

Чем создавать? Технологии современных производств, часть 1. Литьё

Терещенко В.В., ассистент ИППТ



Первые свидетельства возникновения металлургии датируются V-VI-м тысячелетием до нашей эры.



В то время человеку, ещё использующему камень для создания орудий, попадаются медные самородки. Принимая их за камни и обрабатывая привычным способом, ударяя друг об друга, становится ясно, что самородок не откалывается, а деформируется и ему можно придать необходимую форму. Историки называют

Научившись создавать бронзу – сплав из олова и меди, человечество вступило в Бронзовый век.



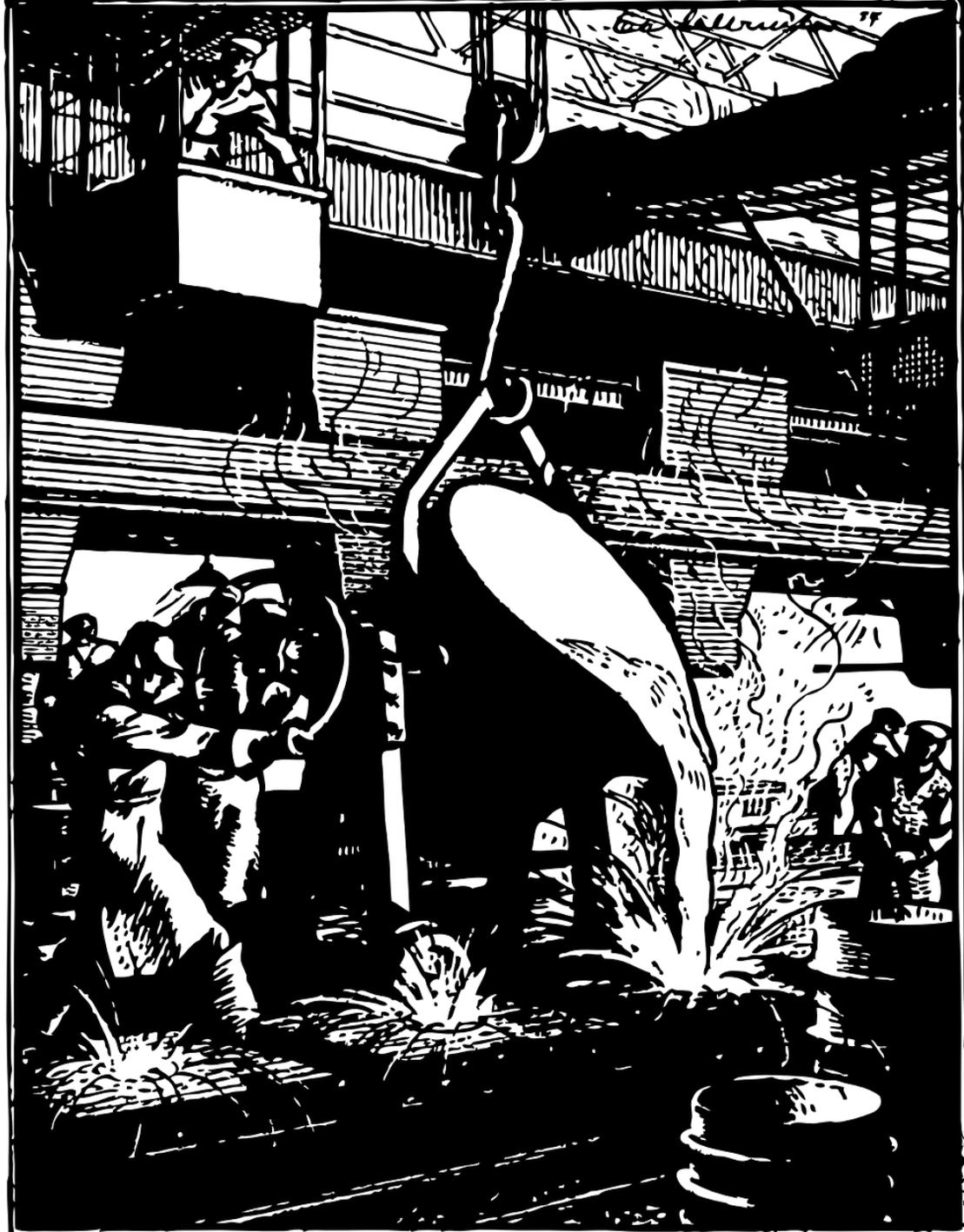
Железный век

Историки считают, что железо добыть было гораздо проще, нежели медь или олово, ведь оно встречается в виде окиси и закиси повсеместно, чего не скажешь о иных металлах.

Страной, в которой впервые стали выплавлять чугун, считается Китай, исторический факт датируется **V-VI-м веком до нашей эры.**

Европейские же страны узнали о чугуне только в XIV-XVI веке нашей эры, во многом благодаря России, занимавшейся экспортом чугунных пушек и ядер.





Литейное производство как технологический процесс

Литейным производством называется технологический процесс получения фасонных деталей из заготовок заливкой расплавленного металла в литейную форму.

Технологический процесс:

1. Изготовление модели.
2. Приготовление формовочной и стержневой смеси.
3. Изготовление литейных стержней и литейных форм.
4. Сборка литейных форм.
5. Плавка металла.
6. Заливка металла в форму.
7. Освобождение металла из формы.
8. Обработка и чистка отливки.
9. Контроль качества отливки.



Классификация литейных сплавов

- 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 среднем на долю литых деталей приходится около 50 % массы машин и механизмов, а их стоимость достигает 20–25 % от стоимости машин.

- Для восстановления требуемого состава сплава потери отдельных элементов в нем компенсируют, вводя в расплав специальные добавки:
 - При плавке сплавов цветных металлов применяют лигатуры: медь–никель, медь–алюминий, медь–олово, алюминий–магний и др.,
 - При литье черных сплавов – ферросплавы (ферросилиций, ферромарганец, феррохром, ферровольфрам и др.)

около 70 % всех отливок по массе
изготавливают из чугуна и около 20 % – из

стали

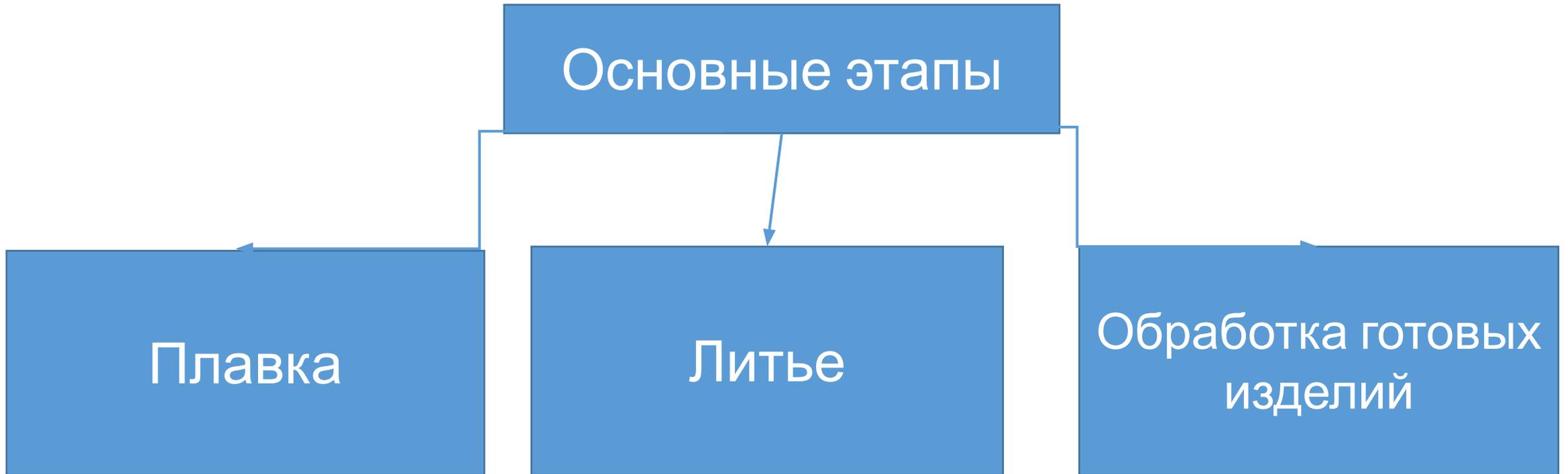
Требования к литейному сплаву

1. состав сплава должен обеспечивать **получение заданных свойств** отливки (физических, химических, физико-химических, механических и др.);
2. 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;

Требования к литейному сплаву

3. сплав должен быть по возможности **простым** по составу, **легко** приготавливаться, не содержать токсичных компонентов, не выделять при плавке и заливке сильно загрязняющих окружающую среду продуктов;
4. 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.);
5. сплав должен быть **экономичным**: содержать по возможности меньшее количество дорогостоящих компонентов, иметь минимальные потери при переработке его отходов (литников, брака).

Основные этапы производства



Плавка



ПЛАВКА - это тепловая обработка **ШИХТЫ** в **ПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ** для выделения из нее **МЕТАЛЛОВ**.

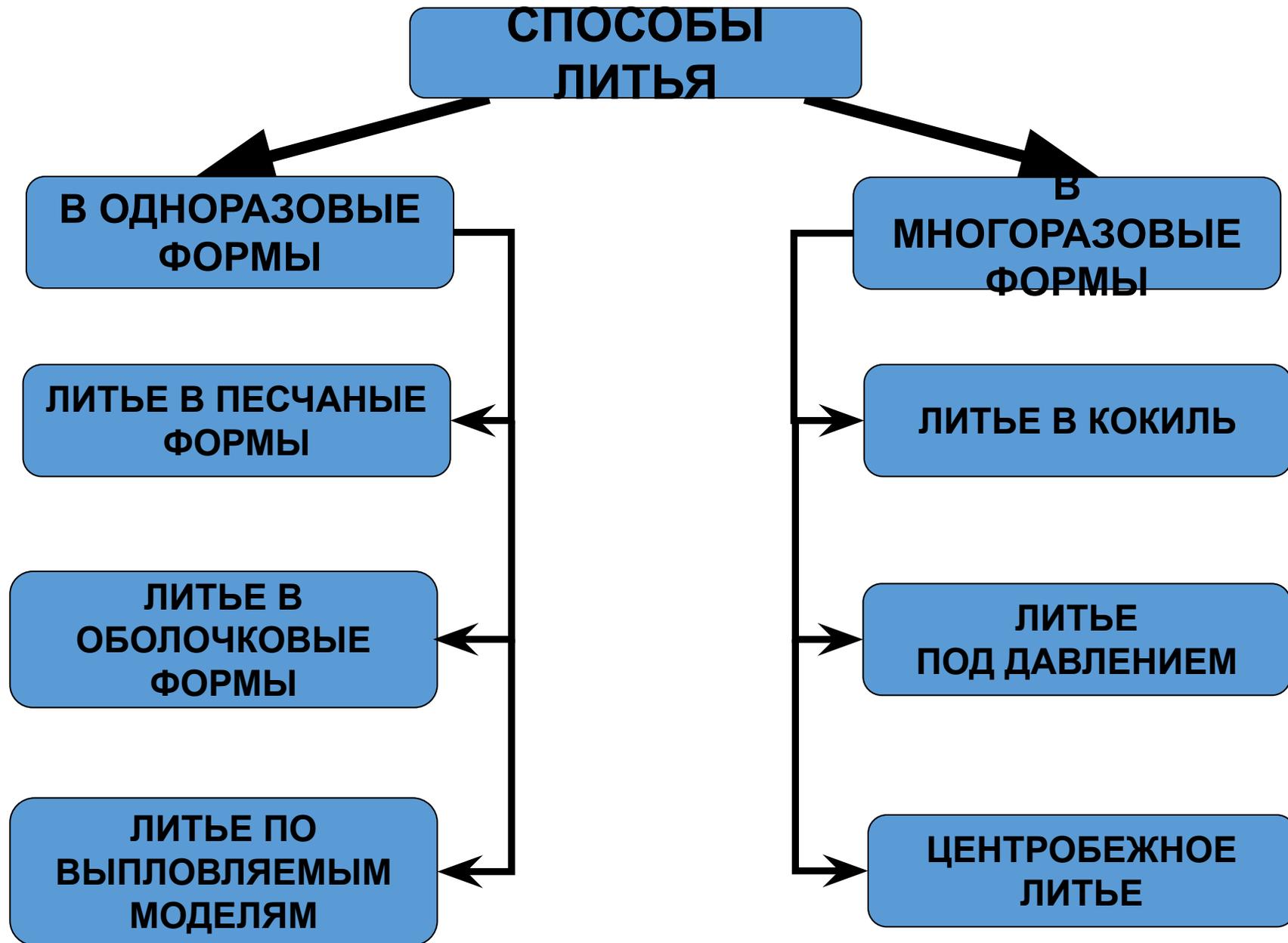
ШИХТА – это материал, поступающий в плавку. Им может быть руда, слитки, бракованные изделия и остатки от производства.



При плавке металлов и сплавов для предохранения расплавов от насыщения кислородом и другими газами из окружающей среды, а также для верхней теплоизоляции расплавов применяют следующие защитные покровы:

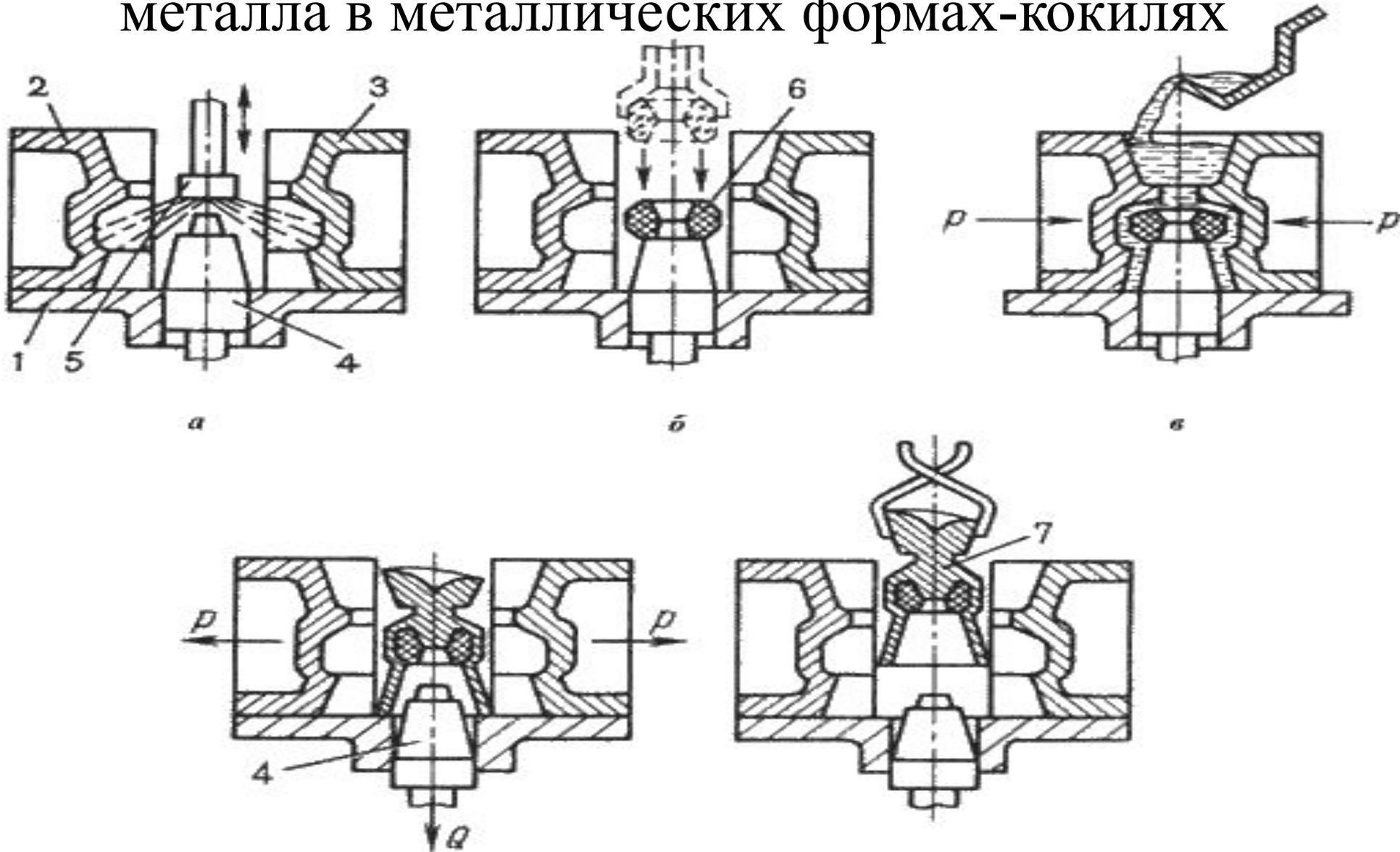
- древесный уголь
- борную кислоту
- хлористый кальций
- хлористый натрий
- хлористый калий
- хлористый барий

(вещества на
основе хлора)



Литье в кокиль

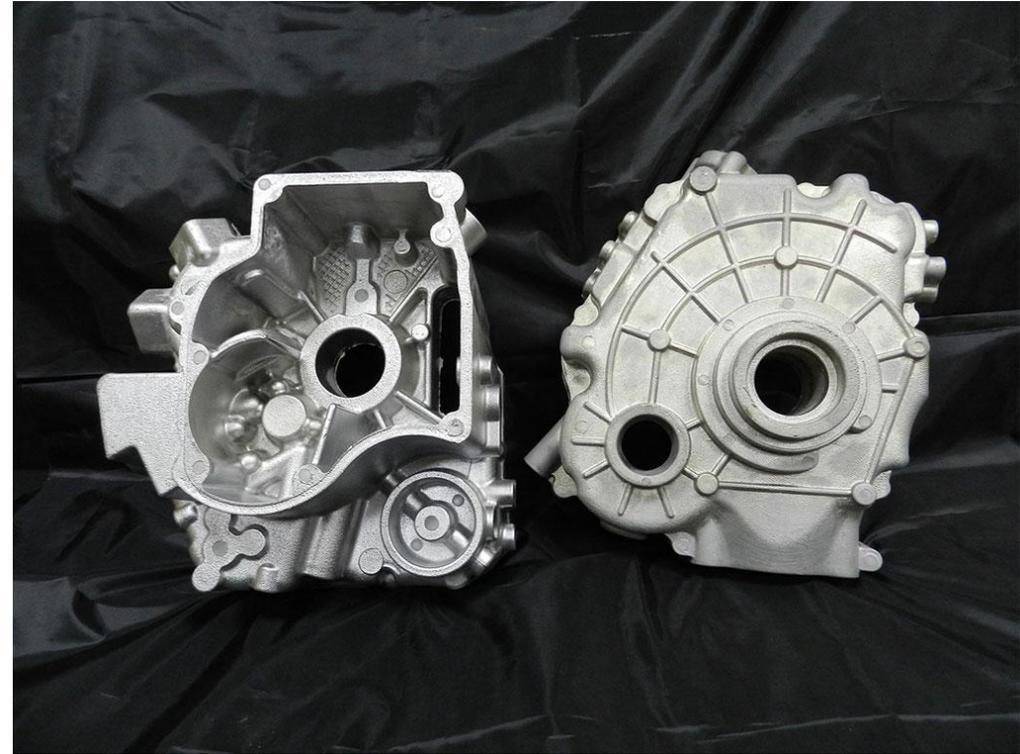
— ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОТЛИВОК ИЗ РАСПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФОРМАХ-КОКИЛЯХ



Литье в кокиль (металлическая форма)

Технологический процесс:

1. Рабочую полость кокиля предварительно нагревают до 150° - 180°C .
2. Кокиль покрываю слоем защитного покрытия (предохраняет от резкого нагрева и схватывания с отливкой).
3. Заливают расплавленный металл.
4. Охлаждают кокиль.
5. Раскрывают кокиль и освобождают отливку.



Преимущества литья в кокиль:

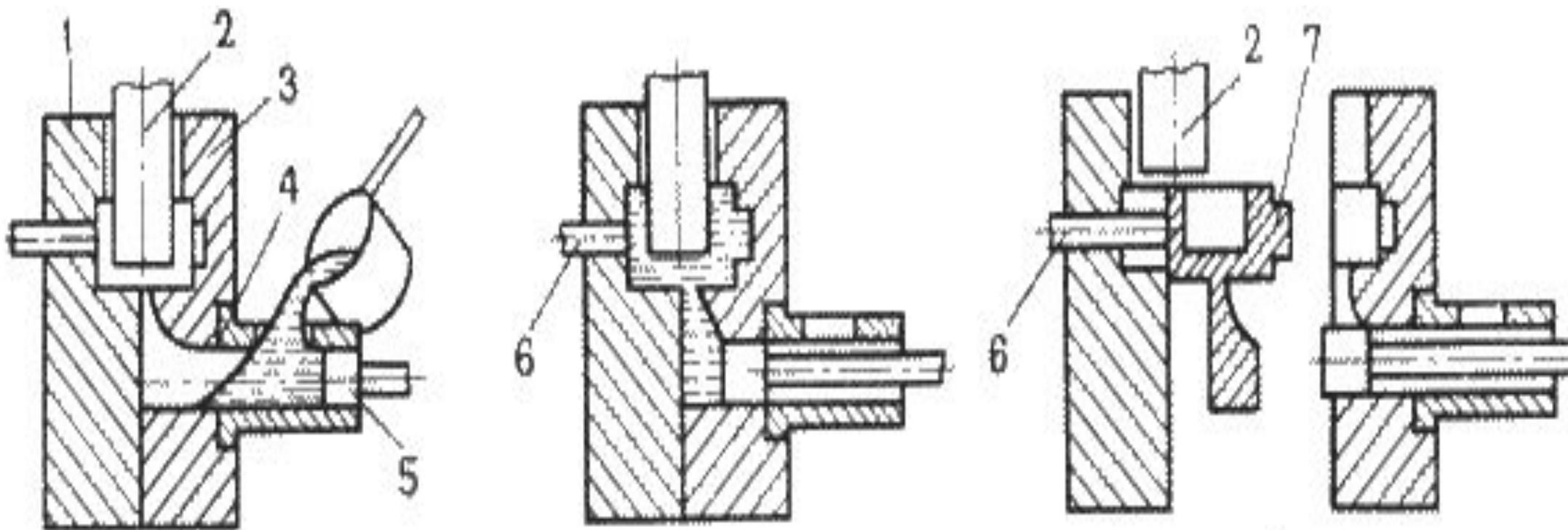
- Повышение производительности труда
- Повышение качества отливки, повышение стабильности показателей качества: механических свойств, структуры, плотности, шероховатости, точности размеров отливок.
- Устранение или уменьшение объема вредных для здоровья операций, меньшее загрязнение окружающей среды.
- Механизация и автоматизация процесса изготовления отливки

Недостатки литья в кокиль:

- Высокая стоимость, сложность и трудоемкость его изготовления.
- Ограниченная стойкость, измеряемая числом годных отливок, которые можно получить в данном кокиле.
- Сложность получения отливок с поднутрениями, для выполнения которых необходимо усложнять конструкцию формы.
- Невысокая податливость кокиля приводит к появлению в отливках напряжений, а иногда и наличие трещин.

Литье под давлением

- процесс получения отливок из расплавленного металла на машинах литья под давлением с холодной или горячей камерой прессования. В машинах с холодной камерой прессования камеры прессования располагаются либо горизонтально, либо вертикально.



Литье под давлением

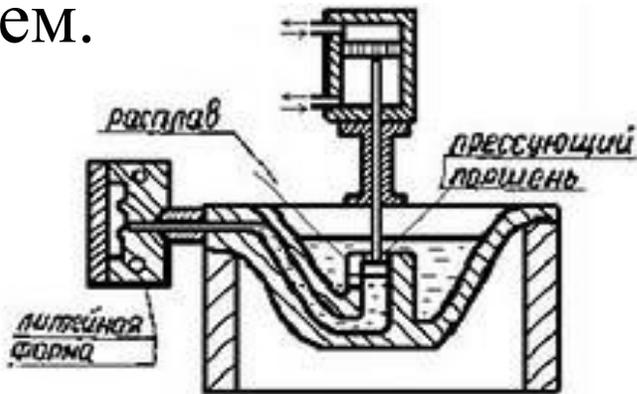
Технологический процесс:

1. Заливка расплавленного металла (под давлением)
в камеру сжатия

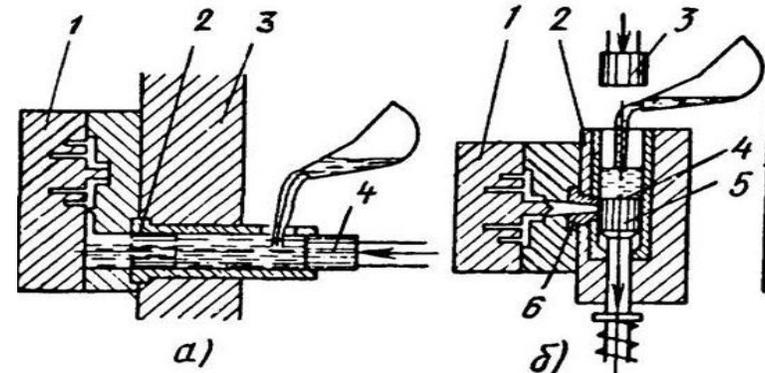
машины.

2. Перегонка металла через литниковую систему в
рабочую полость

литейной формы, где отливка формируется под
давлением.



Поршневая машина
с горячей камерой прессования



Поршневая машина
с холодной камерой прессования

Преимущества литья под давлением:

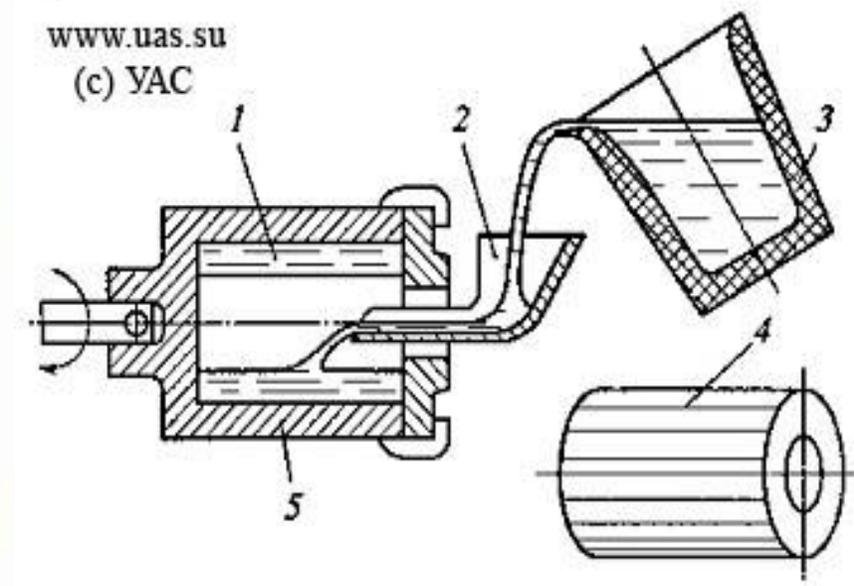
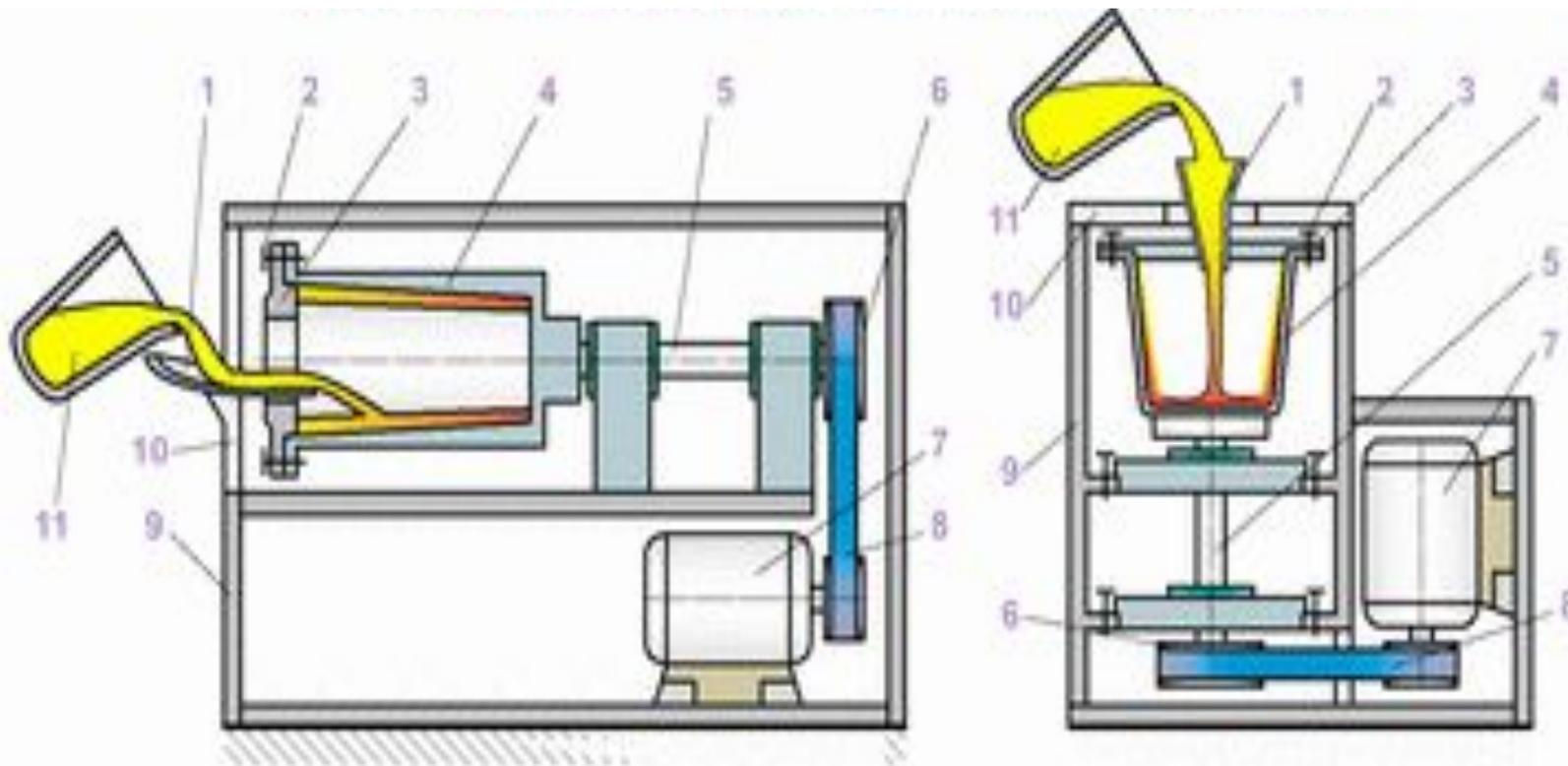
- высокая производительность;
- высокое качество поверхности;
- точные размеры литого изделия;
- минимальная потребность в механической обработке изделия.

Недостатки литья под давлением:

- ограниченная сложность конфигурации отливки (связанная с тем, что при отделении отливки от литейной формы могут происходить повреждения);
- ограниченная толщина отливки (расплав равномернее затвердевает, если изделие тонкое);

Центробежное литье

- процесс получения отливок из расплавленного металла во вращающихся формах, на машинах с вращением формы вокруг вертикальной оси и на машинах с горизонтальной осью вращения



Преимущества центробежного литья:

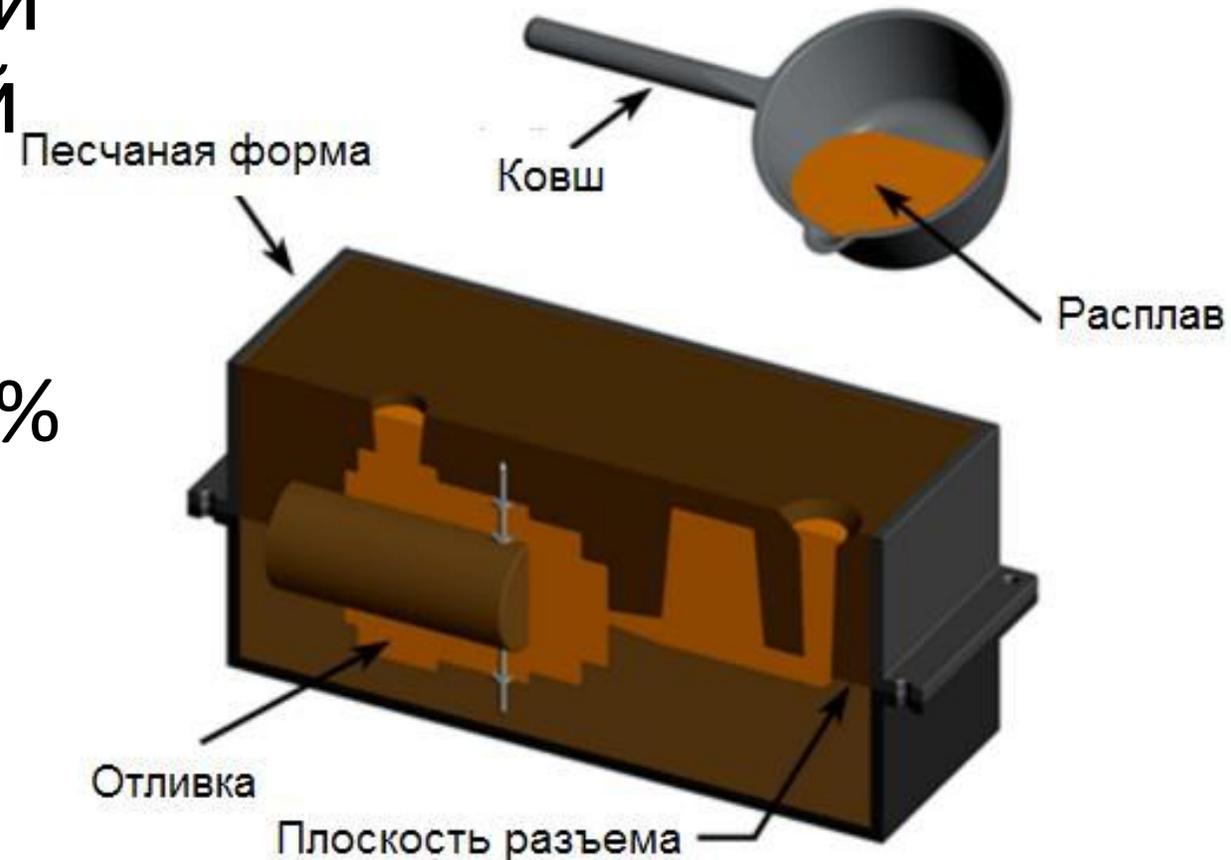
- Отливки имеют плотную структуру;
- Центробежные отливки в меньшей степени загрязнены неметаллическими ;
- Для образования отверстий в цилиндрических отливках не требуется стержень;
- Отсутствие во многих случаях литниковой системы увеличивает выход годного до 90...95%;
- Возможность получения тонкостенных отливок;
- Производительность труда выше, а условия лучше, чем при литье в разовые формы;
- Центробежным литьем можно получить двухслойные (биметаллические) отливки;

Недостатки центробежного литья:

- Сложность получения точного размера отверстия в отливке;
- Четко выраженная ликвационная неоднородность сплава по сечению отливки;
- Значительная шероховатость;
- Внутренняя поверхность более шероховатая;

Литьё в песчаные формы

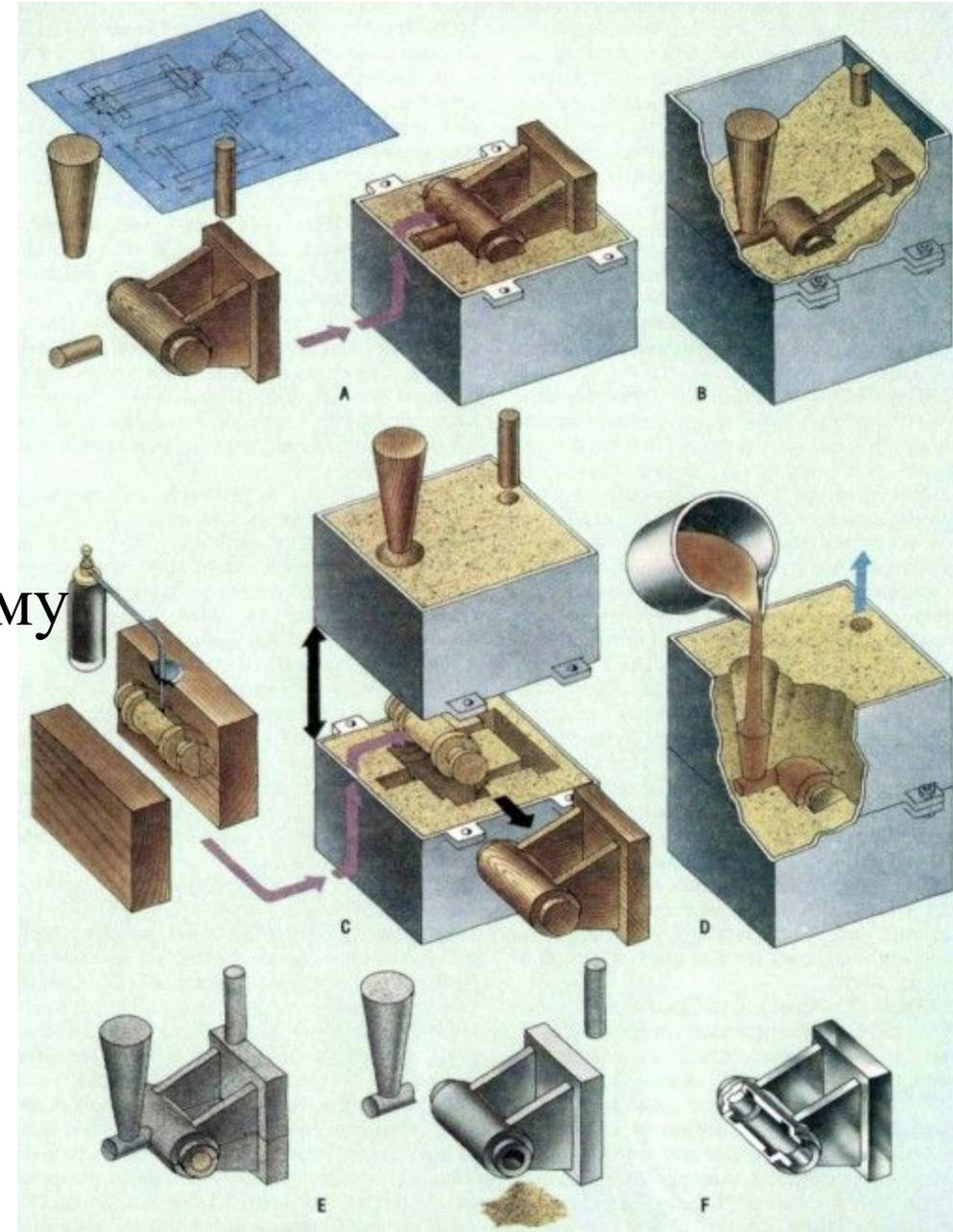
- **Литьё в песчаные формы** — дешёвый, самый грубый (в плане размерной точности и шероховатости поверхности отливок), но самый массовый (до 75-80 % по массе получаемых в мире отливок) вид **литья**.



Технологический процесс:

Литье в песчаные формы

1. Изготовление деревянной модели.
2. Изготовление формовочной смеси (песок, глина, жидкое стекло).
3. Модель монтируется в формовочную смесь.
4. Корпус формы раскрывают и убирают деревянную модель.
5. Стержень помещают в корпус формы, и форму опять собирают.
6. Расплавленный металл вливается в высушенную форму через конусообразный литник.
7. После охлаждения корпус формы раскрывается и достается отливка.



Преимущества литья в песчаные формы

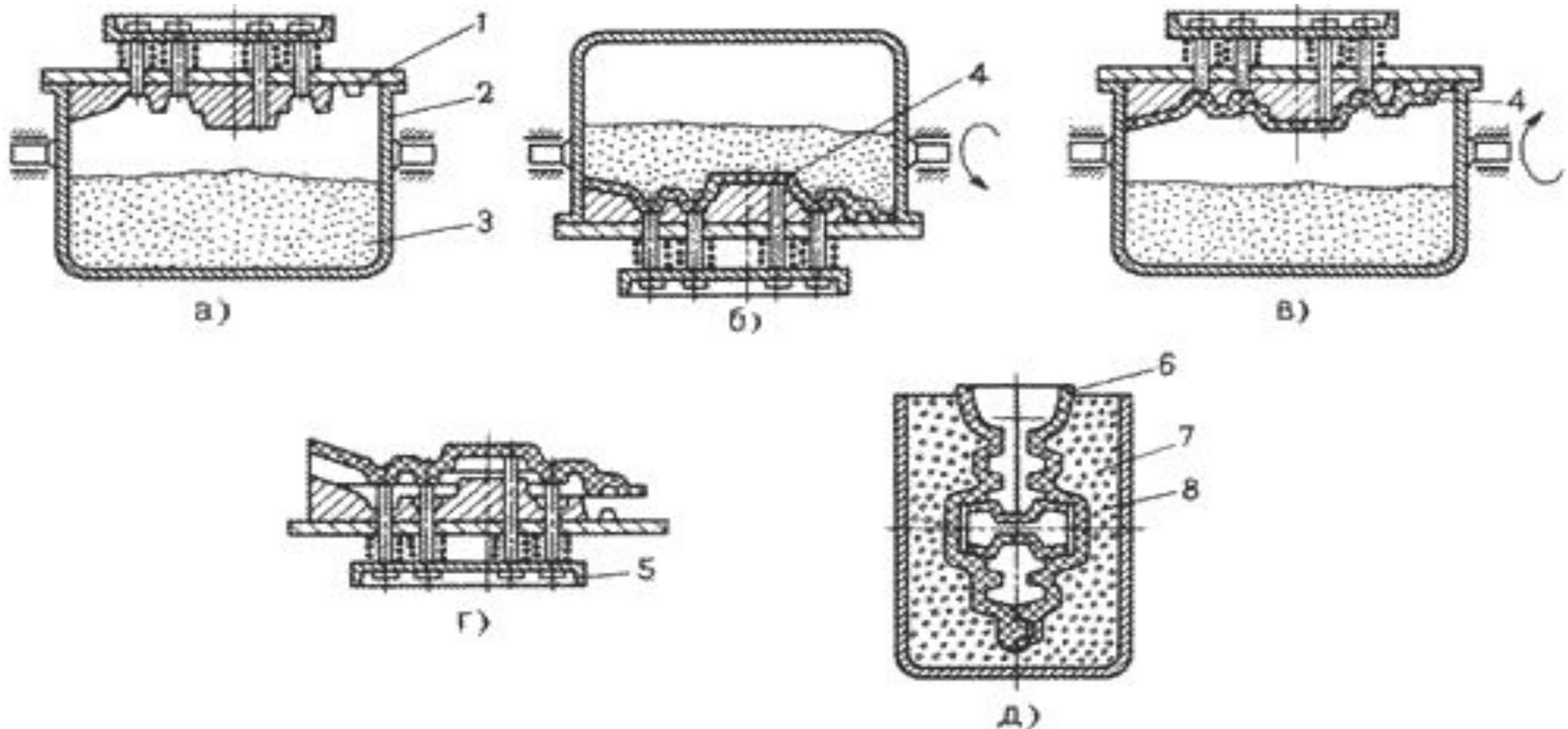
- Конфигурация 1...6 групп сложности.
- Возможность механизировать производство.
- Дешевизна изготовления отливок.
- Возможность изготовления отливок большой массы.
- Отливки изготавливают из всех литейных сплавов, кроме тугоплавких.

Недостатки литья в песчаные формы

- Плохие санитарные условия.
- Большая шероховатость поверхности.
- Толщина стенок $> 3\text{мм}$.
- Вероятность дефектов больше, чем при др. способах литья.

Литье в оболочковые формы

- процесс получения отливок из расплавленного металла в формах, изготовленных по горячей модельной оснастке из специальных песчано-смоляных смесей



Технология изготовления оболочек включает в себя следующие операции:

- Нагрев модельной оснастки до 200 - 250 °С.
- Нанесение на рабочую поверхность модельной оснастки (пульверизатором) разделительного состава
- Нанесение песчано-смоляной смеси на модельную
- Формирование и отверждение оболочки необходимой толщины (смола отвердевает при 350 °С)
- Съем оболочковой полуформы после ее изготовления с модели

Преимущества литья в оболочковые формы

- уменьшение параметров шероховатости поверхности и существенное улучшение внешнего товарного вида;
- возможность получения отливок с тонким и сложным рельефом, а также толстостенных отливок с литыми каналами малых сечений;
- уменьшение трудоемкости ряда операций технологического процесса ;
- сокращение в 8-10 раз и более объема переработки и транспортирования формовочных материалов;
- уменьшение металлоемкости формовочного

Недостатки литья в оболочковые формы

- относительно высокая стоимость смоляного связующего;
- сложность модельной и стержневой оснастки;
- повышенное выделение вредных химических веществ в ходе термического разложения смоляного связующего;
- недостаточная прочность оболочек при получении тяжелых отливок;
- склонность к появлению некоторых специфических видов дефектов, сопровождающих низкую газопроницаемость литейной формы.

Литье по выплавляемым моделям

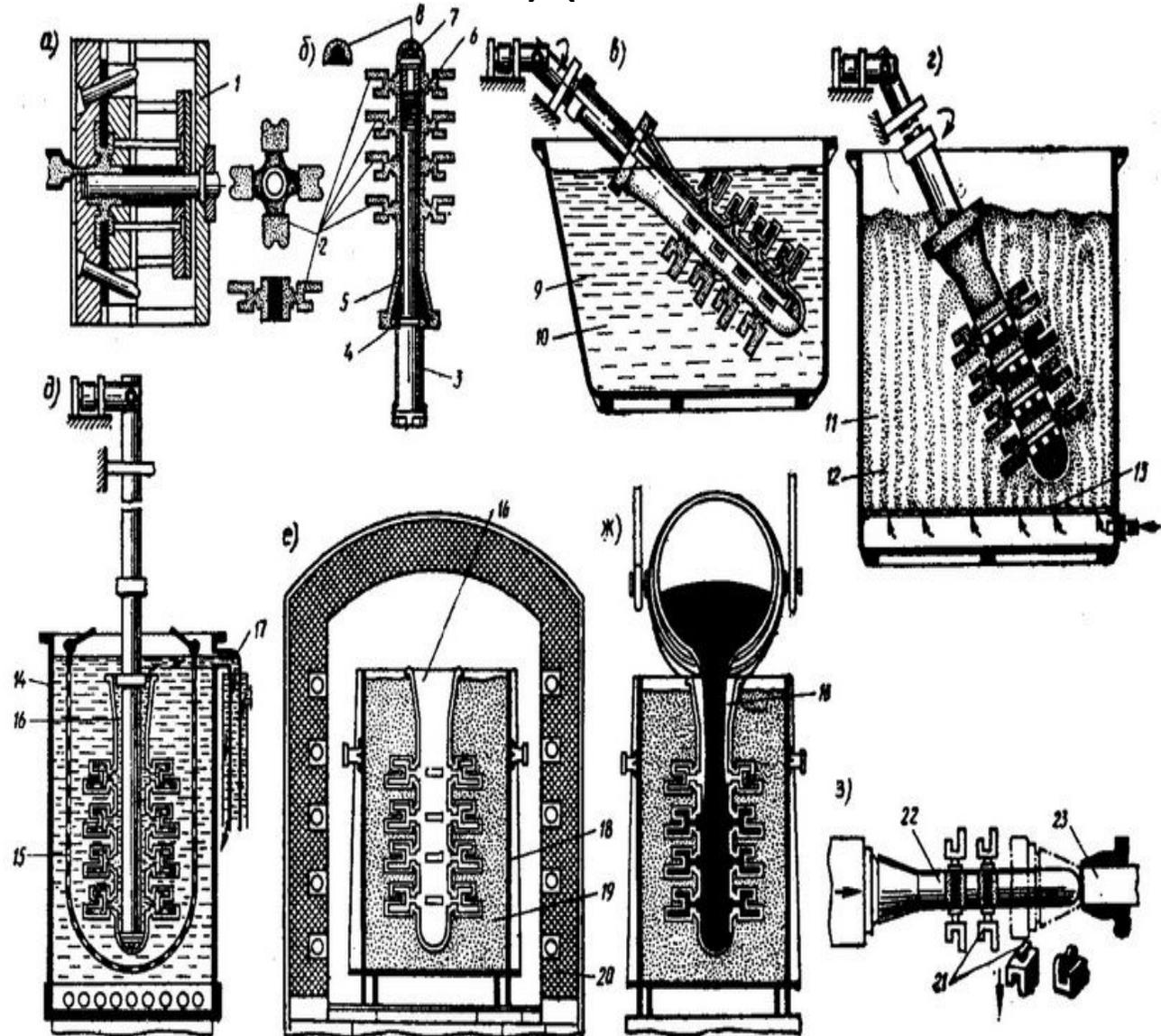
— процесс получения отливок из расплавленного металла в формах, рабочая полость которых образуется благодаря удалению (вытеканию) легкоплавкого материала модели при ее предварительном нагревании



Технологический процесс:

1. Изготовление разовой модели из легкоплавкого материала (парафин, стеарин).
2. Покрывается керамической оболочкой.
3. Модель удаляют (выжигают, испаряют, выплавляют)
4. Полость оболочки заливают расплавленным металлом.
5. Оболочку охлаждают.
6. Керамическую оболочку разрушают.

Литье по выплавляемым моделям



Преимущества литья по выплавляемым моделям

- отсутствие разъема формы, что обеспечивает повышенную точность размеров и массы отливок;
- уменьшение параметров шероховатости поверхности и существенное улучшение внешнего товарного вида отливок;
- улучшение заполняемости форм из-за их предварительного подогрева;
- улучшение условий затвердевания отливок в силу более медленного охлаждения;
- сокращение в несколько раз объема переработки и транспортирования формовочных материалов;
- уменьшение объема механической обработки отливок

Недостатки метода литья по выплаваемым моделям:

- относительно высокая стоимость формовочных материалов;
- сложность модельной оснастки;
- повышенное выделение вредных химических веществ в ходе термического удаления модельного вещества.

