

# Гидравлические прессы и их привод

**Глава 1. Типовые конструкции гидравлических прессов** 187

**Глава 2. Рабочая жидкость и основные уравнения гидродинамики** 223

**Глава 3. Типовые конструкции узлов гидропривода** 238

**Глава 4. Расчет насосного привода гидравлического пресса** 274

**Глава 5. Типовые конструкции узлов гидравлического пресса** 299

**Глава 6. Прессы с вращающимся инструментом** 318

# Достоинства и недостатки ГП

## Достоинства ГП

- а) простота конструкции;
- б) отсутствие предохранительных устройств от перегрузки, так как рабочая сила не может превысить определенное заранее установленное значение;
- в) независимость развиваемой рабочей силы от положения подвижной поперечины и плавное регулирование ее скорости;
- г) возможность в широком диапазоне менять закрытую высоту и длину хода подвижной поперечины;
- д) возможность обеспечения выдержки любой продолжительности при постоянной силе.

Основные недостатки гидравлических прессов –

д. тихоходность и ограниченный ресурс подвижных уплотнений.

# 1. Типовые конструкции гидравлических прессов 187

1.1 Принцип действия и классификация ГП 187

1.2 Г. прессы для ковки 194

1.3. Г. прессы для объемной штамповки 199

1.4. Г. прессы для листовой штамповки 208

1.5. Г. прессы для разделки и ломки проката

210

1.6. Г. прессы для прессования истечением  
(экструдирования) прутков, профилей и труб

1.7. Г. прессы для переработки пластмасс и  
неметаллических материалов 211

1.8. Типовые приводы гидравлических  
прессов 213

# 1.1 Принцип действия и классификация ГП

187

## Схема

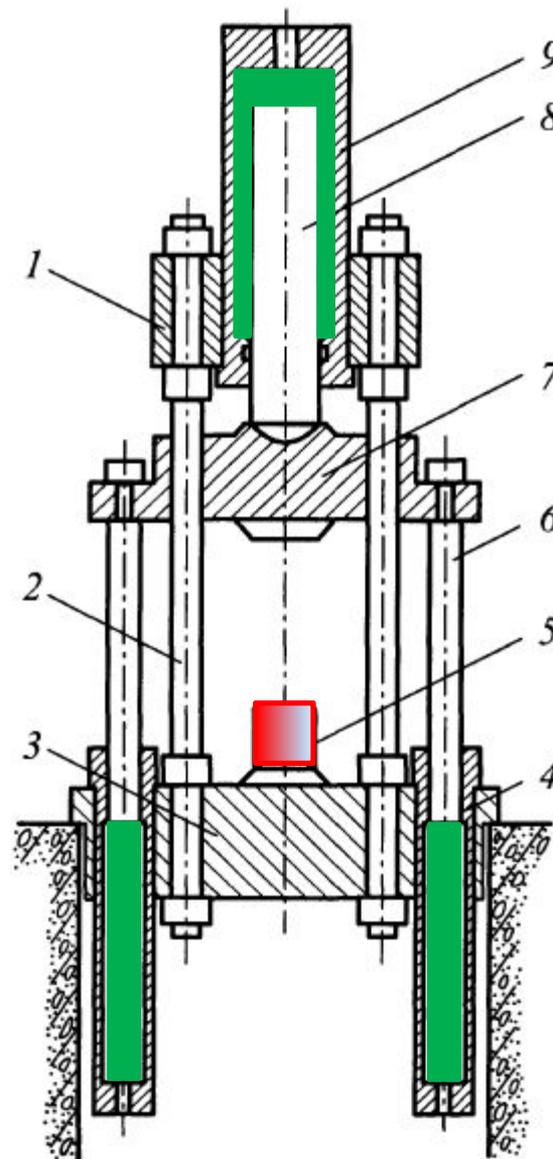
гидравлического

пресса для ковки:

Верхняя поперечина 1,  
Колонна 2,  
подвижная поперечина 7, плунжеры  
главного  
и возвратных цилиндров 8 и 6,  
стол пресса 3, к нему прикрепляют  
рабочий инструмент (бойки плоские  
или вырезные, плиты для  
осадки заготовки 5.

Давление в системе – до 32 МПа и  
более.

Скорость РХ – обычно не более 30  
см/с .



# Полный цикл гидравлического пресса

Полный цикл гидравлического пресса включает прямой и обратный ходы, а также технологические паузы.

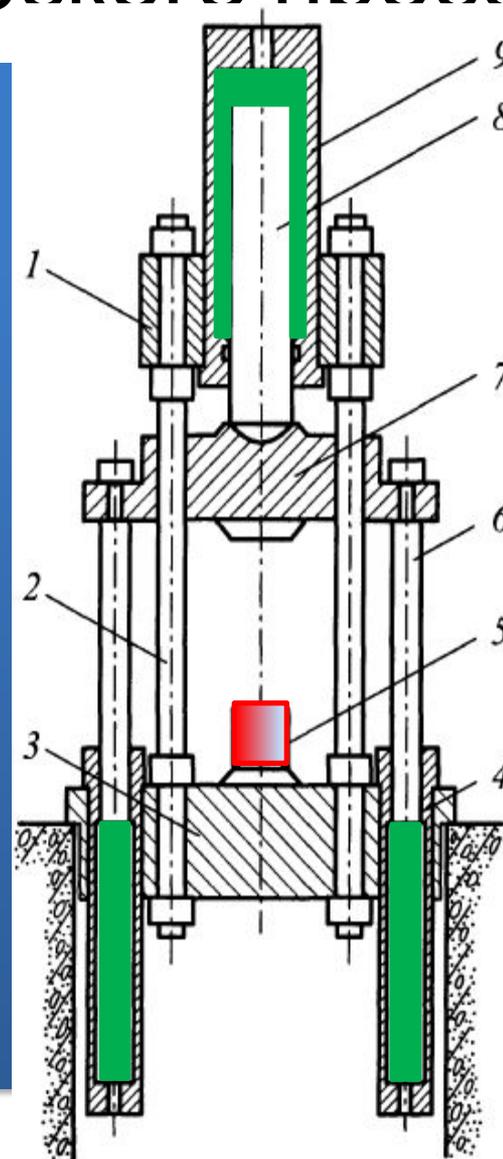
Прямой ход имеет два участка.

На первом рабочий инструмент подводится к заготовке, это прямой холостой ход (ход приближения).

На втором участке прямого хода происходит деформирование заготовки, т. о. это – рабочий ход.

При обратном (возвратном холостом) ходе подвижная поперечина возвращается в первоначальное положение.

Подвижную поперечину гидравлического пресса можно остановить в любой точке ее хода для технологических пауз.



# Полный цикл гидравлического пресса

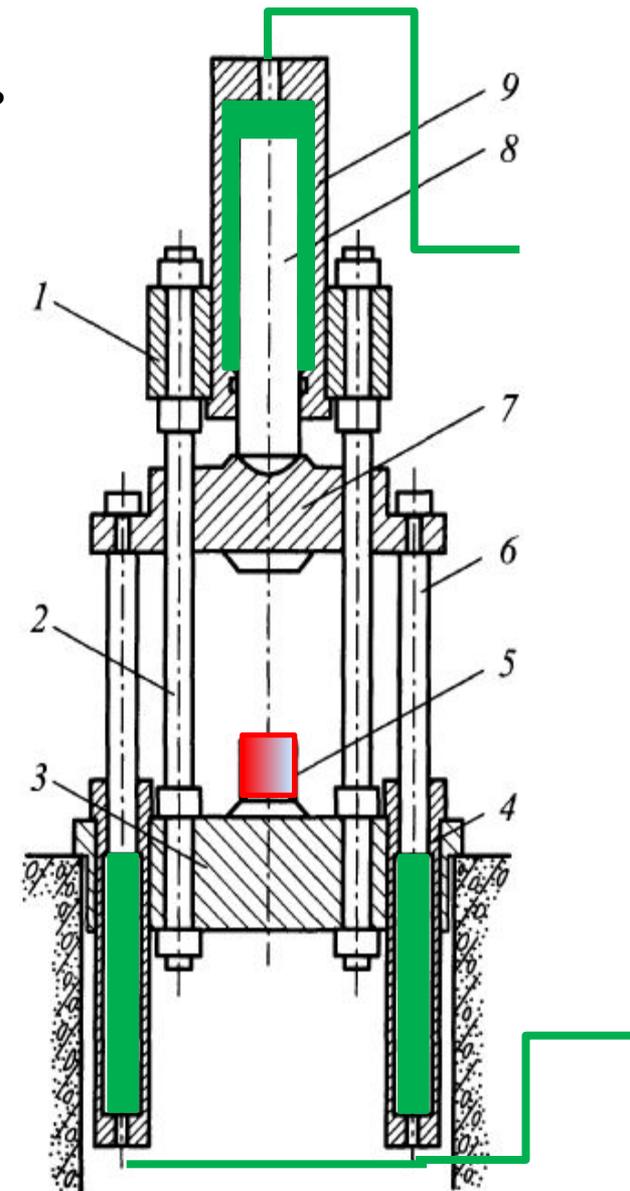
Для **прямого холостого** хода рабочую жидкость надо посредством наполнительного клапана (золотника) соединить с источником жидкости низкого давления (наполнительным баком), а возвратные цилиндры - с открытым сливным (насосным) баком.

Для **прямого рабочего** хода в главный цилиндр подают жидкость высокого давления из аккумулятора или (насоса). При этом из возвратных цилиндров жидкость сливается в наполнительный или сливной бак.

В некоторых быстроходных прессах возвратные цилиндры в процессе рабочего хода постоянно связаны с источником жидкости высокого давления. Это приводит к некоторым потерям энергии, но повышает быстроходность.

Для осуществления обратного холостого хода необходимо соединить главный цилиндр с наполнительным баком, а возвратные - с источником жидкости высокого давления.

При нижнем расположении рабочих цилиндров обратный холостой ход происходит под действием силы тяжести и возвратные цилиндры в принципе не нужны.



# Рабочие жидкости, главный распределитель и типы приводов

Рабочие жидкости:

- водные эмульсии;
- минеральные масла.

Цилиндры прессов соединяются с источниками жидкости высокого и низкого давления.

Потоки жидкости перераспределяют посредством **клапанных или золотниковых устройств**, обычно установленных в одном блоке - в **главном распределителе**.

Если индивидуальный привод с насосом закреплен отдельно от пресса, то такую комбинацию называют **гидропрессовой установкой**.

Общий насосный привод для нескольких прессов называют **групповым**.

При наличии накопителя жидкости высокого давления - **насосно-аккумуляторным**.

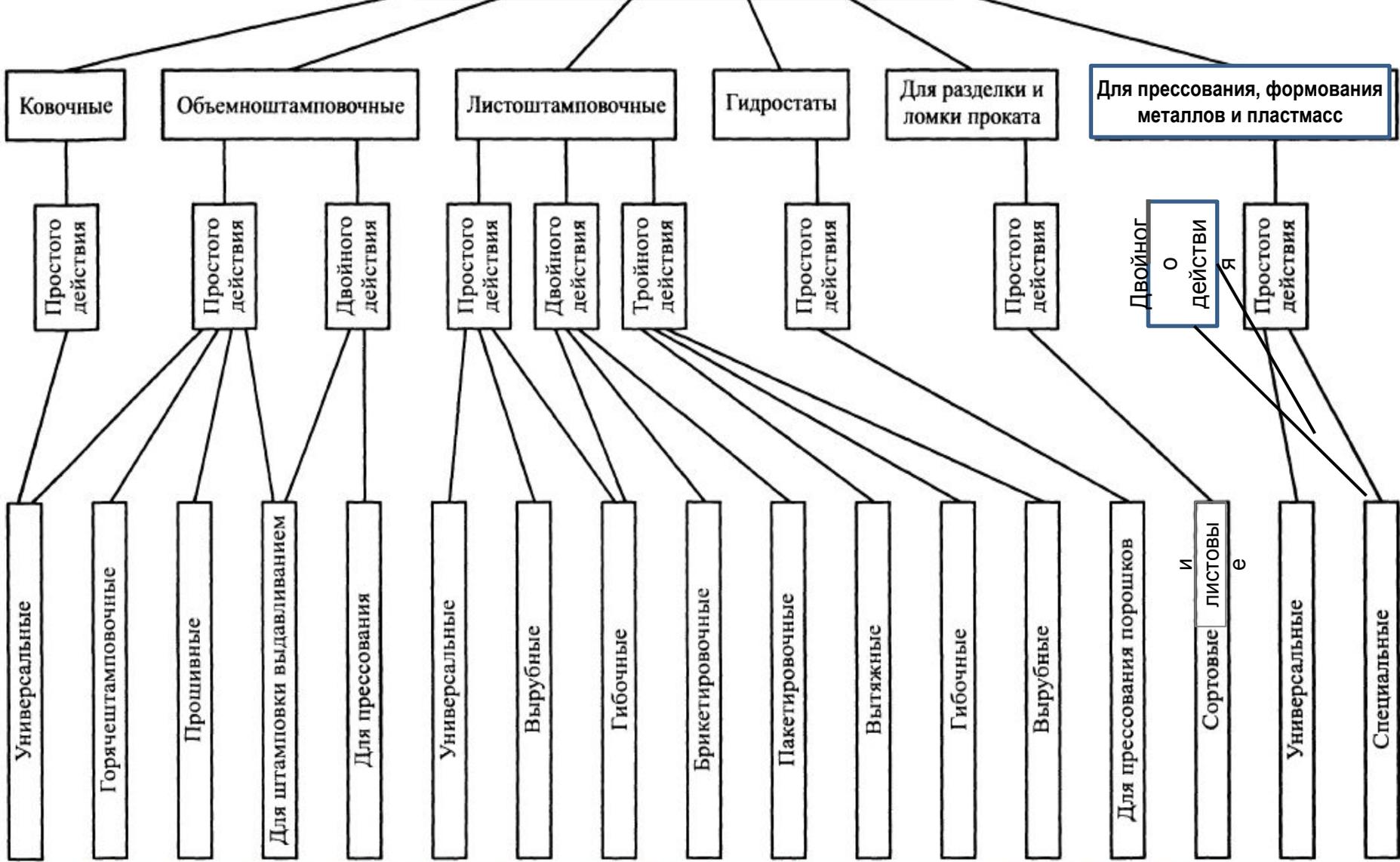
# Регламентируемые параметры прессов

Размерные ряды стандартов на гидравлические прессы:  
ковочные – ГОСТ 7284, листоштамповочные простого  
действия – ГОСТ 9753 и др.

Регламентируются параметры:

1. усилие.
2. максимальный ход подвижной поперечины,
3. Максимальное расстояние между столом и подвижной поперечиной,
4. размеры стола  $A \times B$ ,
5. расстояния между колоннами (стойками) в свету,
6. скоростные параметры - при прямом холостом, рабочем и обратном холостом,
7. число ходов или число двойных ходов в минуту.

# Классификация г. прессов по их функциональности



# Классификация ГП по структурному строению

1. Простого действия,
2. Двойного действия,
3. Тройного действия
4. Автоматы.

Прессы двойного (тройного) действия имеют два (три) рабочих органа для прижима заготовки, ее деформирования и т. п.

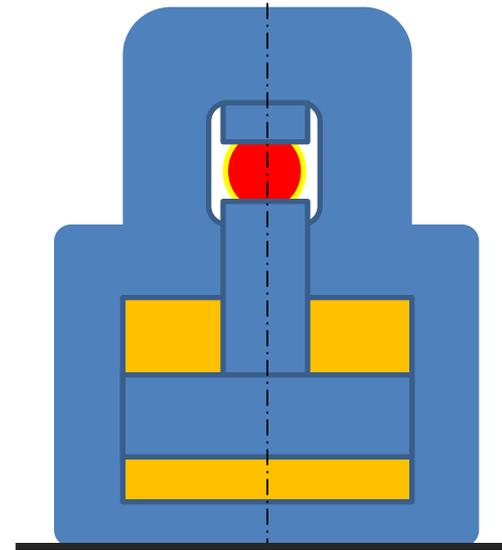
Гидравлические прессы-автоматы относятся к оборудованию многократного действия, например прессы-автоматы для чистовой вырубki.

2 принципа их работы:

- согласованность работы отдельных механизмов,
- последовательность действия по циклограмме.

# По конструкции станин и цилиндров

- 1) вертикальные и горизонтальные;
- 2) колонные; рамные (одно- и двухстоечные), трубные; со станиной, скрепленной высокопрочной лентой;
- 3) с двухрамной станиной типа тандем;
- 4) с неподвижной и подвижной станинами;
- 5) открытые и закрытые;
- 6) с верхним и нижним расположением привода;
- 7) одно-, двух-, трех- и многоцилиндровые;
- 8) многоплунжерные.



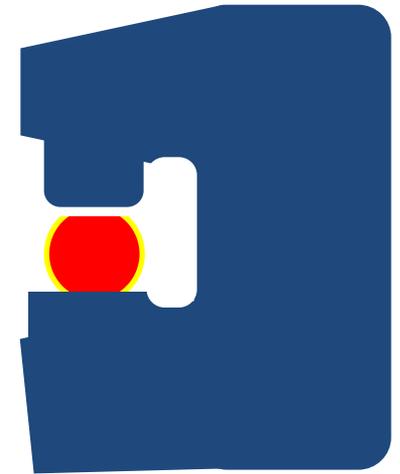
# Станины прессов

Прессы могут быть двух-, четырех- и многоколонными.

Рамная конструкция станины может быть одно-, двух- или многостоечной в зависимости от количества стоек, на которых установлена верхняя поперечина.

У прессов с двухстоечными станинами верхняя поперечина расположена на двух стойках, по направляющим которых движется ползун.

Одно- и двухстоечные станины могут быть цельными (у прессов с малым усилием) и составными (у прессов с большим усилием).

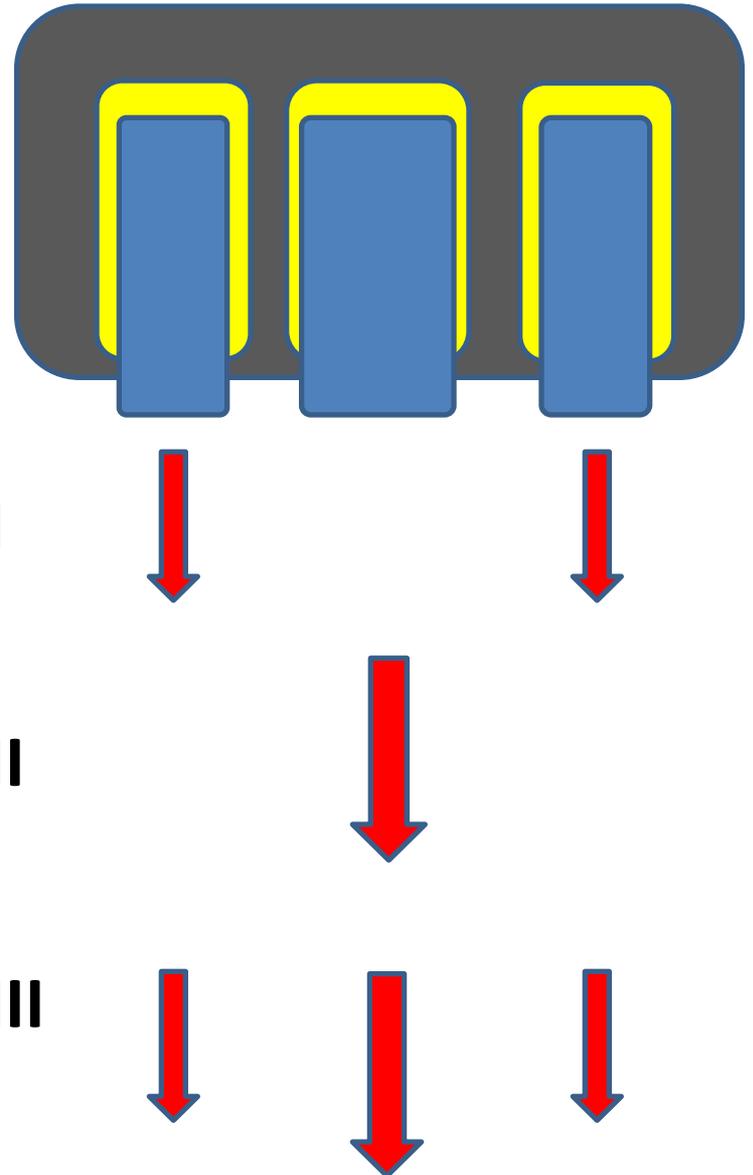
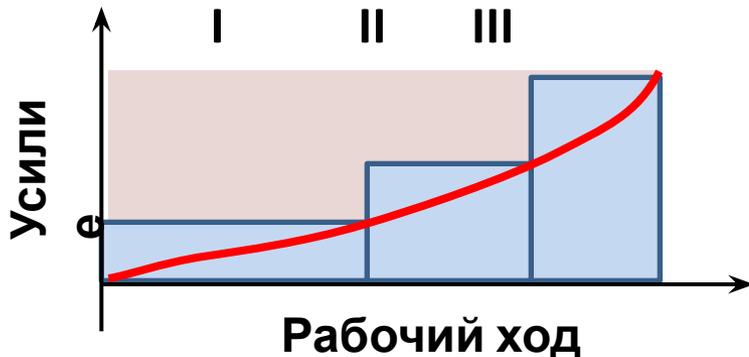


1-стоечная станина («открытого типа»)

# Трехцилиндровые прессы

Трехцилиндровые прессы позволяют при ковке или штамповке ступенчато регулировать усилие.

Результат – экономия энергии.



# Гидравлические ковочные прессы

- для ковки и объемной штамповки в подкладных штампах.

Особенности ковочных прессов:

- большое рабочее пространство и свободный допуск к нему;
- Открытого типа/одностоечные – до 5 МН;
- Колонные усилием до 150 МН для ковки слитков массой до 320 т;
- Повышенное требование быстроходности;
- Основной энергоноситель – вода с добавкой 2...3 % эмульсола (пожаробезопасность);
- Привод гидравлического ковочного пресса обычно насосно-аккумуляторный, а также мультипликаторные;
- Приводы могут быть с одной или тремя ступенями приложения усилия;

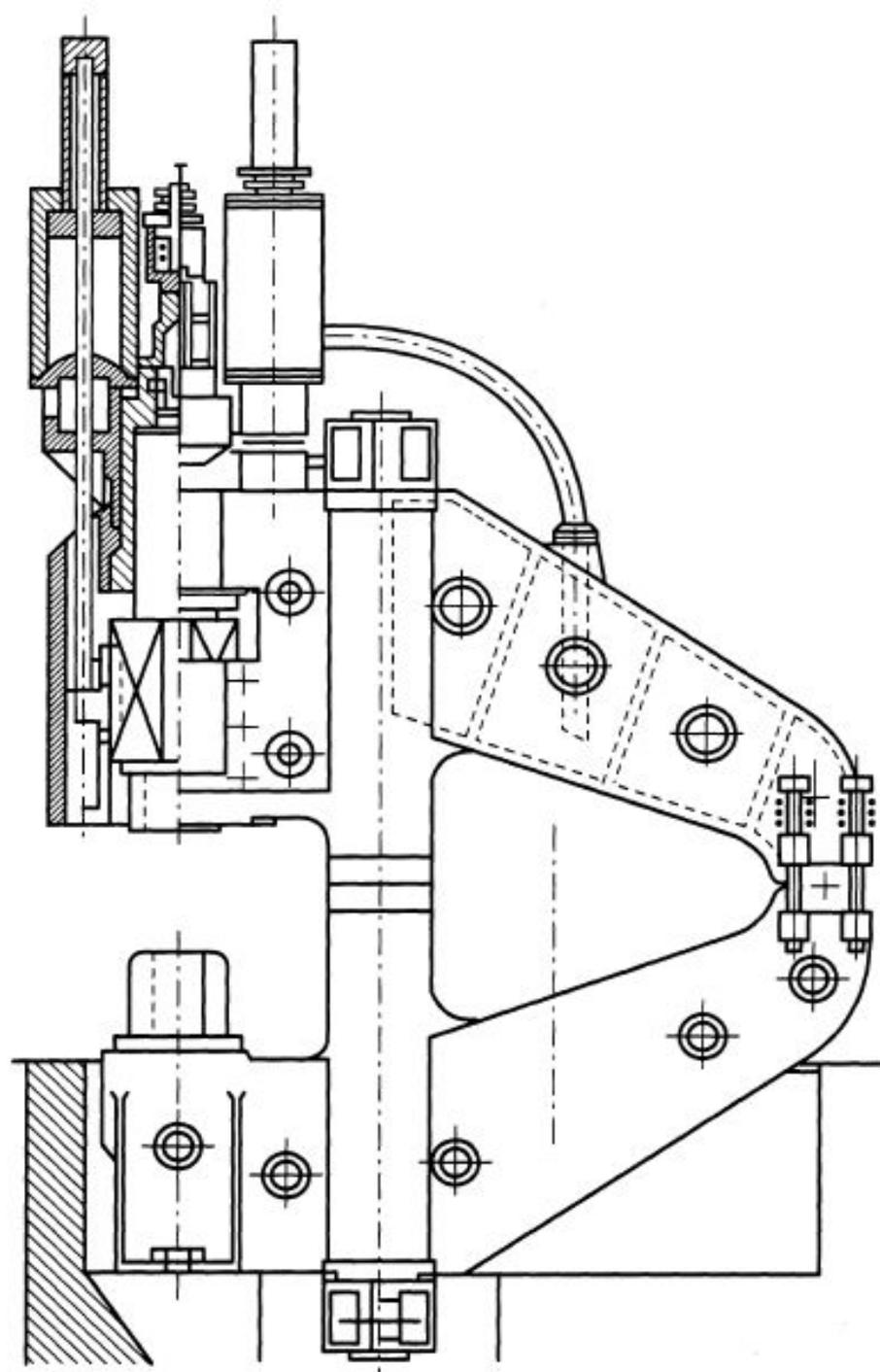
Параметры ковочных ГП регламентированы ГОСТ 7284 для прессов усилием 5 – 50 МН.

Свыше 50 МН - не регламентированы и должны быть согласованы с заказчиком.

Гидравлические прессы и их привод

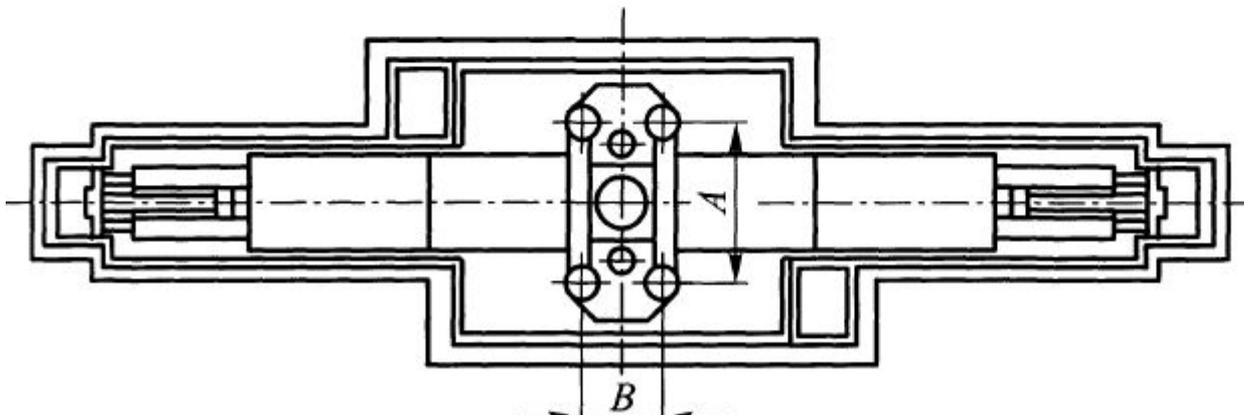
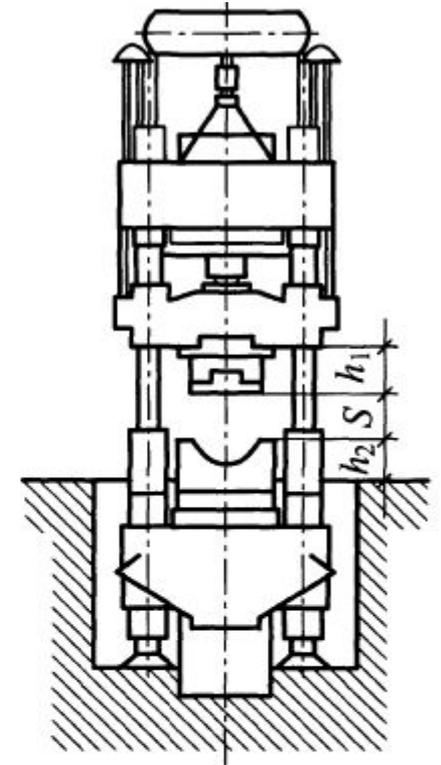
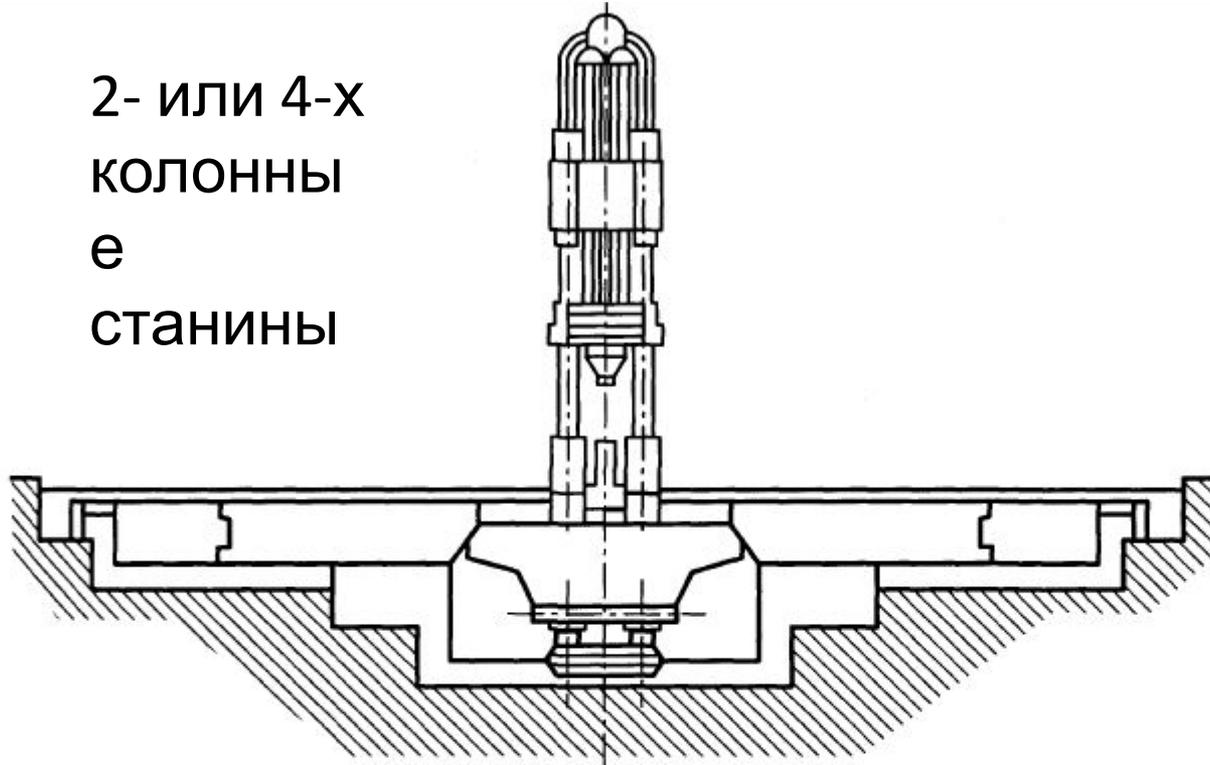
# Одностоечный ковочный пресс

Сборная одностоечная  
станина с двумя  
консольными балками,  
стянутыми колоннами



# Универсальные прессы с колонной станиной и верхним расположением рабочих цилиндров

2- или 4-х  
колонны  
е  
станины

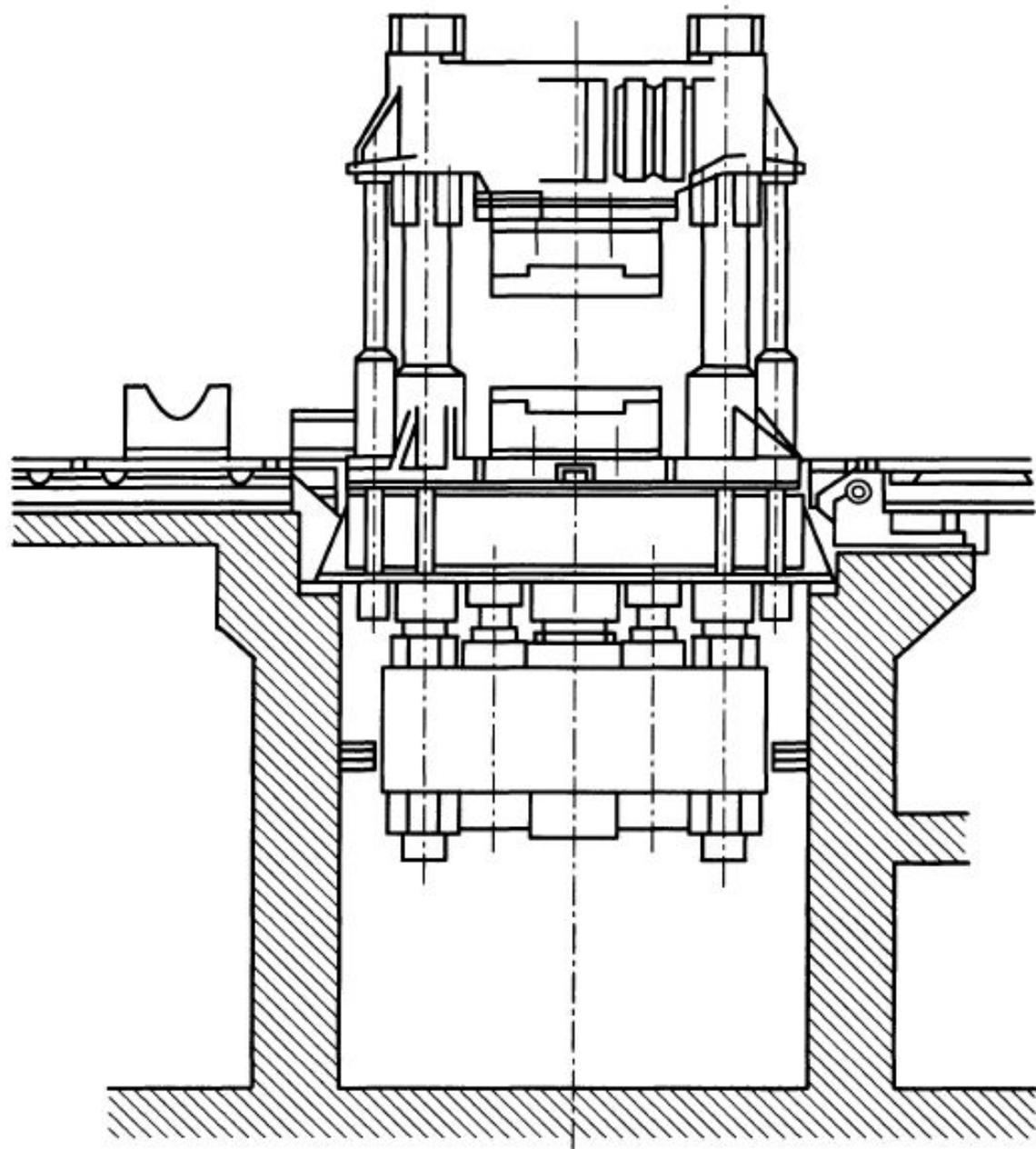


Гидравлические прессы и их привод

# Ковочный пресс усилием 18 МН

Недостатки нижнего привода – утяжеление привода, затрудненный доступ к нему при ремонте и обслуживании.

Достоинство: можно использовать масло, на этой основе использовать быстроходный безаккумуляторный привод.



# 3. Прессы для объемной штамповки

Горячештамповочные,  
Холодноштамповочные.

Универсальные,  
Специализированные для операций:  
прошивки,  
прессования,  
выдавливания и др.

Давление, для заполнения металлом полости штампа при горячей объемной штамповке поковок из стали, алюминиевых, магниевых, титановых сплавов должно быть от 200 до 1000 МПа и более, а при холодном выдавливании - до 2500 МПа.

# Уникальные прессы для штамповки крупных поковок

Поковки: крупные панели с вафельным оребрением, рамы, стойки, диски и др.

Прессы универсальные конструкции УЗТМ усилием 300 МН.

Штамповочные прессы ВНИИМЕТМАШ и НКМЗ усилием 650 и 750 МН.

Силовые детали собраны из плит толщиной 200...400 мм, сваренных электрошлаковой сваркой.

Прессы усилием 650 и 750 МН имеют соответственно 5 и 8 рабочих цилиндров.

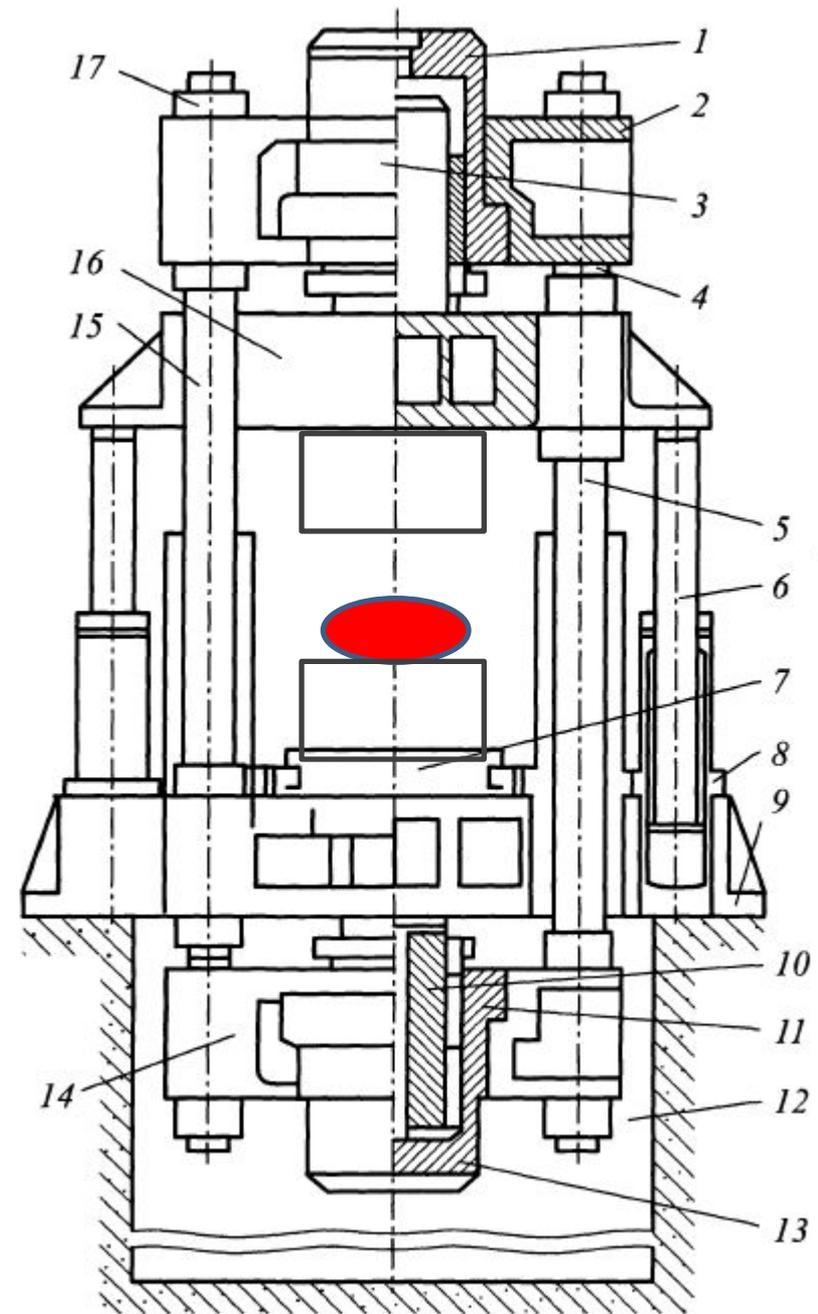
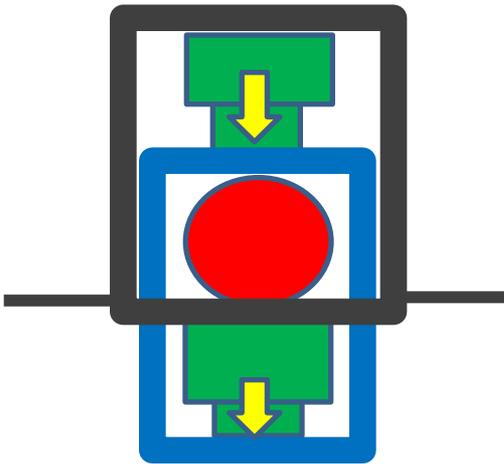
Привод прессов - от Н-А С.

Две ступени давления рабочей жидкости - 32 и 63 МПа. Вторая ступень – от мультипликатора.

Прессы имеют выдвижные столы, синхронизирующие цилиндры (против перекоса).

# Двухрамный пресс-тандем

Цель – уменьшение габаритов в  
плане  
и массы станины.



# Специализированные штамповочные прессы

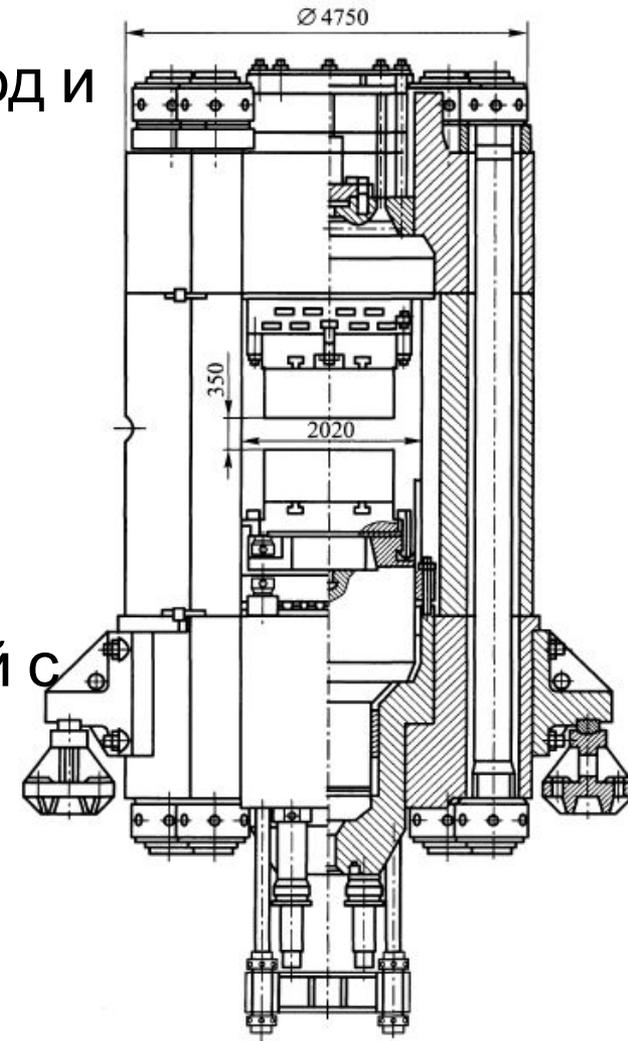
Пример пресса для штамповки плоских поковок: - требуются короткий рабочий ход и большое усилие, небольшая скорость.

Скорость рабочего хода: от 1 до 5 см/с.

Для усилий до 100 МН рекомендуют насосный безаккумуляторный привод с мультипликатором давления.

Штамповочный пресс с трубной станиной с номинальным усилием 150 МН для штамповки плоских поковок. Инструмент монтируется прямо на плунжере.

Рабочее давление жидкости – 100 МПа.



# Прутково-профильные и трубные прессы

Изделия: - различные профили, прутки, трубы, проволока из цветных металлов и специальных сплавов (алюминия и его сплавов, из латуней, углеродистых легированных и жаропрочных сталей, молибдена и титана).

Основная схема обработки - прессование выдавливанием профиля из замкнутого объёма.

Прессы усилием от 7,5 до 35 МН для прессования строят в основном горизонтальными.

Мелкие профили и трубы прессуют на вертикальных рамных прессах усилием до 7,5 МН.

Имеются гидроприводы вспомогательных механизмов: подача слитков, ножницы для отделения пресс-остатков и смены инструмента.

Прессы оснащают вспомогательным и транспортным оборудованием, которое позволяет подавать слиток, нагретый в электрической печи, в контейнер, а также ножницами для отделения пресс-остатка от изделия и механизмами удаления их из рабочего

# Специальные прессы: трубные

Имеется дополнительный привод прошивной системы.

Автоматизированная смена инструмента: матриц и пресс-шайб.

Регулировка/стабилизация скорости рабочего хода (ограничение скоростей истечения труднодеформируемых сплавов).

Н.-А. С. для ускоренного прессования стали и сплавов, нагреваемых до температуры выше 700 градусов.

## Специализированные прессы для холодной штамповки выдавливанием

Основное преимущество холодной штамповки выдавливанием - возможность изготовления точных поковок с высоким качеством поверхности. Что заменяет обработку резанием и позволяет экономить металл, снижать трудозатраты и повышать производительность.

Кроме прессов обычных конструкций используют вертикальные прессы с двухрамной станиной типа тандем с верхним и нижним расположением рабочих цилиндров.

Привод прессов – насосный без аккумулятора или насосно-аккумуляторный.

Наиболее экономичным является привод без аккумулятора с регулируемой производительностью.

Рабочая жидкость - минеральное масло.

# Гидравлические прессы-автоматы для прессования порошков.

Гидравлические прессы-автоматы применяют, если деформирующая сила превышает 1,6 МН.

Механические прессы применяют для формования меньших размеров изделий.

Г.прессы дают более равномерное распределение плотности и повышенную точность размеров изделий благодаря возможности формования с выдержкой под давлением (для выпуска воздуха из брикетов).

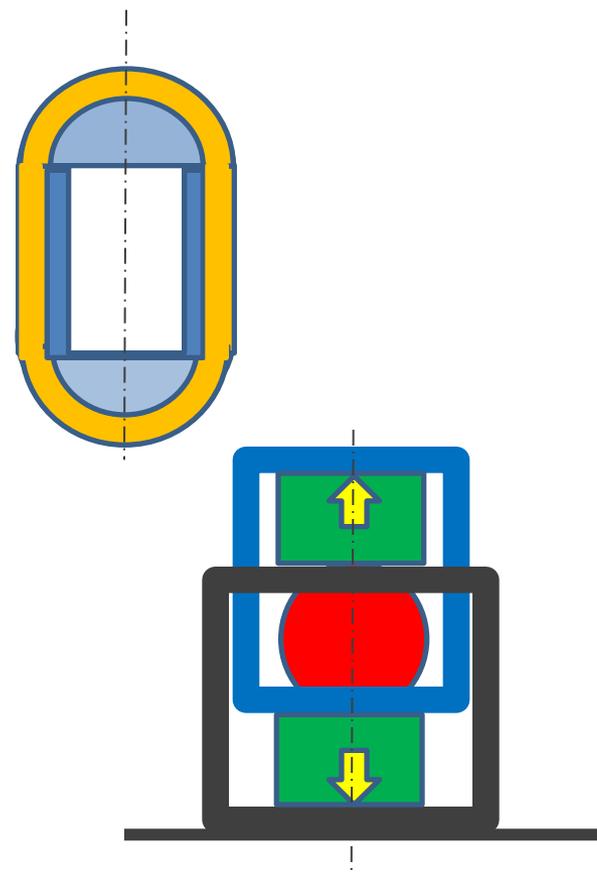
Имеется регулирование:

- высоты загрузки порошка,
- скорости движения пуансона и матрицы,
- положения жестких упоров,
- продолжительности выдержки под давлением.

Управление перемещениями обеспечивается использованием бесконтактных электронных устройств.

# Станины компактных прессов

- Станина трубной конструкции одновременно является рабочим цилиндром. Она может быть цельной или составной, стянутой шпильками.
- Станина гидростата. Элементы станины (ригели и стойки) скрепляют обмоткой с натягом стальной лентой или проволокой.
- Двухрамная станина, в которой одна рама подвижная



Гидравлические прессы и их  
привод

# Гидростат конструкции ВНИИМЕТМАШа

Станина I

Стол II

Контейнеры III (2 шт.)

Мультипликатор IV.

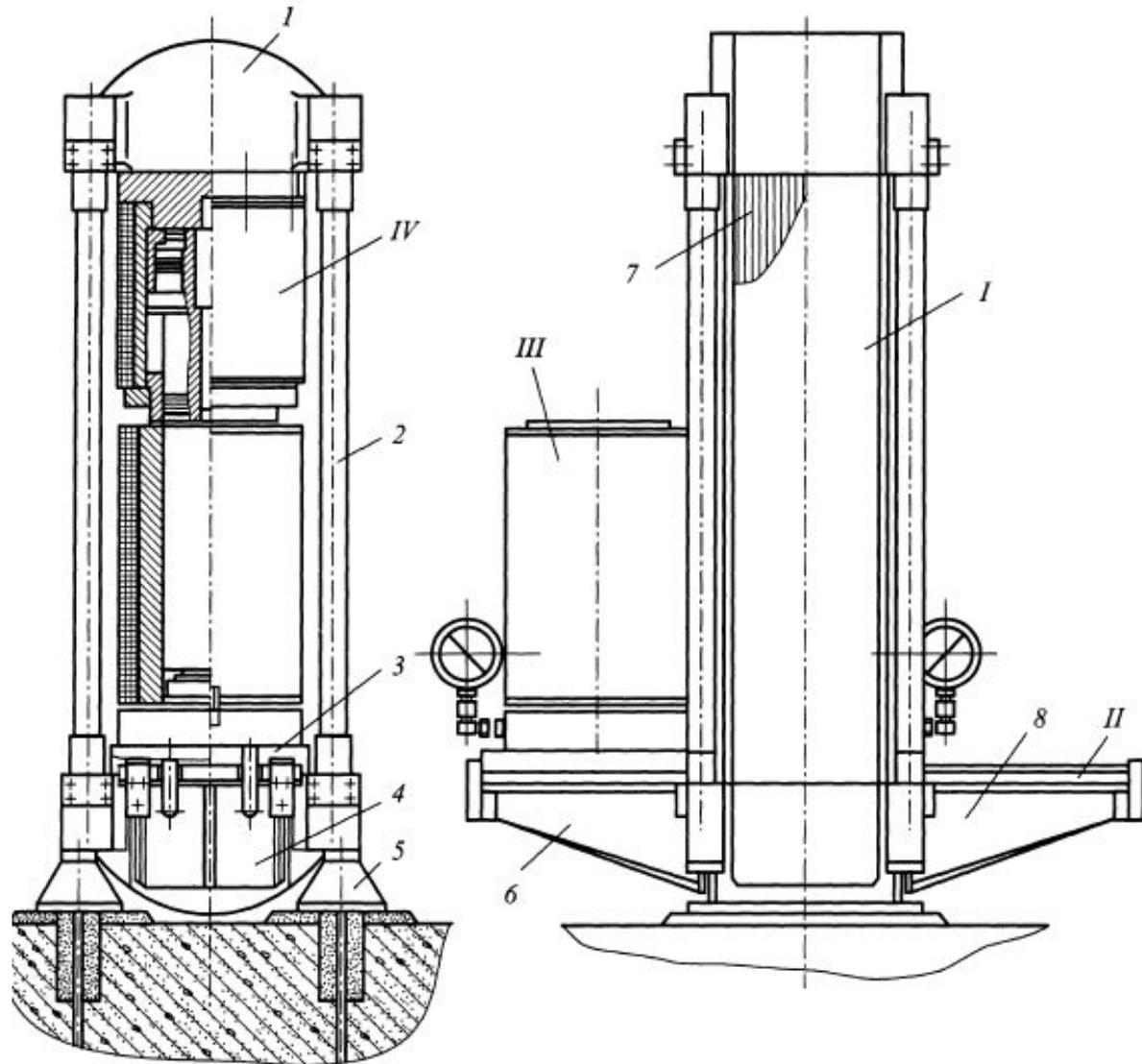
Давление в системе –  
до 600 МПа, 2я ступень  
давления - 1830 МПа.

Станина:

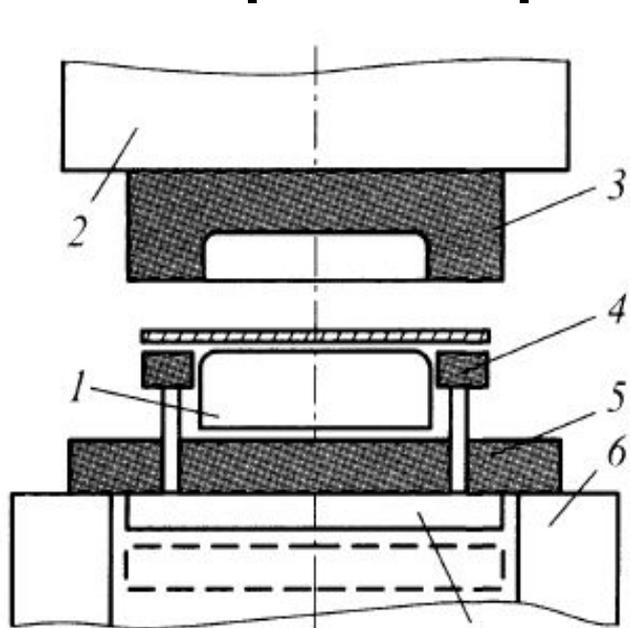
- верхний 1 и нижний 4  
ригели,
- стойки 2.

Эти элементы соединены в  
единую конструкцию  
обмоткой из ленты или  
проволоки.

Обмотка 7 из высокопрочной  
стальной ленты сечением 1 x  
5 мм (сталь 65Г,  $\sigma_{в}$  более 1600  
МПа).

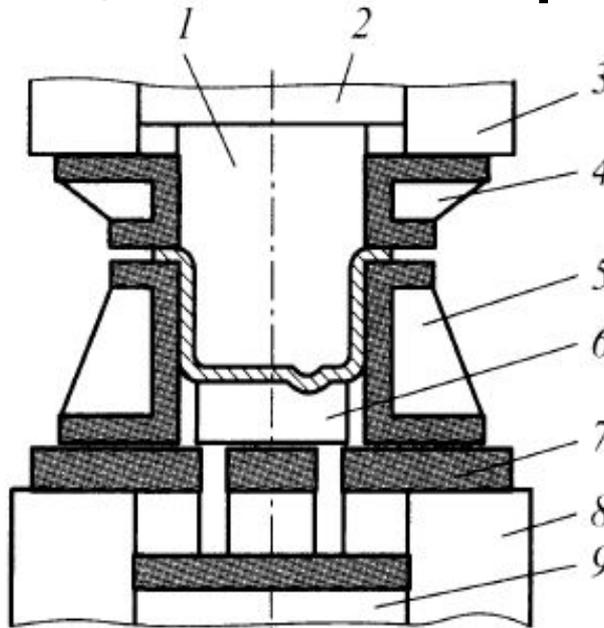


## 4. Холодная листовая штамповка на гидравлических прессах простого, двойного и тро



**Оснастка прессы  
простого действия.**

Ползун 2, матрица 3,  
пневматическая подушка  
7, прижим 4.



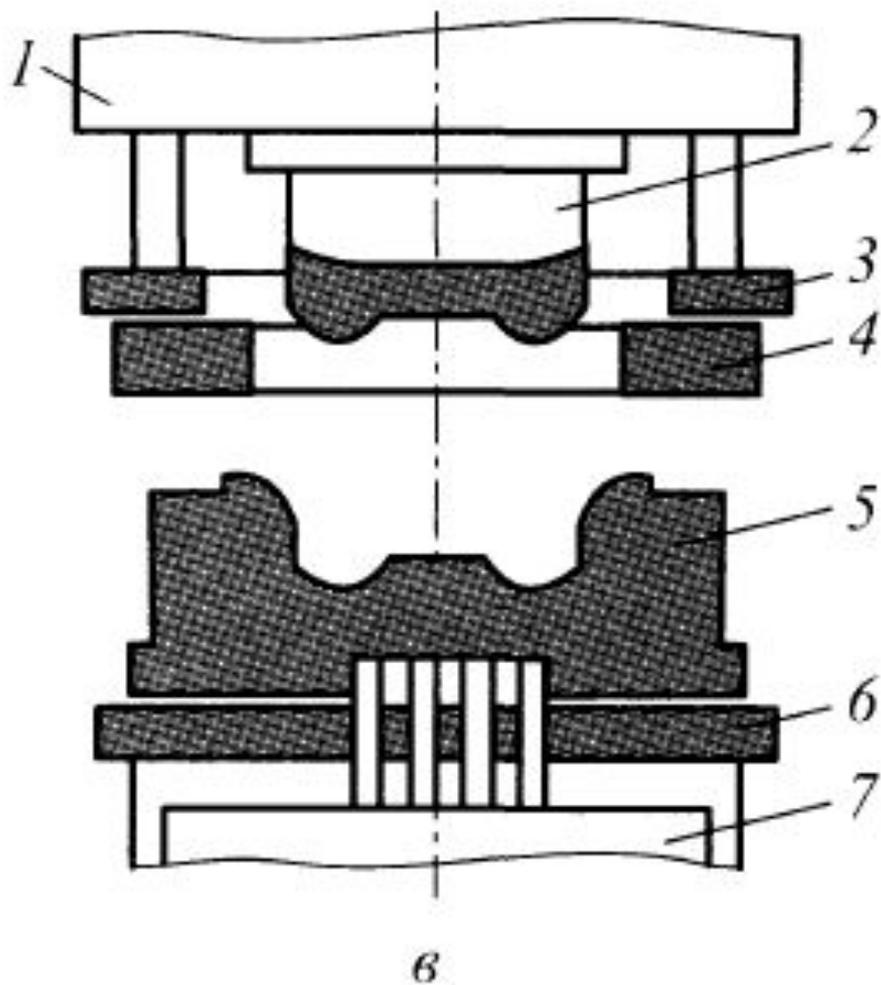
**Оснастка прессы  
двойного действия.**

Ползун внутренний 2  
вытяжной, наружный  
3 прижимной.  
Пуансон вытяжки 1 и  
прижим 4.  
Нижний  
выталкиватель 6,

Прессы ХЛШ имеют  
насосный  
безаккумуляторный  
привод, работают на  
масле.

Параметры  
одностоечных прессов с  
усилием до 2,5 кН  
регламентирует ГОСТ  
9753.

# Оснастка прессы тройного действия



Пуансоны:  
верхний внутренний 2 для  
вытяжки,  
верхний наружный 1 для  
прижима  
нижний 7, к которому  
прикреплен  
выталкиватель,

Плита 6 выдвигается  
вместе с нижним штампом  
5 из рабочего  
пространства прессы.

## Пример: скоростные параметры листоштамповочного прессы

- Скорость рабочего хода внутреннего ползуна 2,5 см/с,
- скорость прямого холостого хода 13,5 см/с,
- скорость обратного хода внутреннего и наружного ползунов соответственно 7 и 8 см/с.

В качестве рабочей жидкости используют минеральное масло.

# Пресс-автоматы для чистовой вырубki

Гидравлические прессы-автоматы для чистовой вырубki оснащены устройствами для подачи ленты, удаления изделий, резки и удаления отходов.

Некоторые из этих устройств имеют гидравлический или пневматический привод.

Цельные станины закрытого типа для повышения жесткости стянуты болтами.

Насосный безаккумуляторный привод расположен сбоку от прессы и обеспечивает тройное действие: прижим, противодействие и вырубку изделия.

Привод:

скорость его рабочего хода 10 мм/с.

70 ходов в минуту для прессов с номинальным усилием 0,4 МН и 32 хода в минуту для прессов с

д. усилием 0,63 МН.

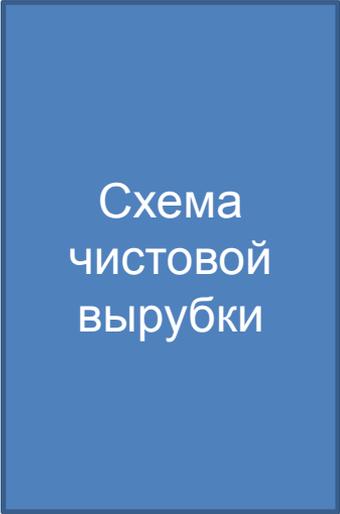


Схема  
чистовой  
вырубki

# Гидравлические прессы для пакетирования и брикетирования

Станины этих прессов горизонтальные, коробчатого типа. Все механизмы устанавливаются на станине, привод пресса насосный безаккумуляторный.

Обычная производительность таких прессов - 10-12 пакетов в час.

Последовательность движения плунжеров цилиндров (продольного и поперечного) и управление другими механизмами гидропривода осуществляется автоматически, обеспечивая загрузку отходами пакетировочной камеры, опускание крышки, первое прессование (продольный цилиндр), второе прессование (поперечный цилиндр), раскрытие камеры, отвод прессующих плунжеров и выталкивание пакета.

## 5. Гидравлические прессы для разделки и ломки проката «Хладноломы»

Для резки и ломки проката крупного сечения применяют гидравлические прессы. Для мелкого – кривошипные прессы или летучие ножницы.

В этих прессах применяют гидравлические устройства или пружинные амортизаторы, предотвращающие перегрузку возвратных цилиндров в момент разрушения металла.

Пример:: усилие. 2,5...30МН, четырехколонная горизонтальная станина, мультипликаторный гидравлический привод; давление рабочей жидкости (водной эмульсии) 40...50 МПа.

Для уменьшения усилия ломки проката на заготовке с обеих сторон предварительно делают надрубы.

Усилие ломки

$$P_D = 4\sigma_B W / l,$$

где  $\sigma_B$  – временное сопротивление материала заготовки;  $W$  – момент сопротивления изгибу,  $W = 0,1d^3$  для круглого и  $W = h^3/6$  для квадратного проката;  $l$  – расстояние между опорами.

# Прессы для переработки пластмасс и неметаллических материалов

Для переработки пластмасс и других неметаллических материалов применяют гидравлические прессы с насосным безаккумуляторным приводом.

Основные параметры и размеры регламентированы ГОСТ 10560.

Прессы снабжены нагревателями пресс-форм.

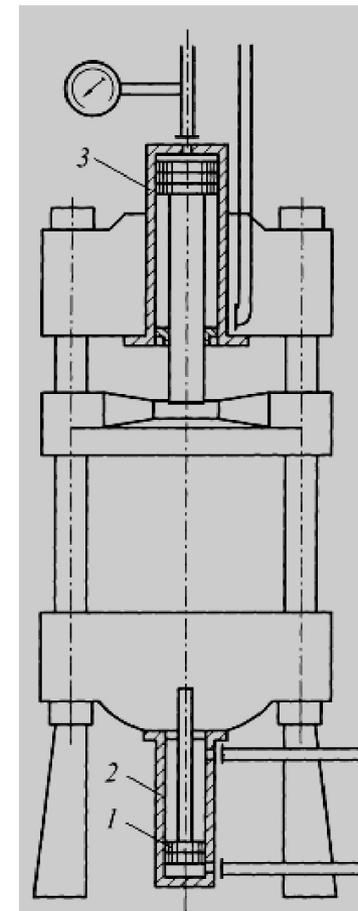
Справка: термопласты и реактопласты.

Термопласты характеризуются обратимостью процесса формообразования, т. е. после формования изделий под действием высокой температуры и давления они отвердевают, но после охлаждения не теряют способности к последующей неоднократной обработке. Реактопласты характеризуются необратимостью процесса формообразования, т. е. не пригодны для повторного формования.

Для изготовления листовых слоистых материалов: текстолитов, стеклопластиков, древеснослоистых и других, размерами более 1500 x 1500 мм, применяют гидравлические **этажные прессы**, иногда более 15 рабочих плит (этажей).

Под действием давления и высокой температуры происходит спекание слоев заготовки в единое целое.

Этажные прессы имеют станины рамного типа, снабжены гидравлическими устройствами для загрузки и выгрузки листовых материалов, нагревателями.

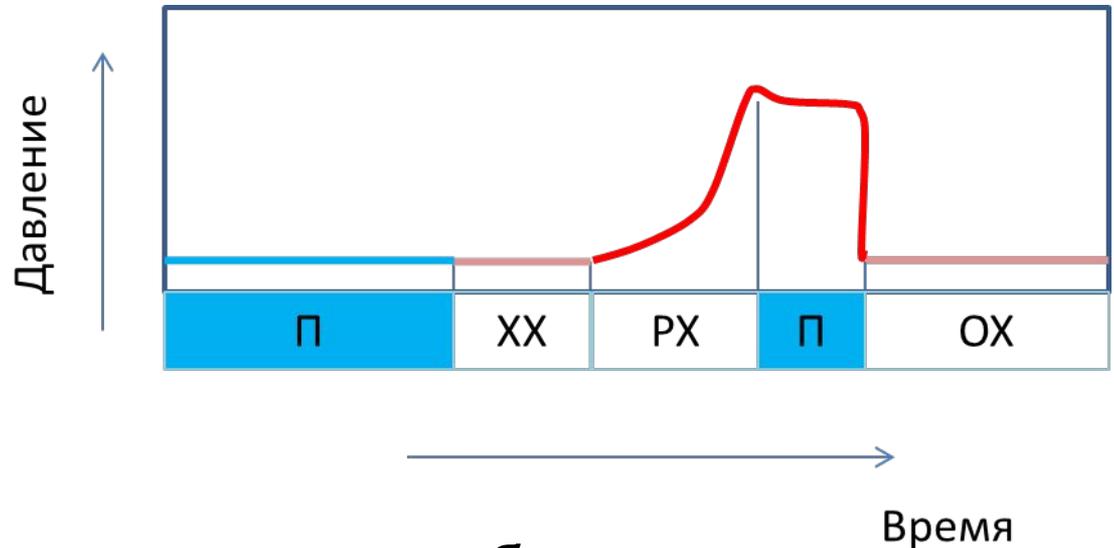


Линия из двух  
прессов  
Усилие 300 КН.  
360 деталей в час.  
Выдержка – 5,3 мин.

## 7. Цикл обработки гидравлического пресса

Полный цикл подвижной поперечины состоит из

- прямого холостого,
- прямого рабочего, с подводом механической энергии,
- обратного ходов,
- технологических пауз.



Энергию можно получить в результате преобразования электрической энергии (электрогидравлический привод) либо энергии давления пара или воздуха (парогидравлический или воздушно-гидравлический привод, устаревшие схемы. Они неэкономичны).

# Состав привода

- Электрогидравлический привод содержит или может содержать в составе:
- Рабочие и возвратные цилиндры,
- Насос,
- Электродвигатель,
- резервуары для жидкости (сливные баки),
- Регулирующую и распределительную аппаратуру,
- Соединительные трубопроводы и арматуру,
- Вспомогательные баки для жидкости низкого давления (наполнительные),
- Аккумулятор,
- Мультипликатор,
- Маховик,
- Фильтры и холодильники для регулирования температуры жидкости,
- Средства управления, контроля за состоянием агрегатов и регистрации параметров обработки.

# 7. ПРИВОДЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРЕССОВ



# Гидравлические прессы и их привод

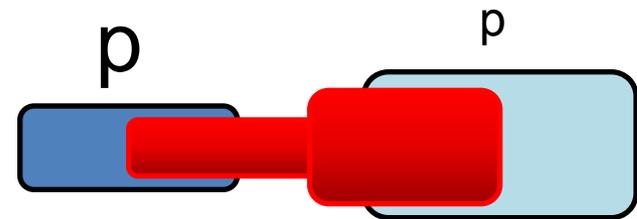
## Классификация гидроприводов

по назначению:

- Силовые,
- Вспомогательные,
- Приводы управления (сервоприводы),
- Синхронизации и др.

По составу основных агрегатов:

- Насосные,
- Аккумуляторные,
- Безаккумуляторные,
- Мультипликаторные.



Под мультипликатором понимают **устройство, предназначенное для повышения давления жидкости и содержащее два цилиндра - низкого и высокого давления**. Привод, содержащий один одноплунжерный насос, называют условно «электромеханическим мультипликаторным», т.к. он создает пульсирующее давление, однако он относится по сути к разряду насосных.

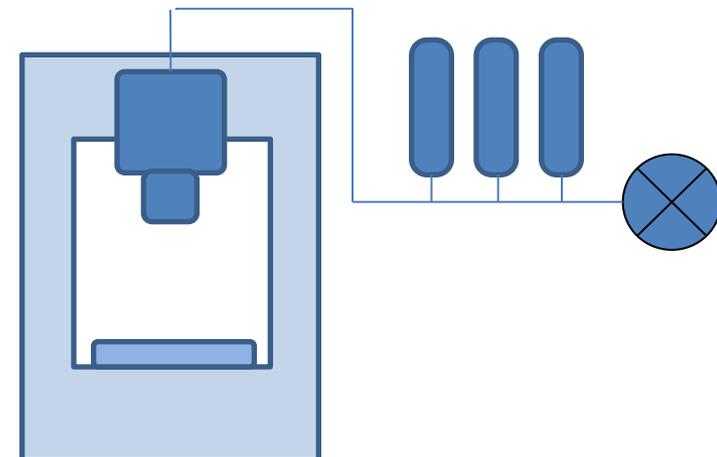
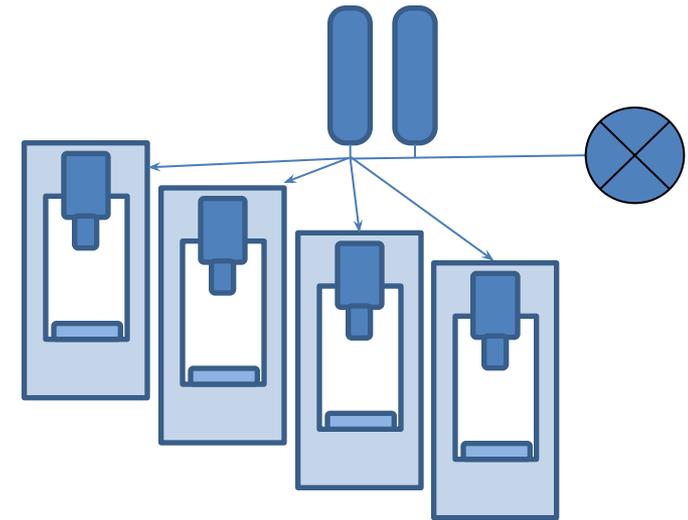
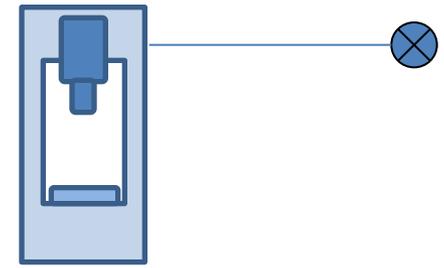
# Гидравлические прессы и их привод

Привод гидравлического пресса может быть **индивидуальным** и **групповым** (насосно-аккумуляторная станция, Н.-А. С.).

Групповой гидропривод позволяет уменьшить общую установленную мощность. Насосно-аккумуляторную станцию располагают на прессе, у прессы или в отдельном помещении.

Н.-А. С. применяют для производств, для которых характерны продолжительные технологические паузы, например

- в приводе ковочных прессов,
- в приводе мощных гидравлических прессов,



# Насосный привод. Цилиндры и рабочие жидкости

Гидравлические цилиндры (гидродвигатели подвижной поперечины) могут быть поршневыми или плунжерными.

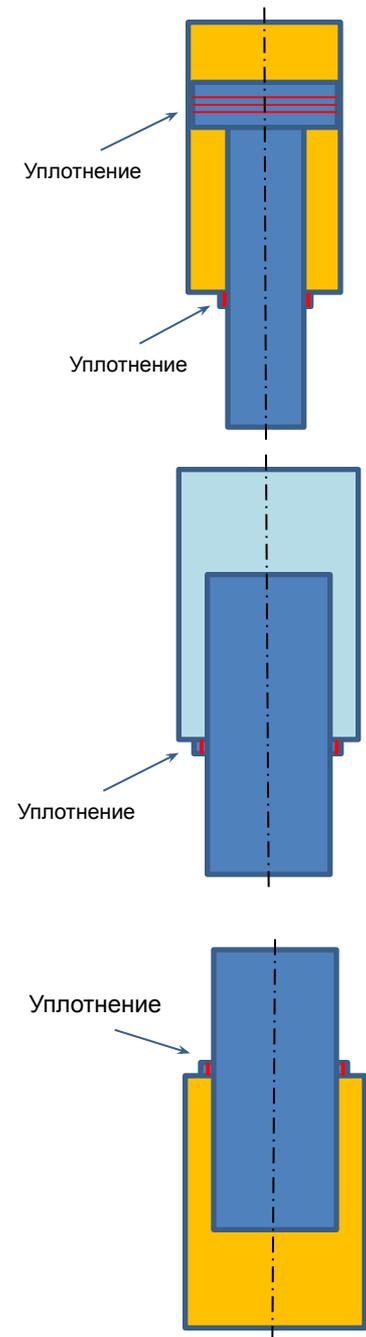
Рабочая жидкость в поршневых цилиндрах - минеральные масла, обладающие повышенной вязкостью, что исключает их утечку между поршнем и стенками цилиндра.

Плунжерные цилиндры применяют, если рабочая жидкость - водная эмульсия, вязкость которой недостаточная, чтобы исключить утечки через поршень при использовании обычных уплотнительных устройств.

Выбор в качестве рабочей жидкости водной эмульсии или минерального масла определяется в значительной степени назначением и конструкцией прессы:

В прессах дляковки или горячей объемной штамповки минеральное масло применять нельзя по требованиям пожарной безопасности.

Однако для прессов с нижним расположением привода и при условии герметичных в пожарном отношении перекрытий (пола) минеральное масло можно использовать в качестве рабочей жидкости.



# Гидравлические прессы и их привод