



# Материаловедение и обработка материалов

## Лекция 2

# Литейное производство



Lec\_2\_1MA\_MiOM\_LNA\_16\_02\_2016

Доцент Лалазарова Н.А.



# ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

**Литейное производство** – это изготовление фасонных заготовок или деталей путем заливки расплавленного металла в форму, полость которой соответствует конфигурации детали, заготовки.

Продукцию, получаемую методом литья, называют **отливкой**. Литьём получают отливки фасонной формы.



Цех стального и чугунного литья

Способы литья можно разделить на **две группы**: литье в песчаные формы и специальные виды литья.

**Специальные виды литья**: литьё по выплавляемым моделям, в оболочковые формы, в кокиль, под давлением, центробежное и др. виды.



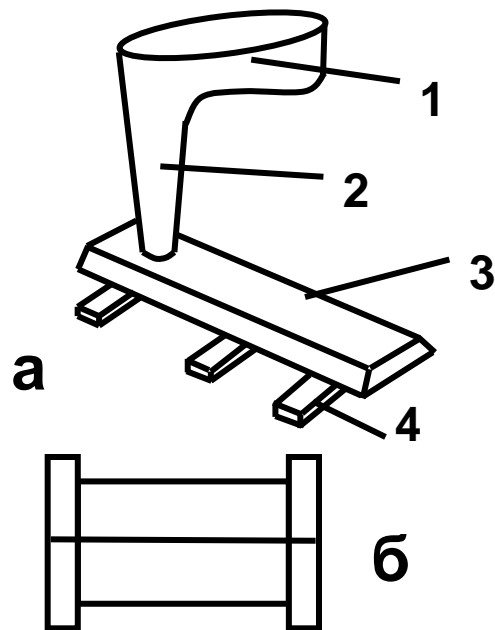
# ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО



# ЛИТЬЁ В ПЕСЧАНЫЕ ФОРМЫ

Сущность литья в песчаные формы заключается в том, что расплавленный металл заливают в полость литейной формы, которая изготавливается из формовочной смеси, состоящей из песка, глины, воды и различных добавок. Эта форма используется один раз и называется одноразовой. Для изготовления литейной формы необходимо иметь модельный комплект, который

включает опоку, модели деталей, модельные плиты, стержневые ящики, модели элементов литниковой системы. С помощью **моделей** в литейной форме получают отпечаток,

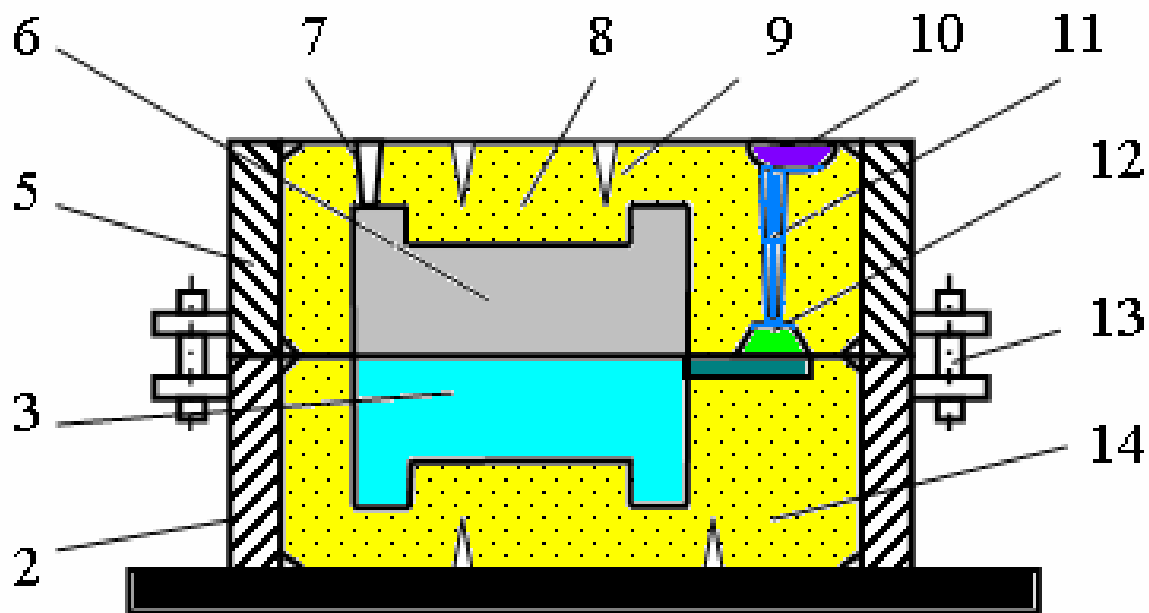
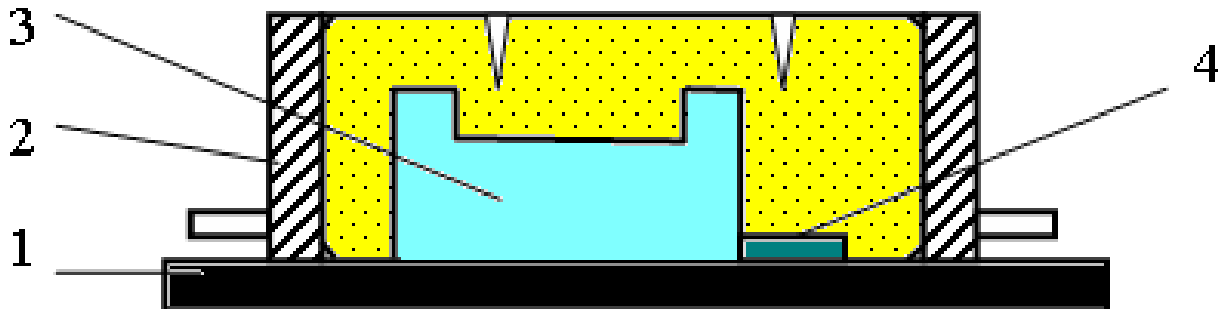


соответствующий по форме и размерам конфигурации отливки. Модели бывают металлические, пластмассовые, деревянные, разъёмные и неразъёмные.

**Модели литниковой системы** (а) и разъёмная модель отливки (б): 1 – литниковой чаши; 2 – стояка; 3 – шлакоуловителя; 4 – питателя

# ЛИТЬЁ В ПЕСЧАНЫЕ ФОРМЫ

Форма, как правило, состоит из верхней и нижней полуформ, которые изготавливаются по моделям в литейных опоках.



1 – подмодельная плита; 2 – нижняя опока; 3 – нижняя полумодел; 4 – питатель; 5 – верхняя опока; 6 – верхняя полумодел; 7 – выпор; 8 – верхняя полуформа; 9 – вентиляционные каналы; 10 – литниковая чаша; 11 – стояк; 12 – шлакоуловитель; 13 – болты; 14 – нижняя полуформа

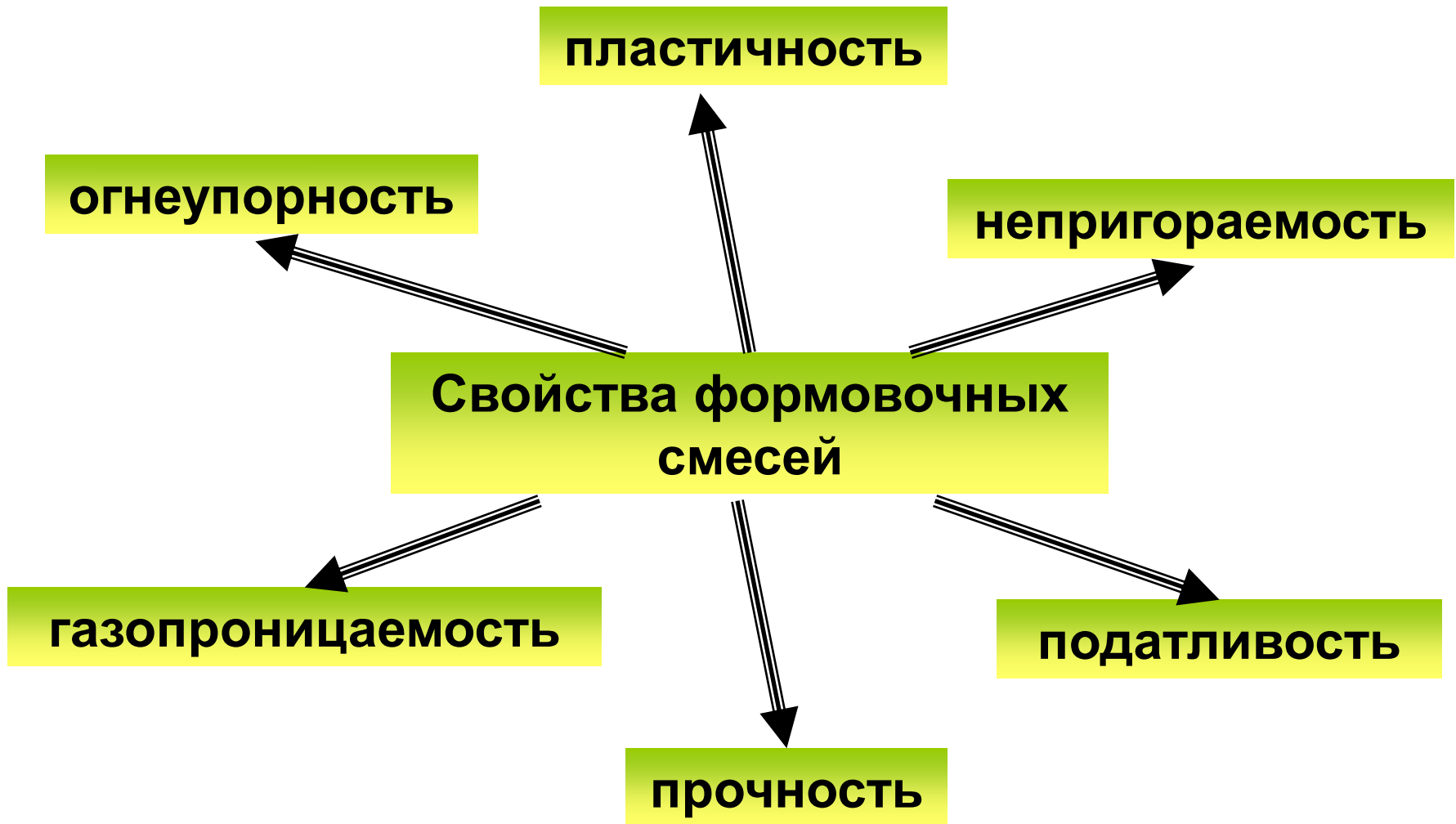
# ЛИТЬЁ В ПЕСЧАНЫЕ ФОРМЫ

Технологическая схема изготовления отливки литьём в песчаные формы.



# ФОРМОВОЧНЫЕ И СТЕРЖНЕВЫЕ СМЕСИ

Формовочные и стержневые смеси состоят из песка, глины, воды и специальных добавок и должны обладать рядом свойств:

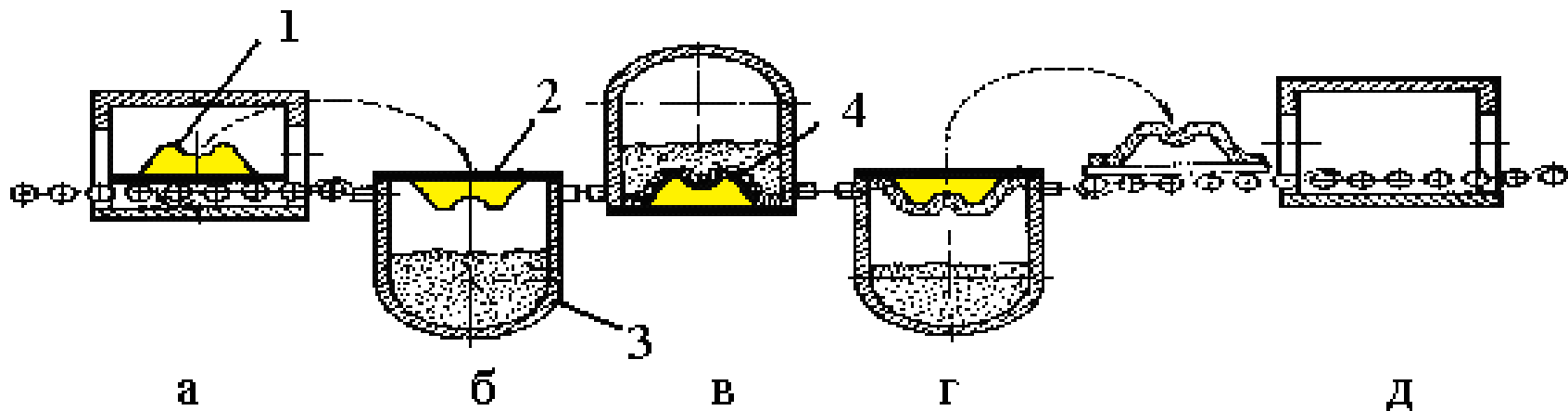




# СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ЛИТЬЯ

## Литьё в оболочковые формы

Этим способом изготавливают отливки средней массы 5–15 кг (редко 100–150 кг) практически из всех сплавов. Детали получают в тонкостенных формах – оболочках, выполненных из высокопрочных песчано-смоляных смесей.

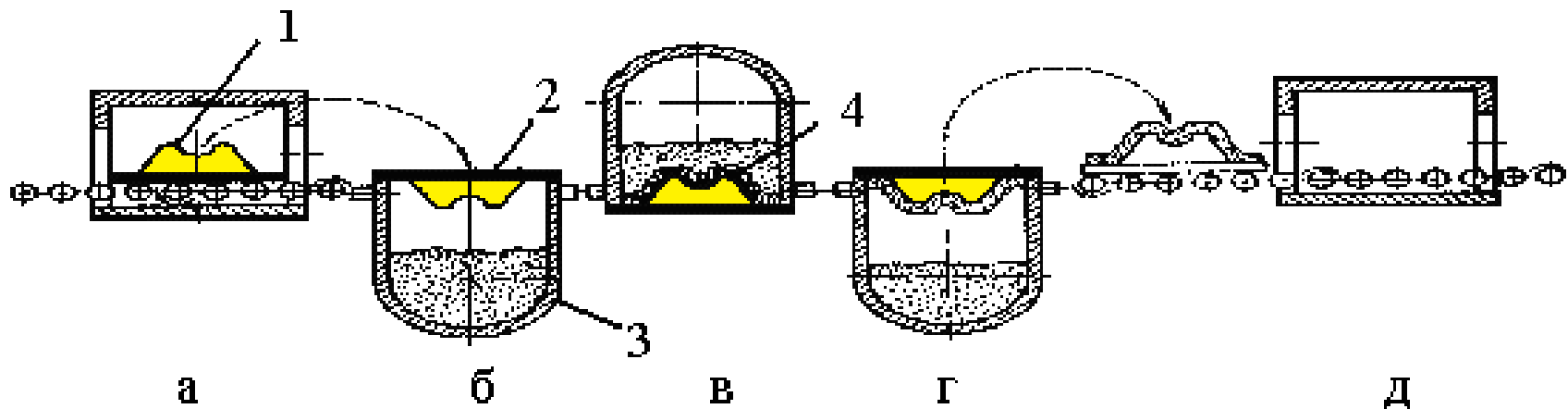


Модель 1, покрытую эмульсией (а), и подмодельную плиту 2 (б) подогревают до 250–280 °С в бункере 3, засыпают смесью из мелкозернистого песка и смолы (в). В результате соприкосновения с горячей моделью смола смеси плавится и вместе с песком образует однородную оболочку 4, которая с большой точностью повторяет контуры нагретой модели (в). Излишки смеси ссыпают (г). Полученную оболочку упрочняют в печи (д).

# СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ЛИТЬЯ

## Литьё в оболочковые формы

Достоинства метода: малый расход формовочных материалов, высокая точность отливки, хорошее качество поверхности, малые припуски на механическую обработку.



Недостатки: выделение токсичных веществ в процессе получения оболочковых форм; высокая стоимость модельной оснастки; сложное оборудование, сложная технология получения оболочковых форм. Этот метод применяют в массовом производстве.

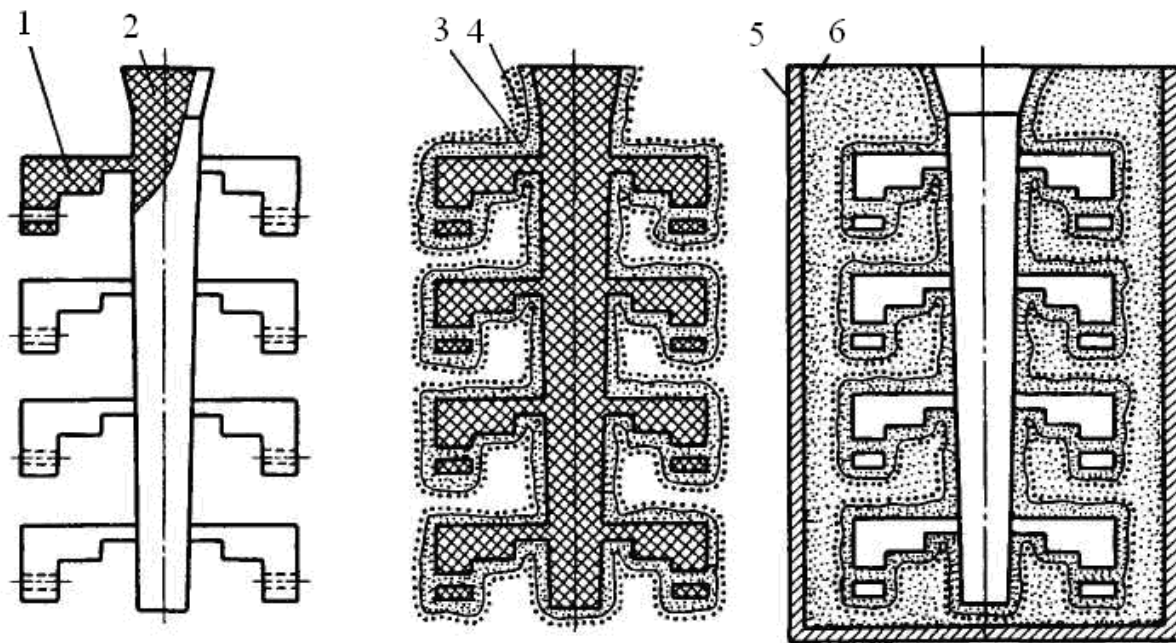


Литье в оболочковые керамические формы позволяет получить высокоточные литые детали сложного профиля, практически исключая необходимость дополнительной обработки (чистота поверхности 20-40 мкм), сократить металлоемкость изделий, не снижая при этом показатель надежности.



# ЛИТЬЁ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Сущность способа состоит в получении специальных моделей из легкоплавких материалов (воска, парафина), сборке их в блоки (соединение моделей отливок с моделью литниковой системы), покрытии модельных блоков огнеупорной оболочкой, удалении легкоплавких моделей выплавлением, в прокаливании оболочковых форм и заливке в них жидкого металла

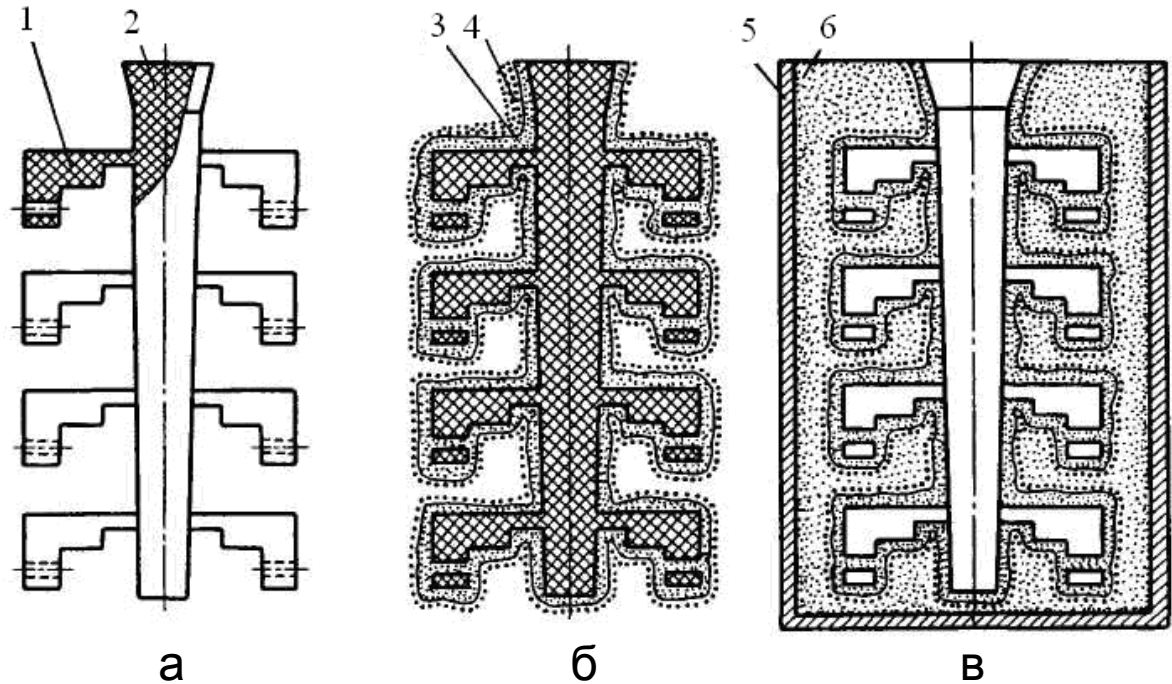


Получение отливок по выплавляемым моделям: 1 – модель; 2 – стояк; 3 – огнеупорная пленка; 4 – кварцевый песок; 5 – металлический ящик; 6 – металлическая дробь

# ЛИТЬЁ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

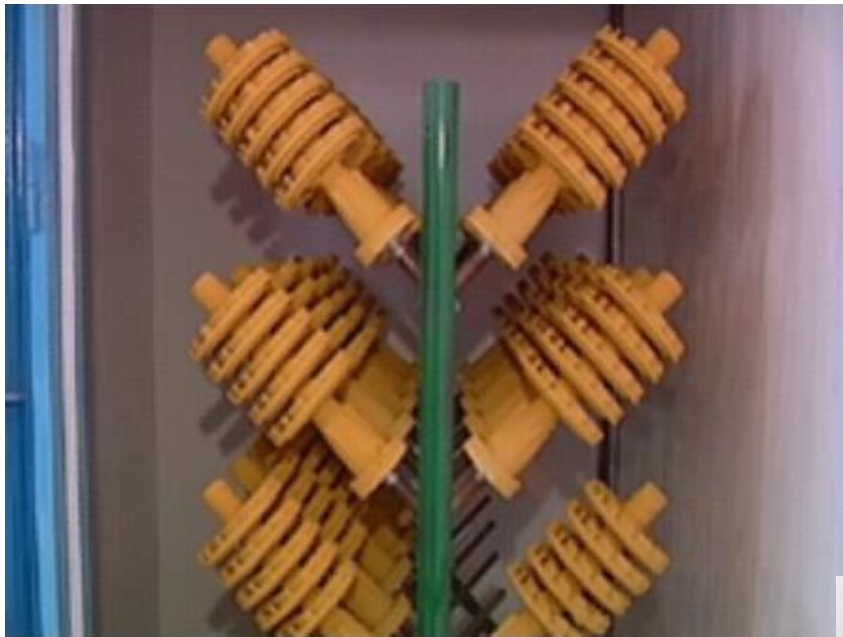
Этим способом изготавливают небольшие отливки сложной формы из цветных, высоколегированных и жаропрочных сплавов. При помощи пресс-формы из парафина, воска изготавливают легкоплавкие модели отливок 1 и стояка с литниковой чашей 2. Затем модели собирают в модельные блоки (а) («ёлочки») с общей литниковой системой.

«Ёлочку» окунают в специальную эмульсию и на модели остаётся тонкая огнеупорная плёнка 3, которую обсыпают мелким сухим кварцевым песком 4 (б).



Затем легкоплавкую модель выплавляют, оболочки 4 собирают в формы и прокаливают. Затем формы устанавливают в металлический ящик 5, засыпают песком или дробью 6 и заливают жидким металлом (в).

# ЛИТЬЁ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ



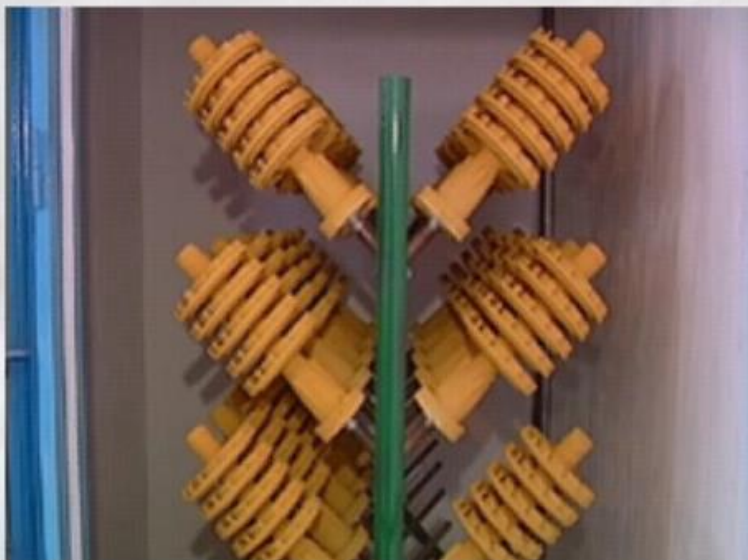
Достоинства метода:  
позволяет получать точные отливки с хорошим качеством поверхности.

Недостатки:  
высокая трудоёмкость технологии, одноразовая форма.





Весь процесс изготовления отливок полностью автоматизирован. Изготовление керамических блоков, вытопка модельного состава, прокалка блоков осуществляется на поточно-механизированных линиях и агрегатах.



Методом литья по выплавляемым моделям можно изготавливать отливки весом от нескольких граммов до десятков килограммов с очень высокой точностью размеров и чистотой поверхности.

Точность и чистота отливок зависят от вида технологического процесса, свойств модельных составов, качества огнеупорных покрытий, а также от механизации и организации производства.

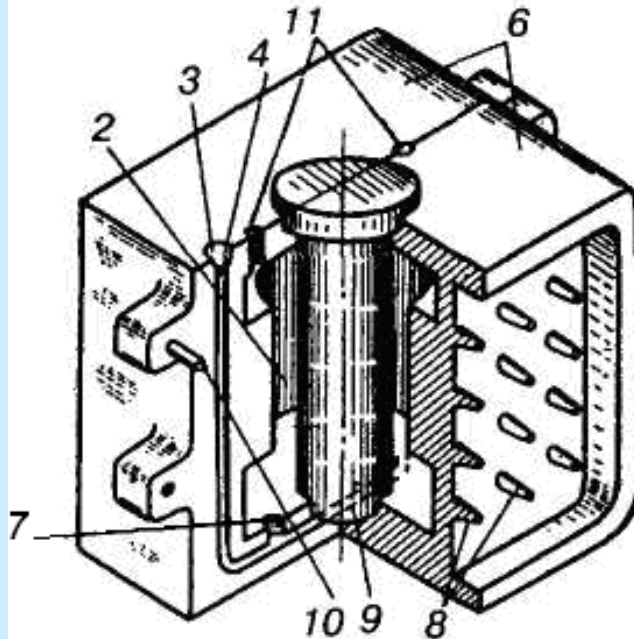




# ЛИТЬЁ В КОКИЛЬ

Отливки получают путем заливки расплавленного металла в металлические формы – *кокилы*, которые бывают разъемными и неразъемными. **Кокиль** – это многоразовая металлическая форма.

Литье в кокиль осуществляется путем свободной заливки расплавленного металла под действием гравитационных сил. В кокилях можно получать отливки практически из всех сплавов.



Кокильное литье используют главным образом в условиях серийного и массового производства. Этим методом получают отливки распределительных и коленчатых валов из чугуна, поршней из алюминиевых сплавов и др.

Конструкция кокиля: 1, 2 – половина кокиля; 3 – стержень; 4 – питатель; 5 – литниковая чаша; 6 – стояк; 7 – выпор

# ЛИТЬЁ В КОКИЛЬ

Процесс формирования отливки в кокиле, обладающем повышенной теплопроводностью, имеет свои особенности. При быстром охлаждении (в 3–5 раз быстрее, чем в песчаной форме)

структура металла становится более мелкозернистой и плотной, а механические свойства возрастают на 10–20 %.



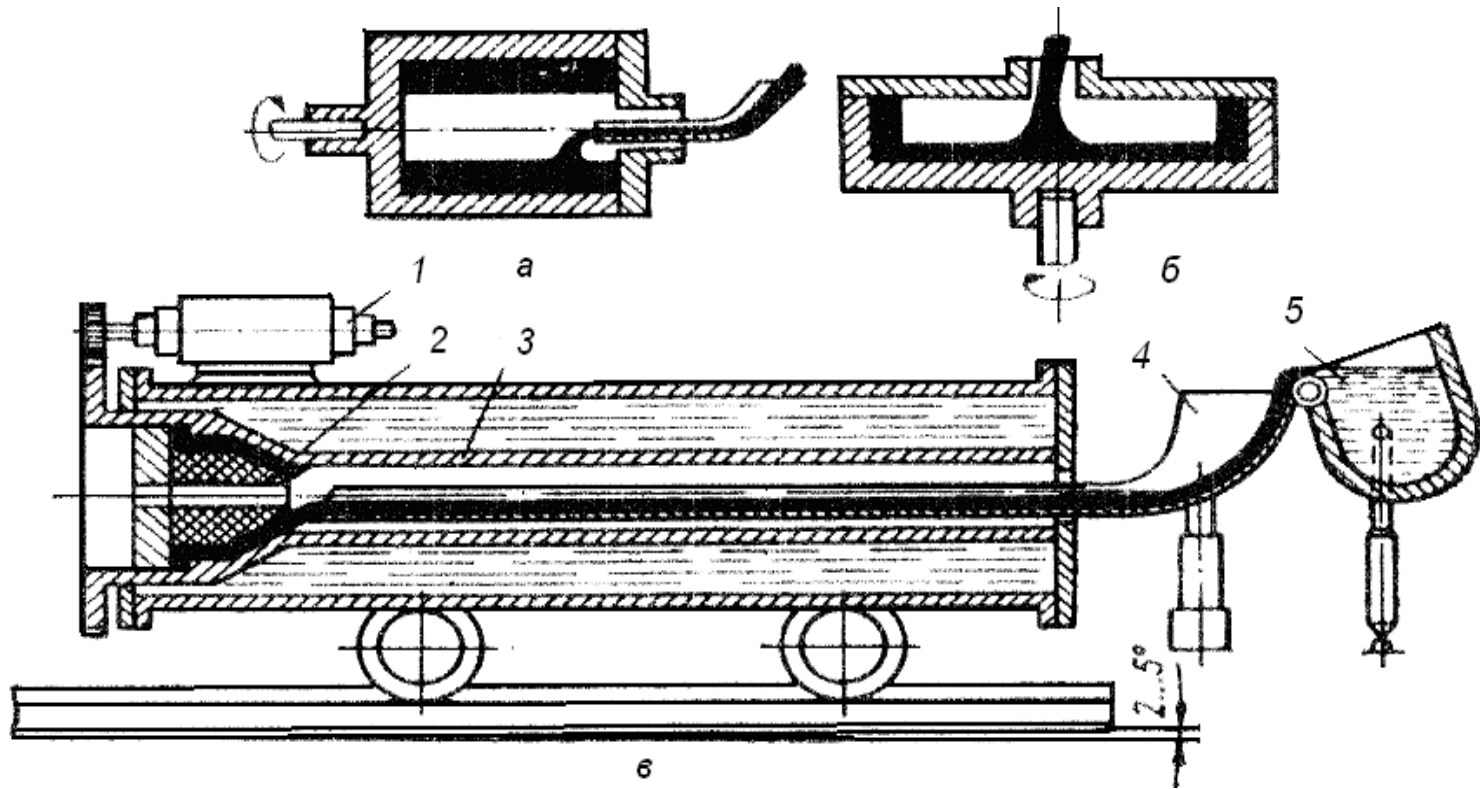
Водоохлаждаемый цилиндр

Отливки, полученные в кокиле, имеют большую точность размеров и лучшую чистоту поверхности, чем при литье в песчаные формы.

С целью получения качественной отливки и увеличения срока службы кокиля его в процессе работы поддерживают в нагретом состоянии и покрывают огнеупорной облицовкой и краской. Рабочая температура формы находится в пределах 100–300 °С.

# ЦЕНТРОБЕЖНОЕ ЛИТЬЁ

При этом способе литья жидкий металл заливается во вращающуюся форму, под действием центробежных сил отбрасывается к ее стенкам и затвердевает в виде пустотелой отливки.



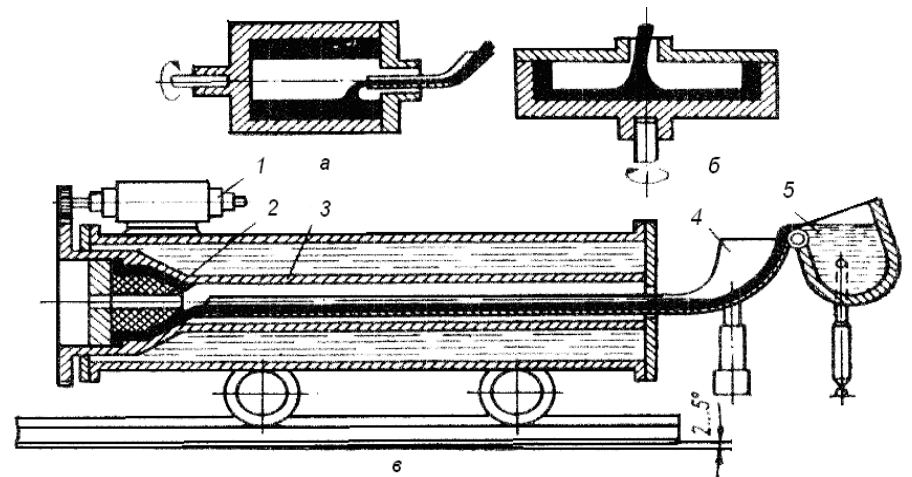
Схемы изготовления отливок центробежным методом: 1 – электродвигатель, 2 - стержень, 3 – металлическая форма, 4 – жёлоб, 5 - КОВШ

# ЦЕНТРОБЕЖНОЕ ЛИТЬЁ

Центробежным способом преимущественно изготавливают отливки, имеющие форму тел вращения: отливки труб, гильз цилиндров, втулок.

Расплавленный металл под воздействием центробежных сил заполняет все микропустоты, образующиеся в процессе кристаллизации сплава, что способствует повышению плотности металла отливок, а, следовательно, и улучшению механических свойств.

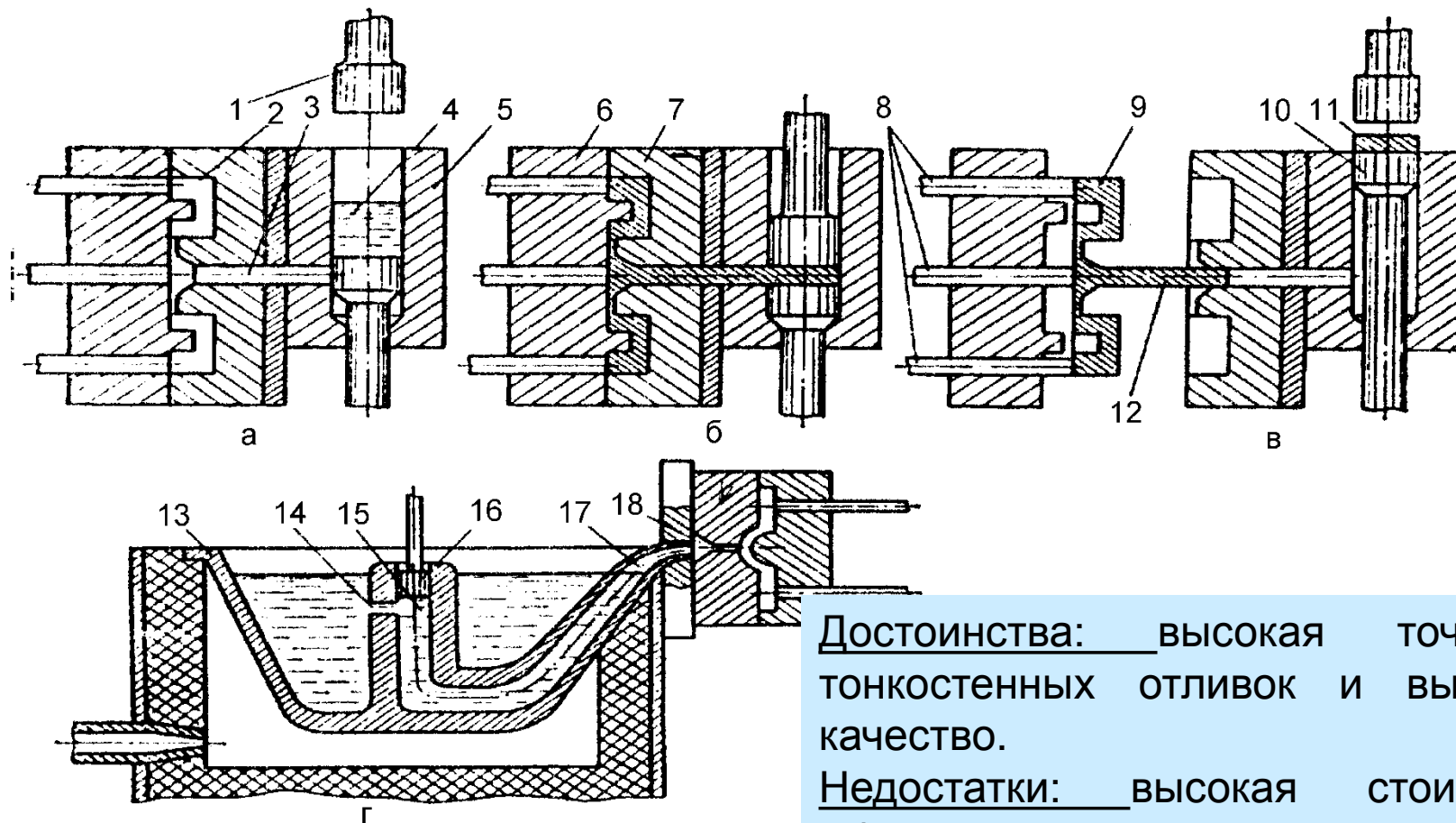
**Достоинства:** отсутствие стержней, высокая плотность отливки, немаetalлические включения выдавливаются внутрь и затем могут быть удалены механической обработкой.



Этим способом отливки изготавливаются на центробежных машинах с горизонтальной и вертикальной осью вращения.

# ЛИТЬЁ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Этим способом получают отливки в металлических формах (пресс-формах). Заливка в форму металла и формирование отливки осуществляется под давлением больше атмосферного. Литье осуществляется на поршневых (1000–3600 заливок в час) машинах.



Достоинства: высокая точность тонкостенных отливок и высокое качество.

Недостатки: высокая стоимость оборудования.

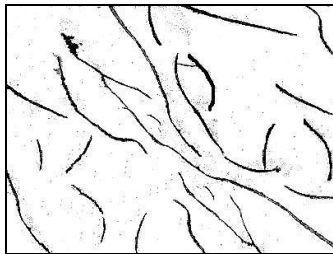
# ЛИТЕЙНЫЕ СПЛАВЫ

Наибольшее распространение имеют литейные сплавы – чугуны и стали. Находят также применение цветные сплавы на основе алюминия, меди, магния и др. Чугуны, у которых углерод находится в форме графитных включений различной формы, называют графитизированными.

По форме графитных включений чугуны делятся на

Серые

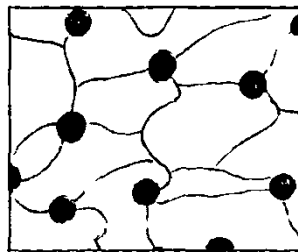
(пластинчатый графит)



корпуса редукторов, гидроцилиндров, станины станков, гильзы цилиндров, блоки цилиндров, вкладыши

Высокопрочные

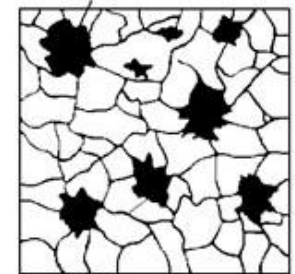
(шаровидный графит)



блоки цилиндров, коленвалы, распредвалы, шестерни

Ковкие

(хлопьевидный графит)



спицы колес, рычаги, коробки дифференциалов, корпуса сцепления, кронштейны

# ЛИТЕЙНЫЕ СПЛАВЫ. ЧУГУНЫ

*Серый чугун* является наиболее распространенным материалом для изготовления различных отливок.

Серые чугуны имеют хорошие литейные свойства: хорошую жидкотекучесть, малую усадку ( $\leq 1\%$ ); низкую стоимость; низкую температуру заливки  $\sim 1300^\circ\text{C}$ .



Стали имеют литейные свойства хуже, чем графитизированные чугуны. Поэтому технология получения стальных отливок является сложной.

Примеры использования стальных отливок: станины и валки прокатных станов, зубчатые колеса, зубья ковшей экскаваторов, турбинные лопатки, клапаны гидропрессов и др.

# ЛИТЕЙНЫЕ СВОЙСТВА

Литейные сплавы должны обладать следующими технологическими свойствами: **хорошей жидкотекучестью, малой усадкой и малой склонностью к ликвации химических элементов.**

**Жидкотекучесть** – это способность жидкого металла заполнять литейную форму и воспроизводить конфигурацию её внутренней полости



Она зависит от температуры заливки и химического состава сплава и формы, интервала кристаллизации.

Жидкотекучесть **лучше**, если интервал кристаллизации уже, а температура заливки выше. Для железоуглеродистых сплавов она **возрастает с увеличением количества углерода** (до определённой величины) и **кремния**. Наилучшей жидкотекучестью обладают серые чугуны, силумины (сплавы алюминия и кремния).



# ЛИТЕЙНЫЕ СВОЙСТВА

**Усадка** – это уменьшение линейных размеров и объёма металла в процессе его кристаллизации и дальнейшего охлаждения до комнатной температуры. **Усадка бывает линейная и объёмная.**

Объёмная усадка приводит к образованию усадочной раковины, усадочных пор или рыхлости.



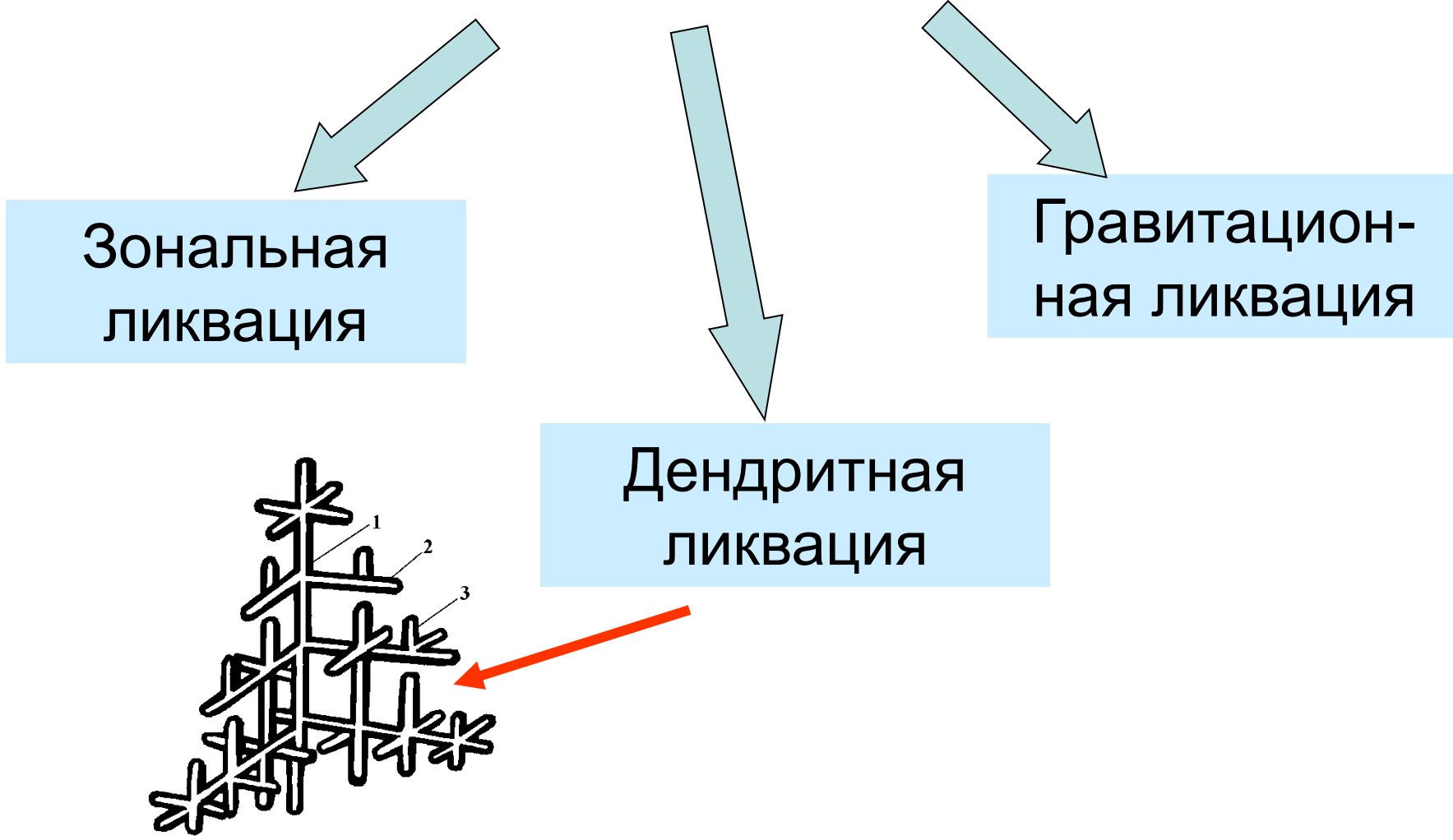
Усадочная раковина

Формовочные смеси и стержни оказывают сопротивление линейной усадке, что может привести к возникновению внутренних напряжений и трещин.

Поэтому формовочные смеси должны быть податливыми. Линейную усадку учитывают при изготовлении модели. Усадка уменьшается при уменьшении температуры заливки, сужении интервала температуры кристаллизации, увеличении скорости охлаждения

# ЛИТЕЙНЫЕ СВОЙСТВА

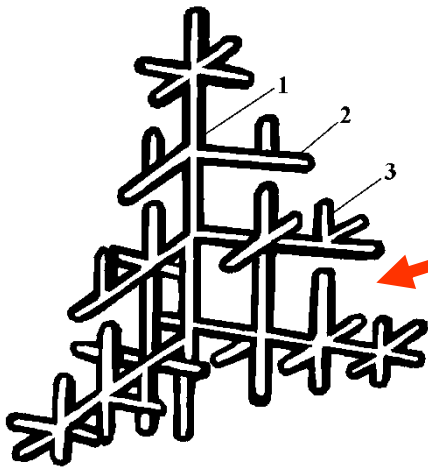
**Ликвация** – неоднородность химического состава сплава, которая возникает в процессе кристаллизации. Ликвация бывает: дендритная, зональная, гравитационная.



Зональная  
ликвация

Гравитационная  
ликвация

Дендритная  
ликвация



# КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое литейное производство? Что такое отливка?

2. Что такое специальные виды литья ?

3. Что такое кокиль?

4. В чём суть литья по выплавляемым моделям?

5. В чём суть центробежного литья ?

6. Какие сплавы обладают наилучшими литейными свойствами?

# ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Изучить литьё по газифицированным моделям.

2. Изучить цветные литейные сплавы.

3. Изучить особенности конструирования отливок.



Были использованы иллюстративные материалы МАДИ

Кафедра технологии металлов и материаловедения

Лалазарова Наталия Алексеевна

**E-mail: [lalaz1991@mail.ru](mailto:lalaz1991@mail.ru)**

**г. Харьков, ул. Петровского, 25, ХНАДУ, КАФЕДРА ТМ и М**

**Tel.(8-057 )707-37-92**

