

Дисциплина:
**«Инновационные технологии
машиностроения»**

(2. Процессы получения заготовок)

**доцент, к.т.н. Милюков И.А.
ИЭВТ, кафедра ИТНО**

Тел. +7 (903) 716-92-61; e-mail: miliukovIA@mpei.ru; itno_milukov@mail.ru

Лекции – 16 ч.

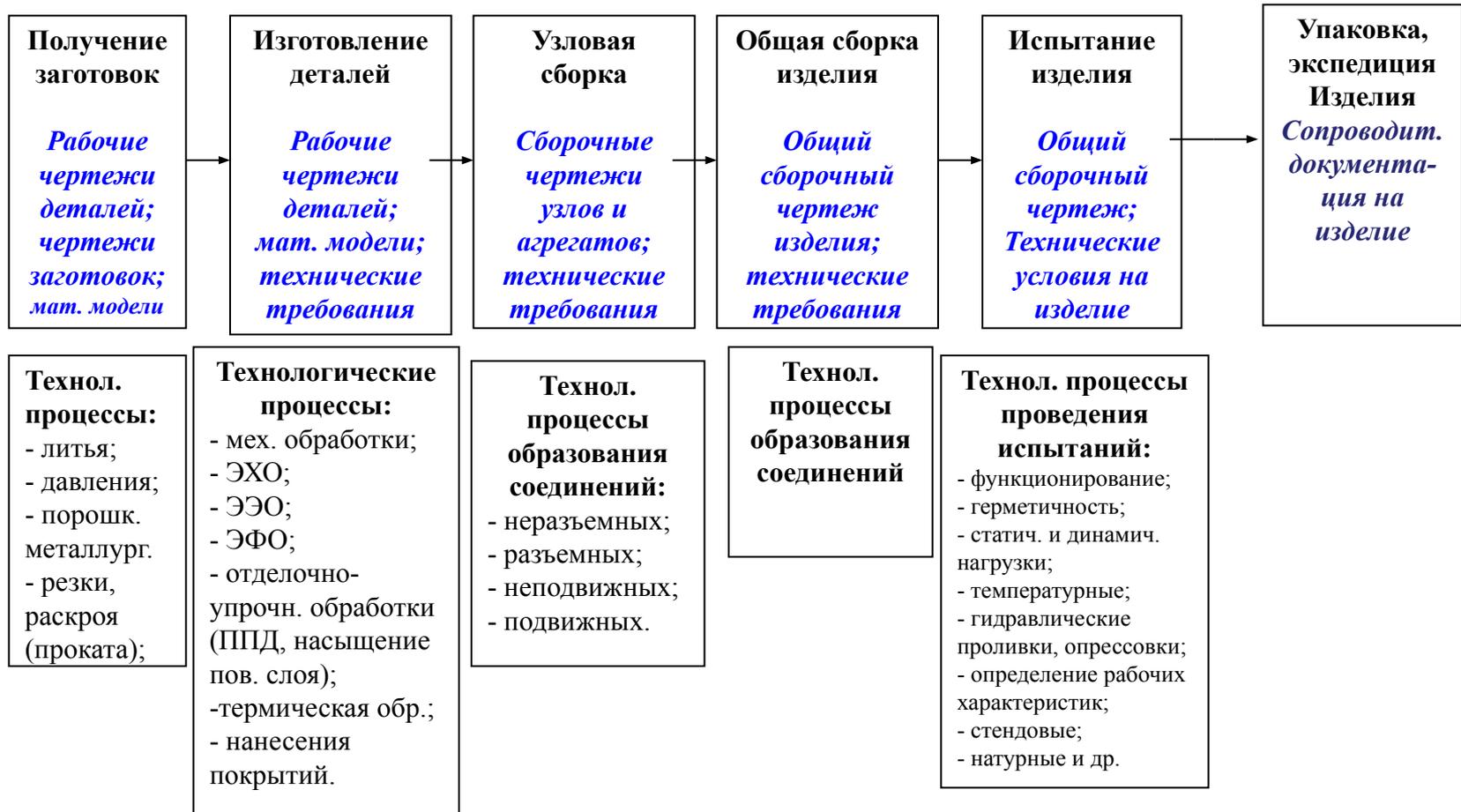
Лабораторные работы – 32 ч.

БАРС. Контрольные работы. Зачет с оценкой.

2021/2022 уч. год

ЭТАПЫ ОБЩЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Общий технологический процесс состоит из отдельных, не похожих друг на друга этапов – **единичных (частных) технологических процессов**. Эти технологические процессы обеспечивают последовательное решение отдельных технологических задач, стоящих при изготовлении изделия.



ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК

Технологические процессы заготовительного производства должны обеспечивать минимальные припуски на последующую обработку, требуемую структуру и физико-механические свойства материала заготовок, предотвращать появления потенциальных очагов разрушения будущей детали.

Припуск на обработку – это толщина дополнительного слоя материала, оставляемого у заготовки, который удаляется в процессе последующей обработки для обеспечения необходимой точности и качества поверхностного слоя получаемой детали.

Для обеспечения требуемого качества готовой детали и высокой экономической эффективности технологического процесса ее изготовления необходимо правильно выбрать **вид заготовки**, наиболее полно отвечающий характеру материала детали, ее конструктивным формам, функциональному назначению, условиям эксплуатации и типу производства.

$$C_{\text{детали}} = C_{\text{загот.}} + C_{\text{обработки}} ; C_{\text{загот.}} = C_{\text{матер.}} * M_{\text{загот.}} * K_{\text{вида загот.}}$$

$K_{\text{вида загот.}}$ определяется на основании табличных данных и учитывает: способ получения заготовки, класс точности заготовки, степень сложности заготовки, массу заготовки, марку материала заготовки и объем производства.

ПОЛУЧЕНИЕ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК

Литье – получение заготовки деталей путем **заливки** расплавленного материала (металла) в специальную **литейную форму**.

Для получения качественной отливки, материал должен обладать хорошей **жидкотекучестью** (способность расплавленного материала заполнять форму).

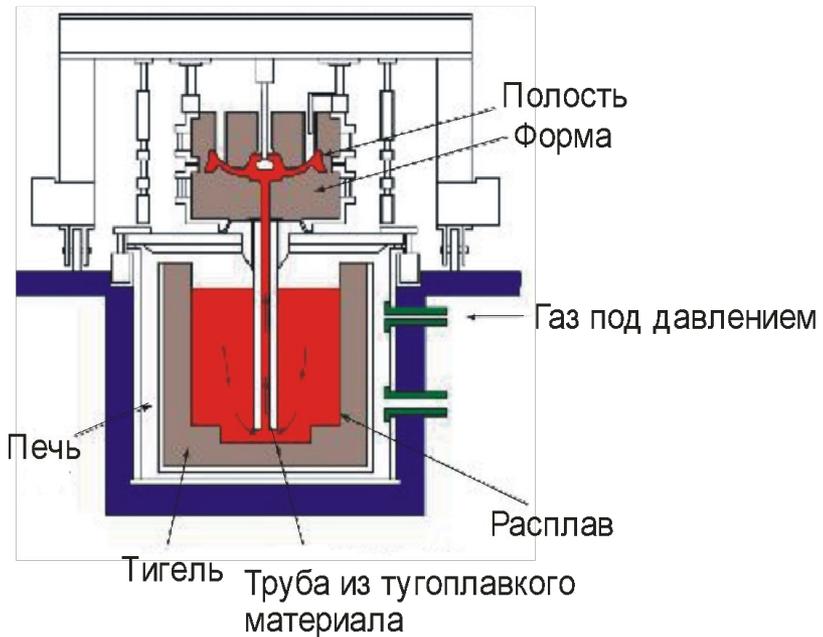
Температуру заливки материала выбирают выше температуры ликвидуса (температуры полного плавления твердых фаз материала).

Извлечение заготовки из литейной формы производится при температуре заготовки ниже температуры солидуса (температура полного затвердевания материала при охлаждении).

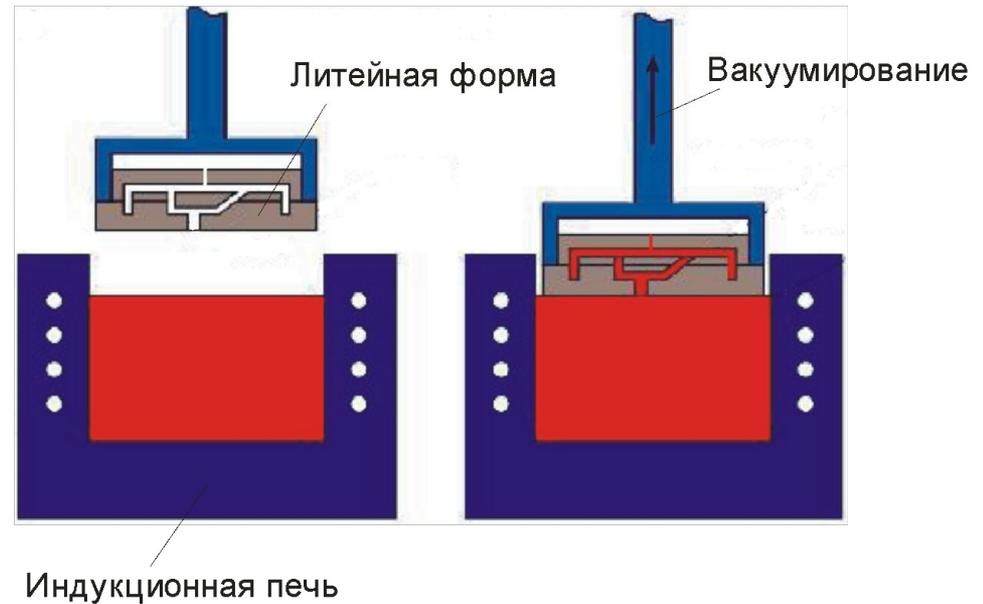
СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ ЛИТЬЯ

По видам форм	По видам моделей	По технологии заливки
Литье в песчаные (одноразовые) формы	Литье по многоразовым моделям.	Свободное литье (при атмосферном давлении).
Литье в керамические оболочковые (одноразовые) формы.	Литье по выплавляемым (одноразовым) моделям.	Литье под давлением.
Литье в кокиль (многоразовые металлические формы).	Литье по газифицируемым (одноразовым пенополистироловым) моделям.	Вакуумное литье.
Литье в формы, изготовленные высокоскоростной механической обработкой на станках с ЧПУ.	Безмодельное литье	Центробежное литье.

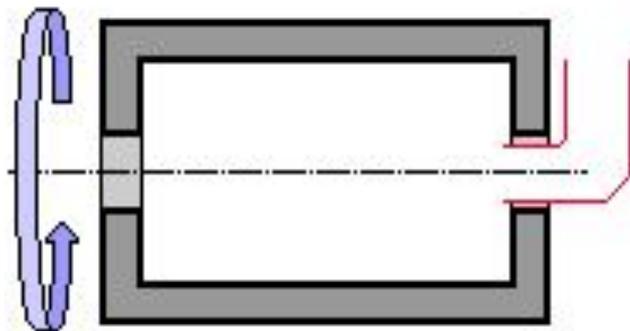
ВИДЫ ЛИТЬЯ



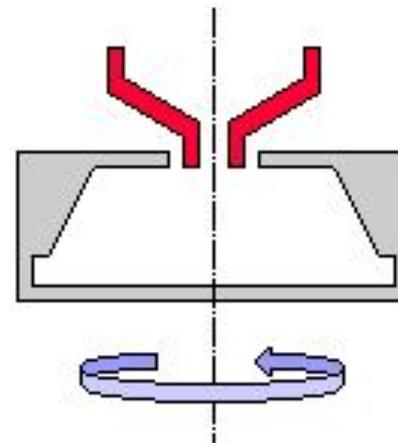
Литье под давлением



Вакуумное литье



Центробежное литье



ВИДЫ ЛИТЬЯ

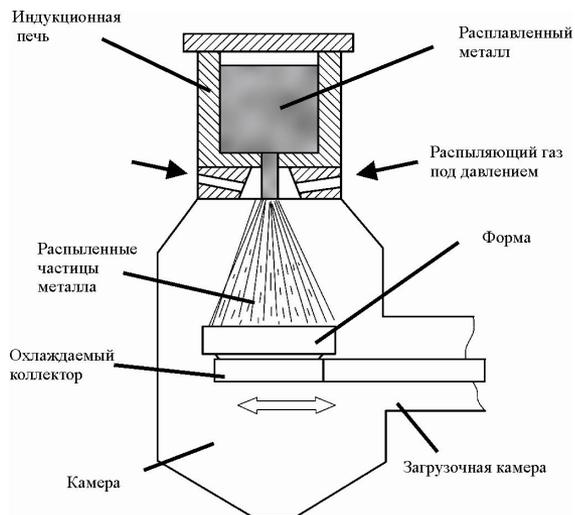
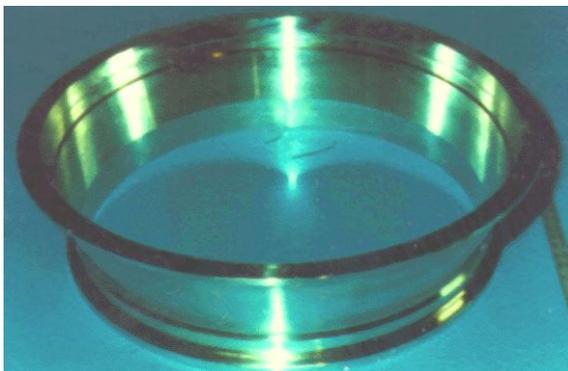


Схема спрейного
литья



Корпусная деталь полученная
вакуумным центробежным спрейным
литьем

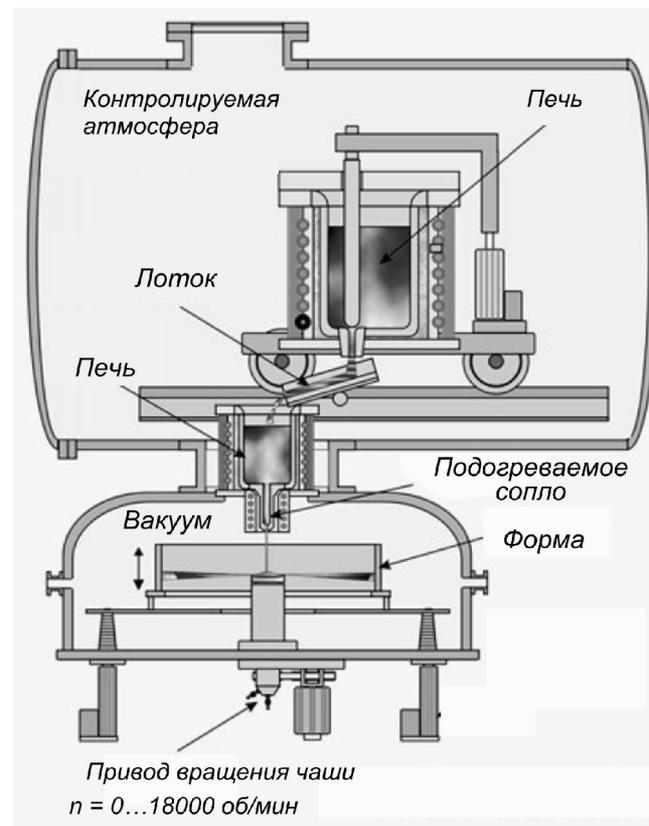
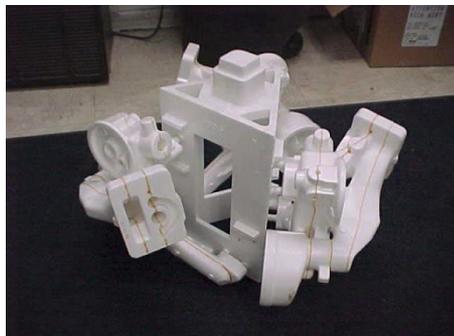


Схема центробежного спрейного
литья

ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОДНОРАЗОВЫХ ФОРМ



1. Изготовление моделей



2. Окраска моделей специальным составом.



3. Обсыпка порошком формовочной смеси.



4. Сушка формы.

5. Последовательное повторение этапов 2,3,4 несколько раз до образования корки заданной толщины (4-6 мм)

6. Удаление (выплавление) модели из формы.

7. Прокаливание формы в печи для придания жаропрочности.



ЗАГОТОВКИ, ПОЛУЧЕННЫЕ ЛИТЬЕМ



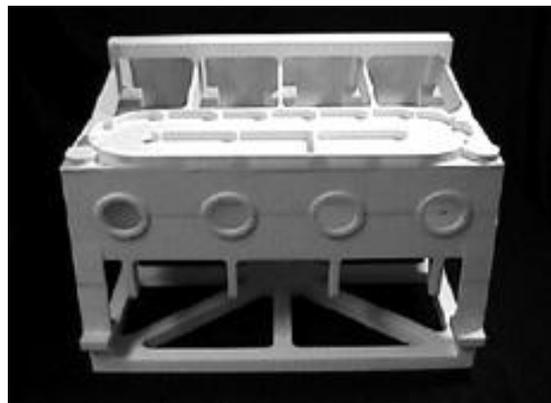
Литые заготовки корпуса форсунок



Литейная форма и литые заготовки



Литые заготовки корпусных деталей



Основные дефекты литых заготовок

1. Усадка металла.
2. Трещины в отливках.
3. Коробление отливок.
4. Внутренние несплошности, газовые раковины и пористость в отливках.

Одним из направлений улучшения механических свойств литых заготовок является их обработка в специальных устройствах - газостатах при высоких давлениях и температурах. Такая обработка обеспечивает практически 100-процентное "залечивание" внутренних несплошностей вследствие вязко-пластического затекания металла в полости дефектов (пор, рыхлот, ликваций) и протекания диффузионных процессов. При этом обеспечивается высокий уровень и стабильность механических свойств.

ПОЛУЧЕНИЕ ЗАГОТОВОК ОБРАБОТКОЙ ДАВЛЕНИЕМ (пластическим деформированием)

Сортовой прокат металлургических предприятий, выпускаемый в соответствии с ГОСТами: листы, трубы, прутки, профили и чушки.

Для получения из этого проката заготовок деталей их надо предварительно разрезать на части - исходные заготовки определенных размеров..

Отрезка исходных заготовок может производиться различными способами, в зависимости от материала и размеров проката:

- на ножовочных станках (любой профиль);
- на токарно-отрезных станках (прутки, трубы);
- дисковыми сегментными пилами (любой профиль);
- ленточными пилами (любой профиль);
- на абразивно-отрезных станках (любой профиль);
- рубкой в эксцентриковых прессах (прутки);
- анодно-механической резкой (для токопроводящих материалов).

ОТРЕЗКА ИСХОДНЫХ ЗАГОТОВОК

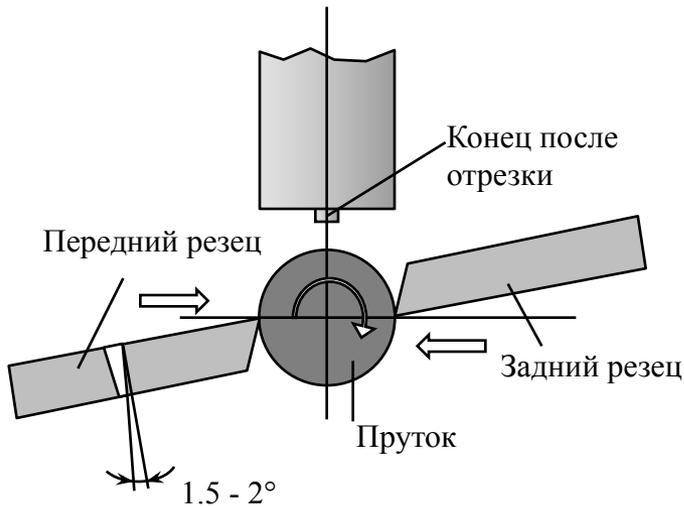


Схема работы токарно-отрезного станка

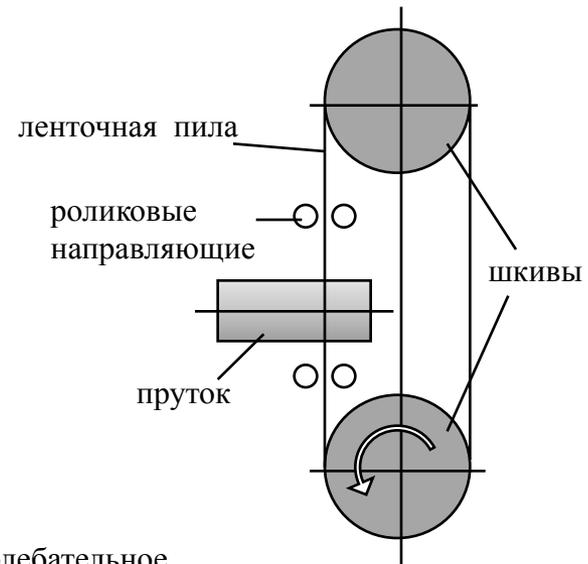


Схема работы ленточной пилы

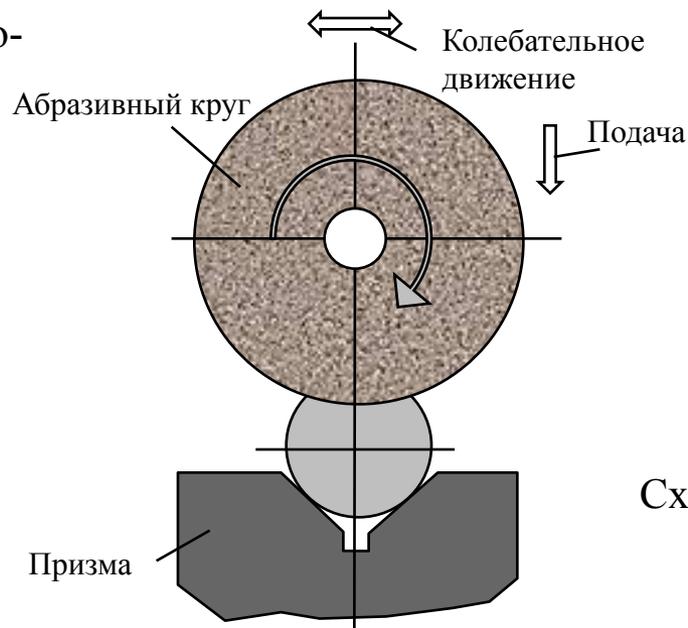
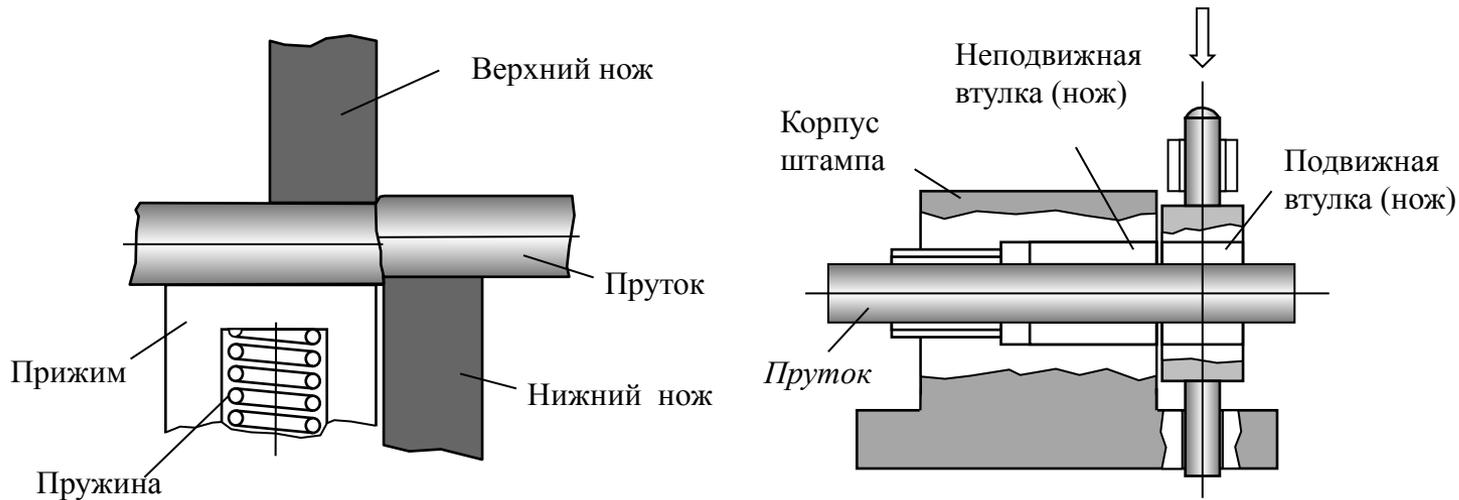


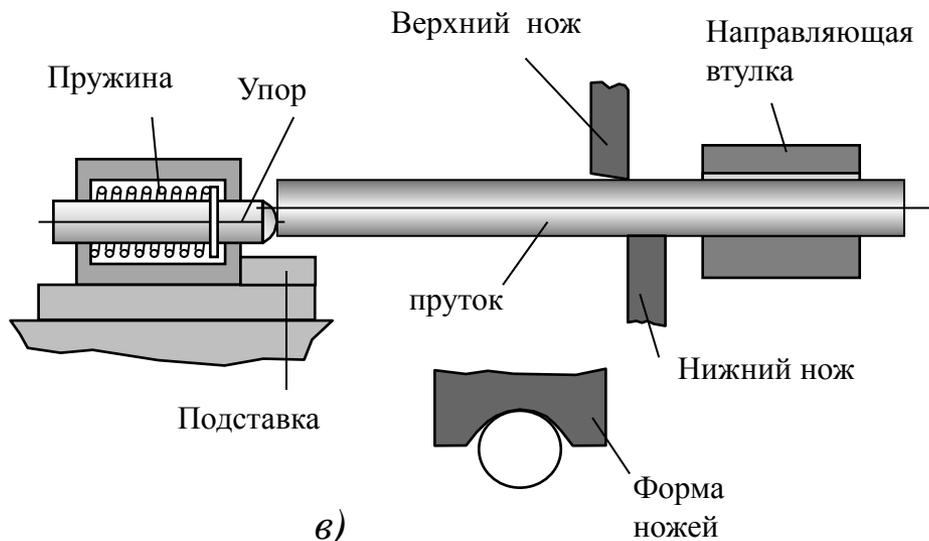
Схема обработки абразивно-отрезным кругом

ОТРЕЗКА ИСХОДНЫХ ЗАГОТОВОК



а)

б)



Схемы рубки прутков. а – с поддержанием заготовки; б – штампом для рубки круглых заготовок; в – с противогибкой

ОТРЕЗКА ИСХОДНЫХ ЗАГОТОВОК

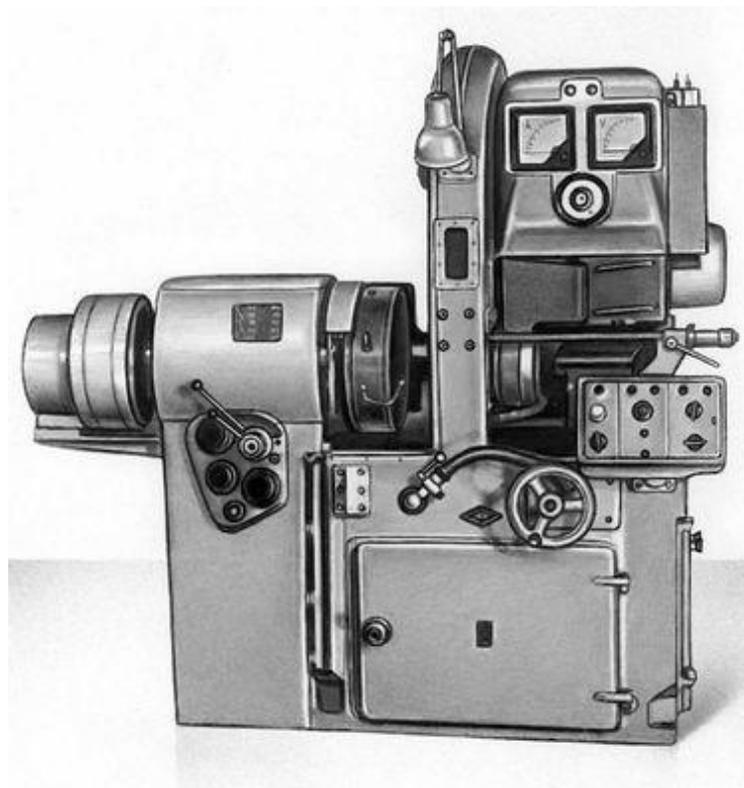
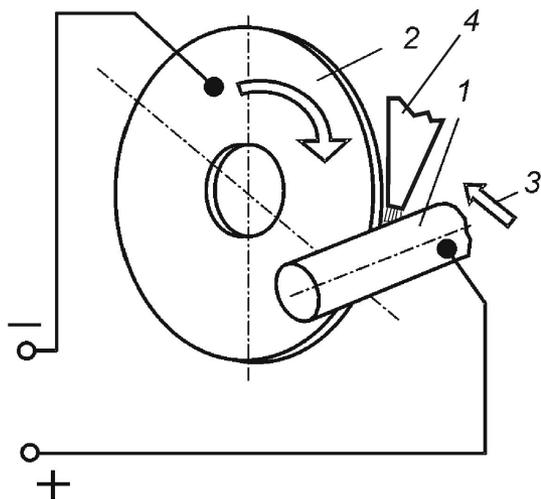


Схема анодно-механической резки:
1 – разрезаемая заготовка; 2 – электрод-инструмент; 3 – направление движения заготовки; 4 – подача рабочей жидкости.

Анодно-механическая резка относится к электрофизическим способам обработки металлов комбинированным электрохимическим и электроэрозионным воздействием электрического тока на изделие в среде электролита.

ОТРЕЗКА ИСХОДНЫХ ЛИСТОВЫХ ЗАГОТОВОК

Раскрой и резку листового материала производят с учетом материала и размеров имеющихся листов, конфигурации (формы) реза, требуемой точности. Иногда лист раскраивается на несколько различных деталей одинаковой толщины, что позволяет рационально использовать материал.

Разрезку **листов** производят:

- на гильотинных ножницах;
- роликовыми или вибрационными ножницами;
- в штампах на прессах (вырубка);
- пилами (дисковыми, ленточными);
- газовой, плазменной, лазерной, абразивной резкой.

ОТРЕЗКА ИСХОДНЫХ ЛИСТОВЫХ ЗАГОТОВОК

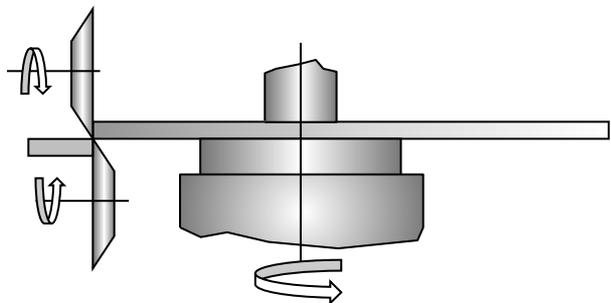


Схема вырезки круглой плоской заготовки на роликовых ножницах.

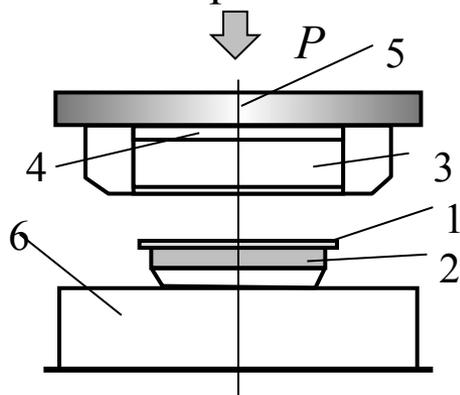


Схема вырубки плоской заготовки на вырубном штампе с резиновой матрицей:
1 – заготовка, полоса; 2 – пуансон;
3- резиновая матрица; 4 – опорная пластина;
5 – плита пуансона; 6 – плита.

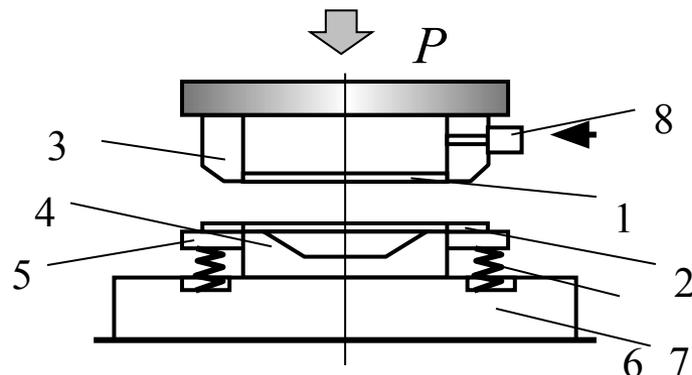


Схема вырубки плоской заготовки на вырубном штампе с верхним расположением матрицы: 1 – заготовка; 2 – полоса; 3 – матрица; 4 – пуансон; 5 – съемник; 6 – пружина; 7 – подушка; 8 – подача воздуха для выталкивания заготовки.

ПОЛУЧЕНИЕ ЗАГОТОВОК ОБРАБОТКОЙ ДАВЛЕНИЕМ

После разрезки исходные заготовки подвергают дальнейшей обработке для получения заготовок конкретных деталей.

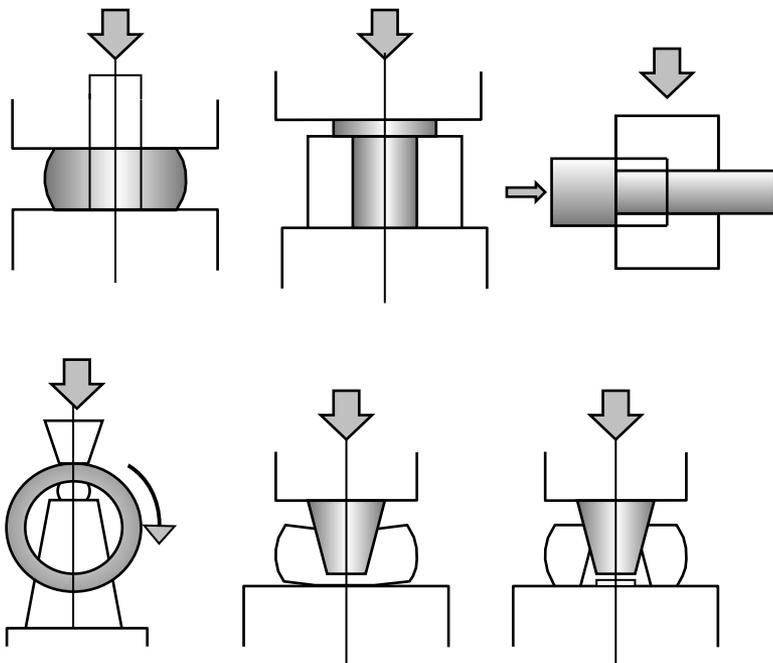
Все способы **горячего объемного деформирования** металла для формообразования заготовок основаны на одном принципе: **разогретый** до состояния наибольшей пластичности некоторый ограниченный объем металла подвергается силовому статическому или динамическому воздействию инструмента и в результате этого воздействия металл приобретает желаемую форму и размеры.

Объемные заготовки получают различными способами, в частности **свободной ковкой** и **объемной штамповкой** в открытых и закрытых штампах.

ПОЛУЧЕНИЕ КОВАННЫХ ЗАГОТОВОК

Ковка – вид горячей обработки металлов давлением, при котором металл деформируется с помощью универсального инструмента.

Нагретую заготовку укладывают на нижний боек (наковальню) и верхним бойком (молотом) последовательно деформируют отдельные её участки. Металл свободно течет в стороны неограниченными рабочими поверхностями инструмента, в качестве которого применяют плоские или фигурные (вырезные) бойки, а также различный подкладной инструмент.



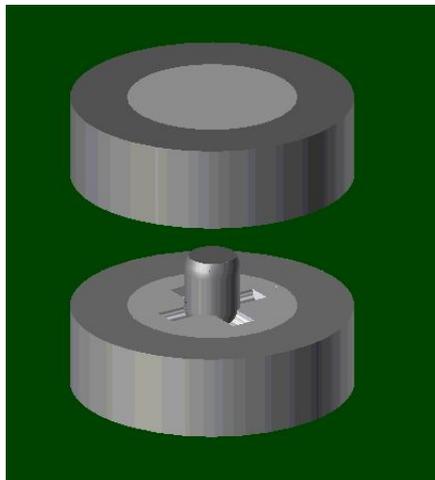
Схемы основных
операций свободной
ковки

ПОЛУЧЕНИЕ ШТАМПОВАННЫХ ЗАГОТОВОК

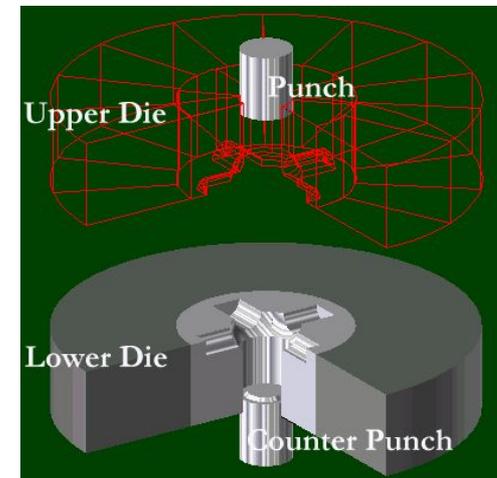
Горячая объемная штамповка – это вид обработки металлов давлением, при котором формообразование поковки выполняется с помощью специального инструмента - **штампа**.

Пластическое течение металла ограничивается поверхностями полостей и выступов, выполненных в разъемных частях штампа, которые образуют единую замкнутую полость по конфигурации заготовки (ручей штампа) .

Объемная штамповка может выполняться **в открытых и закрытых** штампах.



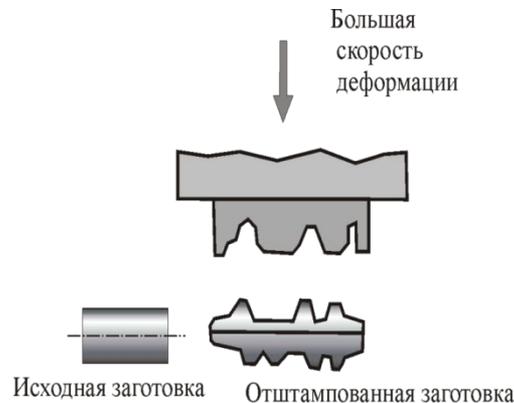
Объемная штамповка
в открытых штампах.



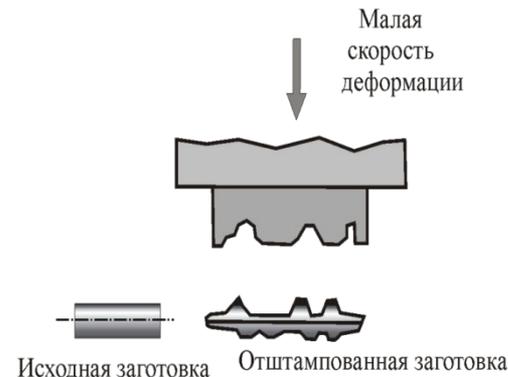
Объемная штамповка
в закрытых штампах.

ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ ШТАМПОВКА

Прогрессивными являются технологические процессы изотермического деформирования (при постоянной температуре) в условиях сверхпластичности материала, при котором достигается: 5...10 кратное снижение удельных усилий деформации и потребной мощности прессового оборудования, возможность обработки новых малопластичных и труднодеформируемых сплавов, сокращение числа переходов (штамповочных операций), повышение КИМ и снижение трудоемкости последующей обработки.

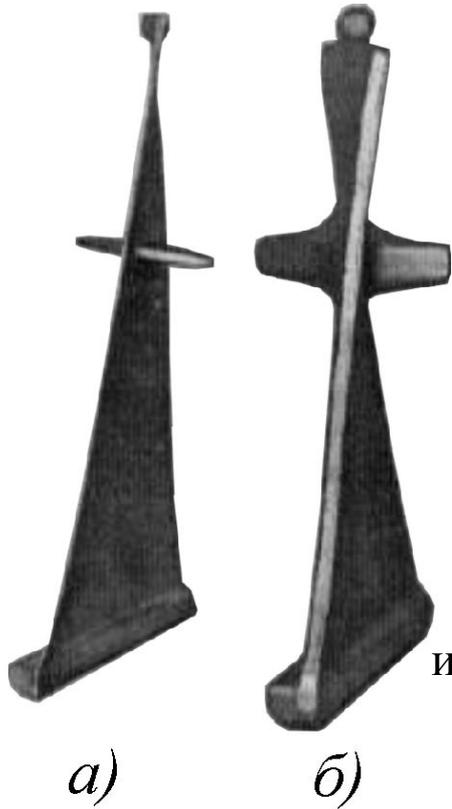


Температура штампа - 300...500 С
температура заготовки - 760... 980 С
Скорость деформации - 50 мм/с



Температура штампа - 760...980 С
температура заготовки - 760...980 С
Скорость деформации - 0,04 мм/с

ЗАГОТОВКИ, ПОЛУЧЕННЫЕ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ШТАМПОВКОЙ



Заготовки титановых лопаток после изотермической штамповки и обычной штамповки

Заготовка крыльчатки, полученная изотермической штамповкой



ЗАГОТОВКИ, ПОЛУЧАЕМЫЕ ИЗ ЛИСТОВ

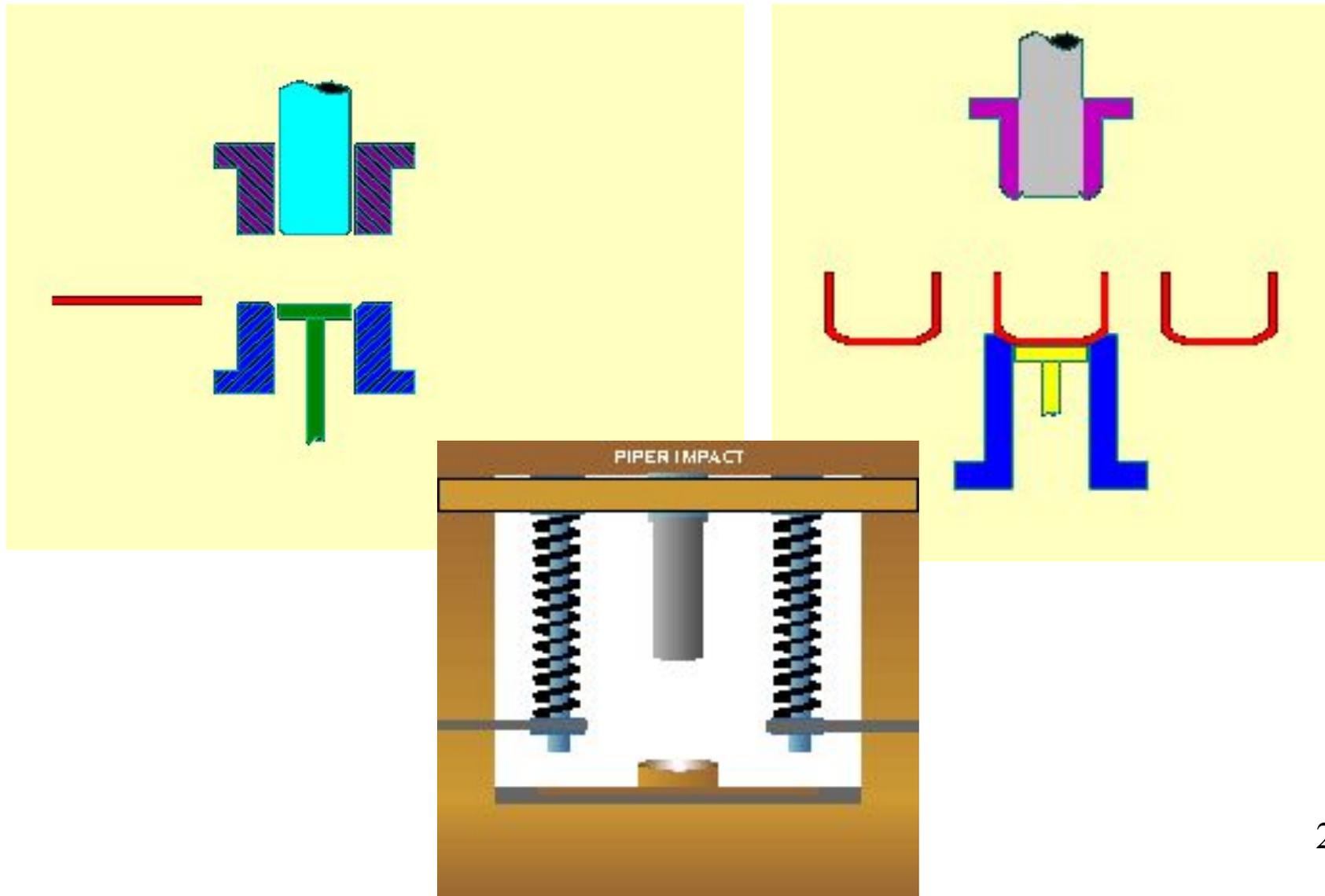
Получение заготовок из **листов** после их раскроя выполняется следующими методами:

- листовой штамповкой в штампах;
- ротационной вытяжкой;
- гибкой;
- осаживанием.

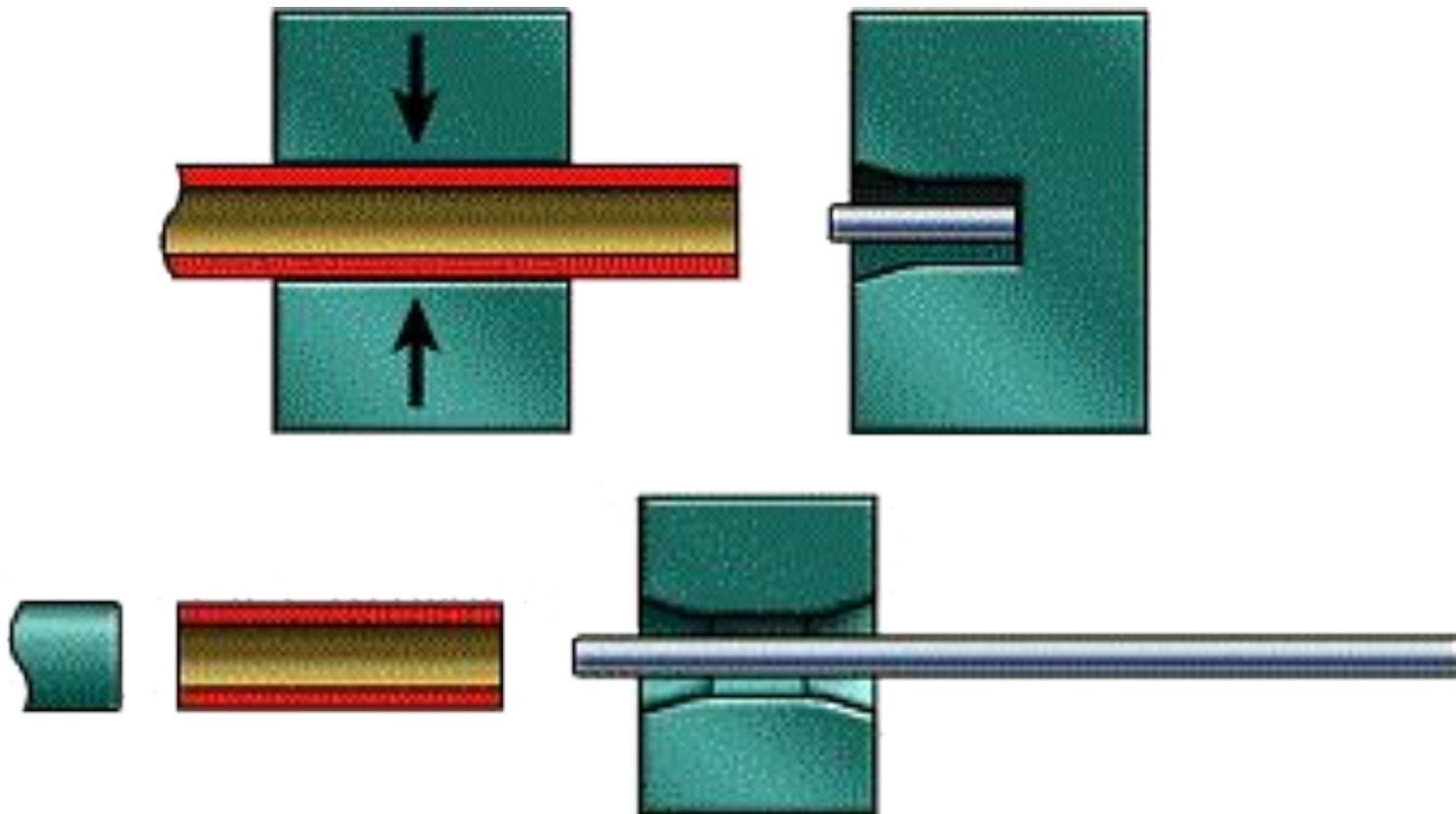
Перспективными и эффективными процессами получения заготовок деталей из листового материала являются:

- высокоскоростная штамповка точных заготовок;
- штамповка в режиме сверхпластичности;
- электромагнитная штамповка (для магнитных материалов);
- электрогидравлическая штамповка;
- штамповка взрывом крупногабаритных деталей.

ЛИСТОВАЯ ШТАМПОВКА ЗАГОТОВОК

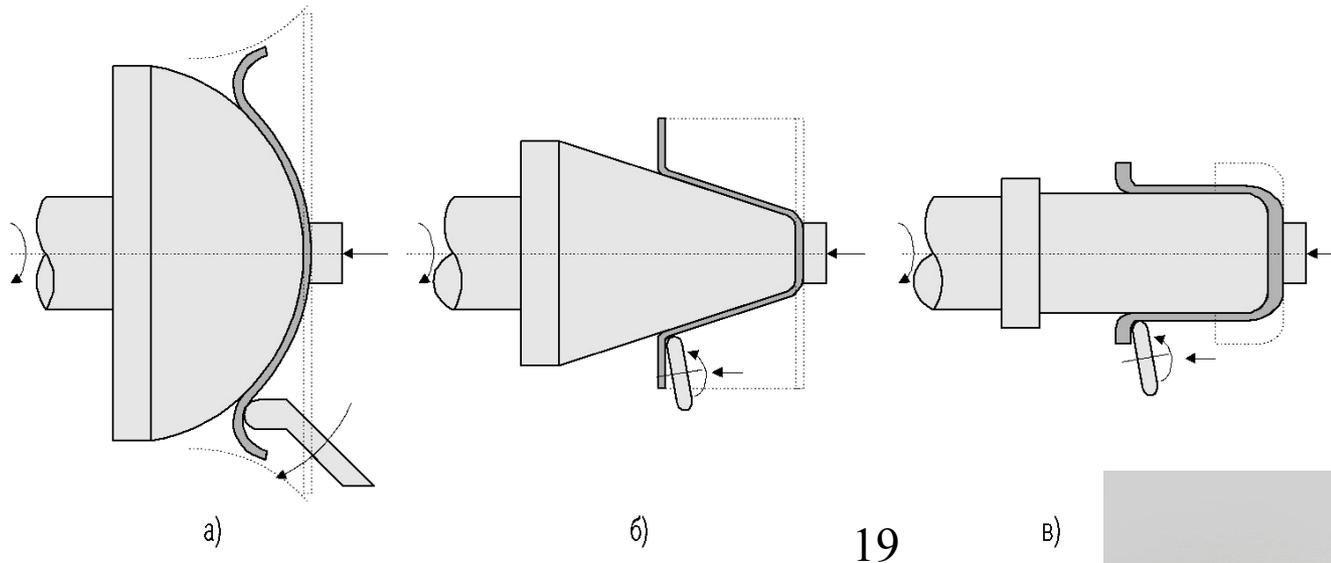


ПОЛУЧЕНИЕ ЗАГОТОВОК ИЗ ТРУБ



Осаживание трубных заготовок

РОТАЦИОННАЯ ВЫТЯЖКА ЗАГОТОВОК



Основные схемы ротационной вытяжки:
а) - токарно-давильная обработка; б) - вытяжка по закону “синуса”; в) - вытяжка цилиндрических деталей с утонением стенки.

Детали, изготовленные из листовых заготовок, полученные ротационной вытяжкой

