокого качества, что демонстрировались на выставке в Санкт-Петербурге.

После выхода научных трудов основоположника металлографии Д.К. Чернова, создавшего науку о превращениях в сплавах, об их кристаллизации, структуре и свойствах, начали применять термическую обработку, которая улучшила качество стального литья. Теория металлургических процессов была

введена в высшей школе А.А. Байковым в 1908 г. в Петербургском Политехническом институте.

В период с 1927 по 1941 гг. происходит невиданный для прежней России рост промышленности, строятся крупнейшие механизированные заводы. Строятся и пускаются литейные цехи, работающие на поточном режиме, с высокой степенью механизации, с конвейерами, с годовым выпуском до 100 тыс. т литья.

Одновременно проводятся научно-исследовательские работы, создаются теории рабочих процессов и методов расчета литейного оборудования. Формируется научная школа Московского высшего технического училища, основанная и возглавляемая проф. Н.П. Аксеновым.

Широкое распространение литейного производства объясняется большими его преимуществами по сравнению с другими способами производства заготовок (ковкой, штамповкой). Литьем можно получить заготовки практически любой сложности с минимальными припусками на обработку. Кроме того, производство литых заготовок значительно дешевле, чем, например, производство поковок.

Развитие литейного производства до наших дней проходило по двум направлениям:

- 1) разработка новых литейных сплавов и металлургических процессов;
- 2) совершенствование технологии и механизации производства.

Большие успехи были достигнуты в области изучения и улучшения механических и технологических свойств серых чугунов - наиболее распространенных и дешевых литейных сплавов. Все большее распространение получают и совершенствуются специальные виды литья: кокильное, под давлением, в оболочковые формы, по выплавляемым моделям и др., обеспечивающие получение точных отливок и, следовательно, уменьшение затрат на обработку резанием.

Классификация литейных сплавов и области их применения

В среднем на долю литых деталей приходится около 50 % массы машин и механизмов, а их стоимость достигает 20-25 % от стоимости машин. В зависимости от метода получения литых заготовок сплавы подразделяют на *литейные* и *деформированные*. Литейные сплавы либо приготавливают из исходных компонентов (шихтовых материалов) непосредственно в литейном цехе, либо получают с металлургических комбинатов в готовом виде и только переплавляют перед заливкой в литейные формы. Как в первом, так и во втором случае отдельные элементы в процессе плавки могут окисляться (угарать), улетучиваться при повышенных температурах (возгоняться), вступать в химическое взаимодействие с другими компонентами или с футеровкой печи и переходить в шлак.

Для восстановления требуемого состава сплава потери отдельных элементов в нем компенсируют, вводя в расплав специальные добавки

(лигатуры, ферросплавы), приготовляемые на металлургических предприятиях. Лигатуры содержат помимо легирующего элемента также и основной металл сплава, поэтому они легче и полнее усваиваются расплавом, чем чистый легирующий элемент. При плавке сплавов цветных металлов применяют лигатуры: медь-никель, медь-алюминий, медь-олово, алюминий-магний и др. При литье черных сплавов широко используют ферросплавы (ферросилиций, ферромарганец, феррохром, ферровольфрам и др.) для введения легирующих элементов, а также для раскисления расплава. В процессе раскисления элементы, содержащиеся в ферросплавах, выполняют роль восстановителей: они соединяются с кислородом оксида, растворенного в расплаве, восстанавливают металл, а сами, окислившись, переходят в шлак. Очистка (рафинирование) расплава раскислением способствует значительному улучшению качества металла отливки, повышению его прочности и пластичности. Ряд сплавов, а также неметаллических материалов (солей и др.) используют в качестве модификаторов, которые при введении в литейный сплав в небольших количествах существенно влияют на его структуру и свойства, например, измельчают зерно и способствуют повышению прочности металла. Так, для получения высокопрочного чугуна используют модифицирование магнием.

Основными критериями качества литого металла являются механические свойства, показатели структуры, жаростойкости, износостойкости, коррозионной стойкости и др., заданные в технических требованиях.

Сплавы принято разделять, как и металлы, прежде всего на *черные* и *цветные*, причем в последние входят и легкие сплавы. Сплавы подразделяют на группы в зависимости от того, какой металл является основой сплава. Наиболее важными группами сплавов считаются следующие:

чугуны и стали - сплавы железа с углеродом и другими элементами; сплавы алюминия с различными элементами; сплавы магния с различными элементами; бронзы и латуни - сплавы меди с различными элементами. В настоящее время наиболее широкое применение находят сплавы первой группы, т.е. сплавы черных металлов: около 70 % всех отливок по массе изготавливают из чугуна и около 20 % - из стали. На долю остальных групп сплавов приходится сравнительно небольшая часть общей массы отливок.

В химическом составе сплава различают основные элементы (например, железо и углерод в чугуне и стали), постоянные примеси, наличие которых обусловлено процессом производства сплава, и случайные примеси, попавшие в сплав вследствие тех или иных причин. К вредным примесям в стали и чугуне относятся сера, фосфор, закись железа, водород, азот и неметаллические включения. Вредными примесями в медных сплавах являются закись меди, висмут и в некоторых из них - фосфор. Резко ухудшают свойства оловянной бронзы примеси алюминия и железа, а в алюминиевой бронзе, наоборот, - олово. В алюминиевых сплавах должно быть ограничено содержание железа, в магниевых, кроме того, - меди, никеля и кремния. Газы и неметаллические включения во всех сплавах являются вредными примесями.

Требования к каждому литейному сплаву специфичны, однако существует и ряд *общих требований*:

состав сплава должен обеспечивать получение заданных свойств отливки (физических, химических, физико-химических, механических и др.);

сплав должен обладать хорошими литейными свойствами - высокой жидкотекучестью, несклонностью к насыщению газами и к образованию неметаллических включений, малой и стабильной усадкой при затвердевании и охлаждении, несклонностью к ликвации и образованию внутренних напряжений и трещин в отливках;

сплав должен быть по возможности простым по составу, легко готовиться, не содержать токсичных компонентов, не выделять при плавке и заливке сильно загрязняющих окружающую среду продуктов;

сплав должен быть технологичным не только в изготовлении отливок, но и на всех последующих операциях получения готовых деталей (например, при обработке резанием, термообработке и т.д.);

сплав должен быть экономичным: содержать по возможности меньшее количество дорогостоящих компонентов, иметь минимальные потери при переработке его отходов (литников, брака).

Литейные и физико-химические свойства сплавов

К основным литейным свойствам сплавов относят жидкотекучесть, усадку, ликвацию, склонность к образованию трещин и отбелу.

Жидкотекучесть - способность металла в расплавленном состоянии заполнять литейную форму, четко воспроизводя ее контуры и поверхность. При низкой жидкотекучести движение расплава в форме может прекратиться раньше, чем она будет заполнена. На жидкотекучесть оказывают влияние многие факторы, связанные со свойствами, состоянием и строением расплава (его природа, температура при заливке, вязкость, поверхностное натяжение, теплоемкость и теплопроводность, наличие включений и др.). Жидкотекучесть определяют по технологической пробе и оценивают по длине спирального (или прямолинейного) канала, заполненного расплавом в контрольной форме.

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. Различают объемную и линейную усадки, выражаемые в процентах. Результатом объемной усадки являются усадочные раковины и поры в отливке. Усадку сплава определяют на специальных технологических пробах и оценивают по разности размеров (или объема) сплавов до затвердевания и после охлаждения.

Ликвация - неоднородность химического состава сплава в различных местах сечения отливки, возникшая при ее затвердевании. Ликвацию определяют химическим способом или спектральным анализом. Склонность сплавов к образованию трещин проявляется в процессе затрудненной усадки при охлаждении.

Отбел - склонность чугуна к выделению структурно свободных карбидов сверх необходимого для образования перлитной структуры. Величина отбела зависит в основном от скорости охлаждения отливки и химического состава чугуна. Чем выше скорость охлаждения, тем больше склонность чугуна к образованию отбела. Химическими элементами, уменьшающими отбел, являются углерод, кремний, алюминий, титан и др.; увеличивающими - ванадий, марганец, молибден, хром и др. Толщина проб для определения склонности чугуна к отбелу связана с преобладающей толщиной сечения стенок отливки.

Если к литым деталям не предъявляется высоких требований в отношении механических и других свойств, то обычно такие детали изготавливаются из самого дешевого литейного сплава - чугуна, обладающего относительно невысокой температурой плавления, хорошей жидкотекучестью и малой усадкой. Но если детали должны иметь высокие механические свойства, то их необходимо изготавливать из стали, хотя она дороже чугуна и имеет высокую температуру плавления, худшую жидкотекучесть и большую усадку. Иногда решающее значение имеет среда, в которой должны работать детали. Например, для работы в морской воде они изготавливаются из более дорогих медных сплавов (бронзы и иногда латуни), так как чугун и обычная сталь в такой среде легко разрушаются из-за недостаточной химической стойкости. При изготовлении отливок для самолетостроения, когда решающее значение имеет масса, применяют алюминиевые или магниевые сплавы, несмотря на их высокую стоимость.

Химические составы литейных сплавов указаны в ГОСТах и технических условиях. В существующих ГОСТах регламентируется качество более 200 литейных сплавов. Отливки из 400 литейных сплавов изготавливаются по техническим условиям, принятым изготовителем и потребителем.

Химический состав и механические свойства стальных отливок регламентируются ГОСТ 977-88, отливок из серого чугуна - ГОСТ 1412-85, высокопрочного модифицированного чугуна - ГОСТ 7293-85, из сплавов на основе алюминия - ГОСТ 1583-93, магниевых сплавов - ГОСТ 2856-79 и т.д.

Контрольные вопросы

1. Основы литейного производства.
2. Краткий исторический обзор развития литейного производства.
3. Роль русских ученых в развитии научных основ литейных сплавов.
4. Классификация литейных сплавов.
5. Литейные свойства сплавов
4. Физико-химические свойства сплавов.

Список литературы:

1. Непрерывное литье алюминиевых сплавов: справ. / В. И. Напалков, Г. В. Черепок, С. В. Махов, Ю. М. Черновол. - М. : Интермет Инжиниринг, 2005. - 512 с.
2. Горшков, И. Е. Литье слитков цветных металлов и сплавов / И. Е. Горшков. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : Гос. науч.-тех. изд-во лит. по черн. и цв. металлургии, 1952. - 416 с.
3. Титов, Н. Д. Технология литейного производства / Н. Д. Титов. - М. : Машиностроение, 1968. - 388 с.

Тема 2. Особенности плавки сплавов черных и цветных металлов

П л а н л е к ц и и

1. Производство отливок из чугуна.
2. Производство отливок из стали.
3. Производство отливок из литейных алюминиевых сплавов.
4. Производство отливок из литейных магниевых сплавов.
5. Производство отливок из медных сплавов.

2.1 Производство отливок из чугуна

Чугун является наиболее распространенным материалом для изготовления фасонных отливок. В строительной технике (колонны, котлы, ванны, трубы, радиаторы и др.), в металлургической промышленности (изложницы, поддоны, прокатные валки и др.), в транспортном машиностроении (коленчатые валы из высокопрочного чугуна для автомобилей, тракторов и др.).

Кристаллизация и структурообразование чугуна. Чугун представляет собой сплав железа с углеродом, которого он содержит в пределах от 2,6 до 4,5 %. В чугуне всегда имеются примеси: 0,5-3,5 % Bc 0,3-1,5 % Mn ; до 1,0 % P и до 0,15 % B . Для улучшения качества чугуна в него могут вводиться легирующие примеси (Ni , Cr , Cu , Mo и др.) - от десятых долей процента до 1520 % в специальных чугунах.

Наиболее важный этап кристаллизации чугуна - эвтектическое превращение, при котором происходит распад жидкости на аустенит и высокоуглеродистую фазу. Последняя и определяет структуру чугуна. Он будет белым, если высокоуглеродистой фазой является цементит, или серым, если высокоуглеродистой фазой является графит. В половинчатом чугуне наряду с графитом находится цементит.

Влияние химического состава на литейные и механические свойства чугуна. Углерод и кремний - графитизирующие элементы. Для большинства отливок применяют чугуны с содержанием углерода от 2,7 до 3,6 %. Чем больше содержание углерода, тем больше жидкотекучесть чугуна и ниже температура плавления. С увеличением общего содержания углерода понижается

механическая прочность чугуна, так как при этом увеличивается количество графита, снижающего прочность металлической фазы. Содержание кремния обычно составляет не более 2,5 %. Марганец и сера - это элементы, тормозящие графитизацию. Увеличение содержания марганца способствует повышению твердости чугуна и ухудшению обрабатываемости. При повышении содержания серы увеличивается усадка чугуна, снижается его жидкотекучесть, повышается хрупкость. Содержание серы обычно находится в пределах 0,1-0,12 %. Фосфор, подобно сере, уменьшает растворимость углерода в жидком чугуне. Повышение содержания фосфора увеличивает жидкотекучесть чугуна, но при этом возрастает хрупкость металла. Содержание фосфора не превышает 0,25 %, но в отливках для художественного литья и в тонкостенных отливках для предметов народного потребления с целью повышения жидкотекучести содержание фосфора увеличивают до 1,01,5 %.

Легирующими элементами являются: никель - подобно кремнию графитизатор, способствующий разложению цементита, содержание никеля в серых чугунах составляет 0,3-0,4 %; хром - препятствует графитизации, увеличивает твердость и устойчивость против износа, его обычно вводят в чугун вместе с никелем. При этом достигается измельчение графита и выравнивание твердости в тонких и толстых сечениях.

Влияние скорости охлаждения на свойства чугуна. Чем больше скорость охлаждения, тем больше углерода оказывается в связанном состоянии, в виде цементита, поэтому в тонкостенных отливках возможен отбел. В толстостенных отливках, которые охлаждаются медленнее, наоборот, большая часть углерода выделяется в виде крупных пластинок графита, механические свойства таких отливок низкие.

Классификация и свойства отливок из чугуна. Отливки из серого чугуна с пластинчатым графитом используются главным образом в качестве деталей машин, определяющим для оценки качества чугуна для отливок этой группы являются его механические свойства, регламентируемые ГОСТ 1412-85. Отливки *малой или средней прочности* изготавливают из чугунов марок СЧ 10, 15, 20 (условное обозначение марки включает буквы СЧ - серый чугун и цифровое обозначение величины минимального временного сопротивления при растяжении в МПа- 10^{-1}); отливки *повышенной прочности* - из низколегированных и модифицированных чугунов СЧ 25, 30, 35.

Отливки из чугуна с шаровидной формой графита делят в зависимости от технологических методов получения структуры на отливки из ковкого чугуна и отливки из высокопрочного модифицированного чугуна. Отливки *из ковкого чугуна* имеют структуру (хлопьевидный графит), получаемую специальным отжигом отливок, имеющих в литом состоянии структуру белого чугуна. Ковкий чугун в основном используется как конструкционный материал, обладающий ценной комбинацией свойств прочности и пластичности (чугун назван «ковким» из-за способности пластически деформироваться в горячем состоянии, однако, практически такой обработке он не подвергается). Ковкий чугун применяют для

изготовления мелких, тонкостенных отливок для сельскохозяйственных машин и автомобилей. Согласно ГОСТ 121579 (изменен в 1991 г.), отливки из ковкого чугуна маркируют двумя буквами КЧ, далее следуют две цифры - первая характеризует временное сопротивление при растяжении, а вторая - относительное удлинение, %.

Отливки из высокопрочного модифицированного чугуна имеют шаровидную форму графита в результате введения в жидкий чугун модификаторов: Mn, Ca, Si, Ni и др. Наибольшее применение получил магний, при содержании которого 0,03-0,05 % графит кристаллизуется в чугуне в виде шаровидных включений (глобулей). Такой чугун называют магниевым. В отличие от КЧ получение шаровидной формы графита в ВЧ (высокопрочный чугун) практически не ограничивается толщиной стенки и массой отливки. Высокопрочный чугун широко применяется для отливки деталей металлургического оборудования, к которым предъявляются специальные требования (например, жаропрочность). Согласно ГОСТ 7293-85 маркируют его буквами ВЧ, далее следует цифра, характеризующая временное сопротивление при растяжении.

В белом чугуне нет графита, весь углерод находится в виде цементита, поэтому излом его не серый, что характерно для СЧ и ВЧ, а блестящий белый. Белый чугун применяют как материал, обладающий высокой стойкостью при абразивном износе и сухом трении (детали дробильного оборудования - щеки дробилок, бронь шаровых мельниц, мелющие шары, лопадки шнеков, детали шламовых насосов). Вследствие повышенной хрупкости белого чугуна и трудностей его механической обработки широко используют отливки, в которых отбеленный слой получают только на рабочей поверхности (сердцевина из СЧ), например, прокатные валки, крановые колеса. Для особо жестких условий эксплуатации применяют легированный белый чугун, например, хромоникелевый чугун «нихард», содержащий до 5 % Ni и 2-2,5 % Cr.

Плавку чугуна осуществляют в вагранках (коксовых, коксогазовых, газовых), а также в электрических печах (индукционных и дуговых).

2.2 Производство отливок из стали

Сталью называют железоуглеродистые сплавы, содержащие до 2 % С. Наряду с углеродом в сталях присутствуют Mn, S, P, N, H, O и другие элементы, попавшие в нее из шихтовых материалов или введенные в процессе ее производства (Mn и в углеродистые стали вводят, например, для раскисления). Другие (легирующие) элементы добавляют для придания стали особых физических, физико-химических свойств или повышения ее прочности. Это чаще всего Cr, Ni, Mo, V, а также Mn и в количестве, превышающем потребности раскисления. Сталь широко применяют прежде всего для деталей, которые наряду с высокой прочностью должны обладать хорошими пластическими свойствами, быть надежными и долговечными в эксплуатации.

Многие стали хорошо свариваются, что дает возможность изготавливать сложные сварно-литые конструкции.

Классификация стальных отливок. Стальные отливки можно классифицировать: по химическому составу; структуре; назначению отливок; способу выплавки стали.

По химическому составу стальные отливки подразделяют на 4 класса: 1) из углеродистой нелегированной стали; 2) из низколегированной стали с содержанием легирующих элементов до 2,5 %; 3) из среднелегированной стали с содержанием от 2,5 до 10 % легирующих элементов; 4) из высоколегированной стали, содержащей более 10 % легирующих элементов.

По структуре отдельно классифицируют углеродистые и легированные стали, так как сходные структурные составляющие в зависимости от растворенного в них легирующего элемента обладают различными свойствами. Отливки из углеродистой стали могут иметь ферритную и перлитную структуру. Следует отметить, что в реальных углеродистых сталях (даже низкоуглеродистых) чисто ферритной структуры не наблюдается. По границам ферритных зерен наблюдаются выделения третичного цементита, который, образуя хрупкую оболочку вокруг зерен феррита, заметно снижает его пластичность и вязкость.

Отливки из высоколегированных сталей по структуре делят на 6 классов: мартенситный, мартенсито-ферритный, ферритный, аустенито- мартенситный, аустенито-ферритный и аустенитный.

Структура отливок из высоколегированных сталей определяется содержанием легирующих элементов, углерода, режимом термообработки.

По назначению или служебным свойствам стальные отливки подразделяются на две группы:

- 1) отливки общего назначения из конструкционной стали;
- 2) отливки из стали со специальными свойствами (физическими, химическими, физико-химическими и др.).

Для первой группы определяющими характеристиками являются механические свойства (отливки этой группы изготавливают преимущественно из углеродистой и низколегированной стали). Ко второй группе относятся отливки из сталей: жаропрочных, жаростойких, коррозионно-стойких, износостойких и другого специального назначения (с особыми магнитными, электрическими и другими свойствами). Определяющими характеристиками таких сталей являются их специальные свойства.

По способу выплавки различают стали, приготовленные в печах с кислой или с основной футеровкой. Многие углеродистые и часть низколегированных сталей выплавляют в кислых печах, а средне- и высоколегированные стали - в основных печах. На практике для выплавки стали применяют:

кислые и основные дуговые печи (для мелких и средних отливок из углеродистых и низколегированных сталей);

кислые и основные индукционные печи (для мелких и средних отливок из легированных сталей);

кислые и основные мартеновские печи (для средних и крупных отливок из углеродистых, низко- и среднелегированных сталей);

установки электрошлакового переплава - ЭШП (для особо ответственных отливок специального назначения);

конвертеры (для малоответственных мелких и средних отливок).

Маркировка литейных углеродистых сталей, химический состав и механические свойства регламентированы ГОСТ 977-88. Для изготовления отливок предусмотрены следующие марки стали: конструкционные нелегированные - 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л; конструкционные легированные - 20ГЛ, 35ГЛ, 20ГСЛ, 20Г1ФЛ и др. Литейные свойства углеродистых сталей значительно хуже литейных свойств чугуна и других сплавов. Суммарная объемная усадка затвердевания и усадка в жидком состоянии составляет 6,0 %. Поэтому стальные отливки, как и отливки всех других сплавов, кроме чугуна, необходимо получать с прибылями. В ГОСТ 977-88 приведены химический состав и механические свойства легированных сталей после термической обработки - закалки (нормализации) и отпуска. Чаще других применяют стали, легированные кремнием, марганцем, хромом и никелем, медью и др. Марганцевые стали отличаются более высокой прочностью и особенно большей прокаливаемостью, чем углеродистые. Из них изготавливают отливки для железнодорожного транспорта, экскаваторов и других машин. У хромовых сталей (40ХЛ и др.) также повышенные по сравнению с углеродистой сталью механические свойства и прокаливаемость. Некоторые марки легированных сталей модифицируют бором, кальцием, церием и другими редкоземельными металлами (РЗМ). В результате улучшаются механические и литейные свойства стали. Состав и свойства высоколегированных сталей регламентированы ГОСТ 2176-77. Прежде всего, к ним относятся коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали марок: 12Х18ТЛ, 15Х25ТЛ и др. Кислотоупорная хромоникелевая сталь, содержащая 18 % Cr и 8 % Ni, широко используется для отливок деталей насосов, фиттингов и т. п.

2.3 Производство отливок из алюминиевых литейных сплавов

Алюминий имеет плотность 2,7 г/см³, температуру плавления 659,8 °С, температуру кипения 2 500 °С. Фасонное литье из чистого алюминия затруднительно из-за его плохих литейных свойств и легкой окисляемости. Алюминиевые литейные сплавы широко используют в машиностроении и моторостроении, в авиационной промышленности при изготовлении всех типов летательных аппаратов. Сплавы на основе алюминия имеют высокую удельную прочность при нормальной температуре, хорошо противостоят коррозии в тяжелых атмосферных условиях, обладают высокими литейными свойствами (линейная усадка 0,8-1,4 %; объемная - 3,0-4,7 %; температура разливки 720-750 °С).

Классификация алюминиевых сплавов. Для изготовления отливок используют пять групп алюминиевых сплавов (ГОСТ 1583-93): 1) Al-Si; 2) Al-Cu;

3) Al-Mg; 4) Al-Si-Cu; 5) прочие сплавы. Наибольшее применение в промышленности получили сплавы 1-й и 4-й групп.

Сплавы системы Al-Si (силумины, содержат от 5 до 13 % Si) широко применяются в авиационной, приборостроительной, машиностроительной, судостроительной промышленности. Двойные алюминий-кремниевые сплавы имеют невысокую прочность, для ее увеличения вводят магний, например сплав АЛ 9 (6-8 % Si; 0,2-0,4 % Mg). Магний образует с кремнием химическое соединение, упрочняющее сплав в процессе ТО (термообработки). Вредной примесью для силуминов является железо, образуя хрупкие тройные алюминий-железо-кремний фазы, кристаллизующиеся в виде пластин, железо существенно снижает пластические свойства сплавов. Для нейтрализации вредного влияния железа в сплав вводят марганец, десятые доли марганца способствуют переводу выделений железистой составляющей в более благоприятную (компактную) форму, например сплав АЛ 4 (8,0-10,5 % Si; 0,17-0,30 % Mg; 0,2-0,5 % Mn). При литье силуминов в разовые низкотемпературные формы наблюдается грубое выделение кремния в эвтектике (11,7 % Si), поэтому сплавы системы Al-Si модифицируют натрием (0,01-0,1 % от массы расплава). В присутствии натрия эвтектический кремний выделяется в виде тонкодисперсных пластин, что благоприятно отражается на пластических свойствах.

Сплавы системы Al-Si-Cu используют для изготовления деталей, обладающих твердостью и прочностью, отвечающих требованиям по чистоте поверхности (корпуса различных приборов, автомобильные и тракторные поршни, детали авиадвигателей - сплав АЛ 7-4).

Плавка алюминиевых сплавов. Сплавы на основе алюминия склонны к газопоглощению и окислению. Особенно энергично в них растворяется водород, что способствует получению отливок с газовой пористостью и раковинами. Предохраняют алюминиевые сплавы от окисления и поглощения водорода покровными флюсами (смесь хлоридов натрия и калия, например, 45 % NaCl + 55 % KCl. Расход флюса составляет 2 % от массы шихты. Рафинирование (очистку) алюминиевых сплавов от взвешенных неметаллических включений и водорода осуществляют продувкой инертными газами (Ar, He) или активным хлором, а также обработкой хлоридами марганца, цинка, титана. Так, при пропускании газов (расход 0,2-0,8 % от массы металла) через расплав они оказывают флотизирующее действие на взвешенные включения; пузырьки рафинирующего газа выносят включения на поверхность расплава. Так как давление атомарного водорода внутри пузырька рафинирующего газа равно нулю, то растворенный в металле водород диффундирует внутрь пузырька и выносится за пределы расплава. Сплавы, содержащие более 6 % Si, перед заливкой в разовые формы подвергают модифицированию натрием (несколько сотых долей натрия от массы расплава), вследствие чего измельчаются выделения кремния и повышаются механические свойства сплавов. Плавку алюминиевых сплавов чаще всего производят в электрических индукционных печах.

2.4 Производство отливок из магниевых литейных сплавов

Магний имеет плотность $1,7 \text{ г/см}^3$, температуру плавления $651 \text{ }^\circ\text{C}$, температуру кипения $1\ 120 \text{ }^\circ\text{C}$. Химический состав и механические свойства магниевых литейных сплавов регламентирует ГОСТ 2856-79, маркируют сплавы буквами МЛ и числом, обозначающим порядковый номер, в конце маркировки могут ставиться буквы «ОН» - общего назначения и «ПЧ» - повышенной чистоты. Из конструкционных материалов магний является самым легким. В чистом виде магний характеризуется низкой коррозионной стойкостью, недостаточной однородностью свойств и легкой воспламеняемостью. Отливки из магниевых литейных сплавов применяются главным образом в авиастроении и транспортном машиностроении, т.е. там, где они позволяют снизить собственную массу транспортных средств (усадка линейная $1,2-1,9 \%$; объемная - $3,0-5,7 \%$).

Классификация магниевых сплавов. Условно магниевые литейные сплавы могут быть разделены на группы:

- 1) Mg-Mn (МЛ 2 - редко применяются из-за низких механических свойств);
 - 1) Mg-Al-Zn (МЛ 3, МЛ 4 и др.);
 - 2) Mg-Zn-Zr (МЛ 8, МЛ 15 и др.);
 - 3) сплавы, легированные редкоземельными элементами (индием, церием) - МЛ 9, МЛ 10 и др.;
 - 4) сплавы, содержащие торий (МЛ 14).

Сплавы второй группы широко применяются, они идут для производства высоконагруженных отливок, работающих в тяжелых атмосферных условиях с высокой влажностью. Сплавы третьей группы имеют высокие механические свойства и хорошо обрабатываются резанием. Отливки из этой группы сплавов могут работать при температуре $200-250 \text{ }^\circ\text{C}$. Сплавы четвертой группы используются как жаропрочные, отливки из этих сплавов работают в условиях больших нагрузок при температуре $250-300 \text{ }^\circ\text{C}$.

Сплавы пятой группы еще более жаропрочные. Отливки из таких сплавов работают при температуре $350 \text{ }^\circ\text{C}$. Сплавы имеют удовлетворительную коррозионную стойкость и высокое сопротивление ползучести.

Плавка магниевых сплавов сопряжена с рядом трудностей. Сплавы интенсивно окисляются. Этот процесс легко переходит в горение. В отличие от алюминиевых сплавов на поверхности магниевого расплава образуется неплотная (рыхлая) пленка окиси, не предохраняющая расплав от окисления. Для предупреждения окисления и возгорания при плавке магниевых сплавов применяют различные покровные флюсы на основе хлористых солей магния, калия и бария (расход 10% от массы шихты). Магниевые сплавы плавят в тигельных, отражательных и индукционных печах. Рафинирование от неметаллических включений производят флюсом или газами (хлором, гелием, аргоном). Перед рафинированием в сплав вводят бериллий ($0,001-0,004 \%$ от

массы расплава). Бериллий образует прочную окисную пленку, предохраняющую расплав от загорания. Модифицирование магниевых сплавов, содержащих алюминий, осуществляют перегревом или введением углеродсодержащих веществ.

2.5 Производство отливок из медных сплавов

Медь - металл розово-красного цвета, очень ковкий и тягучий (плотность 8,94 г/см³, для сплавов 7,5-10,7 г/см³; температура плавления 1 083 °С, кипения 2360 °С; усадка линейная 1,44-2,5 %; усадка объемная 6,4 %). Широкое применение меди обусловлено высокой электро- и теплопроводностью, химической устойчивостью и другими ценными качествами. Чистую медь используют в основном для изготовления листов, труб, профилей, прутков и проволоки методами пластической деформации.

Классификация медных сплавов. Для изготовления отливок используются три группы медных сплавов: оловянные бронзы, безоловянные бронзы и латуни. Механические свойства литейных бронз регламентирует ГОСТ 613-79. *Оловянные бронзы* широко применяются для изготовления арматуры, подшипников, шестерен, втулок, работающих в условиях истирания, повышенного давления воды и водяного пара. Оловянные бронзы обладают хорошими литейными свойствами, что позволяет получать при литье в землю сложные по конфигурации отливки. Характерная особенность этой группы сплавов - большой интервал между температурами ликвидуса и солидуса (150-200 °С), что обуславливает образование в отливках рассеянной усадочной пористости. Бронзы с высоким содержанием олова (Бр.010; Бр.0Ц 10-2; Бр.0Ф 10-1) ввиду его высокой стоимости и дефицитности применяют для отливок ответственного назначения. Вредными примесями являются алюминий и кремний. Сотые доли процентов этих элементов снижают механические свойства бронз и способствуют усилению поглощения водорода при плавке. С увеличением содержания олова прочностные свойства возрастают. Легирование бронз цинком повышает литейные свойства, свинец улучшает антифрикционные свойства, фосфор повышает износостойкость и улучшает жидкотекучесть.

Безоловянистые бронзы используются как заменители оловянных. По механическим, коррозионным и антифрикционным свойствам они превосходят оловянные. Среди сплавов этой группы широко применяют алюминиевые бронзы, они используются для изготовления гребных винтов крупных судов, тяжело нагруженных шестерен и зубчатых колес, корпусов насосов и других отливок. Механические, технологические и эксплуатационные свойства алюминиевых бронз улучшаются при легировании железом, марганцем, никелем. Марки алюминиевых бронз: Бр.АМп 9-2 Л, Бр.АЖ9-4Л и др. Свинцовые бронзы Бр.С 30, Бр.СН 60-2,5 обладают высокой износостойкостью при трении в условиях больших удельных нагрузок и скоростей скольжения. Поэтому свинцовые бронзы применяют как заменители оловянных при изготовлении вкладышей подшипников. Особенность этих бронз - сильная

ликвация свинца. Дисперсное распределение свинца в бронзе может быть достигнуто большими скоростями охлаждения.

Латуни - сплавы меди с цинком (до 50 % Zn). По химическому составу латуни разделяются на двойные (простые), т.е. состоящие из меди и цинка, и многокомпонентные (сложные), в состав которых кроме цинка входят другие компоненты (Si, Al, Mn, Pb). Кремнистые латуни ЛК 80-3 склонны к поглощению водорода и образованию газовой пористости. Эти латуни обладают высокой жидкотекучестью, хорошей свариваемостью, легко обрабатываются резанием. Они применяются для изготовления отливок, работающих под повышенным воздушным и гидравлическим давлением; деталей, работающих в агрессивных средах. Алюминиевые латуни ЛАЖ 60-1-1Л и другие обладают коррозионной стойкостью в морской воде и применяются в судостроении. Марганцовистые латуни используются для изготовления жаростойких и коррозионно-стойких отливок. Свинцовистые латуни применяются как антифрикционный материал, свинец также улучшает обрабатываемость резанием.

Для *плавки литейных медных сплавов* используют отражательные, дуговые и индукционные печи, футерованные шамотом, диоксидом кремния, кварцем или графитом. При плавке на воздухе медь интенсивно растворяет кислород, с образованием окислов. Взаимодействие с газами интенсифицируется с повышением температуры перегрева. Выше 1 150-1 200 °С перегрев недопустим. Для защиты от окисления применяют флюсы (буру, соду, фториды, древесный уголь). Рафинируют медные сплавы хлористым марганцем, после чего модифицируют и разливают в формы при 1 150 °С.

Контрольные вопросы

1. Производство отливок из железо-углеродистых сплавов..
2. Производство отливок из литейных алюминиевых сплавов.
3. Производство отливок из медных сплавов.

Список литературы:

1. Степанов, Ю. А. Технология литейного производства: Специальные виды литья : учеб. для вузов по специальности «Машины и технология литейного производства» / Ю. А. Степанов, Г. Ф. Баландин, В. А. Рыбкин; под ред. Ю. А. Степанова. - М. : Машиностроение, 1983. - 287 с.
2. Могилев, В. К. Справочник литейщика : справ. для профессионального обучения рабочих на производстве / В. К. Могилев, О. И. Лев. - М. : Машиностроение, 1988. - 272 с.

Тема 3. Формовочные материалы, смеси и краски

П л а н л е к ц и и

1. Краткая характеристика исходных формовочных материалов.
2. Классификация, составы и свойства формовочных и стержневых смесей.
3. Виды красок и области их применения.
4. Оборудование для подготовки исходных формовочных материалов и для приготовления формовочных и стержневых смесей.

3.1. Краткая характеристика исходных формовочных материалов

К формовочным материалам относятся все материалы, используемые для изготовления разовых форм и стержней.

Исходные формовочные материалы делят на две группы:

1) основные:

огнеупорный наполнитель (кварцевый песок, циркон, магнезит и др.);
связующие материалы, обеспечивающие прочность связи частиц наполнителя (глина, жидкое стекло, лигносульфонат технический, смолы и др.);

2) вспомогательные материалы - различные добавки (торф, опилки, уголь и др.), придающие смесям определенные свойства (газопроницаемость, податливость, непригораемость и т.д.).

Наполнители. К наполнителям относятся кварцевый песок, электрокорунд, шамот и другие материалы.

Кварцевые пески. В качестве огнеупорной основы формовочных и стержневых смесей наибольшее распространение получил кварцевый песок из-за высокой огнеупорности, прочности и твердости, дешевизны.

Основу песков составляет кремнезем БЮг, имеющий температуру плавления 1 713 °С, твердость (по шкале Мооса) 7, плотность 2,5-2,8 г/см³. Наряду с кремнеземом в формовочных песках присутствуют вредные примеси (полевой шпат, слюда, окислы алюминия, железа и другие соединения), ухудшающие свойства песка.

В соответствии с ГОСТ 2138-91 формовочные пески в зависимости от массовой доли глинистой составляющей (обломков зерен кварца и других минералов размером менее 0,02 мм) подразделяют на кварцевые, тощие и жирные. Кварцевые пески содержат до 2 % глинистой составляющей, тощие пески - от 4 до 12 %, жирные пески - от 12 до 50 %.

Кварцевые пески используют для изготовления форм и стержней при получении отливок из стали и чугуна, тощие и жирные - для изготовления форм при производстве отливок из цветных сплавов и мелких чугунных отливок. Тощие пески можно применять для приготовления формовочных смесей при производстве чугунных и стальных отливок с использованием противопригарных покрытий.

Электрокорунд. Безводный оксид алюминия существует в нескольких модификациях. Плотность корунда составляет от 3,98 до 4,01 г/см³ в зависимости от наличия примесей. Температура плавления 2 050 °С. Твердость 9 по шкале Мооса. Электрокорунд широко применяют при литье титановых сплавов по выплавляемым моделям.

Циркон (силикат циркония) состоит из ZrO₂ (63 %) и БЮг (32 %). Это природный минерал плотностью 4,6 г/см³. Температура плавления 2 600 °С. Твердость по шкале Мооса 7,5. Циркон используют в качестве наполнителя облицовочных смесей и противопопригарных красок при изготовлении отливок из стали и чугуна.

Дистенсиллиманит состоит из природных алюмосиликатных материалов - Al₂O₃ (57 %) и БЮг (39 %). Плотность 3,5 г/см³. Огнеупорность 1 830 °С. Его применяют главным образом при литье по выплавляемым моделям, а также в качестве наполнителя облицовочных смесей и противопопригарных красок при изготовлении особо сложных стальных отливок при литье в песчаные формы.

Промышленные огнеупорные отходы. Наиболее широко используют отработанную смесь - собственные отходы литейных цехов, которые могут использоваться повторно (песчано-глинистые смеси).

У отработанной песчано-глинистой смеси восстанавливают частично свойства следующими последовательными операциями: раздавливанием комков, магнитной сепарацией, аэрацией. После подготовки ее используют как основной огнеупорный материал с небольшими добавками свежих материалов (5-10 %) в единых смесях. Качество отработанной смеси зависит от свойств исходных компонентов.

Смеси на выгорающих связующих (масле, декстрине и пр.) также могут использоваться повторно. Жидкостекольные и смоляные смеси повторно использовать нельзя, так как они представляют собой твердоспеченные куски различных размеров.

Связующие материалы должны обладать следующими свойствами:

равномерно распределяться по поверхности формовочных материалов в течение определенного времени, что обеспечивает постоянство свойств смесей и красок;

придавать высокие свойства формовочным и стержневым смесям;

не быть газотворными при сушке и заливке;

не снижать огнеупорность формовочного материала и не увеличивать его пригораемость;

быть дешевым, недефицитным и безвредным для окружающих.

Связующие материалы делятся на неорганические и органические. *Неорганические* связующие хорошо выдерживают воздействие высоких температур, но имеют низкую податливость и выбиваемость. *Органические связующие* при высоких температурах сравнительно легко разлагаются и обеспечивают хорошую податливость и выбиваемость.

Из неорганических связующих материалов наибольшее распространение получили формовочные глины, этилсиликат, жидкое стекло.

Формовочные огнеупорные глины представляют собой горные породы, которые состоят из тонкодисперсных частиц водных алюмосиликатов, обладающих высокой связующей способностью и термохимической устойчивостью, а также пластичностью после увлажнения.

По содержанию глинистых минералов формовочные глины делят на три вида:

Вид глины	Обозначения вида	Основной породообразующий минерал
Бентонитовая	Б	Монтмориллонит
Каолиновая и каолино-гидрофлюидная	К	Каолинит и каолинит с гидрофлюидом
Полиминеральная	П	Любой глинистый минерал

Кроме указанных выше минералов глины содержат ряд примесей (кварц, полевые шпаты, слюды, карбонат, гипс, окислы и сульфиды железа), ухудшающие качество глин.

В соответствии с ГОСТ 3226-93 «Глины формовочные огнеупорные» глины классифицируют в зависимости от их химических и физических показателей.

Этилсиликат является основой для приготовления связующего при литье по выплавляемым моделям. Он представляет собой смесь этиловых эфиров ортокремниевой кислоты. Это прозрачная жидкость с температурой кипения 165 °С, плотностью 0,98-1,05 г/см³. Этилсиликат состоит из эфиров разной молекулярной массы. Для придания этилсиликату свойств связующего его подвергают гидролизу.

В России производят этилсиликат двух марок - ЭТС-32 и ЭТС-40. Число, указанное в марке, соответствует среднему условному содержанию диоксида кремния (в процентах по массе).

Жидкое стекло (ГОСТ 13078-81) является водным раствором силиката натрия. Его получают сплавлением кварцевого песка и соды при температуре 1400-1500 °С с последующим растворением в воде до плотности 1,36-1,50 г/см³, осуществляемым в автоклавах.

Связующая способность жидкого стекла определяется его модулем, который равен $M = (BЮ_r / Ca_2O) - 1,032$, где $BЮ_r$ - массовая доля диоксида кремния; Ca_2O - массовая доля оксида натрия; 1,032 - соотношение молярных масс оксида натрия и диоксида кремния.

В зависимости от значения модуля различают три марки жидкого стекла: А, Б и В. Наибольшее распространение получило жидкое стекло марки В с модулем 2,61-3,0, в котором массовая доля $BЮ_r$ составляет 31-33 %, Ca_2O -

10-12 %. Чем выше модуль жидкого стекла, тем выше прочность и ниже живучесть смеси.

Упрочнение форм осуществляется тремя способами:

воздушной сушкой в течение 2-8 ч;

тепловой сушкой при температуре 220-250 °С в течение 30-60 мин;

химической сушкой (продувкой углекислым газом, введением ферро-хромового шлака, эфиров угольной кислоты).

Металлофосфатные связующие используют для изготовления керамических оболочек при литье по выплавляемым моделям, противопопригарных покрытий и как водное связующее для стержней, отверждаемых тепловой сушкой. Наибольшее применение нашло алюмохромофосфатное связующее - кислый фосфорнокислый хром-алюминий. Связующее представляет собой вязкий раствор темно-зеленого цвета.

Кремнийорганические связующие широко применяются в производстве точных отливок по выплавляемым моделям. Лучшим из них является этилсиликат. Для противопопригарных покрытий используют термостойкие кремний кремнийорганические лаки (КО-928, КО-921 и др.) и кремнийорганические смолы (КО-9, КО-917).

Кристаллогидратные связующие - это водорастворимые кристаллогидратные соли, сульфат магния, гипс и цемент.

Стандарты на формовочные материалы. Качество отливок в значительной степени зависит от свойств формовочных материалов, поэтому необходим их тщательный контроль. Контроль качества формовочных материалов осуществляется в цеховой или заводской лаборатории по стандартным методикам. Стандарты (ГОСТ 23409.0-78 - ГОСТ 23409.26-78) на методы испытаний формовочных песков, формовочных и стержневых смесей включают 26 видов контроля: содержания примесей (оксидов кальция, магния, железа, титана, алюминия), влаги, прочности смесей при комнатной и высоких температурах, газопроницаемости, осыпаемости, гигроскопичности, текучести при динамическом и статическом уплотнениях, газотворности.

Вспомогательные материалы. К вспомогательным материалам относятся:

противопригарные материалы (например, пылевидный и гранулированный уголь, графит и др.);

разделительные материалы (тальк, графит и др.); материалы, увеличивающие податливость стержней и форм; материалы, снижающие прилипаемость смеси к стенкам стержневого ящика или модели;

материалы, улучшающие технологические свойства смесей (прочность, текучесть, теплопроводность и др.);

специальные экзотермические добавки;

отвердители (шлак феррохромовый, шлак нефелиновый, газ углекислый и др.) - вещества, благодаря взаимодействию которых со связующим происходит быстрое отверждение смесей без тепловой сушки;

катализаторы - вещества (например, ортофосфорная кислота), которые способствуют ускорению химических реакций только вследствие своего присутствия, сами же не претерпевают изменений;

пенообразователи - используются в наливных самотвердеющих смесях (например, контакт черный нейтрализованный рафинированный).

Классификация, составы и свойства формовочных и стержневых смесей.

Классификацию формовочных смесей осуществляют по нескольким признакам.

По роду заливаемого металла выделяют смеси для получения отливок из сталей, чугуна и цветных сплавов.

По назначению смеси могут быть формовочными и стержневыми. Стержневые смеси отличаются от формовочных газопроницаемостью, прочностью и другими свойствами, так как стержни, установленные в литейной форме, подвергаются более сильному тепловому и динамическому воздействию металла, чем форма.

По характеру использования формовочные смеси делят на единые, облицовочные, наполнительные.

Облицовочную смесь, оформляющую рабочую поверхность формы толщиной 15-30 мм и непосредственно контактирующую с расплавом, тщательно готовят из свежих высококачественных исходных материалов. Остальной объем опоки заполняют наполнительной смесью, состоящей в основном из оборотной смеси с небольшими добавками свежих исходных материалов. Наполнительная смесь значительно дешевле и проще в приготовлении, чем облицовочная. К ней предъявляются требования только по газопроницаемости и прочности, которые должны быть не ниже, чем у облицовочной смеси.

Использование облицовочных и наполнительных смесей рационально в условиях мелкосерийного и единичного производства при изготовлении средних и крупных отливок. Условия машинной формовки в серийном и массовом производстве определяют необходимость использования единых формовочных смесей, которые изготовляют из наиболее стабильных по составу и свойствам формовочных песков и прочносвязующих глин.

По состоянию формы перед заливкой выделяют смеси для форм, заливаемых во влажном и в сухом состояниях.

Составы и свойства формовочных и стержневых смесей. В литейном производстве применяются самые разнообразные по составу и свойствам, смеси, которые используют в зависимости от требований к отливке и возможностей производства. При выборе состава смеси для формы и стержня учитывают следующие факторы: смеси должны обеспечить требуемое качество отливки, быть дешевыми, недефицитными, безвредными.

Наиболее дешевыми являются естественные песчано-глинистые смеси (ПГС). Песчано-глинистые искусственные смеси на обогащенных песках, высокосортных бентонитах, со специальными добавками уже на порядок дороже естественных и выше качеством. Но и их применение ограничивается массой, сложностью отливок. Поэтому кроме ПГС используют жидкостекольные, смоляные, сульфитные, масляные, фосфатные и другие смеси. Такие смеси применяют в основном в качестве стержневых, облицовочных; реже в качестве единых и никогда - наполнительных.

Смоляные смеси имеют самые высокие технологические свойства, но они дорогие и токсичные. Жидкостекольные смеси обладают меньшей податливостью и худшей выбиваемостью, чем смоляные, но они дешевле и безвреднее. В настоящее время им отдают предпочтение, так как появились новые процессы формообразования, позволяющие улучшить их свойства.

Сульфитные смеси (на основе лигносульфонатов) являются дешевыми, безвредными и для изготовления легких, не очень сложных отливок могут полноценно заменить смоляные смеси (горячетвердеющие смеси - ГТС, пластичные самотвердеющие смеси - ПСС). Фосфатные смеси уступают по свойствам смоляным смесям, но во многих случаях заменяют их.

Виды красок и области их применения

Противопригарные покрытия увеличивают поверхностную прочность, уменьшают осыпаемость и термохимическую стойкость форм и стержней, обеспечивая получение чистых отливок.

Покрытия бывают водными, самовысыхающими и самотвердеющими.

Водные покрытия применяют обычно для форм и стержней, подвергаемых сушке. Эти покрытия готовят из паст, которые поставляются централизованно.

Применение *самовысыхающих* и *самотвердеющих покрытий* позволяет исключить сушку формы и или стержня. Их используют для форм и стержней из самотвердеющих смесей.

Если жидкое покрытие не обеспечивает достаточной чистоты отливки, то для натирки или облицовки стержней применяют пасты, которые наносятся вручную и поэтому используются достаточно редко, в основном при изготовлении крупных стальных отливок.

Оборудование для подготовки исходных формовочных материалов и для приготовления формовочных и стержневых смесей

Формовочные и стержневые смеси готовят в смесеприготовительном отделении литейного цеха, где размещаются склад формовочных материалов, оборудование для предварительной подготовки формовочных материалов и смесеприготовительные установки.

Подготовка свежих формовочных материалов состоит обычно в сушке песка и глины, просеивании песка, помоле глины и угля, приготовлении глинистой или глинисто-угольной суспензии.

Сушку песка и глины производят в сушильных печах при температуре 150-250 °С. Просушенные пески просеивают на механических ситах различной конструкции для отделения крупных частиц и посторонних примесей.

Для дробления огнеупорной глины и размалывания глины и угля применяют дробилки и мельницы различных типов. Использование суспензии исключает операции сушки и размола глины.

Отработанная формовочная смесь перед ее повторным использованием проходит следующие операции обработки: разминание комьев смеси после выбивки сухих форм, отделение металлических частиц (крючков, шпилек, застывших капель металла) с помощью магнитных сепараторов, просеивание на механических ситах.

Приготовление смесей. Для достижения высокого качества смесей необходимы точная дозировка исходных материалов, тщательное их перемешивание, вылеживание готовой смеси с целью выравнивания влажности и разрыхление смеси.

Для дозирования применяют весовые и объемные дозаторы. Последние используют для взвешивания жидких составляющих - связующих и воды.

При перемешивании обеспечивается равномерное распределение всех компонентов в объеме смеси и обволакивание зерен песка тонкой пленкой связующего. Для приготовления формовочных и стержневых смесей используют литейные смесители каткового, лопастного и шнекового типов.

В автоматизированных цехах применяют смесители непрерывного действия, в которых загрузка, перемешивание и выгрузка готовой смеси ведутся одновременно, непрерывно. К смесителям непрерывного действия относятся высокопроизводительные центробежные (или маятниковые) смешивающие бегуны с катками, вращающимися в горизонтальной плоскости.

Приготовленные песчано-глинистые смеси передаются из смешивающих бегунов в бункера-отстойники, где смесь выдерживается 2-3 ч с целью выравнивания влажности и стабилизации свойств по всему объему. Затем уплотненную от вылеживания смесь дополнительно разрыхляют, пропуская ее через специальные установки - разрыхлители, лопастные (аэраторы) и дисковые (дезинтеграторы). Разрыхленная смесь направляется в формовочное отделение конвейером к расходным бункерам.

Лопастные и шнековые смесители применяют для приготовления пластичных (например, песчано-смоляных) и жидкоподвижных самотвердеющих смесей, а также сыпучих смесей, используемых для изготовления оболочковых форм и стержней. Такие смесители обеспечивают равномерное распределение составляющих и хорошее их перемешивание, но не создают оболочки вокруг зерен из-за отсутствия перетирающего действия на смеси.

Механизация и автоматизация смесеприготовительного отделения.

В литейных цехах массового производства применяются автоматические линии формовки, включающие в себя полностью автоматизированные смесеприготовительные установки.

В цехах с поточным механизированным производством отливок, потребляющих большое количество одинаковых по составу смесей, приготовление их производят в центральном смесеприготовительном отделении, где машины, транспортеры и устройства для переработки исходных материалов, приготовления смесей и передачи их к местам изготовления форм и стержней объединены в единую центральную смесеприготовительную систему (ЦСС) с автоматическим управлением.

Контрольные вопросы

5. Характеристика исходных формовочных материалов.
6. Классификация формовочных и стержневых смесей.
7. Применение противопригарных материалов..
8. Оборудование для приготовления формовочных и стержневых смесей.

Список литературы:

1. Леви, Л. И. Литейные сплавы / Л. И. Леви, С. К. Кантеник. - М. : Высш. шк., 1967. - 436 с.
2. Справочник по чугунному литью / под ред. Н. Г. Гиршовича. - М.-Л. : Машиностроение, 1978. - 758 с.
3. Леви, Л. И. Основы теории металлургических процессов и технология плавки литейных сплавов / Л. И. Леви, Л. М. Мариенбах. - М. : Машиностроение, 1970, - 495 с.

IV. МАТЕРИАЛЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1 – Практическая работа:

Технологические приемы получения отливок в песчано-глинистых формах

Цель работы

Овладение методикой формовки в опоках по неразъемной модели, не имеющей плоскости, пригодной для укладки модели (относительно плоскости разъема опоки).

Теоретическое введение

Назначение литейной формы состоит в том, чтобы обеспечить необходимую конфигурацию и размеры отливок, заданную точность и качество по-

верхности, определенную скорость охлаждения залитого металла, способствующую формированию надлежащей структуры и качества отливки.

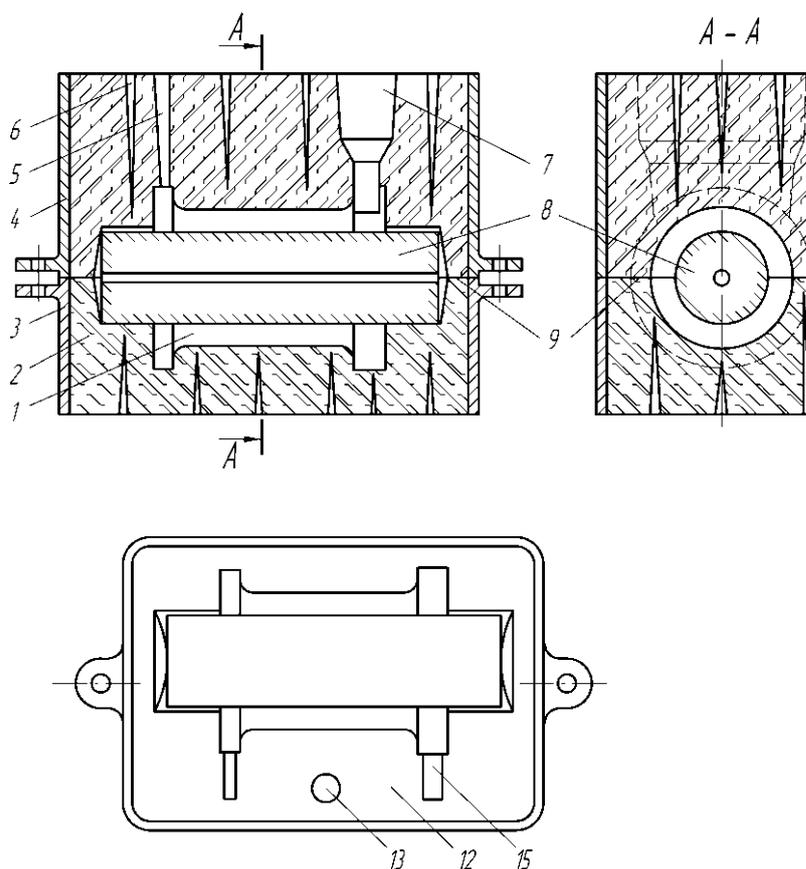


Рис. 1. Устройство литейной формы:

1 - полость; 2 - формовочная смесь; 3 - опока нижняя; 4 - опока верхняя; 5 - выпор; 6 - отверстия для выхода газов; 7 - прибыль; 8 - стержень; 9 - разъем формы; 10 - воронка; 11 - стояк; 12 - шлакоуловитель; 13 - зумпф
 Элементы песчаной литейной формы показаны на рис 1.

Для изготовления литейной формы необходимо иметь модельный комплект и другую литейную оснастку. Модельный комплект должен включать в себя всю оснастку для получения полости формы. Он состоит из модели отливки, стержневого ящика, моделей элементов литниковой системы, прибыли и выпора. При необходимости модельный комплект должен включать также шаблоны для контроля размеров и конфигурации формы.

Модель служит для получения отпечатка в форме 1 (рис. 1), стержневой ящик - для изготовления стержня 8, который устанавливается в форму с целью создания полости в отливке. Кроме того, в литейной форме имеются литниковая воронка 10, стояк 11, зумпф 13, шлакоуловитель 12 и питатели 14, 15, представляющие в совокупности литниковую систему. Литниковая система нужна для подвода жидкого металла из заливочного ковша к полости формы

1. Зумпф предохраняет нижнюю полуформу от размыва и попадания продуктов ее размыва в полость формы и в отливку. Шлакоуловитель необходим для предотвращения попадания шлака и других частиц в полость формы.

Прибылью 7 называют технологический прилив, предотвращающий образование усадочных раковин и пор в теле отливки. Через выпор 5 выходят воздух и газы, которые образуются в полости формы во время ее заливки расплавленным металлом. Для лучшего удаления газов в верхней и нижней полуформах, а также в стержнях устраивают вентиляционные каналы 6.

Уплотнение формовочной смеси 2 в нижних и верхних полуформах выполняют в опоках 3, 4, представляющих собой открытые с противоположных сторон металлические ящики. После изготовления полуформ низа и верха и стержней производят сборку форм и их заливку жидким металлом.

Наиболее широкое распространение в литейном производстве получила формовка по модели, так как она одинаково пригодна при литье самых разнообразных деталей, любой сложности, размеров и веса.

Формовка по модели в зависимости от конструкции осуществляется или в почве или в опоках двойных, тройных и т.п.

Порядок выполнения работы

Формовка с подрезкой. Пример выполнения работы приведен на схеме (рис. 2).

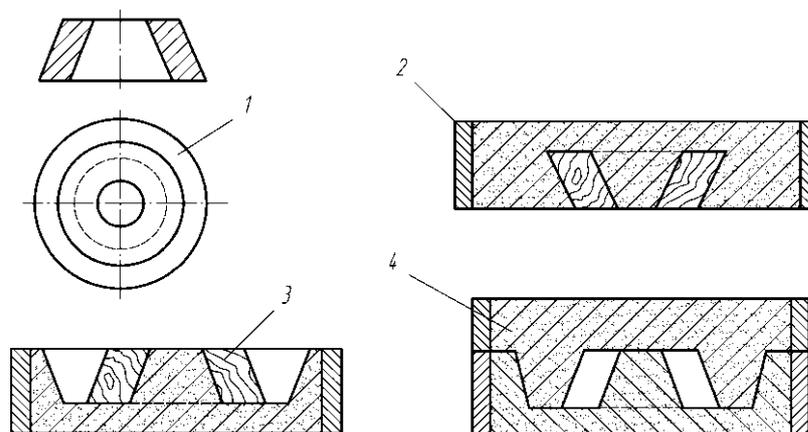


Рис. 2. Схема этапов формовки с подрезкой: 1 - отливка; 2 - набивка нижней опоки; 3 - подрезка вокруг модели; 4 - собранная форма

По схеме на рис. 2 начертить в эскизах этапы формовки с подрезкой по модели, представленной в задании (приложение 1).

Формовка с «фальшивой» опокой. Рабочая полость образуется по неразъемной модели, выполненной во временной форме, называемой «фальшивой» опокой (фальшивка). Вместо выполнения в каждой форме подрезки изготавливают из формовочной смеси полуформу, в которую

устанавливают модель. Пример выполнения работы приведен на схеме (рис. 3).

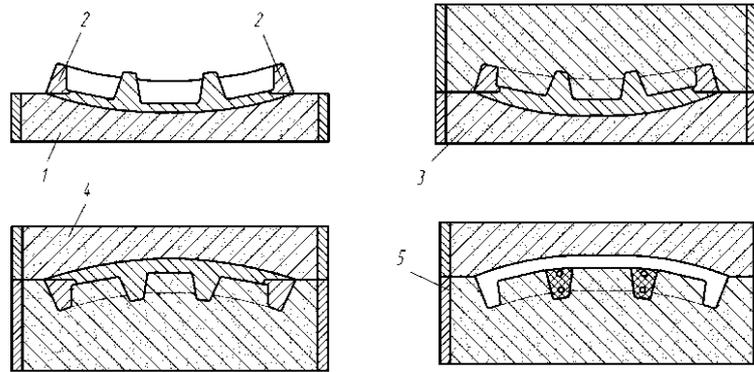


Рис. 3. Схема этапов формовки с фальшивой опокой: 1 - фальшивка с моделью сегмента; 2 - отъемные части модели; 3 - набивка низа по фальшивке с моделью; 4 - набивка верха (фальшивка удалена); 5 - собранная форма

По схеме на рис. 3 начертить в эскизах этапы формовки с «фальшивой» опокой модели, представленной в задании (приложение 1).

Формовка по модели с отъемными частями. Такая формовка применяется в тех случаях, когда на модели имеются выступы, не позволяющие извлечь ее из формы после уплотнения. Эти выступы делаются отъемными. Пример выполнения работы приведен на схеме (рис. 4).

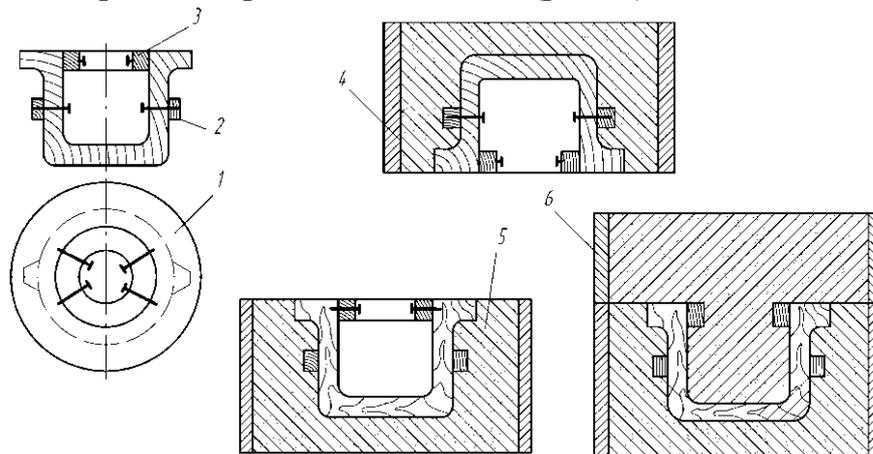


Рис. 4. Схема этапов формовки по модели с отъемными частями: 1 - модель с отъемными частями; 2, 3 - отъемные части; 4 - набивка низа по фальшивке с моделью; 4 - набивка верха (фальшивка удалена); 5 - собранная форма

По схеме на рис. 4 начертить в эскизах этапы формовки по модели с отъемными частями (приложение 1).

2 – Практическая работа:

Принципы конструирования литейной формы

Цель работы

Знакомство с технологичностью отливки, с навыками ее оценки, умение определения поверхности разъема формы и модели, методикой выбора формовочных уклонов и методикой оформления чертежа отливки.

Теоретическое введение

Литая деталь, выполненная любым вариантом должна быть, технологичной и конструктивной.

Под литейной технологичностью деталей подразумевается такое их конструктивное оформление, которое, не снижая основных конструктивных требований, способствует получению в обусловленные сроки необходимого количества годных отливок с заданными физико-механическими свойствами, с точной, соответствующей чертежу геометрией, хорошим товарным видом, низким процентом окончательного и исправимого брака и минимальной трудоемкостью всех операций литейного производства при отсутствии затрат дефицитных материалов. В создании таких совершенных конструкций и заключается работа конструкторов и литейщиков. Последние должны исходить из возможности производства отливок на заранее намеченной литейной базе, учитывая при этом установившийся технологический профиль, культуру производства, имеющееся технологическое оборудование и литейную оснастку.

Технологичность конструкций не является чем-то неизменным. Она зависит от технологического процесса, который непрерывно меняется, совершенствуется и развивается.

Приступая к разработке литейной технологии изготовления отливки, технолог должен ознакомиться с условием работы детали, основными требованиями, предъявляемыми к ней, и подвергнуть анализу технологичность конструкции литой детали в зависимости от следующих факторов: простоты, экономичности и точности изготовления форм, стержней и моделей; условий заливки формы жидким металлом, обеспечивающих получение здоровой отливки; простоты и дешевизны очистки отливки и ее термической обработки; экономии металла.

При конструировании отливок с точки зрения простоты, экономичности и точности изготовления необходимо рассмотреть следующие вопросы: конфигурация и размеры отливки; количество и конфигурация плоскостей разъема формы и модели; литейные уклоны стенок модели; отъемные части модели; применение стержней; способ установки, вентиляции и сборки стержней; выполнение узких полостей между отдельными частями отливки;

выполнение мелких элементов в крупных отливках; выполнение отливок при машинном изготовлении форм и стержней.

Конфигурация и размеры отливки. Для упрощения механической обработки моделей, стержневых ящиков и кокилей, необходимо, чтобы внутренние и внешние контуры отливки имели конфигурацию комплекса правильных геометрических фигур. Это требование очень важно, особенно для металлических моделей, стержней и форм.



Рис. 5. Различные конструкции кронштейна

На рис. 5 показано несколько возможных конструктивных решений отливки кронштейна. Изготовление деревянной модели и стержневого ящика криволинейного очертания (рис. 5, а) примерно на 30 % дороже, чем изготовление тех же элементов прямолинейного очертания (рис. 5, б). Металлические модели и стержневые ящики стоили бы еще дороже. Наиболее рациональной можно считать конструкцию кронштейна с открытой полостью (рис. 5, в).

При определении поверхности разъема формы необходимо помнить, что для достижения точности размеров отливки и для предотвращения возможного смещения одной половины формы по отношению к другой более целесообразной является формовка по цельной неразъемной модели. При этом модель, если возможно, целиком помещается в одной (лучше всего нижней) части формы (рис. 7).

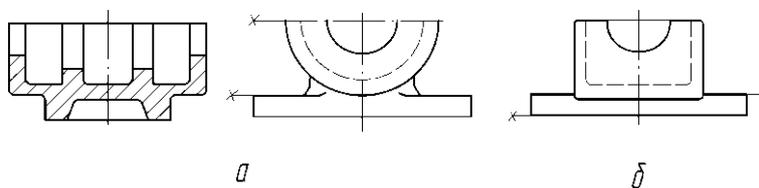


Рис. 6. Корпус подшипника: а - нетехнологичная; б - технологичная конструкция

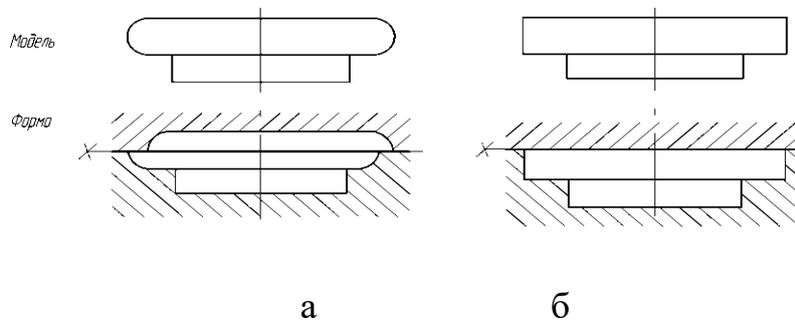


Рис. 7. Разъем формы в зависимости от конструкции отливки: *а* - нетехнологичная; *б* - технологичная конструкция

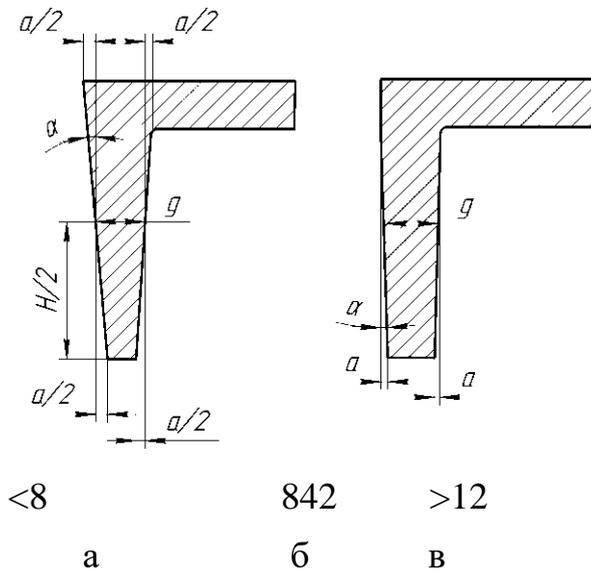


Рис. 8. Формовочные уклоны: *а* - уклоны «с плюсом»; *б* - уклоны «с плюсом и минусом»; *в* - уклоны «с минусом» (*g* - номинальная толщина стенки)

Литейные уклоны стенок модели. Для облегчения удаления модели из формы ее боковые поверхности изготавливают с литейными (формовочными) уклонами. Литейные уклоны определяются углом α в градусах или размером a в миллиметрах (рис. 8).

В зависимости от толщины стенок g отливки уклоны могут быть выполнены «с плюсом» (рис. 8, *а*), «с плюсом и минусом» (рис. 8, *б*), «с минусом» (рис. 8, *в*).

Для необрабатываемых поверхностей обычно применяются уклоны, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Уклоны для необрабатываемых поверхностей отливок

Толщина стенок, мм	До 8	8-12	Свыше 12

Уклон	«с плюсом»	«с плюсом и минусом»	«с минусом»
-------	------------	----------------------	-------------

Поверхности, подвергающиеся механической обработке, кроме припусков на обработку, имеют уклоны «с плюсом».

В тех случаях, когда модель образует в форме выступы и впадины или форма изготавливается из песчано-глинистых смесей, - уклон увеличивается на 50-100 % (а не больше 3°). Местные низкие приливы делают обычно с уклоном в 5-10°.

Величина литейных уклонов в зависимости от высоты модели H приведена в табл. 2, 3.

Таблица 2

Формовочные уклоны модельных комплектов для песчано-глинистых смесей (ГОСТ 3212-92)

Высота h , мм	Формовочный уклон в комплекта			
	металлического		деревянного	
		мм		мм
До 10	2°20'	0,40	2°55'	0,50
11-16	1°35'	0,45	1°55'	0,55
17-25	1°10'	0,50	1°30'	0,65
26-40	50'	0,60	1°05'	0,75
41-63	35'	0,65	45'	0,85
64-100	25'	0,75	35'	1,00
101-160	20'	0,95	25'	1,20
161-250	20'	1,45	25'	1,85
251-400	20'	2,30	20'	2,30
401-630	20'	3,65	20'	3,65
631-1 000	20'	5,80	20'	5,80
1001-1 600	20'	9,30	20'	9,30
1601-2 500	20'	14,50	20'	14,50

На эскизах (рис. 9, а, в, д) показаны неправильно сконструированные элементы отливок, не имеющие литейных уклонов; на эскизах (рис. 9, б, г, е) правильная конструкция тех же элементов. Литейные уклоны должны быть

проставлены на чертеже отливки. Указание на чертеже литейных уклонов особенно важно тогда, когда в полость отливки входит другая деталь. совершенно очевидно, что в этом случае внутренние размеры контура отливки следует делать с минусовыми уклонами.

Отъемные части модели. Применение отъемных частей модели отрицательно влияет на точность размеров отливки, понижает производительность формовки (на каждую отъемную часть уходит от одной до нескольких десятков минут рабочего времени), увеличивает работу по очистке и часто вызывает необходимость дополнительной обработки отливок. Опыт показывает, что около 80 % брака отливок вследствие неточностей размеров возникает из-за того, что отъемные части модели сдвигаются в форме. Поэтому отливку следует конструировать так (особенно при массовом и крупносерийном производстве), чтобы отпала надобность в применении отъемных частей.

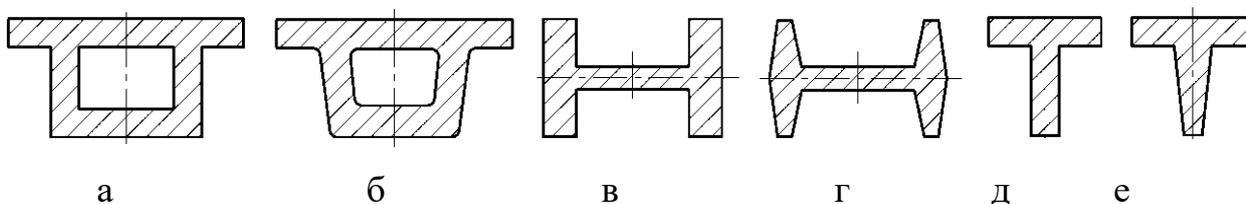


Рис. 9. Применение формовочных уклонов в отливках: *а, в, д* - неправильное; *б, г, е* - правильное

Таблица 3

Формовочные уклоны модельных комплектов для смесей, твердеющих в контакте с оснасткой (ГОСТ 3212-92)

Высота h, мм	Формовочный уклон в комплекта					
	деревянного		металлического, пластмассового		для оболочковой формы	
		мм		мм		мм
До 10	4°00'	0,70	3°30'	0,60	1°45'	0,30
11 - 16	2°50'	0,80	2°35'	0,70	1°15'	0,35
17-25	2°20'	1,00	1°55'	0,85	60'	0,45
26^0	1°30'	1,05	1°20'	0,95	40'	0,50
41-63	1°05'	1,20	55'	1,00	30'	0,55
64-100	45'	1,30	40'	1,20	25'	0,75
101-160		1,65		1,40	20'	0,95

161-250	35'	2,55	30'	2,20	15'	1,10
251^00		4,10		3,50		
401-630		6,45		4,60		
631-1 000		8,70	25'	7,30		
1 001-1 600	30'	13,95				
1 601-2 500		21,75				

Круглые приливы, показанные на рис. 10, а, могут быть изготовлены с помощью отъемных частей модели. Если эти части сдвинутся во время формовки, отливка получится негодной. Если же изменить форму приливов и соединить их с фланцем (рис. 10, б), то отпадет необходимость применять отъемные части модели.

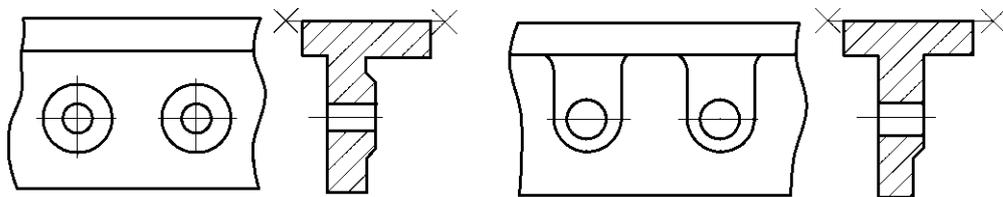


Рис. 10. Пример конструкции приливов: а - конструкция, требующая применения отъемных частей модели; б - конструкция, не требующая применения отъемных частей модели

Применение стержней. Стержни усложняют форму, увеличивают опасность возникновения брака, повышают стоимость изготовления формы и очистки отливок. Если конструкция отливки позволяет, следует избегать применения стержней.

На рис. 11 приведены примеры устранения стержней путем улучшения конструкции отливки.

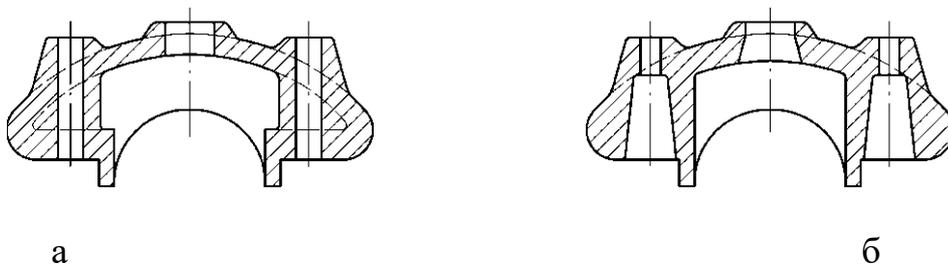


Рис. 11. Крышка подшипника: а - формируется с применением стержня; б - формируется без стержня

Способ установки, вентиляции и сборки стержней.

При конструировании отливок необходимо обеспечивать следующее: надежность установки стержней в форме, по возможности без жеребеек и без подвешивания стержня в верхней части формы; простоту и надежность отвода газов из стержня; жесткость стержня (путем применения соответствующего каркаса при его изготовлении); возможность легкого удаления из отливки стержней и их каркасов.

Нужно избегать таких конструкций, где требуется применение длинных горизонтальных стержней, которые легко деформируются или ломаются под напором жидкого металла. Не следует применять также длинные нежесткие вертикальные стержни.

Не рационально применение стержней, закрепленных с одной стороны (рис. 12, *а*) так как под влиянием собственного веса или под действием жидкого металла они могут смещаться. Именно по этой причине следует стараться закреплять стержни с двух сторон. В случае необходимости нужно предусмотреть в стенках отливки специальные технологические отверстия для размещения дополнительных знаков (рис. 12, *б*), которые потом, если это необходимо, закрываются пробками.

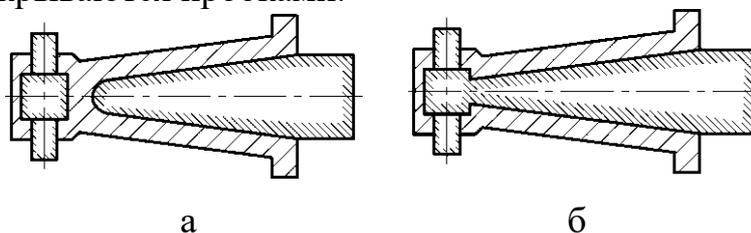


Рис. 12. Установка стержня в форме: *а* - нетехнологичная конструкция (установка и вентиляция стержней затруднительны и ненадежны); *б* - технологичная конструкция

В отливках (рис. 13, *а*) стержни установлены на жеребейках. Если жеребейки полностью не расплавятся заливаемым металлом, могут появиться несплошности в отливке. Отливки (рис. 13, *б*) изготовлены без жеребеек, с технологическими отверстиями, которые потом заделываются пробками.

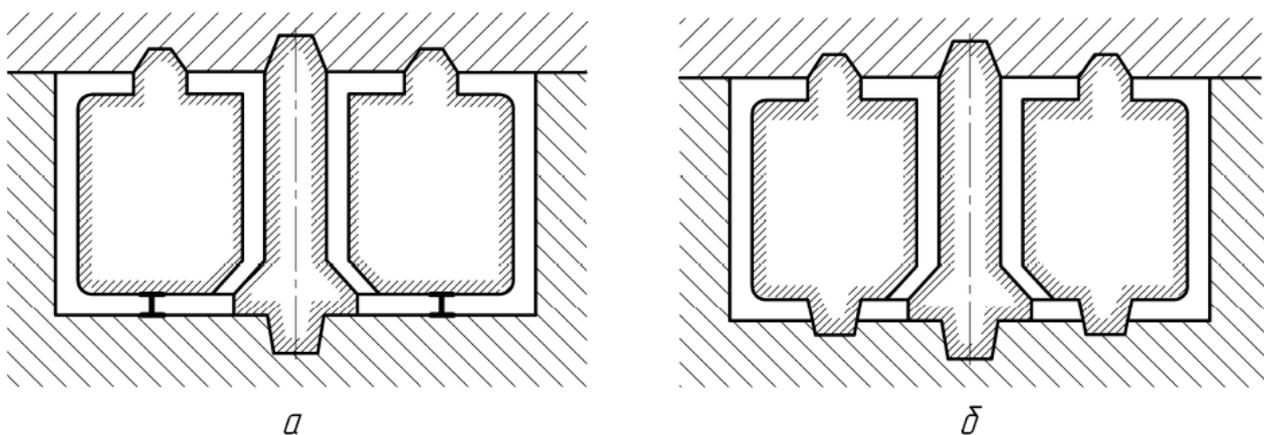


Рис. 13. Конструкция поршня: *а* - неправильная; *б* - правильная

Вентиляция стержня эффективна в том случае, когда сопротивление в вентиляционных каналах небольшое и каналы короткие. В противном случае давление газов в стержне возрастает. Газы иногда могут проходить сквозь жидкий металл, что приведет к образованию внутри отливки газовых пузырей или раковин.

Проектируя отливку со многими стержнями, конструктор должен ясно представлять очередность и способ установки стержней в форме. Может оказаться, что в запроектированной отливке установка стержней в форме будет затруднительна или даже невозможна.

Более подробно рассмотрение вопроса об установке стержней в форме можно найти в соответствующей литературе [1, 2].

Конструирование отливок с точки зрения условий заполнения формы металлом. При рассмотрении вопроса получения здоровой отливки решаются следующие вопросы: стенки отливки; сочленение стенок отливки; скопление металла в отливке и возможность возникновения усадочных раковин.

Толщина стенок отливки. У литых деталей толщину стенки необходимо назначать, учитывая требуемую расчетную прочность, а также жидкотекучесть металла и возможность заполнения формы при назначенной толщине. Лимитирующим обычно является обеспечение необходимой прочности детали. Поэтому толщина стенки назначается наименьшей, но обеспечивающей необходимую прочность и достаточной для заполнения формы. Всякое увеличение толщины стенки приводит к замедлению скорости затвердевания металла и неоднородности структуры. Следствием этого является снижение прочности детали.

Для выбора наименьшей толщины стенки отливки при литье в песчаные формы может быть использована табл. 4.

Таблица 4

Материал	Наименьшая толщина стенок отливок		
	Наибольший размер детали, мм		
	До 500 (мелкие)	500-1 500 (средние)	Свыше 1 500 (крупные)
Чугун серый	6	10	15
Чугун ковкий	5	8	-
Сталь	8	12	20
Цветные сплавы	3	6	-

Наименьшую толщину стенки можно также определить расчетным путем по формуле

$$t = \frac{L}{200} + 4,$$

где t - толщина стенки, мм; L - наибольший габаритный размер детали, мм.

Толщина стенок деталей из легированных сталей пониженной жидкотекучести принимается на 20-30 % больше, чем у однотипных деталей из углеродистой стали.

Толщина литых внутренних стенок принимается на 20-30 % меньше наружных.

При конструировании стенок деталей следует предусматривать равномерность их сечений во избежание коробления, которое возникает вследствие неравномерного затвердевания металла и сопротивления формы (рис. 14).

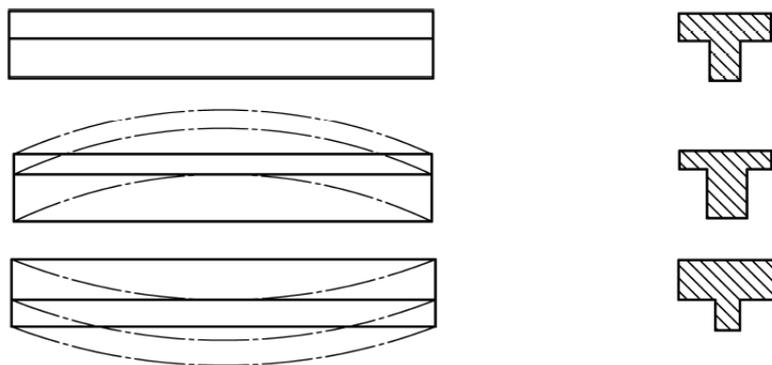


Рис. 14. Схема образования дефекта «Коробление»

В сплошных стенках большой протяженности следует предусматривать окна овальной или круглой формы с окантовкой, что позволяет снизить усадочные напряжения и избежать коробления и трещин (рис. 15).

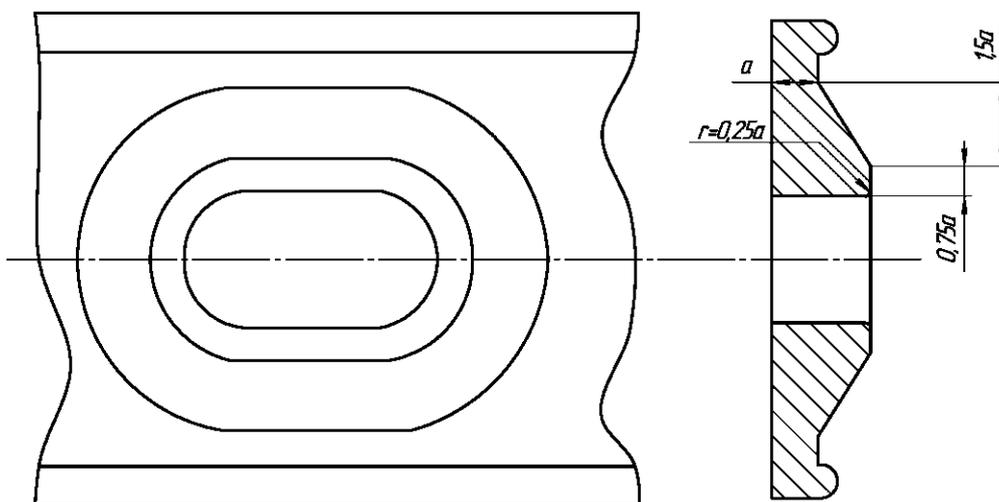


Рис. 15. Окна в отливках

Отсутствие плавного сопряжения, неравномерность сечений стенок детали приводит к образованию усадочных рыхлот, раковин и других дефектов. На рис. 16 приведена рекомендуемая конструкция узла деталей и этот же узел неправильной конструкции.

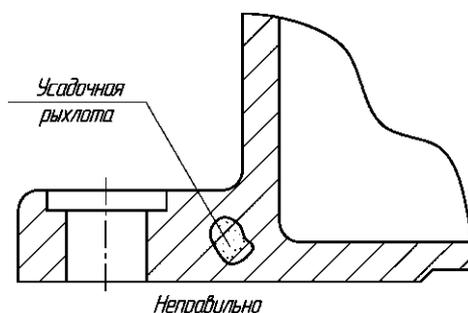


Рис. 16. Конструкция узла деталей

Сопряжения стенок, углы и приливы. Для ликвидации трещин важным является обеспечение условий одновременного затвердевания и остывания стенок отливок при отсутствии на их пересечении термических узлов.

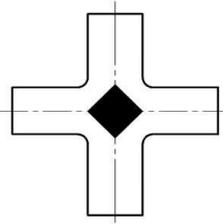
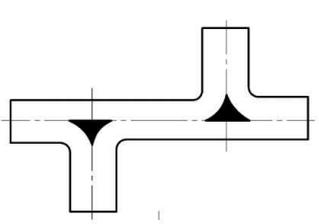
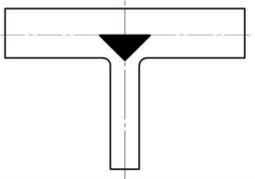
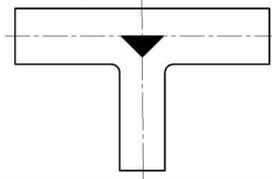
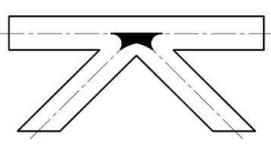
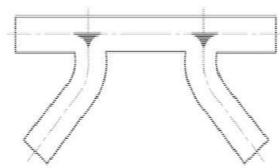
Чем больше толщина стенок отливки и больше разница толщин отдельных ее частей, тем больше напряжение при прочих равных условиях. Следует стремиться к сокращению количества термических узлов, расположенных под острым углом стыков, сопряжений стенок и т.д.

Узловые места отливки нужно, по возможности, конструировать таким образом, чтобы толщина их приближалась к толщинам стенок.

В табл. 5 приведены конструктивные решения по разрядке термических узлов [3]. Эти и вышеописанные конструктивные решения целесообразно ис-

пользовать при разработке технологии изготовления отливки в период отработки чертежного варианта детали.

Таблица 5

Конструкция сопряжений стенок отливок			
Сопряжение	Обозначение	Рекомендуемое решение	Обозначение
	X		Шахматное Т-образное
	Т		Т-образное улучшенное
	К		

К-образное улучшенное

Для предотвращения образования трещин в отливках следует пользоваться следующими рекомендациями:

- чем больше степень уплотнения формовочной смеси, тем больше напряжение в отливке и тем меньше деформация смеси. Увеличение податливости формовочной смеси является эффективным средством понижения напряжений и уменьшения опасности появления трещин в отливках. Сырая форма более податлива, чем сухая, и обуславливает более низкие напряжения в отливке, чем сухая;

- при возрастании длины отливки наблюдается значительный рост напряжений и небольшое увеличение деформации формы. Следовательно, уменьшение длины отливки путем расчленения ее на части, является эффективным мероприятием по борьбе с трещинами;

- чем больше габариты отливки, тем равномернее надо обогреть стенки формы, например, вводом металла через большое число питателей. Сосредоточение тепла вблизи одного питателя увеличивает перепад температур между объемом отливки вблизи питателя и соседними тонкими частями и служит причиной образования холодных трещин.

Порядок выполнения работы

Исходные данные для выполнения работы студент получает у преподавателя: эскиз детали, материал, условия производства. Эскизы деталей приведены в приложении 2.

Необходимо: выбрать рациональное положение отливки в форме, наметить плоскость разъема, определить припуски на механическую обработку с учетом следующих условий: отливку получают в песчано-глинистой форме. Считать, что на всех эскизах предельные отклонения размеров, обрабатываемых отверстий равны: HI , NI , остальных $\pm 7771/2$.

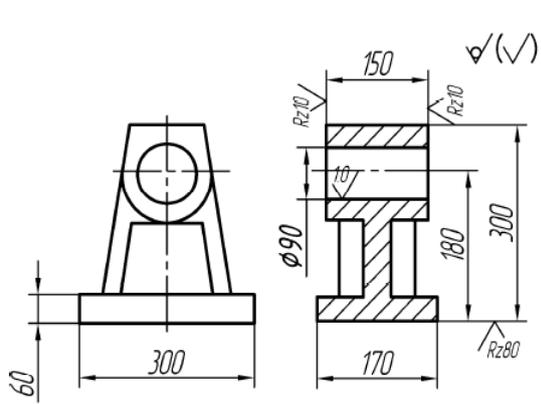
При выполнении задания необходимо: изменить конструкцию деталей с целью улучшения ее технологичности, выбрать рациональное положение отливки в форме при заливке, поверхность разъема модели и формы, определить величину припуска на механическую обработку, указать литейную усадку, привести чертеж собранной формы, выполнить эскиз чертежа отливки в соответствии с ГОСТ 3.1125-88.

Пример выполнения задания приведен на рис. 17.

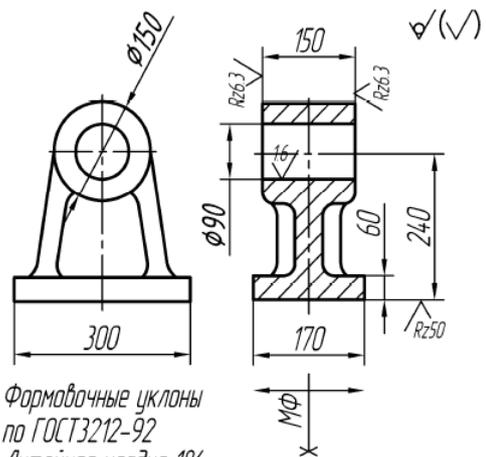
Припуск на механическую обработку определяется в соответствии с ГОСТ 26645-85. Общий припуск на механическую обработку складывается из основного и дополнительного. Сначала определяется значение основного припуска, затем дополнительного.

При определении основного припуска предварительно находят: допуск размеров отливки; ряды припусков на механическую обработку; качество точности размера детали, получаемых механической обработкой отливки; расположение при заливке обрабатываемой поверхности.

Пример определения припуска на механическую обработку. В рассматриваемом примере (рис. 17, б) разобрано определение значений основного и дополнительного припусков на торцевые поверхности отливки (для размера 150 мм). За базу принята ось отливки, номинальный размер 75 мм. Отливку получают из серого чугуна в песчано-глинистых формах, единичного производства; ее наибольший габаритный размер равен 320 мм (до 630 мм). Исходя из приведенной характеристики отливки, принят 8 класс точности, 3 ряд припусков.

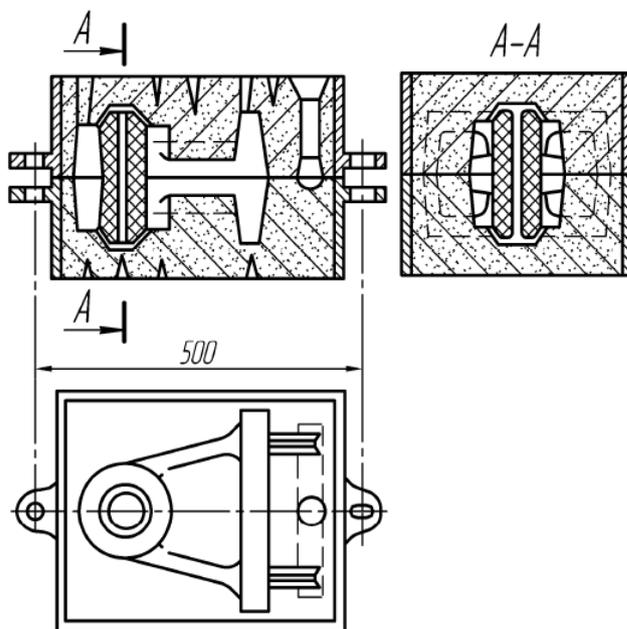


a

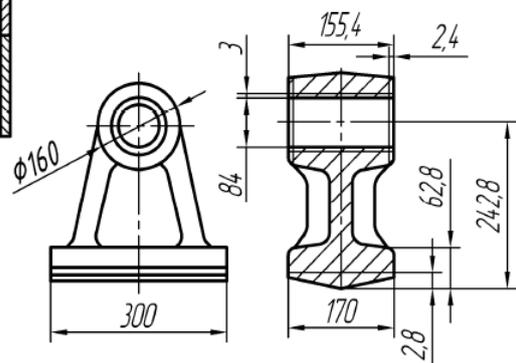


Фармовочные уклоны по ГОСТ3212-92
Литейная усадка 1%

б



в



Технические требования по отливке:
1. Фармовочные уклоны по ГОСТ3212-92
2. Точность отливки 8-8-3-3 ГОСТ26645-85
3. Неуказанные радиусы: 3мм

2

Размер 150 мм формируется в двух полуформах. Следовательно, для данного размера допуск соответствует 8 классу точности отливки и равен $\pm 1,4$ мм. Квалитет точности обработки детали *IT12*. Припуски на верхней и нижней (по заливке) поверхностях будут различными: для нижнего торца 2,4 мм (3 ряд припусков), для верхнего 3,0 мм (4 ряд припусков).

При отыскании дополнительного припуска необходимо знать: допуски размеров отливки (определены ранее); предельные отклонения коробления; предельные отклонения смещения по плоскости разъема.

Предельные отклонения коробления выбирают в зависимости от наибольшего габаритного размера отливки и степени ее коробления, которая, в свое очередь, зависит от отношения наименьшего габаритного размера отливки к наибольшему ($170 / 320 = 0,53$), а также от типа сплава, сложности отливок, наличия (или отсутствия) термообработки. По совокупности этих данных степень коробления принята равной 3. Предельные отклонения коробления $\pm 0,1$ мм.

Для определения предельных отклонений смещения по плоскости разъема необходимо также знать расстояние между центрирующими устройствами формы. Ориентировочные расчеты показывают, что это расстояние не превысит 630 мм. Для 8 класса точности отливки предельные отклонения смещения по плоскости разъема будут в пределах $\pm 0,6$ мм. Следовательно, наибольшее из предельных отклонений ($\pm 0,6$ мм) не превышает половину допуска на рассматриваемый размер отливки (весь допуск $\pm 1,4$ мм). Поэтому дополнительный припуск не нужен.

Общий припуск на механическую обработку в рассматриваемом случае равен основному.

Пример определения формовочных уклонов. Формовочные уклоны придаются рабочим поверхностям модели для удобства извлечения их из формы. Они придаются также вертикальным поверхностям модели, не имеющих конструктивных уклонов, в направлении извлечения их из формы.

Величина формовочных уклонов определяется по ГОСТ 3212-92. На больших отливках наличие уклонов приводит к значительному увеличению размеров по плоскости разъема.

Величина уклонов зависит от размера отливки, материала модели и способа формовки (ручная, машинная).

Формовочные уклоны модельного комплекта по ГОСТ 3212-92 приведены в табл. 1, 2.

Пример выполнения задания по определению формовочных уклонов показан на рис. 18. Модель металлическая, формовка машинная. Величина уклонов взята по ГОСТ 3212-92 и показана на чертеже детали.

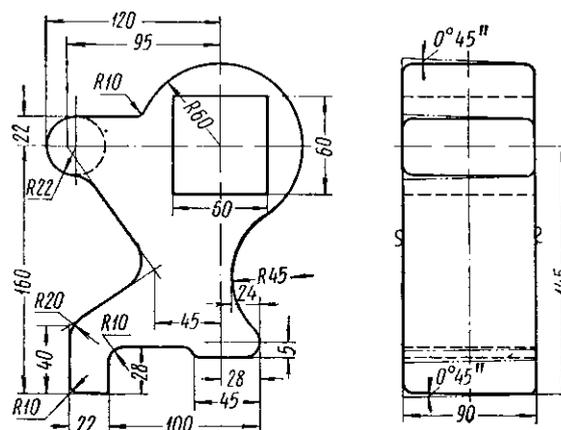


Рис. 18. Собачка вала (линии уклона условно показаны штрих-пунктиром)

3 – Практическая работа:

Определение положения отливки при заливке и назначение разъёма формы и модели

Цель работы

Знакомство и приобретение навыков определения рационального выбора положения отливки в форме при заливке и поверхности (плоскости) разъема формы.

Теоретическое введение

Конструирование литейной формы начинается с выбора положения отливки в форме и определения плоскости разъема формы.

Положение отливки в форме при заливке и определение поверхности разъема. Правильно сконструированная литейная форма повышает качество отливки, снижает затраты труда и материалов на ее изготовление. Проектирование технологического процесса изготовления отливки начинают с выбора положения отливки в литейной форме, при котором после заливки последней происходят процессы кристаллизации расплава, обеспечивающие получение плотного строения стенок литой детали. Одновременно предусматривают и варианты устройства литниковой системы, расположения прибылей, улучшения условий направленного затвердевания. Эти технические решения схематически оформляют на чертеже литой детали, но окончательные размеры и построения процесса уточняют в дальнейшем.

Ниже приведена последовательность разработки технологического процесса изготовления отливки.

Выбор способа изготовления формы. При изготовлении разовой песчаной формы применяются два способа: ручной и машинный.

Необходимо уже в самом начале разработки технологии изготовления литой детали предусматривать использование машинной формовки, которая в условиях серийного и массового производства наиболее целесообразна. При машинной формовке высокая производительность сочетается с высокой точностью и постоянством свойств литых деталей.

Выбор положения отливки в форме при заливке. Положение отливки в форме предопределяет ее качество, сложность формовки, размеры опок, припуски на механическую обработку отдельных поверхностей и параметры технологии. Поэтому выбору положения отливки в форме при заливке уделяется особое внимание.

Теорией и практикой литейного производства установлено, что при определении положения отливки в форме необходимо руководствоваться следующими положениями:

1. Отливка в форме должна располагаться таким образом, чтобы обеспечивалось направленное затвердевание ее к местам расположения прибылей. С этой целью массивные части отливки располагают, по возможности, в верхних или боковых частях формы. Такое расположение отливки позволяет обеспечить пропитку ее массивных частей установкой верхних прибылей. В том случае, если отливка имеет большое количество утолщений, разделенных друг от друга более тонкими стенками, когда применение прибылей прямого питания не обеспечивает направленного затвердевания, следует иметь в виду возможность применения боковых (отводных) прибылей и различных холодильников.

На рис. 19-21 показано положение отливки в форме. При неправильном расположении отливки в форме не соблюдается принцип направленного затвердевания. Прибыли, устанавливаемые сверху, не обеспечивают питания изолированных узлов в нижних фланцах (рис. 19, 20). Боковые прибыли, устанавливаемые по разьему формы, не смогут пропитать нижнюю толстую стенку отливку (рис. 21).

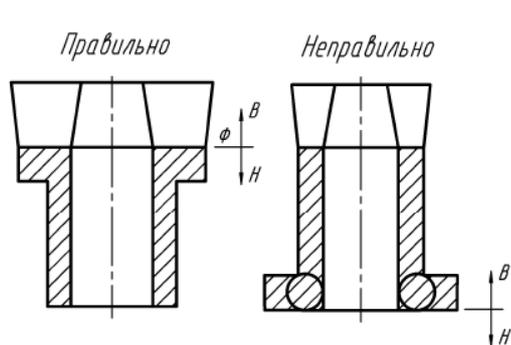


Рис.19

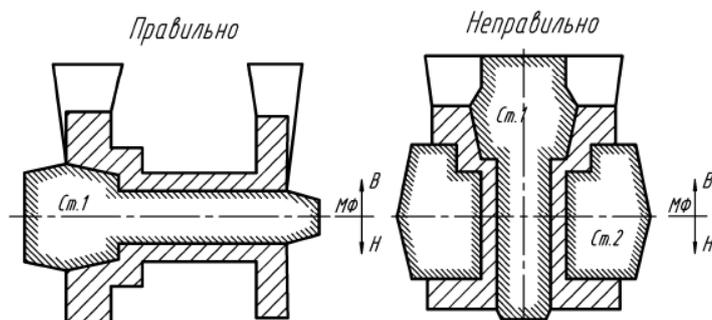


Рис. 20

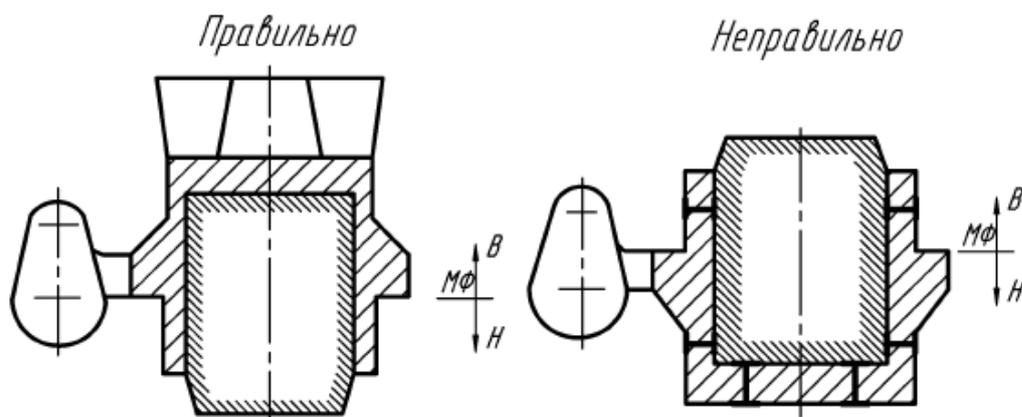


Рис.21 Схема организации прибылей

2. Максимальное количество обрабатываемых поверхностей отливки должно располагаться в нижней части формы по заливке, а при отсутствии такой возможности - вертикально или наклонно.

Обрабатываемые поверхности отливок являются в большинстве случаев наиболее ответственными. Поэтому на этих поверхностях не допускается наличие таких литейных дефектов, как засоры и шлаковые включения, которые, как правило, располагаются на верхних плоскостях отливки; нижние плоскости отливки всегда более плотные.

Однако в практике литья имеют место и такие случаи, когда по ряду соображений основные обрабатываемые поверхности приходится располагать сверху по заливке. В таких случаях принимают все меры к тому, чтобы предотвратить образование литейных пороков, а если все же такие пороки образуются, их удаляют вместе с припусками на механическую обработку. С этой целью в местах возможного появления литейных дефектов назначаются несколько увеличенные припуски на обработку.

Многие отливки подвергаются механической обработке с нескольких сторон. Естественно, что для этих отливок невозможно выбрать такое положение в форме при заливке, которое обеспечило бы расположение всех обрабатываемых плоскостей в нижних частях формы. Поэтому, в таких случаях в нижних частях формы размещаются наиболее ответственные поверхности, а в верхних - менее ответственные, имеющие меньшую площадь (рис. 22).

3. Симметричные в основной своей форме отливки, как правило, несут симметричную нагрузку. Для того чтобы обеспечить равномерность свойств отливки по сечению, перпендикулярному к оси симметрии, необходимо, чтобы симметричные части отливок находились в одинаковых условиях при заполнении полости формы металлом и при кристаллизации. Достичь этого можно в том случае, когда ось (плоскость) симметрии отливки занимает вертикальное положение при заливке.

4. Заполнение полости формы металлом, падающим с большой высоты, сопровождается захватом воздуха и окислением. Чем больше высота падения

металла, тем больше энергия падающей струи, тем больше возможность разрушения формы и тем в большей степени загрязняется металл окислами и газами. Поэтому отливку в форме необходимо располагать таким образом, чтобы обеспечить минимальную высоту падения металла при заполнении полости формы.

5. Выбранное положение отливки в форме должно обеспечить наиболее простое оформление литниковой системы. Система должна подводить сплав к полости формы по кратчайшему пути, при этом нежелательно применение стержней, а также необходимо, чтобы сплав поступал в форму спокойно, не фонтанировал и не размывал стержни и выступающие части полости формы.

6. Отливку необходимо располагать в форме таким образом, чтобы обеспечить формовку по модели с минимальным количеством стержней. Сравнение вариантов, показанных на рис. 20, свидетельствует, что правильный вариант рациональнее не только с точки зрения обеспечения направленности затвердевания отливки, но и с точки зрения меньшей трудоемкости изготовления формы. Изготовление формы по неправильному варианту связано либо с применением двух плоскостей разреза и использованием трех опок, либо двух стержней вместо одного по правильному варианту. Применение моделей с отъемными частями и увеличение количества стержней усложняет изготовление модели и удорожает стоимость формовки.

7. Для предотвращения недоливов и спаев при подводе металла по разьему формы тонкие стенки отливки лучше располагать внизу, вертикально или наклонно (рис. 23).

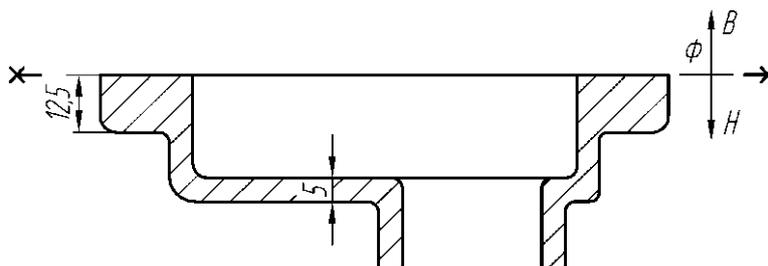


Рис. 23. Расположение тонких стенок отливки в форме

8. Формы для отливок, имеющих конфигурацию тел вращения с обрабатываемыми наружными и внутренними поверхностями, лучше заливать в вертикальном положении.

9. Большие плоские поверхности не следует располагать сверху, а если это неизбежно, рекомендуется делить их ребрами на меньшие участки. Это уменьшает возможность образования ужимин и разрушения верхней поверхности формы лучистой теплотой сплава, заполняющего форму.

10. Для отливок, имеющих полости, оформляемые стержнями, необходимо обеспечение надежной установки и фиксации стержней на знаках

в нижней полуформе. Крепление стержней в верхней полуформе трудоемко и менее надежно. Целесообразно исключить применение жеребеек. Положение в форме отливки, показанное на рис. 24, б, нерационально, исходя из данных соображений.

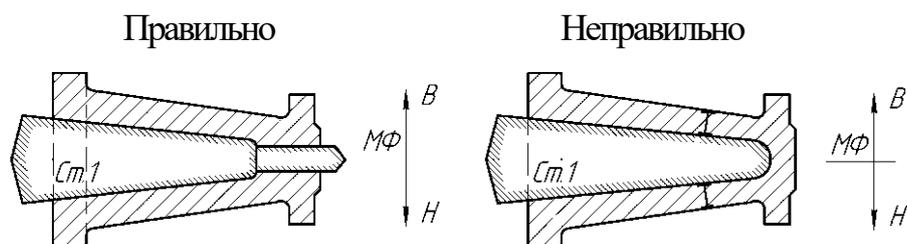


Рис. 24. Конструирование внутренних полостей литой детали

При литье в разовые формы следует помнить, что формовка может производиться в одном положении, а заливка в другом.

При выборе положения отливки в форме учитывается также ряд других требований, как, например, удобство формовки, возможность проверки правильности установки стержней в форме, прочность отдельных участков формы, удобство подвода и обрезки литников и т.п.

В практике работы невозможно выбрать такое положение отливки в форме, чтобы одновременно удовлетворить всем указанным требованиям. Поэтому в борьбе за качество литья необходимо основное внимание уделять главным, решающим факторам.

Отдельные проекции на чертеже формы размещаются в соответствии с выбранным положением отливки в форме.

Кроме того, положение отливки в форме при заливке указывается на чертеже стрелками и надписями «верх», «низ».

Выбор поверхности разъема формы. Разъем формы применяется исходя из необходимости удаления постоянных моделей из разовой формы, а при литье в постоянные формы для удаления отливки. В зависимости от сложности модели и от принятого способа формовки, число поверхностей разъема может быть равно 1, 2 и 3.

Поверхность разъема формы и положение отливки в форме при заливке обычно тесно увязываются между собой. Однако выбор поверхности разъема формы является вопросом подчиненным, и окончательное назначение поверхности разъема производится только после определения положения отливки в форме.

Назначением поверхности разъема формы определяют такие параметры технологического процесса, как конструкция модели, величина формочных уклонов, необходимость применения стержней и т.п.

При выборе поверхности разъема формы необходимо стремиться к тому, чтобы число разъемов было минимальным. Большое число разъемов ведет к уменьшению точности изделия и дополнительной обработке на отливке заливок по поверхностям разъема.

При работе на формовочных машинах число разъемов формы следует сводить к одному или, в крайнем случае, к двум, при условии размещения в верхнем съеме только прибылей.

Во всех случаях поверхности разъема формы должны назначаться таким образом, чтобы обеспечивалась возможность формовки с применением наименьшего количества стержней. Это положение определяется не только необходимостью снижения трудоемкости изготовления форм, но и получением отливок с наименьшими отступлениями от размеров чертежа. Чем меньше стержней, тем меньше протяженность швов между ними, тем меньше заливок и связанных с ними дефектов. Везде, где это возможно, нужно заменять стержни «болванами».

В тех случаях, если отливка подвергается механической обработке, желательно, чтобы поверхность разъема формы предусматривала расположение баз для механической обработки и максимальное число обрабатываемых плоскостей в одной полуформе. Это обстоятельство имеет исключительно важное значение при обработке отливок без предварительной разметки (крупносерийное или массовое производство). На базовых поверхностях недопустимо наличие литейных швов.

При оформлении базовых поверхностей стержнями, количество таких стержней должно быть минимальным, а фиксироваться они должны в той половине формы, в которой располагаются обрабатываемые поверхности.

Однако стремление разместить отливку в одной полуформе не всегда бывает рациональным, так как в ряде случаев для этого потребуются применять высокие опоки, что неизбежно приведет к удорожанию формовки.

При формовке в парных опоках следует назначать такую поверхность разъема, при которой суммарная высота формы будет наименьшей. Суммарная высота формы определяется общей высотой модели ($h_2 + h_3$) и необходимыми запасами между моделью и краем опоки (h_1, h_4) (рис. 25).

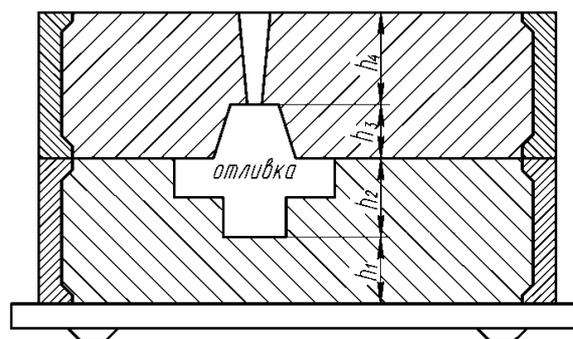


Рис. 25. Форма в сборе

Выбранная поверхность разъема должна по возможности обеспечивать установку основных стержней в нижней полуформе. Это вызывается тем, что удержать стержень, особенно крупный, в верхней полуформе не всегда возможно, и при переворачивании верхней полуформы возможны обвалы стержней.

При назначении поверхности разъема необходимо предусматривать последствия сдвига формы по плоскости разъема. Это особенно важно в тех случаях, когда в результате сдвига уменьшается толщина вертикальных стенок отливки.

Для ограничения сдвига формы, при наличии фигурных поверхностей разъема, практикуется выполнение направляющих «болванов». В некоторых случаях, для создания плоского разъема, не влияющего на размеры отливки, применяют перекрытие формы стержнями (рис. 26). Например, требуется изготовить отливку (рис. 26, а), которая обрабатывается только с внутренней поверхности. Возможны три варианта поверхностей разъема формы (рис. 26, б, в, г).

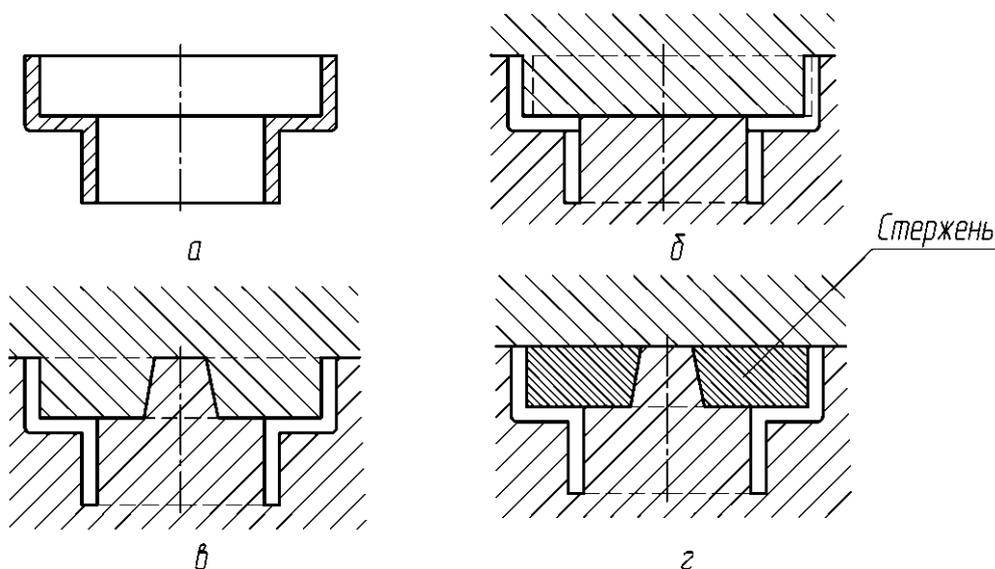


Рис. 26. Выполнение болванов

Поверхность разъема, представленная на рис. 26, б, не обеспечивает получение стенок отливки одинаковой толщины. В случае сдвига одной половины формы относительно другой свисающий «болван» сместится и займет положение, обозначенной пунктирной линией. В результате этого отливка получится разностенной.

Значительное уменьшение влияния сдвига на изменения размеров отливки достигается устройством направляющего «болвана», представленного на рис. 26, в.

Применение перекрывающего стержня значительно упрощает поверхность разъема и позволяет даже при значительных сдвигах (смещениях) одной половины формы относительно другой получать отливки без искажений в размерах (рис. 26, г).

В целях уменьшения объема и упрощения механической обработки желательно, чтобы поверхность разъема формы совпадала с плоскостью механической обработки отливки. Во всех случаях нужно стремиться к назначению плоской поверхности разъема форм, вместо фигурной. Разъем следует располагать таким образом, чтобы имелась возможность обеспечить необходимый подвод металла к полости формы.

При выбранной поверхности разъема модели и формы модель должна свободно извлекаться из формы после формовки. Для определения участков отливки, препятствующих свободному извлечению из формы оформляющей их модели, мысленно проверяют, образуются ли теневые участки при освещении отливки параллельными лучами, перпендикулярными выбранной плоскости разъема модели (рис. 27).

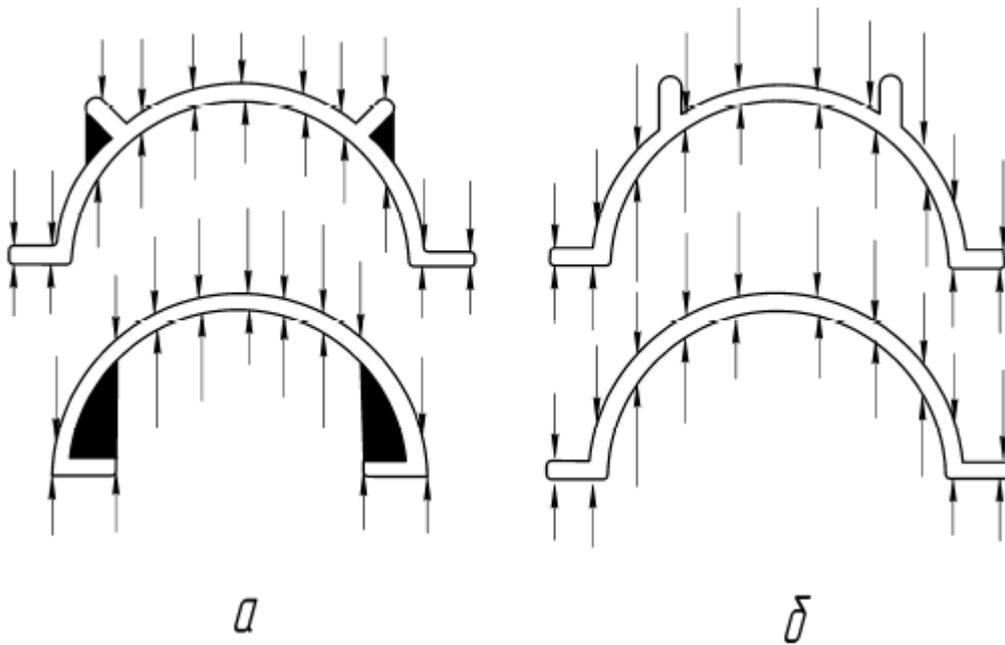


Рис. 27. Схема проверки возможности свободного извлечения модели из формы

Затемненные участки указывают на элементы в конструкции модели, которые не могут быть извлечены из формы после формовки без ее разрушения (рис. 28). Эти элементы (например, бобышка 1) должны быть оформлены или стержнями (рис. 28, а), или с применением отъемных частей 2 модели (рис. 28, в), которые при съеме модели остаются в форме и затем извлекаются из нее (рис. 28, б).

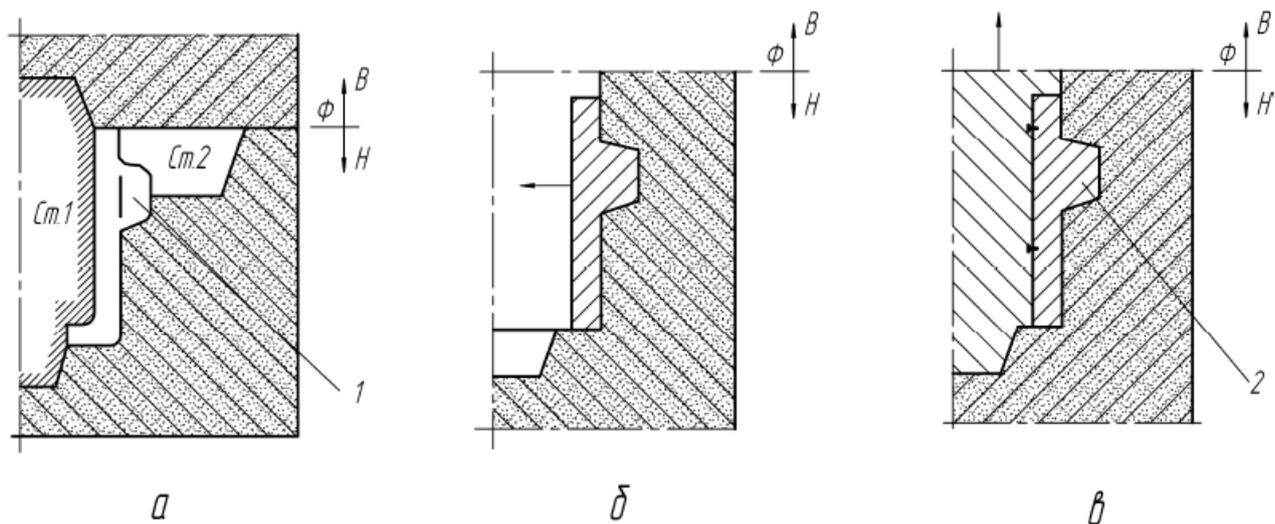


Рис. 28. Элементы отливки, которые не извлекаются из отливки без разрушения формы

Выбор и назначение величины припусков на усадку, механическую обработку, формовочные уклоны и литейные радиусы, диаметры литых отверстий. Усадкой называется свойство металлов и сплавов уменьшать объем при затвердевании и охлаждении. Изменение линейных размеров отливки, вызванное усадкой сплава, называется линейной усадкой.

Литейная усадка отличается от линейной тем, что она зависит не только от свойств и состояния металла и сплава, но и от конфигурации отливки, ее размеров, формовочных материалов, температуры заливки формы и других факторов. Различают усадку свободную и затрудненную.

Свободную усадку имеют отливки простой конфигурации. Отливки с большим числом стержней имеют затрудненную усадку, так как стержни препятствуют свободной усадке.

Отливки соответствуют размерам чертежа в тех случаях, когда при изготовлении модели правильно учитывается литейная усадка. На основании практических и литературных данных рекомендуемые величины усадки для отливок из различных сплавов приведены в табл. 6.

При выборе места установки прибыли целесообразно отдавать предпочтение верхним поверхностям. Прибыль должна устанавливаться на наиболее массивном элементе каждого крупного узла питания. Присоединять отводные прибыли к боковым поверхностям отливки целесообразно только в тех случаях, когда они используются как групповые или когда установка верхней прибыли усложнит механическую обработку литой заготовки.

Порядок выполнения работы

Исходные данные для выполнения работы студент получает у преподавателя: эскиз детали, материал, условия производства. Эскизы деталей приведены в приложении 3.

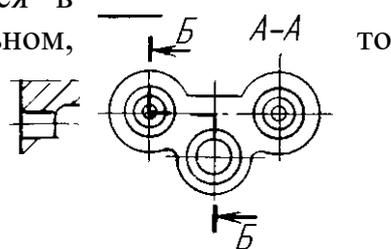
Необходимо выбрать положение отливки в форме при заливке и поверхность (плоскость) разъема формы. Наметить плоскость разъема; разработать конструкцию стержней; определить форму и размеры знаковых частей стержня. Нанести размеры на чертеж модельно-литейных указаний (см. рис. 38) в соответствии с ГОСТ 3.1125-88

Таблица 6

Величина усадки для отливок из различных сплавов		
Наименование материала отливок	Усадка, %	
	затрудненная	свободная
Серый чугун:		
мелкие отливки	0,9	1,0
средние и крупные отливки	0,8	0,9
очень крупные отливки	0,7	0,8
специальные цилиндрические отливки:		
по длине	0,8	0,9
по диаметру	0,5	0,7
Модифицированный чугун	0,9	1,3
Чугун с шаровидным графитом	1,0	1,5
Углеродистые и низколегированные конструкционные стали	1,3-1,7	1,6-2,0
Высоколегированные хромистые стали	1,0-1,4	1,3-1,7
Феррито-аустенитные стали	1,5-1,9	1,8-2,2
Аустенитные стали	1,7-2,0	2,0-2,5
Оловянные бронзы	1,2	1,4
Безоловянные бронзы	1,6-1,8	2,0-2,2
Цинковые латуни	1,5-1,7	1,8-2,0
Кремнистые латуни	1,6-1,7	1,7-1,8
Марганцевые латуни	1,8-2,0	2,0-2,3
Алюминиевые сплавы	0,8-1,0	1,0-1,2

Пример обозначения. Разъем детали и формы показывают отрезком или ломанной сплошной основной линией, над которыми указывают буквенное обозначение разъема - МФ (рис. 29). Направление разъема показывают сплошной основной линией, ограниченной стрелками и перпендикулярной линией разъема. При применении неразъемных моделей указывают только

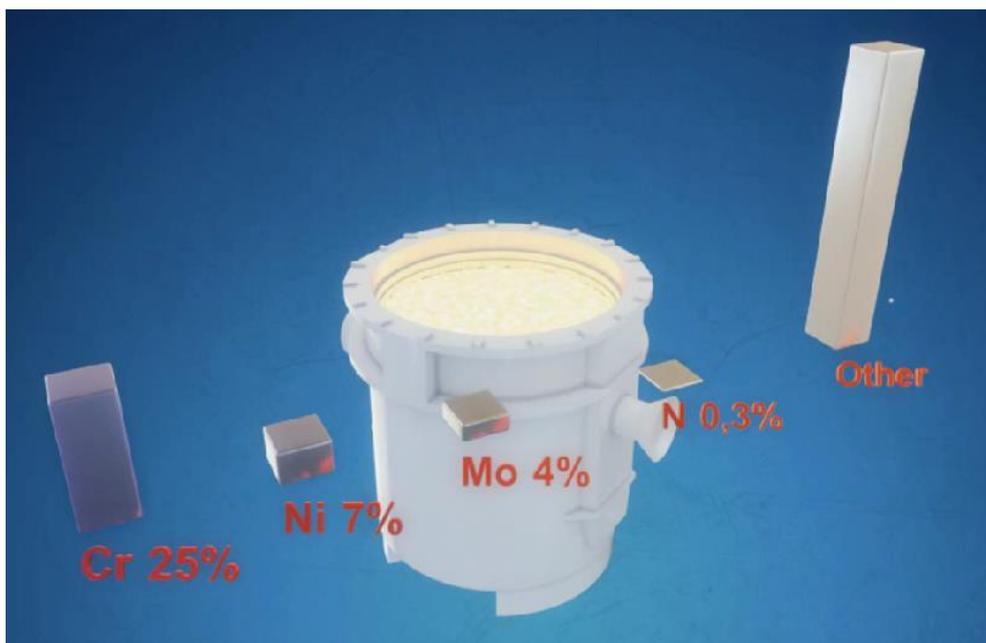
разъем формы Ф. При нескольких разъемах модели и формы каждый разъем показывают отдельно. Положение отливки в форме при заливке обозначают буквами В (верх) и Н (низ). Буквы проставляют у стрелок, показывающих направление разъема формы. Если отливка формуется в горизонтальном положении, а заливается в вертикальном, буквенное обозначение верха и низа отливки у стрелок не ставится, а параллельно заливке проводится сплошная основная линия, ограниченная стрелками с обозначением верха и низа.



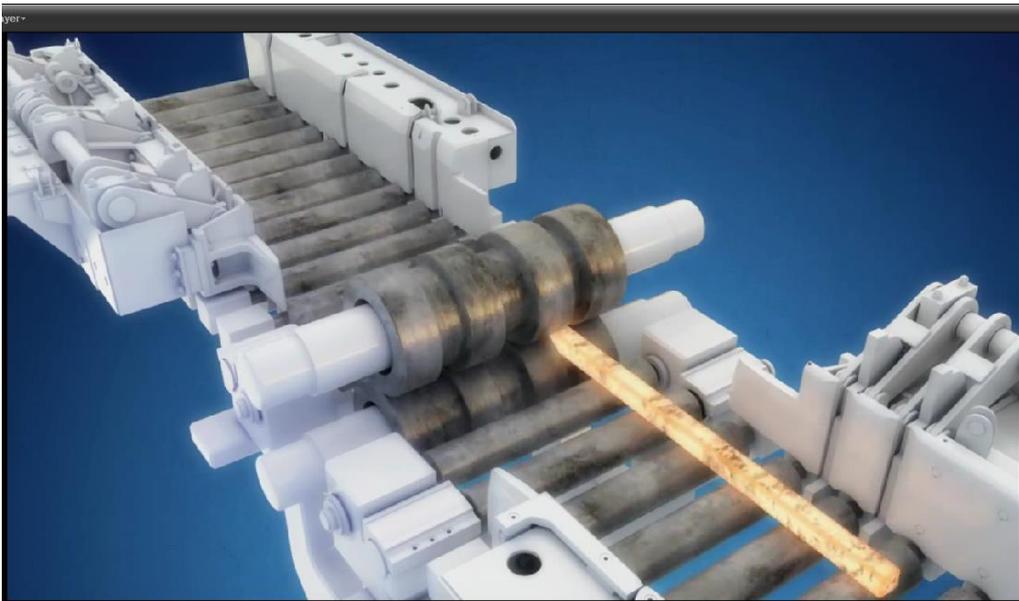
V. Банк кейсов



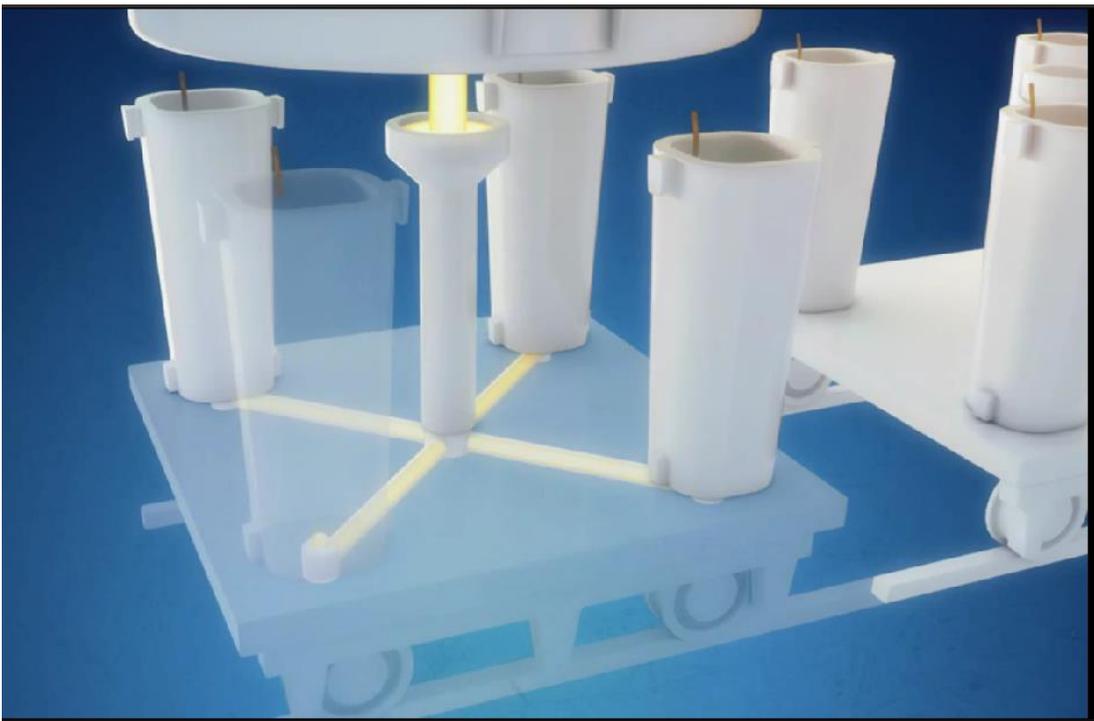
Сравните эти процессы и рассчитайте шихту стали



Рассчитайте концентрацию металлов в этих процессах



Продолжите какие виды обработки нужно вести в этих процессах



Напишите как называется этот процесс литья и опишите его

VI. Глоссарий

Абразивная обработка	Жараён шлифовки или изнашивания с помощью абразивов.	Абразив ишлов бериш жараёни
Абразив	Жесткая субстанция, используемая для шлифовки, правления оселком, суперфиниширования, полирования, абразивной продувки или внутреннем шлифовании.	Ички шлифлаш учун фойдаланиладиган босим остида юзани ишдан чиқарувчи қаттиқ субстанция.
Абразивное колесо	Шлифовальный круг, составленный из зернистого абразива и связующего материала	Донадор абразив ва боғловчи материалдан таркиб топган шлифовчи доира
Игольчатый феррит	Высокодисперсный произвольно ориентированный феррит.	Юқори дисперс феррит
Игольчато-ферритные стали	Углеродистые стали с ультранизким содержанием углерода (%) имеющие микроструктуру,	Ультра паст таркибли микроструктурага эга бўлган углеродли пўлат
Кислота	Химическое вещество, которое содержит водородные ионы (H ⁺). Термин, применяемый к шлакам, огнеупорам и полезным ископаемым, содержащим высокий процент кремнезема.	(H ⁺). Кимёвий мода водоод ионли оловбардош кремнезёми юқори бўлган шлаklarга нисбатан ишлатиладиган термин
Кислая футеровка	Внутренняя футеровка в печи, состоящая из материалов в виде песка, кремне-содержащей или кирпичей на основе кремнезема, которые дают кислотную реакцию при рабочей температуре	Печнинг ишчи хароратида кислотавий реакцияларни келтирб чиқарувчи печнинг кремний таркибли, кум асосли ғиштли ички копламаси.
Активный металл.	Легко корродирующий металл.	Осон эрийдиган металл
Биметалл.	Составное соединение, состоящее из сплава с алюминиевой основой и с одной или обеих сторон металлургическим способом соединенное с алюминием или алюминиевым сплавом.	Асоси алюминий таркибли кўшилмалар ва икки тарафдан металлургик усулда алюминий қотишмаси билан уланган таркибли кўшилма.
Аллотропия.	Существование элементов в двух или более кристаллических состояниях.	Элементларнинг кки ва ундан ортиқ кристаллик тўзилиши
Сплав	Материал, имеющий металлические свойства и состоящий из двух или более химических элементов,	Икки ва ундан ортиқ кимёвий элементдан ташкил топган металл хусусиятига эга бўлган материал
Легированные чугуны.	Чугуны, содержащие больше чем 3 % легирующих элементов. Различают легированные белые чугуны, серые чугуны, ковкие 13чугуны.	Таркибида 3% легируловчи элементи бор бўлган чўянлар. Легирланган оқ чўян, кулранг ва болғалаувчан чўянларга ажратилади.

Легирующий элемент.	Элемент, добавляемый и остающийся в металле, который изменяет его структуру и химический состав.	Металлда қолиб унинг кимёвий таркибини ва тўзилишини ўзгартирадиган элемент
Легированные стали	Содержащие определенное количество легирующих элементов в пределах необходимых для конструкционных легированных сталей, с целью изменения их механических или физических свойств.	Конструкциялар пўлатлар учун керакли аниқ легирловчи элемент таркибли механик ва физик хусусиятларини ўзгартирувчи пўлатлар
Системы сплавов	Ряд составов сплавов, образованных соединением в определенных пропорциях любых групп двух или более компонентов, из которых по крайней мере один является металлом.	икки ва ундан ортик элементдан ташкил топган қотишмаларнинг турли гуруҳдаги тўзилишининг қатори
Аморфный.	Не имеющий кристаллической структуры; некристаллический.	Кристалл тузилшга эга бўлмаган, кристалл бўлмаган қотишма
Эластичность.	Свойство твердого материала при приложении определенной нагрузки, ведущей к деформации, возвращаться в исходное состояние после снятия нагрузки.	Қаттиқ материалнинг хусусияти к деформацияланиб, юқдан бўшатиладиганда жойига қайтадиган холати.
Анодирование	Формирование покрытия на металлической поверхности путем анодного окисления, наиболее часто применяемое для алюминия.	Алюминийда ишлатиладиган юзани металл қоплама билан анодли оксидланишининг вужудга келиши
Анолит	Ближайшая аноду часть электролита.	Электролитнинг анодланган қисми
Дуга	Разряд электрического тока, пересекающего промежуток между двумя электродами.	Икки электрод орқали ўтувчи электр тоқининг разряди
Дуговая печь	Печь, в которой металл расплавлен непосредственно электрической дугой, образующейся между электродом и его поверхностью	Электрод орқали металл аралашма билан металл суюқлантирувчи печь
Литое состояние	Отливки, удаленные из формы без последующей термообработки	Термик ишлов беришсиз қолипдан чиқарилган қотишма
Аустенит	Твердый раствор одного или более элементов в гранцентрированной решетке железа.	Темирнинг хажми марказлашган панжарали қаттиқ қотишмаси
Бейнит	Метастабильная смесь феррита и цементита, полученная в результате распада аустенита при температурах ниже перлитного превращения	Феррит ва цементит аралашмаси
Основание.	Химическое вещество, образующее ионы гидроксида (ОН) при растворении в воде.	Сувда эрийдиган кимёвий модда гидроксид ионларини(ОН) ҳосил қилувчи

Основной металл	Металл, являющийся основой сплава, латунь, например, является сплавом с медной основой.	Қотишмани асосини ташкил этувчи металл
Основная футеровка и облицовка	Внутренняя футеровка и облицовка плавильной печи, состоящие из материалов типа доломита, магнезита, магнезитовых кирпичей или основного шлака, которые дают основную реакцию при рабочей температуре.	Суюқклантиручи печнинг ички қоғламаси доломит, магнезит гиштлари ёки ишчи хароратда асосий реакцияга киришадиган асосий шлак
Основной кислородный конвертер	Эта печь, футерованная основным огнеупором, является важнейшим типом печи для современного сталелитейного дела.	Конвертордан хаво пуркаш орқали чўндан пўлат эритиб олувчи асосий оловбардошлардан тўзилган печь.
Ковш	Ковш	Ковш
Печь периодического действия	Печь используемая для нагрева порций металла. Эти печи необходимы для нагрева крупных слитков	Катта слиткаларни эритувчи ўзлуксиз печь.
Доменная печь	Шахтная печь, в которой сжигается твердое топливо с подачей воздуха для расплавления руды в течение длительного времени.	Коксли каттик қотишмада ёнадиган шахтали печь
Карбид	Химическое соединение углерода с одним или более металлическими элементами.	Бир ва ундан кўп металллик элементларнинг углерод билан кимёвий қўшилмаси
Углеродистая сталь	Сталь, содержащая не более принимаемых за норму концентрации 1,65 % марганца, 0,60 % кремния и 0,60 % меди — и	Таркибида 1,65 % марганец, 0,60 % кремний и 0,60 % мис бўлган пўлат.
Кокс	Пористое, серое, неплавящееся вещество, изготовленное путем сухой дистилляции битумного угля, нефти или каменноугольной смолы	Ғовакли, кулранг суюқкланмайдиган тошқўмир смоласи ёки нефть битумқўмирининг курук дистилляциясидан тайёрланган мода,
Измельчение	Размельчение металла до порошка механическим способом.	Металлни механик усулда қуқун сифатда майдалаш
Чугун с вермикулярным графитом	Чугун, имеющий графит в форме, типичной для серого чугуна и сферической формой высокопрочного чугуна. чугуна содержат от 3,1 до 4,0 % С, от 1,7 до 3,0 % кремния и от 0,1 до 0,6 % марганца	Шакли сферик бўлган юқоримустахам чўян. Таркибида 3,1 дан то 4,0 % С, бўлган 1,7 -3,0 % кремний ва 0,1 -0,6 % гача марганецли Вермикулярграфитли чўян.
Печь непрерывного типа	Методическая печь для горячей обработки материалов, которые продвигаются непрерывно через печь, входя с одного конца, и выгружаются через другой	Бир тарафдан юкланиб, бошқа тарафдан қуйиладиган ва металларга иссиқлайин ишлов бериладиган печь.
Конвертер	Печь, в которой воздух, продуваемый через ванну жидкого металла,	Суюқ металл ванасидан хавопуфлаш орқали

	окисляет примеси и вследствие окислительной реакции поднимает температуру. Типичный конвертер использует для обезуглероживания аргоно-кислородную смесь	оксидланиши натижасида хароратни ошириб, аргон кислородли аралашмани углеродсизлантирадиган печь
Напряжения при охлаждении	Остаточные напряжения в отливках, обусловленные неоднородным распределением температуры при охлаждении.	Қуймалардаги совутиш натижасидаги қолдиқ кучланиш
Коррозионная стойкость	Способность материала противостоять воздействию коррозионной среды без изменения своих свойств.	Материалнинг хусусиятини йўқотмайдиган каррозия бардошлиқ жихати
Обезуглероживание	Потеря углерода из поверхностного слоя углеродсодержащих сплавов благодаря реакции с одним или большим количеством химических соединений в среде, которая входит в контакт с поверхностью.	Юза контакти орқали кимёвий реакция натижасида қотишмаларнинг юзаси қаватдаги углеродни йўқотиши
Деформация	Изменение формы тела благодаря напряжению, тепловому изменению.	Жисм формасини иссиқлик кучи остида ўзгариши
Раскисление	Удаление избыточного кислорода из расплавленного металла;	Суюқланган металлдан ортиқча кислородни йўқотиш
Раскисленная медь	Медь из которой оксид меди был удален путем введения раскислителя, типа фосфора, в расплавленную ванну.	Ачитқилар таъсирида мисдан, мисс оксидини йўқотилиши
Дефосфоризация	Удаление фосфора из расплавленной стали	Суюқланган металлдан фосфорни йўқотилиши
Деполяризация	Уменьшение поляризации электрода.	Электродни полярлашини камайиши
Высокопрочный чугун	Литейный чугун, обработанный во время плавления элементами типа магния или церия, Типичные составы высокопрочных чугунов 3,0- 4,0 % С, 1,8 - 2,8 % Si, 0,1 - 1,0 % Мп, 0,01 - 0,1 % Р и 0,01 - 0,03 % S. Также известный как гранулированный чугун, чугун с шаровидным графитом.	Қуймакорлик чўяниЮқори мустахамк чўянлар таркибида 3,0- 4,0 % С, 1,8 - 2,8 % Si, 0,1 - 1,0 % Мп, 0,01 - 0,1 % Р ва 0,01 - 0,03 % S. Шарсимонграфитли чўян
Пластичность	Способность материала пластически деформироваться без разрушения.	Материалнинг емирилишсиз пластик деформацияланадиган хусусияти
Упругость	Свойство материала, благодаря которому деформация, вызванная напряжением, исчезает после его снятия. Совершенно упругое тело полностью восстанавливает первоначальную форму и размеры после снятия напряжения.	Материалнинг кучланиш таъсирида деформацияланиши ва кучдан озод этганда йўқоладиган хусусияти
Феррит	Твердый раствор одного или более элементов в объемноцентрированной	Темирнинг хажмимарказлашган

	решетке железа. Если иначе не обозначено (например, как хромистый феррит), растворенный	панжарали бир ва ундан ортик элементларининг қаттиқ қотишмаси
Ферросплав	Сплав железа, который содержит достаточное количество одного или более других химических элементов,	Бир ва ундан ортик кимёвий элементдан ташкил топган темир қотишмаси
Ковка слитка металла	Ковка литого слитка.	Қуйилган куйма слиткасини болғалаш
Топливные газы	Газы, обычно используемые с кислородом для нагревания типа ацетилен, природного газа, водорода, пропана, метилацетилена и других синтетических топливных углеводородов.	Кислород билан бирга ишлатилинадиган газлар ацетилен, табиий газ, водород, пропан ва бошқа синтетик ёқилғи углеводордлар
Литник	Литник, через который расплавленный металл заливается в литейную форму.	Қолипга суклантирилган металлни куйиш воронкаси
Литейная система	В литейной практике включает не только литейную форму, но и литниковую систему.	Қуймакорлик тажрибасида куйма қолипдан ташқари куйиш тизими
Серый чугун	Широкий класс железных литейных сплавов (чугунов),. Серый чугун обычно содержит от 2,5 до 4 % С, от 1 до 3 % кремния и добавки марганца, в зависимости от желательной микроструктуры	Қуймакорликда кенг миқёсда ишлатилинадиган чўянларни номи. Кулранг чўян таркибида микроструктурасига қараб 2,5 то 4 % С, 1 дан то 3 % кремний ва марганец қўшимчалари бўлади.
Заэвтектический сплав	В сплавах, имеющих в своем составе эвтектику, любой сплав, состав которого имеет избыток легирующего элемента по сравнению с составом эвтектики и чья равновесная микроструктура содержит некоторое количество эвтектической структуры.	Легирланган элементлари кўп эвтектоид структурали қотишмалар
Примеси	(1) Элементы или соединения, чье присутствие в материале является нежелательным.	Материалдаги керакмас бўлган нометаллс элементлар
Индукционная печь	Электродпечь переменного тока, в которой первичная обмотка катушки генерирует, путем электромагнитной индукции, вторичный ток, который вырабатывает тепло в металле, заполняющим печь.	Электромагнит индукциаси орқали ишлайдиган Индукцион электродпечи
Индукционный нагрев	Нагрев за счет совместного действия электрического сопротивления и потерь гистерезиса, вызванных при наложении на металл изменяющегося магнитного поля окружающей его катушки переменного тока.	Магнит майдон токи орқали иситадиган электр қаршилиги билан бирга иситиш

Индукционное плавление	Плавление в индукционной печи.	Индукцион печда суюқлантириш
Инертный газ	Газ типа гелия, аргона или азота, который является устойчивым, не поддерживает горение и не образует продуктов реакции с другими материалами.	Аргон ёки азот, гелийли инерт гази
Слиток	Слиток простой формы, подходящий для горячей обработки или переплава.	Тайёр куйма қайта суюқлантириш ва ишлов беришга мос
Техническое железо	Слиток технически чистого железа.	Техник тоза темир куймаси
Ион.	Атом или группа атомов, который за счет потери или приобретения одного или более электронов приобрел электрический заряд.	Электрон зарядланган атом
Ионный обмен	Обратимый обмен ионов между жидкостью и твердым телом без заметных структурных изменений в твердом теле.	Қаттиқ жисми структурасини ўзгартирмайдиган ва суюқлик ионлари билан қайтарилиш алмашинуви
Чугунная отливка	Литая деталь, выполненная из чугуна.	Чўяндан куйилган куйма деталь
Изотропия	Состояние, при котором свойства материала одинаковы во всех направлениях.	материалнинг тўзилиши хамма йўналишлардаги бир хил бўлган хусусияти
Дробилка	Машина для первичного разрушения металлических фрагментов, руды или агломератов в крупный порошок.	Агломератни майдалагич машинаси
Ковш	Металлический резервуар, футерованный огнеупорами, используемый для транспортировки и заливки расплавленного металла.	Суқланган металлни куйиш ковши (идиш)
Ковшовая металлургия	Жараён дегазации для стали, выполняемый в ковше.	Ковшда пўлатни газсизлантириш усули
Ледебурит	Эвтектика системы железо углерод, составными частями которой являются аустенит и цементит. Аустенит распадается на феррит и цементит при охлаждении ниже температуры	Темир-углеродининг паст хараоратдаги эвтетик тўзилиши
Легкий металл	Один из металлов типа алюминия, магния, бериллия или их сплавов.	Енгил металл алюминий, магний ва унинг қотишмалари
Ликвация	Отделение легкоплавкой составляющей сплава от остальных, встречающиеся в сплавах, имеющих широкий интервал температур плавления.	Харорати хар хил бўлган металлдан енгил эрийдиган металлнинг ажралиб чиқиши
Ликвидус	Самая низкая температура, при которой металл или сплав находится в жидком состоянии.	Металл ва қотишманинг паст хароратда суюқ холда бўлиши

Магнитный сепаратор	Устройство, используемое для разделения магнитных от менее магнитных или немагнитных материалов. Измельченный материал передается на магнитном конвейере.	Материални ажратиш аппарати. Магнит конвейерида майдаланган материални ўтиши
Ковкость	Характеристика металлов, которая определяет способность металла к пластической деформации при сжатии без разрушения.	Пластик деформацияланадиган металл хусусияти
Ковкий чугун	Чугун, полученный при длительном отжиге белого чугуна, при котором происходят жараёны декарбюризации и графитизации, устраняющие частично или полностью цементит.	Оқ чўяндан ишлов бериб олинадиган болғаланувчан чўян
Мартенсит	Общий термин для микроструктур, сформированных путем бездиффузионных фазовых превращений, в котором исходные и получающиеся фазы имеют определенное кристаллографическое соотношение.	Микроструктурада кристалларнинг фаза ўзгариши
Легированный сплав	Сплав, обогащенный одним или более желательным легирующим элементом, которые добавляются в расплавленный металл для получения необходимой концентрации.	Легирланган элементлар билан бойитилган қотишма
Механические свойства	Свойства материала, которые показывают упругое и неупругое поведение при воздействии силы	Куч таъсир этганда материалнинг эгилиши ва ўз холига қайтиш хусусияти
Точка плавления	Температура, при которой чистый металл, химическое соединение или эвтектика переходит из твердого состояния в жидкость.	Суюқланиш нуктаси
Скорость плавления	В дуговой электросварке, масса или длина электрода, расплавленного в единицу времени. Иногда называется коэффициентом плавления или коэффициентом сгорания.	Суюқлантириш тезлиги
Конвейерная печь	Непрерывно работающая печь, которая использует ленту транспортера для перемещения садки.	Конвейер печи
Металл	Непрозрачное блестящее элементарное вещество, которое является хорошим проводником тепла и электричества	Ўзидан иссиқлик ва электр токи ўтказувчи ялтироқ элементли модда
Металлургия	Наука о металлах и сплавах. Metallurgy жараёнов имеет отношение к извлечению металлов из их руд и их очистке. Физическая металлургия работает с физическими и	Металлар ва қотишмалар ҳақидаги фан. Физик металлургия металларнинг физик ва механик хусусиятларини ўрганиб,

	механическими свойствами металлов в соответствии с их соединением, обработкой и условиями внешней среды.	уларга ишлов беришни ўргатади.
Фаза	Физически однородный и различимый блок материальной системы.	Турли блоклардаги материал тўзилишидаги физик бир хиллик
Фазовое превращение	Переход от одного материального состояния к другому, например от газа к жидкости, от жидкости к твердому телу, от газа к твердому телу или наоборот.	Материалнинг бир тўзилишидан бошқа тўзилишга ўтиши
Фазовая диаграмма	Графическое представление критических температур и пределов содержания фаз в сплаве или керамической системе. Синоним диаграммы состояний.	Қотишмларнинг хароратини график тўзилиши хақидаги диаграммаси
Правило фаз	Максимальное число фаз (P), которое может сосуществовать в равновесии два, плюс число компонент (C) в смеси, минус число степеней свободы (F): $P + F = C + 2$.	Фазаларниг максимал сони
Физическая металлургия	Наука, изучающая свойства металлов и сплавов, а также влияние составов, обработки и окружающей среды на эти свойства.	Металл ва қотишмаларнинг хусусиятларини ўргатадиган фан
Физические свойства	Свойства материала, которые являются относительно независимыми от структуры и могут измеряться без приложения внешних нагрузок; например, плотность, удельная электропроводимость.	Материалнинг структура тўзилишидан қаттиқ назар физик хусусияти
Чушка (Болванка)	Литой металл, используемый для переплава.	Қайта суюқлантириш учун ишлатиладиган қуйилган металл
Графит	Порошковый графит специального качества, используемый для покрытия штампов и в смеси с глиной для изготовления тиглей.	Кукусимон графит, тигел тайёрлашда ишлатиладиган аралашма
Поликристаллический	Относящийся к твердому телу, состоящему из многих кристаллов или кристаллитов, тесно соединенных вместе.	Қаттиқ жисмга тегишли яримкристалл
Порошковая металлургия (П/М)	Технология получения металлических порошков и их использования для производства плотных материалов и фасонных изделий.	Металл кукунидан олинадиган қолипли ашёлар учун илатилинадиган технология
Металлургически жарён	Наука и технология извлечения металлов из руд и их очистки; иногда упоминается как химическая	Металларни рудадан ажратиб роли шва уларга ишлов бериш фани

	металлургия. Две главных ветви	
Песок	В литье термин обозначает физическую смесь, с размером индивидуальной частицы (зерна) от 0,06 до 2 мм (от 0,002 до 0,08 дюйма) в диаметре, включающую и более мелкие составляющие, типа ила и глины, которые часто имеются в естественных месторождениях песка.	Қум. кварц қуми қуймакорликда ишлатилинадиган
Очистка	Влажный или сухой жараён механической очистки. Производится вручную или с помощью суконных полировальных кругов с целью получения сатинированной поверхности.	Механик тозалаш
Скрап, лом	Металлический материал, являющийся браком, который может быть использован для переплава.	Нуқонли қуйлган деталь, қайта суюқлантиришга ишлатиладиган материал
Вторичный сплав	Любой сплав, полученный на основе переработки металлолома.	Металломни қайта ишланган қотишмаси
Вторичный металл	Металл, полученный из металлолома путем переработки и очистки.	Қайта ишланган ва тозаланган металл
Осаждение, отстаивание	Жараён удаления железа из магниевых сплавов в жидком состоянии путем выдержки расплава при низкой температуре после того, как в него добавлен марганец.	Суюқ жараёнда магний қотишмасидан темирни ажратиб олиш
Сито	Нормальное армированное стекло или экран, используемое в градуированных наборах для определения размера отверстий сита или гранулометрического состава зернистого сухого вещества.	Қумни донадорлигини ўлчайдиган элак
Выплавка	Термический жараён получения жидкого металла из обогащенной руды.	Бойитилган рудадан суюқ металлни суюқлантириб олиниш жараёни
Сталь	Сплав на основе железа, после литья ковкий при некоторых интервалах температур; содержит марганец, углерод.	Темир асосли қотишма
Вакуумная печь	Печь использующая низкие атмосферные давления вместо защитной газовой среды.	Вакуум печи
Выпор	Маленькое отверстие в форме для удаления газов.	Газ чиқариш учун кичик теўик

Белый чугун	Чугун, который является по существу свободным от графита, и углерод присутствует в виде отдельных зерен твердого Fe ₃ C. Белый чугун имеет белую, кристаллическую поверхность излома, проходящего по граням карбида железа. Белые чугуны имеют содержание углерода более 4 %.	Таркибида С 4% дан кам бұлган оқ чўян
Зонная плавка	Высоко локализованное плавление обычно индукционным нагреванием маленького объема металлического прутка. Перемещая виток индуктора по стержню, расплавленная зона проходит с одного конца на другой.	Металл симдан индукцион қиздириш йўли билан юқори локал суюқлантириш

VII. Список литературы

I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Каримов И.А. Ўзбекистон мустақилликка эришиш оstonасида. - Т.:“Ўзбекистон”, 2011.
2. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қураимиз. – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 488 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 592 б.

II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

4. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2019.
5. Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисида”ги Қонуни.
6. Ўзбекистон Республикасининг “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Қонуни.
7. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сонли Фармони.
8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 3 февралдаги “Хотин-қизларни қўллаб-қувватлаш ва оила институтини мустаҳкамлаш соҳасидаги фаолиятни тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5325-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июндаги “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим тизимига бошқарувнинг янги тамойилларини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-4391- сонли Қарори.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим соҳасида бошқарувни ислоҳ қилиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПФ-5763-сон фармони.
13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 августдаги “Олий

таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли [фармони](#).

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги 2018 йил 21 сентябрдаги ПФ-5544-сонли Фармони.

15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 майдаги “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.

16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 2 февралдаги “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Ўзбекистон Республикаси Қонунининг қоидаларини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2752-сонли қарори.

17. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 20 апрелдаги ПҚ-2909-сонли қарори.

18. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий маълумотли мутахассислар тайёрлаш сифатини оширишда иктисодиёт соҳалари ва тармоқларининг иштирокини янада кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 27 июлдаги ПҚ-3151-сонли қарори.

19. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Нодавлат таълим хизматлари кўрсатиш фаолиятини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 15 сентябрдаги ПҚ-3276-сонли қарори.

20. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим муассасаларида таълим сифатини ошириш ва уларнинг мамлакатда амалга оширилаётган кенг қамровли ислохотларда фаол иштирокини таъминлаш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 2018 йил 5 июндаги ПҚ-3775-сонли қарори.

21. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2012 йил 26 сентябрдаги “Олий таълим муассасалари педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 278-сонли Қарори.

Основная литература:

22. Непрерывное литье алюминиевых сплавов: справ. / В. И. Напалков, Г. В. Черепок, С. В. Махов, Ю. М. Черновол. - М. : Интермет Инжиниринг, 2005. - 512 с.

23. Горшков, И. Е. Литье слитков цветных металлов и сплавов / И. Е. Горшков. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : Гос. науч.-тех. изд-во лит. по черн. и цв. металлургии, 1952. - 416 с.

24. Титов, Н. Д. Технология литейного производства / Н. Д. Титов. - М. : Машиностроение, 1968. - 388 с.
25. Степанов, Ю. А. Технология литейного производства: Специальные виды литья : учеб. для вузов по специальности «Машины и технология литейного производства» / Ю. А. Степанов, Г. Ф. Баландин, В. А. Рыбкин; под ред. Ю. А. Степанова. - М. : Машиностроение, 1983. - 287 с.
26. Могилев, В. К. Справочник литейщика : справ. для профессионального обучения рабочих на производстве / В. К. Могилев, О. И. Лев. - М. : Машиностроение, 1988. - 272 с.
27. Трухов, А. П. Литейные сплавы и плавка : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / А. П. Трухов, А. И. Маляров. - М. : Академия, 2005. - 336 с.
28. Леви, Л. И. Литейные сплавы / Л. И. Леви, С. К. Кантеник. - М. : Высш. шк., 1967. - 436 с.
29. Справочник по чугуному литью / под ред. Н. Г. Гиршовича. - М.-Л. : Машиностроение, 1978. - 758 с.
30. Леви, Л. И. Основы теории металлургических процессов и технология плавки литейных сплавов / Л. И. Леви, Л. М. Мариенбах. - М. : Машиностроение, 1970, - 495 с.
31. Воскобойников, В. Г. Общая металлургия : учеб. для вузов / В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Металлургия, 1985. - 480 с.
32. Сафронов, В. Я. Справочник по литейному оборудованию / В. Я. Сафронов. - М. : Машиностроение, 1985. - 320 с.
33. Аксенов, П. Н. Оборудование литейных цехов / П. Н. Аксенов. - М. : Машиностроение, 1977. - 510 с.
34. Технология литейного производства: Литье в песчаные формы : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / А. П. Трухов, Ю. А. Сорокин, М. Ю. Ершов [и др.]; под ред. А. П. Трухова. - М. : Академия, 2005. - 528 с.
35. Гини, Э. Г. Технология литейного производства: Специальные виды литья : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Э. Г. Гини. - М. : Академия, 2005. - 350 с.
36. Глухов, В. В. Основы технологий отраслей национальной экономики : учеб. пособие / В. В. Глухов, Л. Б. Гущина. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2004. - Ч. I. - 466 с.