

Особенности литейного  
производства.  
Преимущества и недостатки  
литых заготовок.

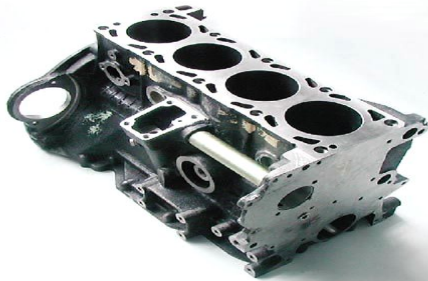
# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ «ЛИТЕЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

- *Литейная технология* – это процесс получения литых заготовок путем заливки расплавленного металла в формы, полость которых повторяет конфигурацию отливки.

# СВОЙСТВА ПОЛУЧЕННЫХ ОТЛИВОК :

- *Масса* : от нескольких граммов до 300 т
- *Длина* : от нескольких сантиметров до 20 м
- *Толщина стен* : 0,5 - 500 мм

Блок цилиндра



Поршень



Коленчатый вал



Турбинная лопатка



Зубчатые колеса



# Области применения

- Отливки надежно работают в реактивных двигателях, атомных энергетических установках и других машинах ответственного назначения. Они используются в изготовлении строительных конструкций, металлургических агрегатов, морских судов, деталей бытового оборудования, художественных и ювелирных изделий.
- **Литье является наиболее распространенным методом формообразования.**

## Классификация литых заготовок.

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

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

## Отливки делят на 6 групп сложности

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

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

# Литейные сплавы

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

Жидкотекучесть – способность расплавленного металла течь по каналам литейной формы, заполнять ее полости и четко воспроизводить контуры отливки.

При высокой жидкотекучести сплавы заполняют все элементы литейной формы.

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

# Свойства литейных сплавов

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

Различают объемную и линейную усадку.

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

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

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

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

Ликвация – неоднородность химического состава сплава в различных частях отливки. Ликвация образуется в процессе затвердевания отливки, из-за различной растворимости отдельных компонентов сплава в его твердой и жидкой фазах. В сталях и чугунах заметно ликвируют сера, фосфор и углерод. Различают ликвацию зональную, когда различные части отливки имеют различный химический состав, и дендритную, когда химическая неоднородность наблюдается в каждом зерне.

## Литейные сплавы

1. Чугун является наиболее распространенным материалом для получения фасонных отливок. Чугунные отливки составляют около 80 % всех отливок. Из серого чугуна получают самые дешевые отливки (в 1,5 раза дешевле, чем стальные, в несколько раз – чем из цветных металлов). Область применения чугунов расширяется вследствие непрерывного повышения его прочностных и технологических характеристик. Используют серые, высокопрочные, ковкие и легированные чугуны.
2. Сталь как литейный материал применяют для получения отливок деталей, которые наряду с высокой прочностью должны обладать хорошими пластическими свойствами. Чем ответственнее машина, тем более значительна доля стальных отливок, идущих на ее изготовление. Стальное литье составляет: в тепловозах – 40...50 % от массы машины; в энергетическом и тяжелом машиностроении (колеса гидравлических турбин с массой 85 тонн, иногда несколько сотен тонн) – до 60 %.

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

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



Медные сплавы – бронзы и латуни.

Латуни – наиболее распространенные медные сплавы. Для изготовления различной аппаратуры для морских судостроения, работающей при температуре 300 0С, втулок и сепараторов подшипников, нажимных винтов и гаек прокатных станков, червячных винтов применяют сложнолегированные латуни. Обладают хорошей износостойкостью, антифрикционными свойствами, коррозионной стойкостью.

Из оловянных бронз (BrO3Ц7С5Н1) изготавливают арматуру, шестерни, подшипники, втулки.

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

## 2. Алюминиевые сплавы.

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

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

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

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

# Изготовление отливок в песчаных формах



Схема технологического процесса изготовления отливок в песчаных формах



**Модельный  
комплект**

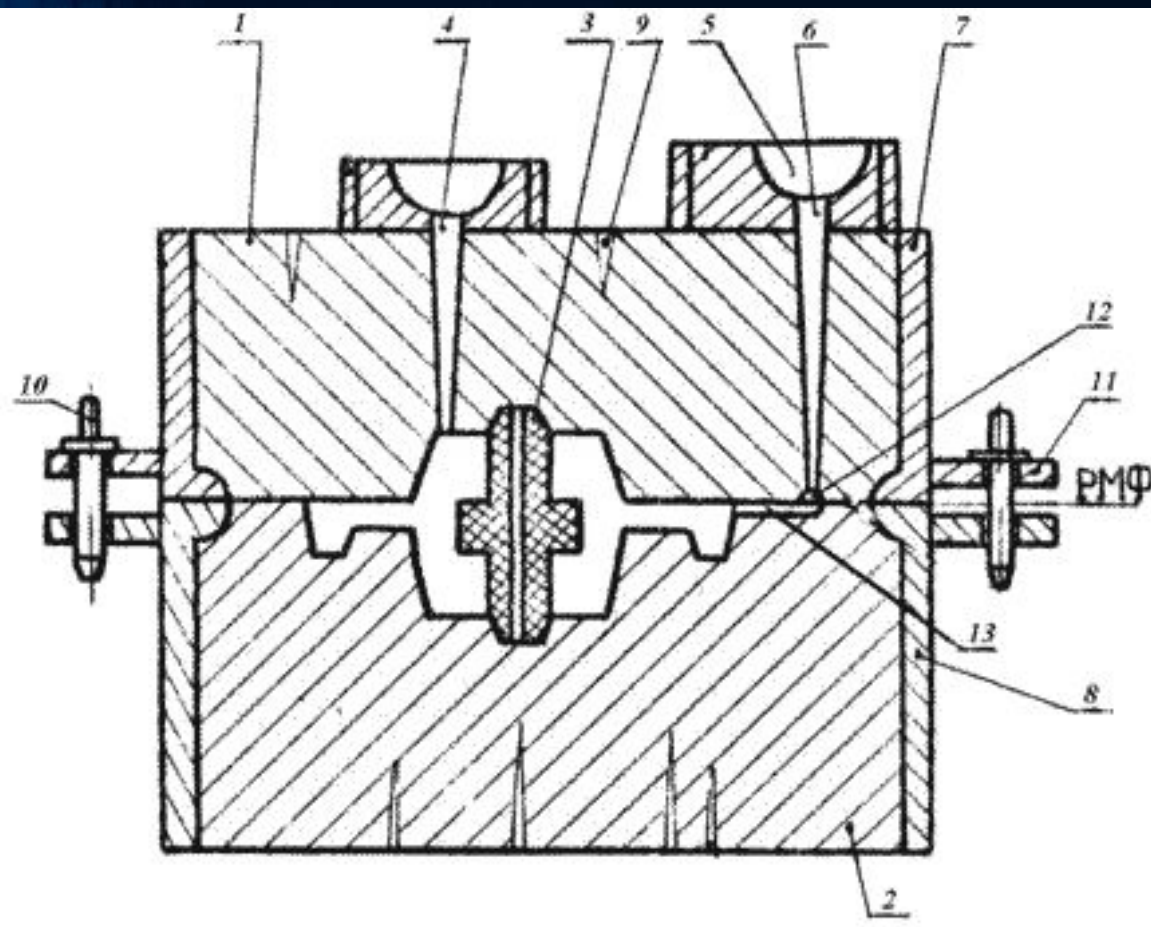
**Литейная модель**

**Модельная плита**

**Стержневой ящик**

**Галтели**

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



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

Литейная форма

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

Основными элементами являются:

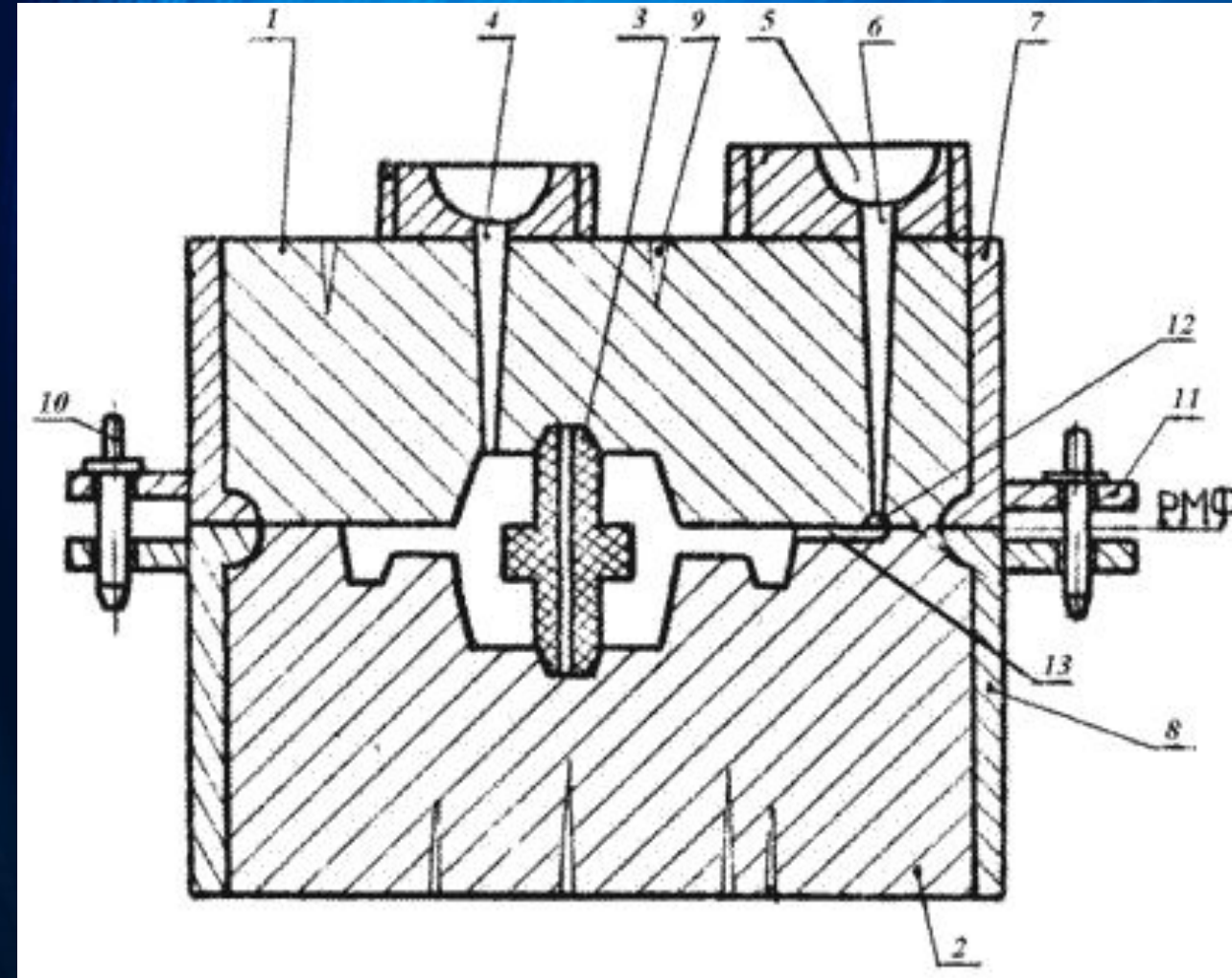
литниковая чаша 5, которая служит для приема расплавленного металла и подачи его в форму;

стояк 6 – вертикальный или наклонный канал для подачи металла из литниковой чаши в рабочую полость или к другим элементам;

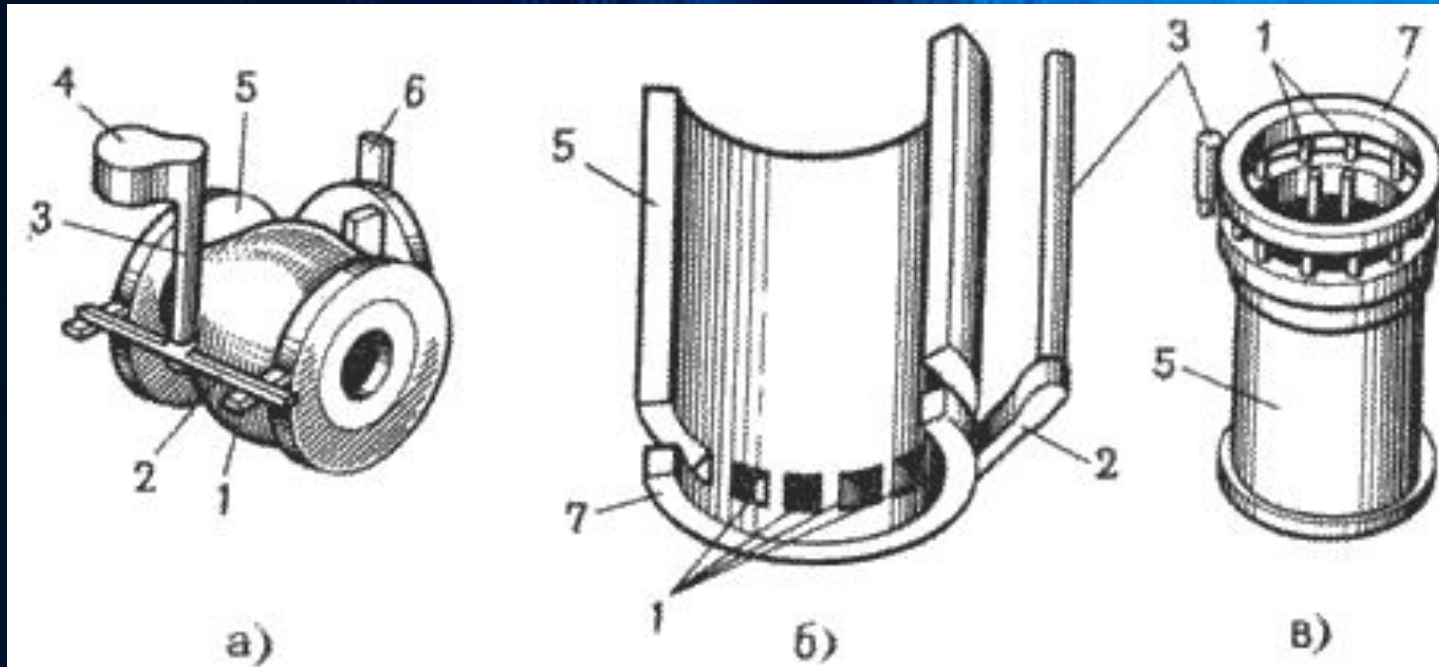
шлакоуловитель 12, с помощью которого удерживается шлак и другие неметаллические примеси;

питатель 13 – один или несколько, через которые расплавленный металл подводится в полость литейной формы.

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

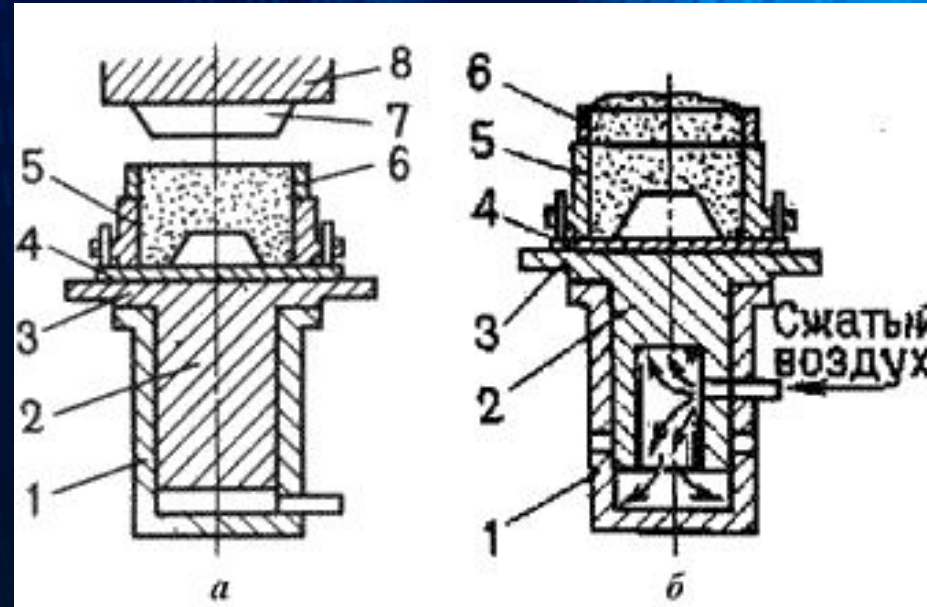


## Разновидности литниковых систем



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

# Приготовление формовочных и стержневых смесей



Для приготовления смесей используются природные и искусственные материалы.

Песок – основной компонент формовочных и стержневых смесей.

Обычно используется кварцевый или цирконовый песок из кремнезема .

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

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

В качестве припылов используют: для чугунных отливок – смесь оксида магния, древесного угля, порошкообразного графита; для стальных отливок – смесь оксида магния и огнеупорной глины, пылевидный кварц. Противопригарные краски представляют собой водные суспензии этих материалов с добавками связующих.

Смеси должны обладать рядом свойств.

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

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

Пластичность – способность воспринимать очертание модели и сохранять полученную форму,

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

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

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

Негигроскопичность – способность после сушки не поглощать влагу из воздуха.

Долговечность – способность сохранять свои свойства при многократном использовании.

По характеру использования различают облицовочные, наполнительные и единые смеси



*Литниковая система* служит для ввода жидкого металла в форму и задерживает шлак, не допуская его в отливку.

Для производства отливок в песчано-глинистых и некоторых других формах чаще всего применяют литниковую систему, состоящую из чаши 1, стояка 2, шлакоуловителя 3, питателя (или питателей) 4 и выпора 5.

**Литниковая система** — это система каналов, через которые расплавленный металл подводят в полость формы. Литниковая система должна обеспечивать заполнение литейной формы с необходимой скоростью, задержание шлака и других неметаллических включений, выход паров и газов из полости формы, непрерывную подачу расплавленного металла к затвердевающей отливке.

Элементы литниковой системы: литниковая воронка (чаша), стояк, зумпф, шлакоуловитель, питатели, прибыль, выпор.

**Литниковая воронка (чаша)** — служит для приема формой струи расплава, заливаемого из литейного ковша.

**Стояк** — вертикальный канал, служит для подвода расплава по высоте формы.

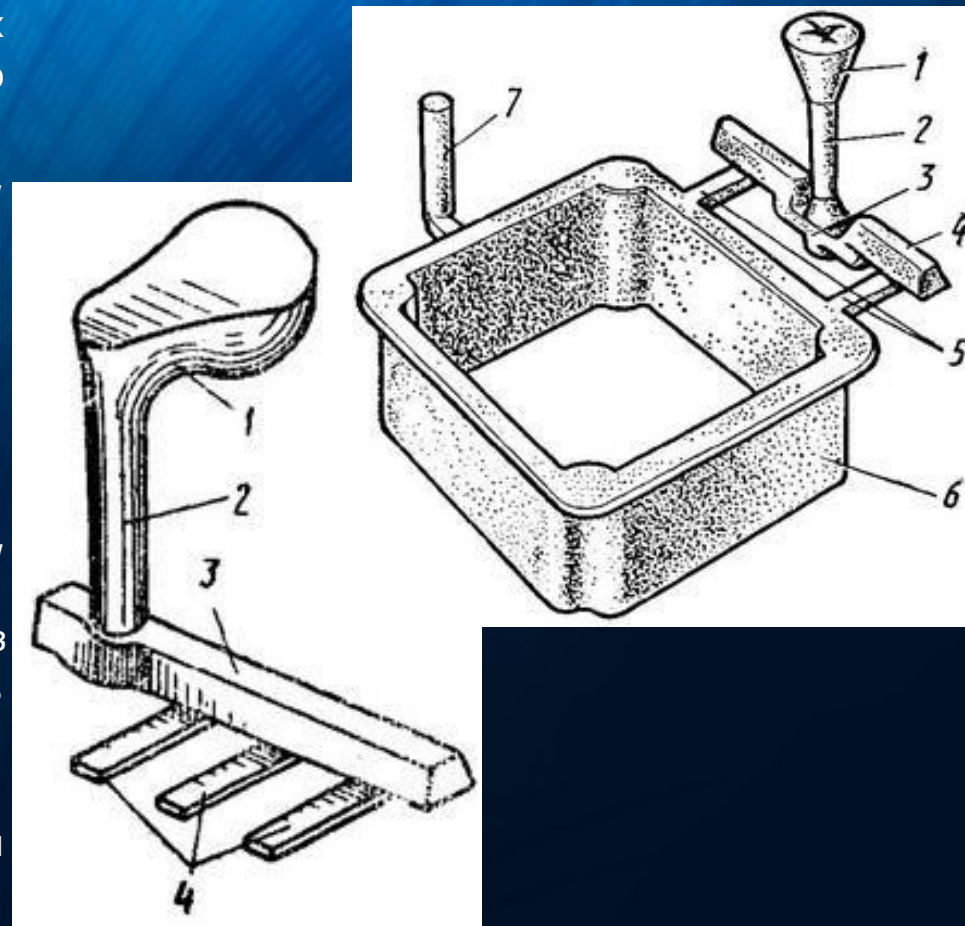
**Зумпф** — гасит энергию падающей струи металла.

**Шлакоуловитель** — горизонтальный канал, чаще всего выполняется в верхней полуформе, служит для улавливания включения в расплаве (газовых, неметаллических, шлаковых).

**Питатель** — горизонтальный элемент литниковой системы, чаще всего выполняется в нижней полуформе, служит для непосредственного подвода расплава в полость формы.

**Выпор** — сквозной канал, соединяющий полость формы с окружающей средой, служит для отвода газов (воздуха), вытесняемых из полости формы при заполнении ее расплавом.

**Прибыль** — особый элемент литниковой системы, располагается над массивным узлом отливки (тепловым узлом), который затвердевает последним в процессе кристаллизации отливки. Служит для компенсации дефицита металла.



# ВИДЫ БРАКА ОТЛИВОК

Недолив

Усадочные  
раковины

Горячие  
трещины

Пригар

Песчаные  
раковины

Коробление

## **Контроль производства отливок и их дефекты**

Контроль осуществляют на специально оборудованных участках, обеспеченных необходимыми контрольно-измерительными инструментами, приборами, приспособлениями.

Методы контроля производства отливок следующие:

- определение химического состава, механических и других свойств исходных материалов и отливок в лабораторных условиях;
- внешний осмотр отливок, позволяющий выявить наружные дефекты;
- выявление внутренних дефектов методами радиографической и ультразвуковой дефектоскопии;
- проверка размеров отливок измерительными инструментами.

Наиболее распространены следующие дефекты отливок.

*Коробление* – искажение конфигурации и размеров отливки под действием напряжений, вызванных неравномерной усадкой или тепловой обработкой отливки.

*Пригар* – шероховатая поверхность отливки, получающаяся в результате проникновения жидкого металла в стенки формы или при сплавлении формовочных материалов с металлом.

*Отбел чугуных отливок* – присутствие в различных частях отливки твердых, не поддающихся механической обработке мест со светлой поверхностью излома.

*Горячие трещины* – разрывы или надрывы в теле отливки с окисленными поверхностями, образующиеся при ее затвердевании в форме.

*Холодные трещины* – разрывы или надрывы в теле отливки с чистыми поверхностями. Образуются, когда затруднена усадка отливки, при преждевременной ее выбивке из формы, а также от сильных ударов.

*Раковины* – газовые, усадочные, земляные.

*Рыхлота и пористость* – местное скопление мелких усадочных раковин. Причины образования те же, что и в случае усадочных раковин.

*Спаи* – сквозные или чаще поверхностные щели с закругленными краями или углубления в теле отливки, образованные неслившимися частями металла. Этот дефект возникает при низкой температуре заливки и очень медленном заполнении полости формы металлом.

*Механические повреждения отливок* – вмятины и забоины, образовавшиеся при транспортировке, выбивке, очистке литья.

*Несоответствие* металла отливки стандартам и техническим условиям по химическому составу.

*Несоответствие* размерам чертежа отливки.

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЛИТЬЯ

Литье в  
землю

Литье в  
кокиль

Литье под  
давлением

Литье с  
кристаллизацией  
под высоким  
давлением

Центробежное  
литье

Литье по  
выплавляемым  
моделям

Электрошлаковое  
литье

Литье по  
газифицируемым  
моделям

Непрерывная  
разливка металла

Литье  
выжиманием

Литье в  
оболочковые  
формы

# ЛИТЬЕ В ЗЕМЛЮ



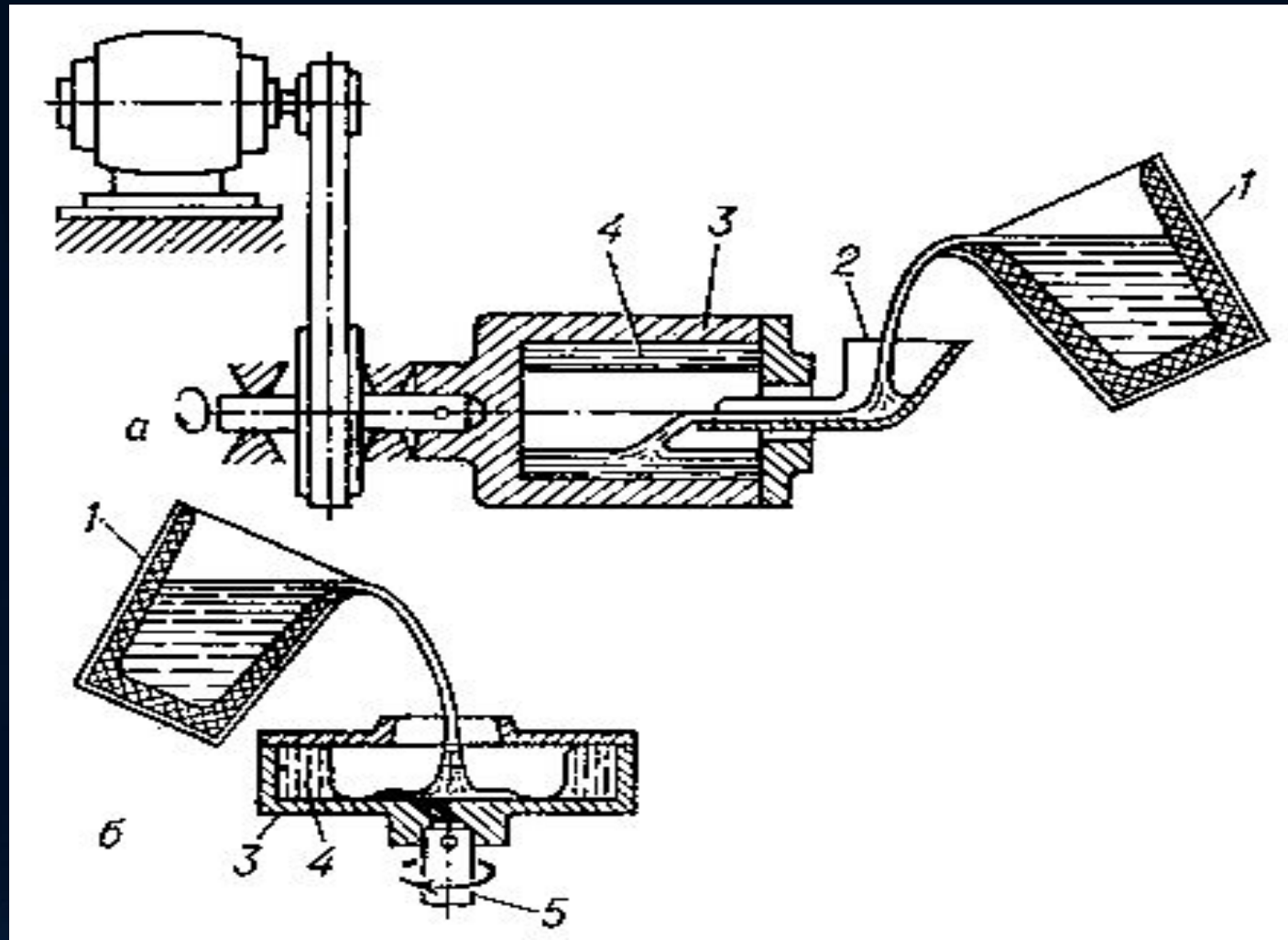
# ЛИТЬЕ В КОКИЛЬ



# ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

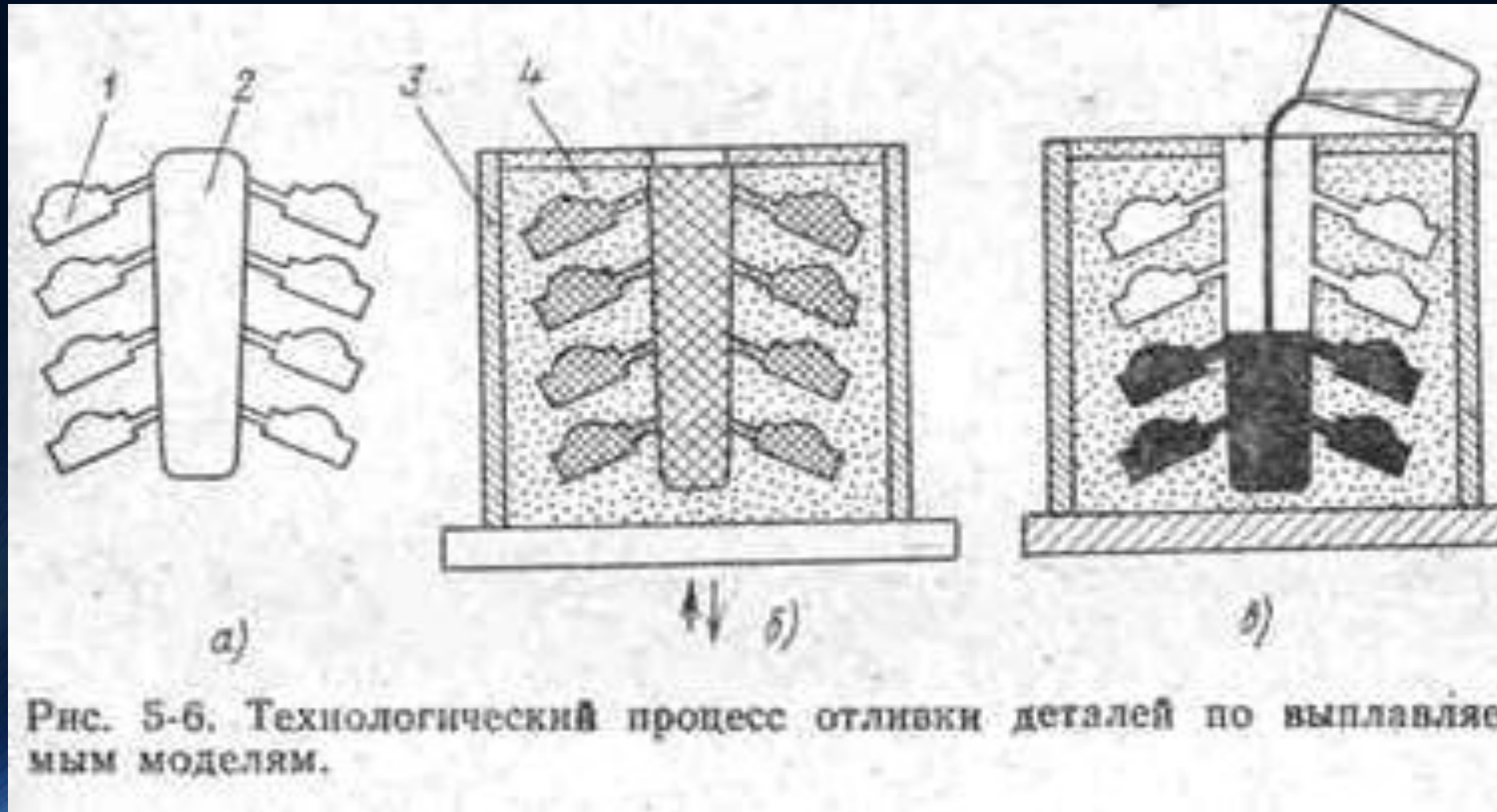


# ЦЕНТРОБЕЖНОЕ ЛИТЬЕ





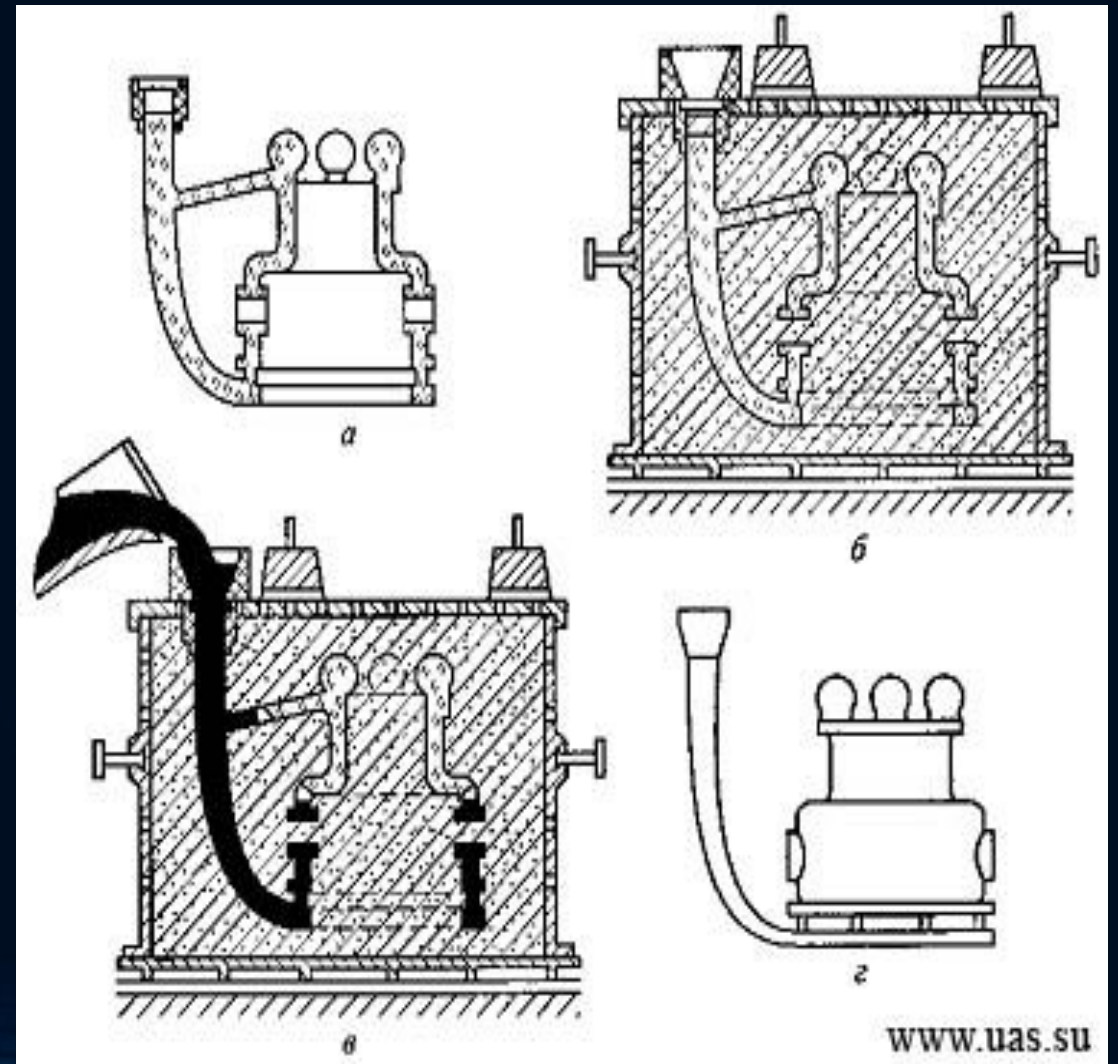
# ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ



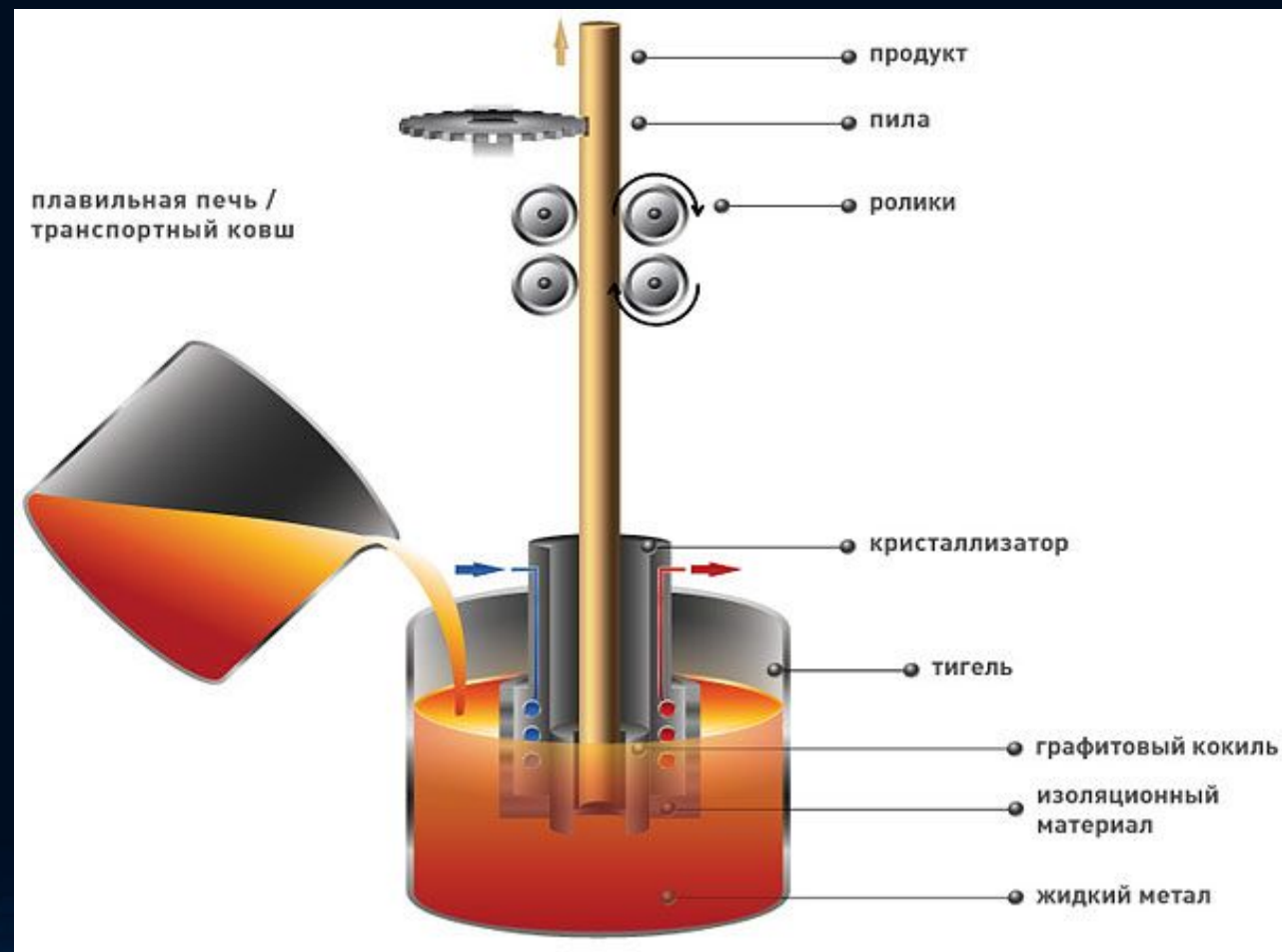
# ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЕ ЛИТЬЕ



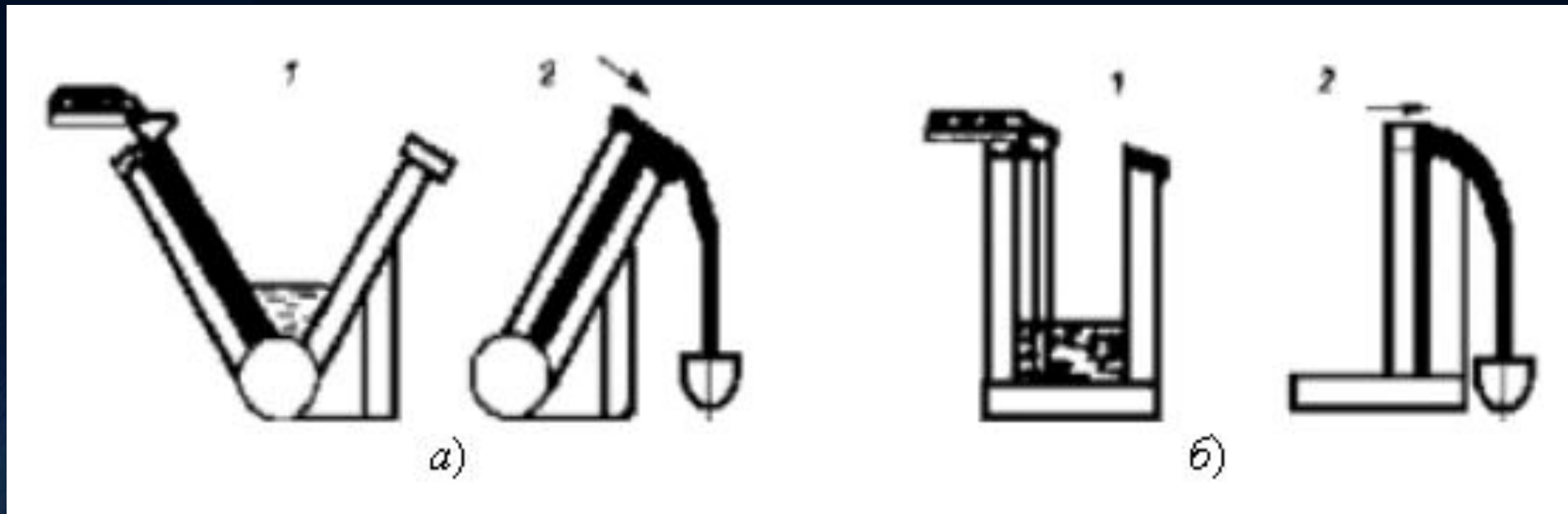
# Литье по газифицируемым моделям



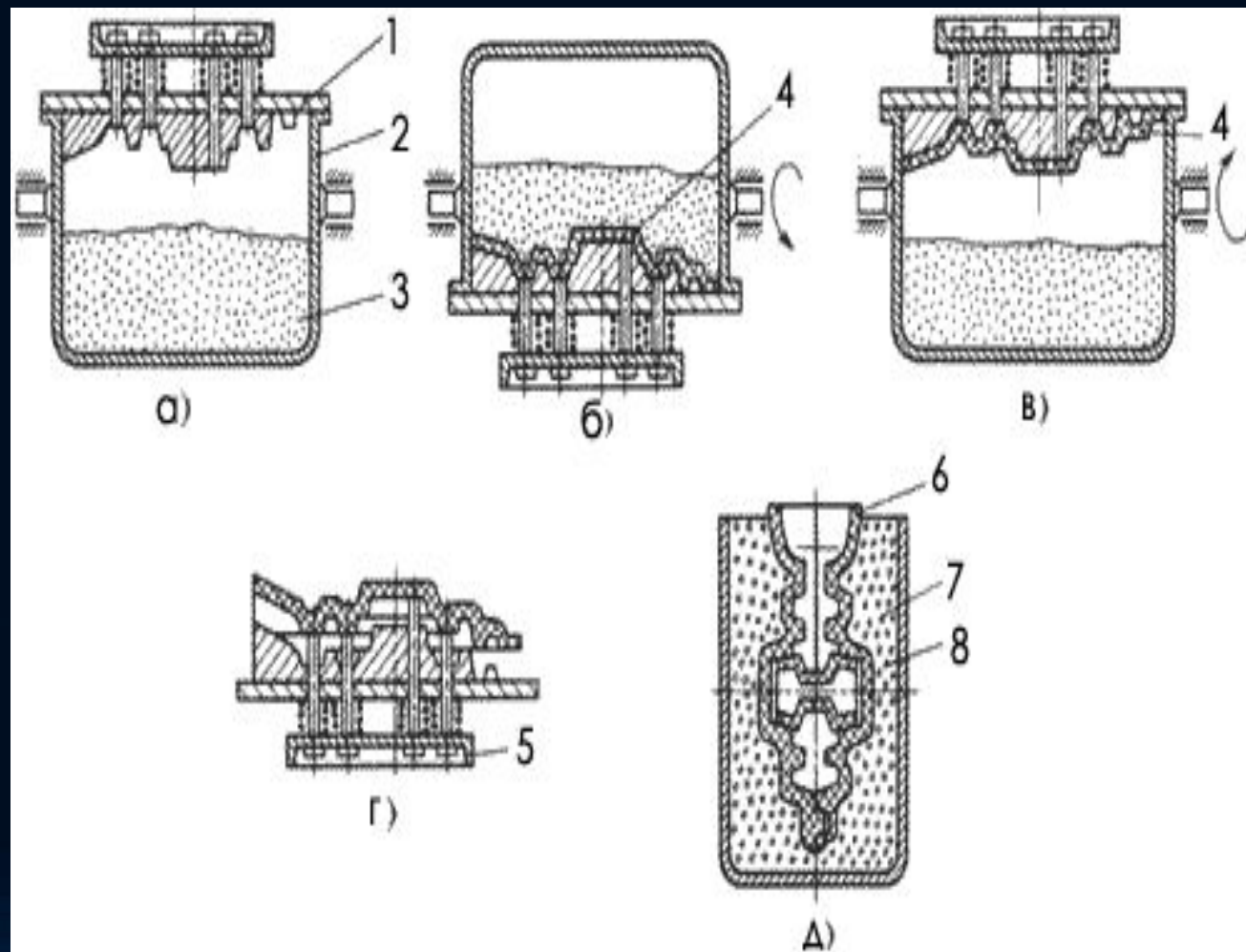
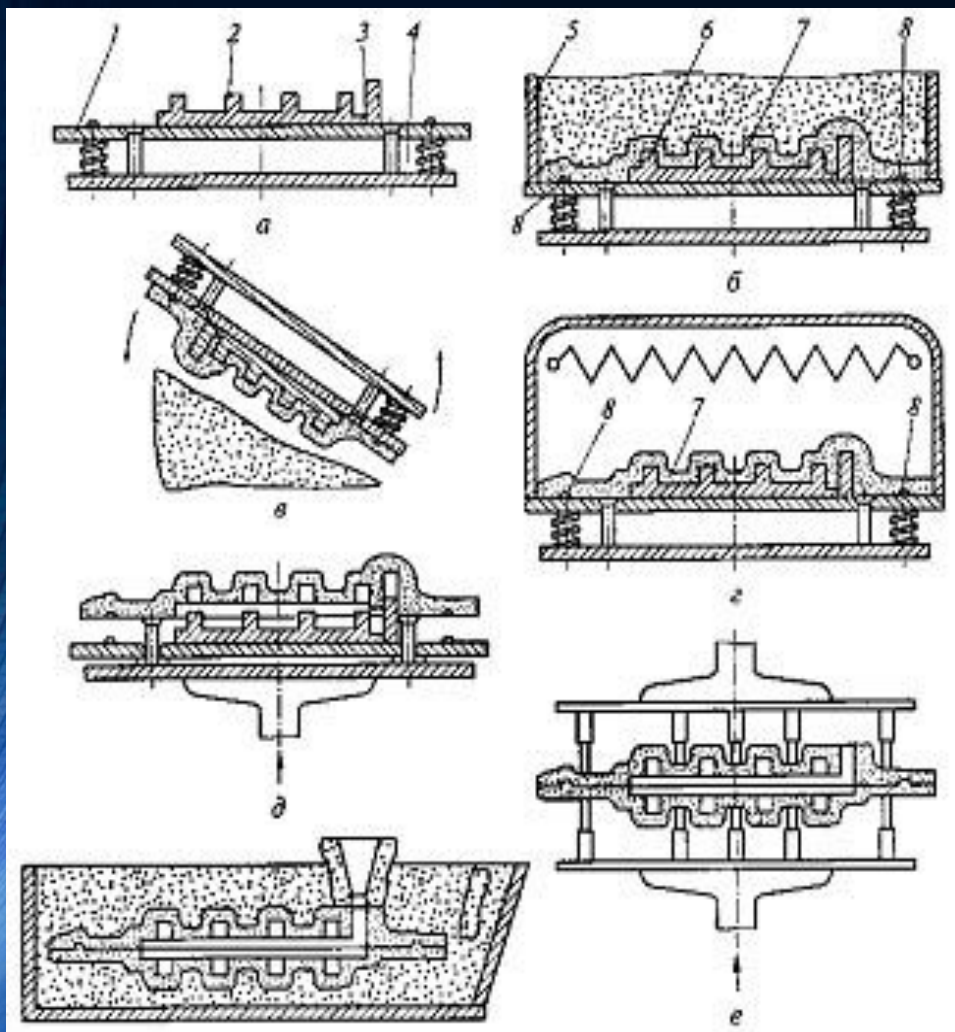
# Непрерывная разливка металла



# Литье выжиманием



# Литье в оболочковые формы



# СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

Жидкотекучесть

Усадка

Объемная  
усадка

Преимущества	Недостатки
1. Разнообразие форм детали	1. Крупнозернистость стали
2. Простота и дешевизна способа	
3. Прогрессивные методы получения отливок в формах	
4. Высокая точность	
5. Минимальный допуск по размеру	
6. Высокая чистота поверхности	



1. Сокращение (исключение) механической обработки на металлорежущих станках,
2. Экономия металла
3. Снижение трудоемкости и стоимости



1. Бракование металла
2. Разрушение металла



# ВЫВОД

## Литейное производство позволяет...

1. Получать заготовки сложной конфигурации с минимальными припусками на обработку резанием и с хорошими механическими свойствами.
2. Технологический процесс изготовления механизирован и автоматизирован (снижает стоимость литых заготовок).
3. Достижения современной науки позволяет улучшить качество продукции и повысить эффективность производства.