

**Оборудование прокатно-прессовых цехов.**

Метод. указания к лабораторным работам / В.Р. Каргин – Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т. – 28с.

**ОБОРУДОВАНИЕ ПРОКАТНО-ПРЕССОВЫХ ЦЕХОВ**

Рассмотрены основные типы оборудования, используемого в прокатно-прессовых цехах при обработке металлов давлением – одноклетьевого стан кварто и горизонтальный гидравлический пресс. Представлены конструкции устройств этого оборудования и их основные технические характеристики.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 110600-Обработка металлов давлением. Подготовлены на кафедре обработки металлов давлением.

Методические указания к лабораторным  
работам №1 и №2

Печатается по решению редакционно – издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева

Рецензент профессор В.В. Уваров

САМАРА 2005

## ОДНОКЛЕТЬЕВОЙ ПРОКАТНЫЙ СТАН КВАРТО (4 часа)

Ц е л ь р а б о т ы — ознакомление с конструкцией одноклетьевого прокатного стана для прокатки листов, порядком работы отдельных его узлов и механизмов; привитие навыков расчета основных деталей стана на прочность; составление технической документации

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Прокатным станом называется комплекс машин для деформирования металла во вращающихся валках и выполнения вспомогательных операций: транспортировки заготовки к валкам, уборки после прокатки, резки, правки и т.д. Оборудование для деформации металлов (рабочая клеть и привод валков) называют основным. Оно расположено на главной линии прокатного стана (рис. 1).

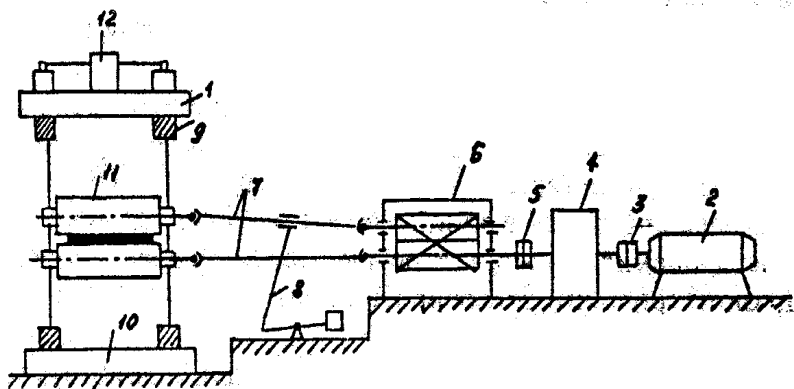


Рис. 1. Главная линия прокатного стана

Привод рабочей клетки стана 1 осуществляется от электродвигателя переменного или постоянного тока 2. Последний используют в тех случаях, когда необходимо регулировать скорость прокатки.

Шестеренная клеть 6 предназначена для разделения крутящегося момента двигателя между валками. Она представляет собой одноступенчатый редуктор с шевронными зубьями с передаточным отношением  $i=1$ . По аналогии с прокатными валками зубчатые колеса этой клетки называют шестеренными валками. Валы двигателя 2, редуктора 4, и шестеренкой клетки 6 соединяются между собой муфтами 3 и 5. Муфта 5, передающая вращение валу ведущей шестерни шестеренной клетки, называется коренной муфтой, муфта 3 — моторной.

Существуют также схемы привода стана, в которых редуктор или шестеренная клеть отсутствуют, при этом каждый из рабочих валков приводится во вращение от отдельного двигателя.

Шпиндели 7 соединяют шестеренные валки с рабочими 11 и передают крутящий момент и вращение при несоосности шестеренных и прокатных валков до 10-12 градусов, которая возникает при настройке (регулировании) стана. На современных прокатных станах применяют универсальные шпиндели, устроенные по принципу шарнира Гука. Шпиндели уравнивают с помощью пружинных, грузовых и гидравлических устройств 8.

Рабочая клеть 1, в которой осуществляется пластическая деформация металла, представляет собой две массивные стальные литые станины 9, установленные на плитовину 10 и закрепленные на фундаменте анкерными болтами.

Количество валков в рабочей клетке зависит от назначения и типа прокатываемой продукции. Наиболее проста по конструкции двухвалковая горизонтальная клетка (рис. 2,а). При прокатке в несколько проходов в одной клетке каждый раз меняют направление вращения валков, т. е. осуществляют реверс. В трехвалковой клетке (рис. 2,б) реверсирование двигателей и валков перед обратным ходом не требуется.

При прокатке листов для снижения усилий, действующих на валки, и соответственно уменьшения размеров клетки и мощности привода диаметр рабочих валков уменьшают. Чтобы обеспечить минимальный прогиб валков и повысить жесткость стана, дополнительно устанавливают опорные валки. Четырехвалковые

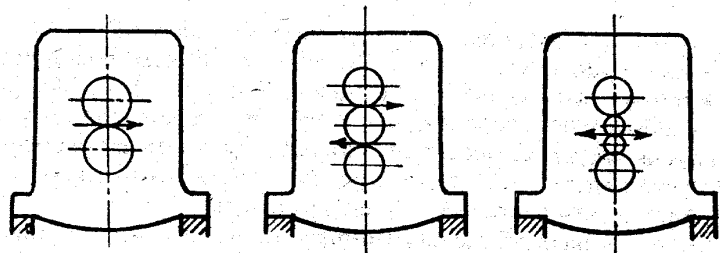


Рис. 2. Конструкция рабочих клеток

клетки (кварто) широко используются для горячей и холодной прокатки листов (рис. 2,в).

Подушки валков 1 предназначены для крепления подшипников 2 с установленными в них валками 3 (рис. 3). Подушки располагают в окне станины-4, где они могут перемещаться вместе с валками вверх и вниз вдоль стоек станины.

Зазор между валками в вертикальной плоскости не остается

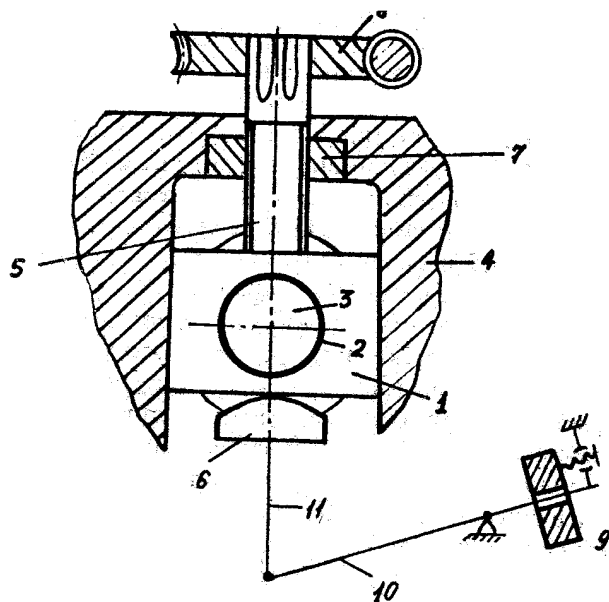


Рис.3. Конструкция нажимных винтов

постоянным, а изменяется в зависимости от степени деформации прокатываемого металла. На листовых станах положение нижнего валка с подушками в рабочей клетке постоянно. Поэтому необходимое расположение (раствор) валков регулируют перемещением в вертикальной плоскости верхнего валка вместе с подушками. С этой целью в рабочей клетке необходимы два устройства: нажимное и уравнивающее.

Основное назначение нажимного устройства — это регулирование раствора между валками в вертикальной плоскости и компенсация износа.

Нажимное устройство состоит из гайки 7, закрепленной в станине клетки 4, и нажимного винта 5, упирающегося в подушку 1 верхнего валка 3. Нажимной механизм приводится от электродвигателя 12, установленного на станине через червячный редуктор (см. рис. 1).

Необходимость оснащения рабочих клеток устройствами для уравнивания валков обусловлена следующими причинами:

1. Перемещение вверх и вниз многотонного верхнего валка с подушками представляет большую трудность, которая заключается в приложении больших усилий, инерционности системы, низкой точности установки валка в нужное положение. Однако, если уравновесить валок вместе с подушками, то для его перемещения в вертикальном направлении потребуется незначительное усилие. Система становится практически безынерционной и легко поддается регулировке с высокой точностью.

2. Нажимные винт и гайка под действием сил тяжести валков с подушками имеют в своей винтовой паре зазоры. Если эти зазоры не устранить, то в момент захвата металла в системе «винт— нажимная гайка» возникнут динамические нагрузки, в 10-50 раз превышающие нагрузки при прокатке. Это может привести к поломке стана. Кроме того, если предварительно не выбрать указанные зазоры, то прокатные изделия будут иметь изменяющиеся размеры. На рис. 3 верхний валок и его подушку уравнивают усилием, передаваемым от контргрузов 9 через грузовой рычаг 10 и штанги 11; упирающиеся в подушки. Массу грузов подбирают таким образом, чтобы создать усилие на 20-40 процентов больше, чем усилие, необходимое для уравнивания валка с подушками.

Рольганг служит для транспортировки прокатываемого металла к рабочей клетке, подачи в валки, приема из валков и транспортировки от одной клетки к другой. Рольганг представляет собой систему расположенных параллельно друг к другу в горизонтальной плоскости цилиндрических стальных роликов. Ролики могут иметь индивидуальный привод либо групповой.

Для правильного направления металла в валки и выхода из валков по обеим сторонам рабочей клетки устанавливают проводки. Проводки, расположенные с передней стороны стана (со стороны подачи металла), называются вводными, а находящиеся с задней стороны (со стороны выхода металла из валков)— выводными.

Основным параметром листовых станов является длина бочки валков, которая определяет максимальную ширину прокатываемых на стане листов или полосы. Например, «Стан 2500», означает, что длина бочки валков равна 2500 мм и на них можно прокатывать листы и полосу шириной около 2300 мм.

Часовая производительность прокатного стана

$$\Pi = \frac{3600K\eta\gamma V_{заг}}{t_{ц}} \quad (1)$$

где  $K$  — коэффициент использования стана,  $K=0,9$ ;

$\eta$  — выход годного от заправки на данную операцию;  $\varepsilon = 0,8-0,9$ ;

$\gamma$  — плотность прокатываемого металла;

$V_{заг}$  — объем заготовки;

$t_{ц}$  — продолжительность одного цикла прокатки;

$$t_{ц} = t_{раб} + t_{п}$$

где  $t_{раб}$  — рабочее время одного прохода;

$$t_{раб} = \frac{L}{V_{пр}}$$

$$L — \text{длина полосы после выхода из валков, } L = \frac{L_0 F_0}{F};$$

$F_0, F$  — площади поперечного сечения полосы до и после прокатки соответственно;

$$V_{пр} — \text{скорость прокатки, } V_{пр} = \frac{\pi D_p n_B}{60},$$

где  $n_B$  — угловая скорость рабочего валка;

$$t_{п} — \text{время пауз, } t_{п} = \frac{\Delta h}{V_{НВ}};$$

$V_{НВ}$  — скорость перемещения нажимных винтов;

$$V_{НВ} = \frac{\Delta H}{t_{НВ}},$$

где  $\Delta H$  — максимальный зазор между рабочими валками;

$t_{НВ}$  — время перемещения нажимных винтов на максимальное расстояние;

$\Delta h$  — абсолютное обжатие за проход.

Максимальное допустимое усилие прокатки, воспринимаемое станиной рабочей клетки, находится по формуле:

$$P_{дон} = \frac{[\sigma]_c}{\frac{1}{4F_c} + \frac{l_{п}}{16 \left( 1 + \frac{l_c J_{п}}{l_{п} J_c} \right)}}, \quad (2)$$

где  $F_c$  — площадь поперечного сечения стойки станины,

$$F_c = Sh_c;$$

$S$  — толщина станины;

$h_c$  — ширина стойки станины;

$l_c, l_{п}$  — длины стоек и поперечин по средней линии соответственно;

$[\sigma]_c$  — допустимое напряжение материала станины  $[\sigma]_c = 50$  Мпа;

$$W_c — \text{момент сопротивления сечения стойки изгибу, } W_c = \frac{Sh_c^2}{6};$$

$J_c, J_{п}$  — моменты инерции поперечных сечений стойки и поперечины соответственно.

$$J_c = \frac{Sh_c^3}{12}, \quad J_{п} = \frac{Sh_{п}^3}{12}$$

Правильность выбора диаметра бочки опорного валка из условия прочности на изгиб проверяется по формуле:

$$D_{on} \geq \sqrt[3]{\frac{2,5P_{don}(a-0,5B)}{[\sigma]_B}} \quad (3)$$

где  $a$  — расстояние между осями нажимных винтов;  
 $B$  — средняя ширина прокатываемой полосы;  
 $[\sigma]_B$  — допускаемое напряжение материала валка,  $[\sigma]_B = 70$  МПа.

Допустимый момент прокатки, воспринимаемый приводными рабочими валками, находится из условия прочности шейки рабочего валка на изгиб и кручение

$$M_{don} = \sqrt{0,04[\sigma]_B^2 d_{ш}^6 - (0,5P_{don}l_{ш})^2} \quad (4)$$

где  $d_{ш}$  — диаметр шейки рабочих валков,  $d_{ш} = 0,65D_p$ ,

$l_{ш}$  — длина шейки рабочих валков,  $l_{ш} = d_{ш}$ .

Момент на валу электродвигателя прокатного стана

$$M_{ог} = 1,15 \frac{M_{don} + M_{mp}}{ik} \leq M_n \quad (5)$$

где  $M_{ог}$  — момент сил трения, возникающий в подшипниках валков,

$$M_{mp} = P_{don} d_{ш.он} \mu_{ш} \frac{D_p}{D_{он}},$$

$D_{он}, D_p$  — диаметр опорных и рабочих валков соответственно;

$\mu_{ш}$  — коэффициент трения в подшипниках,  $\mu_{ш} = 0,004$ ;

$d_{он}$  — диаметр шейки опорных валков,  $d_{он} = 0,7D_{он}$

$M_n$  — паспортный момент двигателя;

$i$  — передаточное отношение привода между валками и приводом;

$K$  — коэффициент допустимой перегрузки двигателя,  $K = 2,5$ .

Мощность электродвигателя

$$N_{ог} = M_{ог} \omega = \frac{\pi}{30} M_{ог} n \leq N_n \quad (6)$$

где  $\omega$  — угловая скорость вращения якоря двигателя;

$n$  — число оборотов двигателя,  $n = 1420$  об/мин;

$N_n$  — паспортная мощность двигателя.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

С учетом полученных теоретических сведений о конструкции прокатного стана

- ознакомиться с действующей моделью лабораторного одноклетьевого прокатного стана кварто и его узлами (рис.4);
- выполнить необходимые замеры параметров лабораторного прокатного стана и произвести расчет его технических характеристик;
- заполнить таблицу основных технических характеристик прокатного стана;
- овладеть навыками управления работой прокатного стана;
- провести расчеты правильности выбора электродвигателя и размеров опорного валка;
- оформить отчет по лабораторной работе.

Для заполнения таблицы основных технических характеристик лабораторного прокатного стана нужно иметь следующие сведения об элементах стана.

1. Габаритные размеры стана (длина, ширина, высота), параметры рабочих и опорных валков, длина раскатного поля и т. п. определяются с помощью рулетки, линейки, кронциркуля и т. п.
2. Скорость прокатки  $V_{пр}$  определяют исходя из длины заготовки и времени нахождения заготовки в рабочих валках.
3. Скорость перемещения нажимных винтов  $V_{нв}$  находят исходя из наибольшего хода верхнего валка и времени перемещения между двумя крайними положениями верхнего валка.
4. Часовая производительность прокатного стана  $\Pi$  определяется по формуле (1) для прокатки свинцовых заготовок ( $\gamma = 11, 4 \text{ г / см}^3$ ).
5. Допустимое усилие прокатки  $P_{доп}$  и момент прокатки  $M_{доп}$  находят по выражениям (2) и (4).
6. Правильность выбора размеров опорного валка и параметров электродвигателя проверяется по формулам (3) — (5).

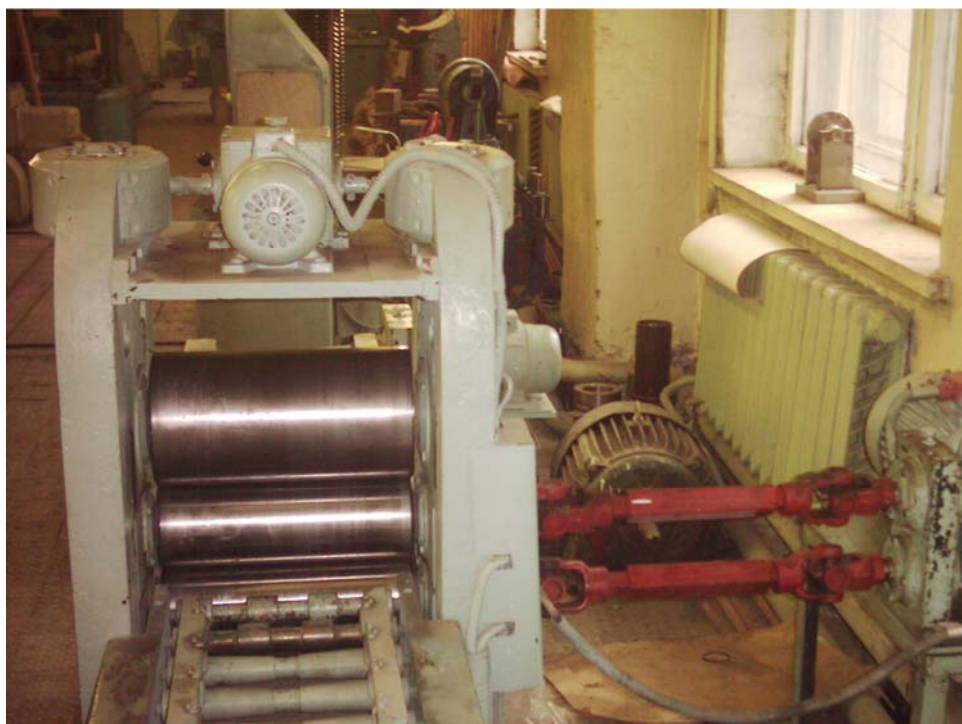


Рис.4. Внешний вид лабораторного прокатного стана

Основные технические характеристики лабораторного прокатного стана

№ п/п	Характеристика	Обозначение	Значение
1.	Диаметр рабочих валков, мм	$D_p$	
2.	Диаметр опорных валков, мм	$D_{оп}$	
3.	Длина бочки валков, мм	$B_b$	
4.	Максимальная скорость прокатки, м/с	$V_{пр}$	
5.	Обжатие за проход, мм	$\Delta h$	
6.	Допустимое усилие прокатки, Н	$P_{доп}$	
7.	Длина раскатного поля, мм	$L_{рп}$	
8.	Допустимый момент прокатки, Н.м	$M_{доп}$	
9.	Часовая производительность, кг/ч	$\Pi$	
10.	Скорость перемещения нажимных винтов, мм/с	$V_{нв}$	
11.	Габаритные размеры стана, мм: длина	$L_{ст}$	
	ширина	$B_{ст}$	
	высота	$H_{ст}$	
12.	Мощность главного привода, кВт	$N_n$	4
13.	Момент главного привода, Н. м	$M_n$	6300
14.	Угловая скорость рабочего валка, об/мин	$n_B$	
15.	Максимальное расстояние между нажимными винтами, мм	$\Delta H$	
16.	Время перемещения нажимных винтов, с	$t_{нв}$	
17.	Толщина станины, мм	$S$	
18.	Ширина стойки станины, мм	$h_c$	
21.	Длина стойки станины, мм	$l_c$	
	Длина поперечены станины, мм	$l_n$	
	Габариты слитка до прокатки, мм		

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Схема главной линии прокатного стана.
2. Необходимые расчетные формулы.
3. Таблицы основных технических характеристик стана.
4. Результаты проверки правильности выбора размеров опорного вала и электродвигателя.
5. Выводы по работе.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называют прокатным станом?
2. Опишите конструкцию рабочей клетки кварто.
3. Каким образом перемещают валки в вертикальной плоскости?
4. Как устроена главная линия рабочей клетки?
5. Какую функцию выполняют опорные валки?
6. Какое оборудование относят к вспомогательному?
7. В чем состоит назначение шестеренной клетки, универсальных шпинделей?
8. Как классифицируются рабочие клетки по числу валков?
9. Как устанавливают валки в рабочей клетки?
10. Назовите основной параметр листопрокатного стана?
11. Как выбрать двигатель для привода валков?
12. Что представляет собой рольганг и каковы его функции?
13. Зачем на станах используют проводки?
14. Как определить продолжительность одного цикла прокатки?
15. Перечислите основные технические характеристики прокатного стана.
16. Каким образом можно определить скорость прокатки?
17. Из каких условий находят допустимые усилия и моменты прокатки?
18. Как найти часовую производительность прокатного стана?
19. Почему расчет на изгиб проводят только для опорного вала?
20. Зачем рабочую клетку оснащают устройствами для уравнивания валков?
21. Назовите область применения рабочих клеток кварто.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Машины и агрегаты для обработки цветных металлов и сплавов / *В.С.Паршин, В. П. Костров, Б. С. Сомов* и др. М.: Металлургия, 1988. 400 с.
2. Машины и агрегаты металлургических заводов. Т.3: Машины и агрегаты для производства и отделки проката / *А. И. Целиков, П. Н. Полухин, В. Н. Гребенник* и др. М.: Металлургия, 1981. 320 с.
3. *А. А. Королев*. Механическое оборудование прокатных цехов черной и цветной металлургии. М.: Металлургия, 1976. 544 с.

## ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРЕСС (4 часа)

Ц е л ь р а б о т ы — ознакомление с конструкцией горизонтального гидравлического пресса для прессования профилей и труб, с наладкой деформирующего инструмента, порядком работы отдельных узлов и пресса в целом; привитие навыков по расчету основных деталей пресса на прочность, составлению технической документации.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1. *Принцип действия гидравлического пресса.* На рис. 1 приведена простейшая схема конструкции гидравлического пресса. На малый поршень насоса 1 действует сила  $P$ , создающая давление  $p = P/f$  где  $f$  — площадь поперечного сечения поршня 1. Усилие на торце пресс-штемделя 3 определяется площадью поперечного сечения плунжера 2 пресса. В соответствии с законом Паскаля для сообщающихся сосудов

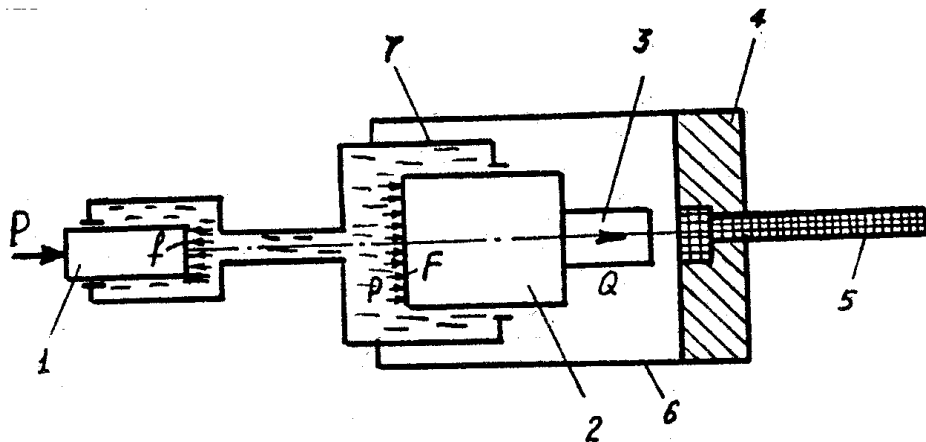


Рис.1 Схема гидравлического пресса

откуда  $Q = PF/f = pF$ .

Так как можно обеспечить практически любое соотношение площадей  $F/f$ , то теоретически возможно построить пресс с любым усилием. На создание усилия  $Q$  при прессовании профилей 5 конструкцией пресса предусмотрена жесткая связь контейнера 4 с гидроцилиндром -7плунжера 2 посредством стяжных колонн 6. Регулируя количество жидкости, подаваемое в цилиндр пресса 7, можно изменять скорость движения пресс- штемделя 3 в широких пределах. Описанный принцип действия гидроустановки положен в основу работы любого гидравлического пресса. Конструкция всех элементов гидропресса определяется характером выполняемых технологических операций.

2. *Конструкция и основные параметры горизонтального гидравлического пресса для прессования профилей и труб.* Головным оборудованием прессового цеха является горизонтальный гидравлический пресс. Он представляет собой комплекс узлов и силовых элементов, предназначенных осуществить рабочий цикл прессования слитков и вспомогательные операции по приведению прессов в исходное рабочее состояние.

Основными элементами гидравлического пресса прямого действия при прессовании профилей являются горизонтально расположенные главный рабочий цилиндр 1 и главный рабочий плунжер 2 (рис. 2). Их назначение -создать необходимое давление прессования. Давление на плунжер обычно создается при помощи жидкости, подаваемой насосом высокого давления, и аккумуляторов. В качестве жидкости применяют воду, эмульсии или масло. Жидкость находится под давлением 200-500 атм.

На торце главного плунжера 2 через подвижную прессующую траверсу 9 закреплен пресс-штемпель 3, который осуществляет выдавливание слитка 4 из контейнера 5 через матрицу 6 усилием, развиваемым главным плунжером 2 пресса. Матрица 6, закрывающая выход из контейнера 5, посредством матрицедержателя 15 установлена в передней неподвижной траверсе 7, закрепленной на станине пресса. Для создания давления прессования в контейнере 5 переднюю траверсу 7 связывают колоннами 8 с главным цилиндром 1. Колонны 8 воспринимают полное усилие прессования и в совокупности с передней траверсой 7и главным цилиндром 1 создают жесткую замкнутую раму (станину), являющуюся основанием пресса.

Подвижная траверса 9 совместно с главным плунжером 2 и пресс-штемпелем 3 скользит по направляющим вдоль станины



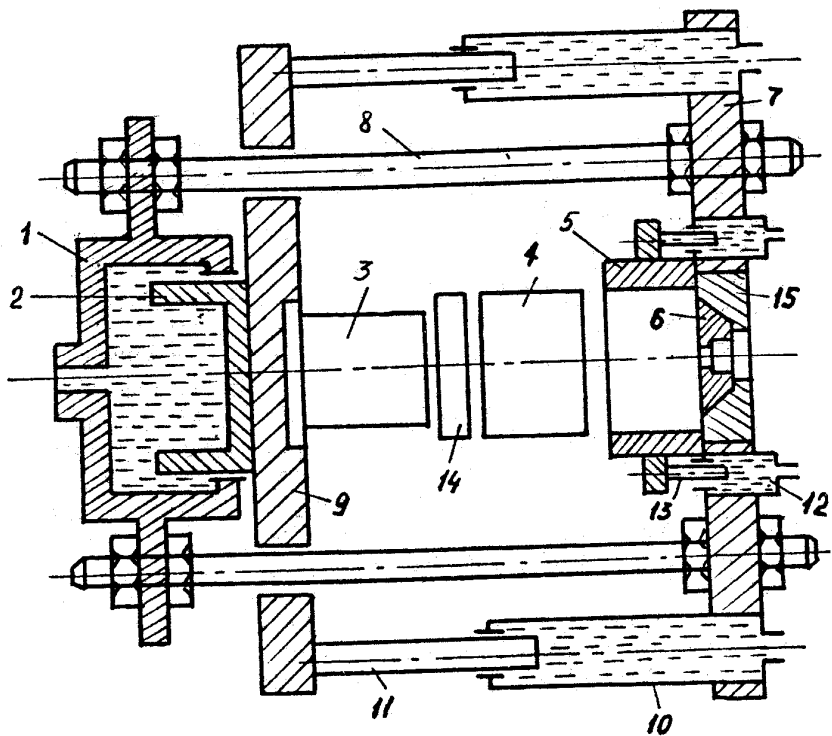


Рис.2. Конструкция горизонтального гидравлического пресса прямого действия для прессования профилей

пресса и совершает обратное поступательное движение. Обратный ход, г. е. возврат в исходное положение главного плунжера вместе с пресс-штемпелем, осуществляется благодаря цилиндрам обратного хода 10, установленным в неподвижной передней траверсе 7.

Перемещение контейнера 5 осуществляется гидроцилиндрами 12 с плунжерами 13, расположенными в передней неподвижной траверсе 7.

На рис.3 показана схема горизонтального гидравлического пресса прямого действия для прессования труб. Контейнер 2 под действием гидроцилиндра 4 прижат к матрице 1, прижимаемой в свою очередь к станине 9. Слиток сперва подпрессовывается пресс-шайбой с пуансоном 3, а затем прошивается иглой 8, приводимой в движение цилиндром 6. Затем игла останавлива-

ется, а пуансон 3 при помощи плунжера главного цилиндра 5 выполняет работу прессования трубы 11, которая поддерживается направляющим желобом 10. Главный плунжер отводится в исходное положение цилиндром 7, а контейнер отодвигается вправо цилиндром 4.

Основными параметрами гидравлических прессов для прессования является номинальное усилие, рабочий ход, скорость движения прессующей траверсы, размеры контейнера, а также часовая производительность.

Номинальное усилие пресса

$$P_n = \sum_{i=1}^n F_i$$

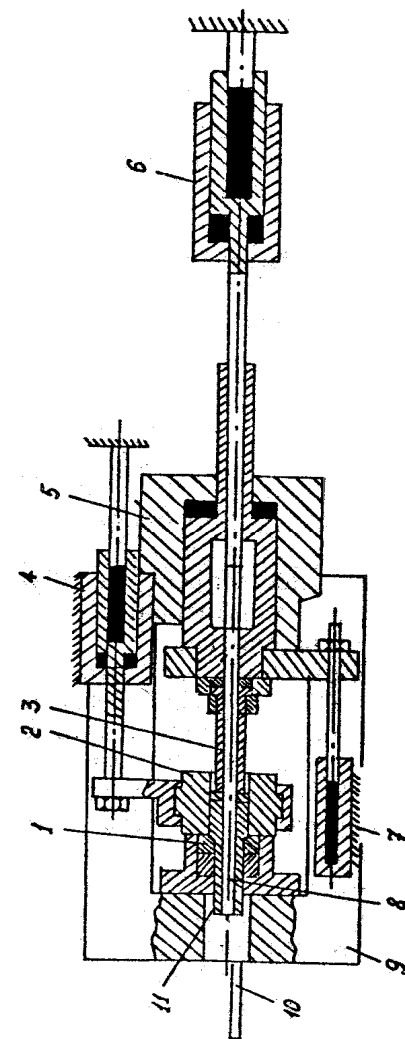
где  $n$  — число плунжеров рабочих цилиндров.

Номинальное усилие является условной характеристикой гидравлического пресса, так как не учитывает гидравлические потери на преодоление сил трения. Поэтому при выборе усилия пресса  $P_H = 1,3P_{\text{расч}}$ .

Величину хода пресса принято измерять длиной контейнера. В современных

конструкциях она приблизительно равна 2,5 длины контейнера. Такой ход главного плунжера обеспечивает одновременно с подачей слитка в контейнер отделение пресс-

Рис.3. Схема горизонтального гидравлического пресса прямого действия для прессования труб



остатка от изделия, что позволяет сократить время вспомогательных операций,

Скорость движения прессующей траверсы определяется по формуле:

$$V_{mp} = \frac{V_{ист}}{\lambda}$$

где  $V_{ист}$  — скорость истечения металла при прессовании;

$\lambda$  — коэффициент вытяжки.

На действующих прессах она составляет 0,1...40 мм/с. Часовая производительность пресса

$$\Pi = \frac{3600}{t_p + t_{xx}} \gamma F (h - H),$$

где  $t_p$  — время рабочего хода,

$$t_p = \frac{L - H}{V_{mp}},$$

$t_{xx}$  — время холостого хода и работы вспомогательных механизмов;

$\gamma$  — плотность прессуемого металла;

$F$  — площадь поперечного сечения слитка;

$L$  — длина слитка;

$H$  — длина пресс-остатка.

3. *Последовательность реализации технологических операций.* В исходном положении перед, подачей нагретого слитка прессующая траверса с пресс-штемпелем 1 находится в крайнем левом положении (рис. 4, а). Свиток 4 с, пресс-шайбой 2 спецмеханизмом 3 подают на ось пресса, в зазор между пресс-штемпелем и торцом контейнера 5.

При холостом ходе прессующей траверсы пресс-штемпель 1 заталкивает, слиток 4 и пресс-шайбу 2 в контейнер 5, после чего подающий механизм 3 возвращается в исходное положение, освобождая пространство для дальнейшего движения прессующей траверсы (рис.4,б).

При рабочем ходе прессующей траверсы после прижатия контейнера к матрице происходит процесс прессования с образованием пресс-изделия. Прессование идет до тех пор пока длина пресс-остатка не достигнет заданной величины, после чего траверсу останавливают (рис. 4,в).

Для удаления пресс-остатка вместе с пресс-шайбой из кон-

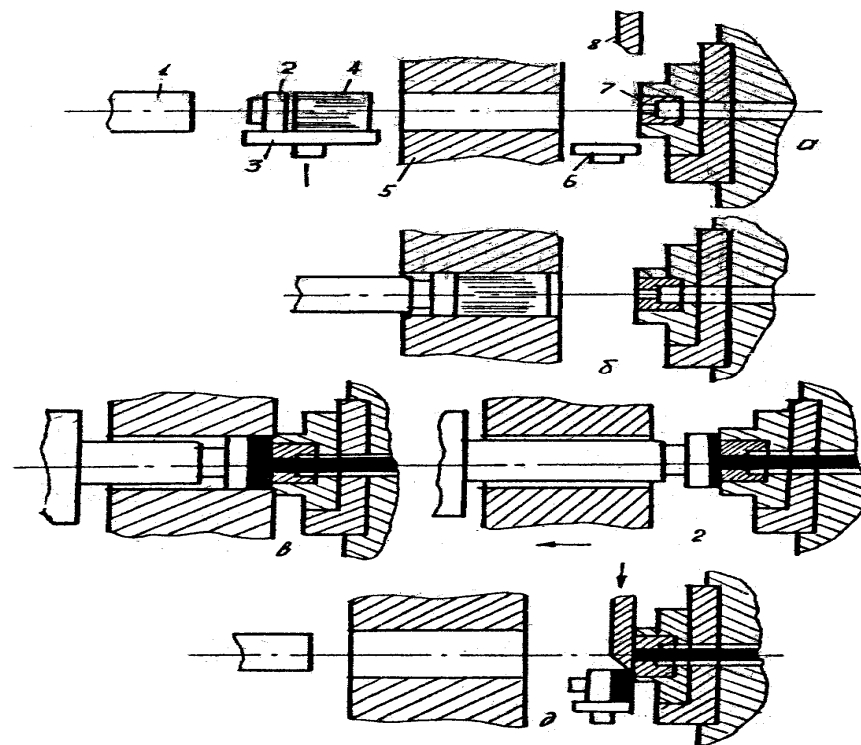


Рис.4. Стадии прессования

тейнера отводят либо контейнер от матрицы, либо матрицедержатель от контейнера, освобождая пространство для прохода ползуна ножниц 8 и приемника пресс-остатка 6 (рис. 4,г). Движением ножа ножниц с помощью спецгидроцилиндров пресс-остаток вместе с пресс-шайбой отделяют от изделия (рис. 4,д) и спецмеханизмом транспортируют в разделительное устройство, расположенное вне пресса, где производят отделение пресс-остатка от пресс-шайбы. Ползун ножниц возвращается в исходное положение. Одновременно с операциями отделения пресс-остатка происходит возврат пресс-штемпеля в крайнее левое положение и загрузка следующего слитка с пресс-шайбой в контейнер пресса и начинается следующий цикл прессования.

4. *Конструкция матричных узлов.* Наибольшее распространение получили однопозиционные матричные узлы в комплекте с мундштуком, перемещающимся вдоль оси пресса (рис. 5). В

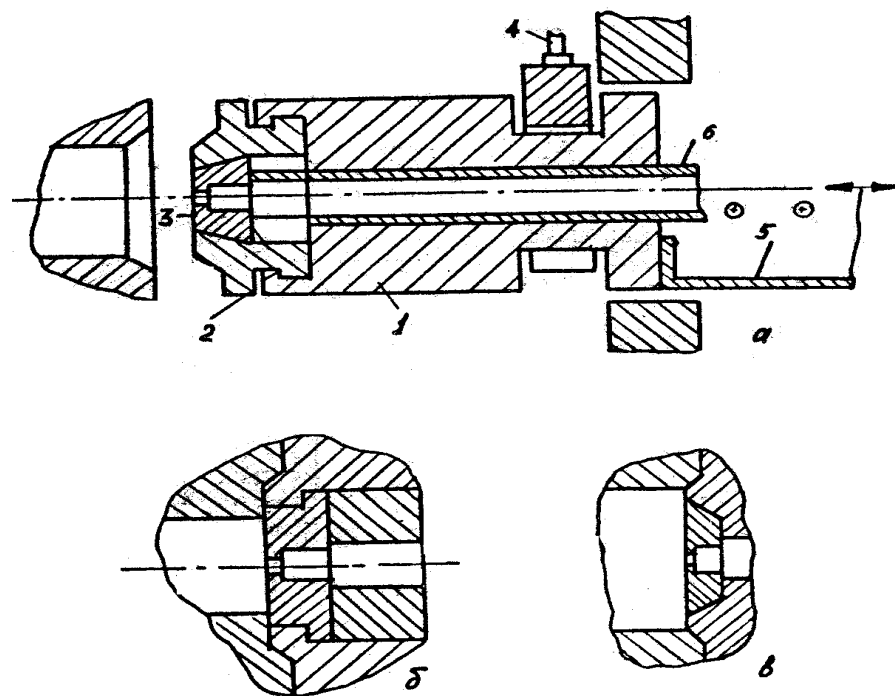


Рис.5. Схема мундштучного матрицедержателя

расточке мундштука 1, представляющего собой цилиндрические салазки, установлен матрицедержатель 2 с матрицей 3. Мундштук фиксируется от осевого перемещения вдоль оси пресса затвором 4. Для отделения пресс-остатка мундштук выдвигается вдоль оси пресса вместе с приемным столом 5 с помощью гидропривода. Для предотвращения искривления отпрессованных изделий к мундштуку крепится направляющая 6.

Прессы с мундштучным матрицедержателем могут иметь подвижный и неподвижный контейнеры. При неподвижном контейнере, жестко скрепленном с передней траверсой, прижим матрицы к нему осуществляется затвором мундштука, который в этом случае выполняется клиновым. При больших давлениях прессования такого прижима недостаточно для устранения затекания металла между контейнером и матрицей, особенно при прессовании со смазкой или плоской матрицей. Поэтому для обеспечения надежного прижима контейнер выполняют подвижным с приводом от гидроцилиндра. В этом случае нет необходимости выполнять затвор клиновым. Усилие при прижме контейнера к матрице обычно составляет 8-10 процентов от номинального усилия пресса.

На прессах мундштучного типа применяют матрицедержатели, имеющие замковое соединение с мундштуком. Замковые соединения представляют собой кольцевой паз с фрезерованными выступами на матрицедержателе и в мундштуке. Соединение осуществляют поворотом матрицедержателя на 60 градусов.

Наибольшее распространение получили следующие способы посадки матрицы в матрицедержатель.

1. Посадка в гнездо с обратным конусом (см. рис 5,а). Матрицу устанавливают вместе с подкладкой, что увеличивает опорную торцевую поверхность и жесткость конструкции. Фиксацию матрицы относительно подкладки производят штифтами, а относительно матрицедержателя – шпонками.
  2. Посадка в гнездо, имеющее цилиндрическую форму (см. рис. 5.б). Способ используется тогда, когда диаметр матрицы больше диаметра втулки контейнера.
  3. Посадка в гнездо, выполненное с прямым конусом по ходу прессования (рис. 5,в). Способ используется для прессования профилей сложных поперечных сечений и при большом объеме их производства.
5. *Станины и направляющие.* Станины выполняют с двумя, тремя и четырьмя колоннами 1, соединяющими переднюю 2 и

заднюю 3 неподвижные траверсы в жесткую раму (рис. 6). Наибольшее распространение получили 4-колонные станины.

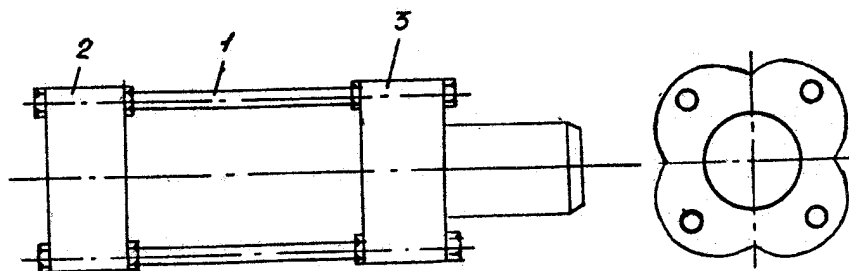


рис.6. Конструкция станины

При эксплуатации колонны нагружаются продольными и поперечными силами и моментами, возникающими при деформации траверсы, а также при эксцентричном нагружении пресса.

Колонны пресса являются базовыми деталями, поэтому от их прочности и долговечности зависит живучесть пресса. Жесткость пресса в значительной степени зависит от конструкции и вида соединения колонн с траверсами.

Для обеспечения необходимой жесткости станины и предотвращения самоотворачивания гаек колонн производят затяжку колонн в траверсах усилием, превосходящим максимальное усилие, воспринимаемое колонной при прессовании.

Направляющие пресса являются опорами, обеспечивающими соосное положение его узлов. В старых конструкциях прессов направляющими служили их колонны. Такое направление не обеспечивало точности взаимного центрирования пресс-штампеля, контейнера, матрицы из-за изгиба колонн и влияния температуры. В связи с этим наибольшее распространение получили плоские призматические направляющие 4, плоскости скольжения которых выполнены пересекающимися на оси прессования, чтобы при различном нагреве контейнеродержателя 2 (прессующей траверсы)

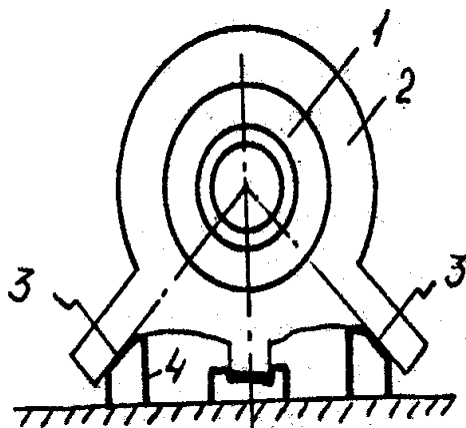


Рис.7

не нарушалась центровка деформирующего узла (рис. 7). По призматическим направляющим скользят опорные башмаки контейнеродержателя (прессующей траверсы). Башмаки снабжены винтовыми домкратами 3 и служат для установки контейнеродержателя по оси пресса.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

С учетом полученных теоретических сведений о конструкции гидропресса ознакомиться с действующей моделью лабораторного горизонтального гидравлического пресса и его узлами;

- выполнить геометрические замеры элементов лабораторного гидравлического пресса и произвести расчеты параметров (рис.8.);
- составить таблицу основных технических характеристик;
- овладеть навыками управления работой пресса;
- провести проверочный расчет на прочность колонны и главного цилиндра пресса.

Для составления таблицы технических характеристик гидропресса (табл. 1) нужно иметь следующие сведения:

1. Лабораторный гидропресс предназначен для прессования свинца ( $\sigma_{0,2} = 20$  Мпа), моделирующего при комнатной температуре процесс горячего пластического деформирования.
2. Диаметр главного плунжера пресса  $D_{гп}$
3. Наибольший ход главного плунжера  $L_{max}$  определяется замером расстояния между крайними положениями пресс-штампеля до и после цикла прессования.
4. Время перемещения пресс-штампеля  $t_n$  между двумя крайними положениями до и после цикла прессования определяется одновременно с п.3 с помощью секундомера.
5. Диаметр  $D_k$  и длина  $L_k$  контейнера.
6. Диаметр плунжера обратного хода,  $D_{ох}$
7. Габаритные размеры пресса  $L, B, H$  (длина, ширина, высота) определяются с помощью линейки, рулетки и т. д.

Все технические характеристики заносятся в табл.1.

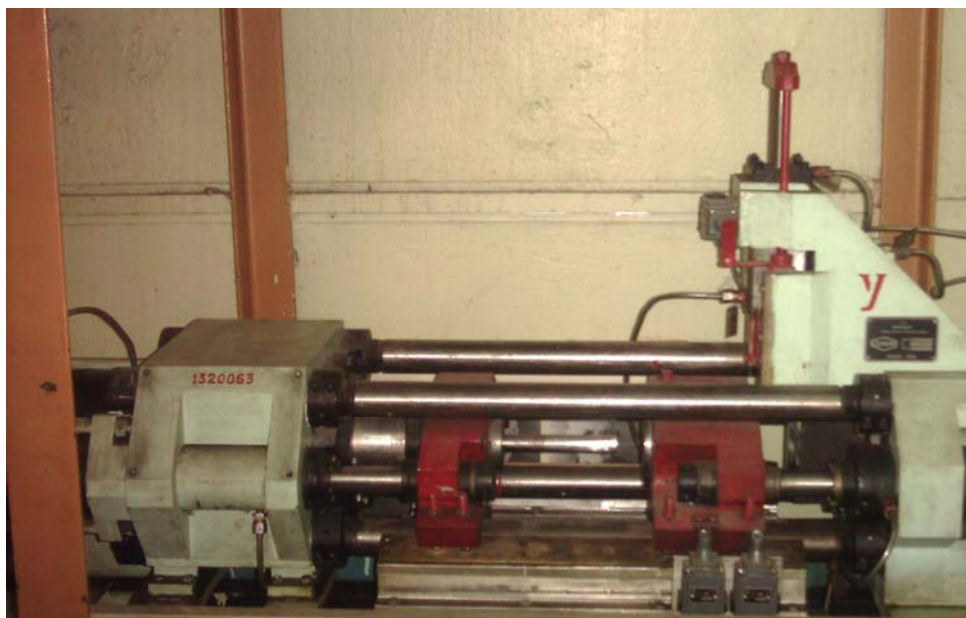


РИС.8 Внешний вид лабораторного горизонтального гидравлического пресса.

Таблица замеров

№ п/п	Наименование	Обозначение	Значение
1.	Диаметр главного плунжера, мм	$D_{gn}$	
2.	Максимальный ход главного плунжера,	$L_{max}$	
3.	мм	$t_n$	
4.	Время полного перемещения главного	$D_k$	
5.	плунжера, с	$L_k$	
6.	Диаметр контейнера, мм	$D_{ox}$	
7.	Длина контейнера, мм		
	Диаметр плунжера цилиндра обратного	$L$	
	хода	$B$	
	Габариты пресса, мм:	$H$	
	длина		
	ширина		
	высота		

Основной технической характеристикой пресса является номинальное усилие  $P_n$  развиваемое им при прессовании. Значение  $P_n$  определяется давлением  $p$  жидкости в гидросистеме пресса и диаметром  $D_{gn}$  главного плунжера:

$$P_n = pF_{gn}$$

Для лабораторного гидрооборудования величина давления не задается, а рассчитывается исходя из максимально допустимого значения усилия прессования  $P_n$  полученного следующим образом:

$$P_n = \kappa P_{pac}$$

где  $P_{pac}$  — усилие прессования свинцового слитка;

$\kappa=1,3$  — коэффициент запаса по усилию;

Усилие прессования определяется по формуле Л. В. Прозорова:

$$P_{pac} = 5F_k \sigma_{0,2} \left( 1 + \mu \frac{L_{zag}}{D_k} \right) \ln \lambda,$$

где  $\mu$  — коэффициент трения между слитком и контейнером,  $\mu=0,2$ ;

$L_{zag}$  — длина заготовки;

$$L_{заг} = 2,5D_k;$$

$F_k$  – площадь поперечного сечения контейнера,  $F_k \approx 0,8D_k^2$ ;

$\lambda$  – коэффициент вытяжки,  $\lambda = 25$ .

Рассчитав величину  $P_n$ , можно получить значение давления жидкости в гидросистеме:

$$p = \frac{P_n}{\frac{\pi}{4} D_{zn}^2}$$

Затем рассчитаем усилие, развиваемое двумя цилиндрами обратного хода, где  $F_{ох}$  – площадь поперечного сечения плунжера цилиндра обратного хода.

Скорость движения прессующей траверсы при холостом ходе:

$$V_{np} = \frac{L_{max}}{t_{п}}$$

Полученные сведения сводим в таблицу 2.

Таблица 2.

**Основные технические характеристики лабораторного гидравлического пресса**

№ п/п	Характеристика	Значение
1	Усилие главного цилиндра, Н	
2	Рабочее давление жидкости в гидросистеме, МПа	
3	Наибольший ход главного плунжера, мм	
4	Скорость холостого хода главного плунжера, мм/с	
5	Усилие возвратных цилиндров, Н	
6	Диаметр контейнера, мм	
7	Длина контейнера, мм	
8	Габаритные размеры пресса, мм: длина ширина высота	

Правильность выбора диаметра стержневой колонны лабораторного пресса проверяется по формуле:

$$D_{кол} \geq \sqrt{\frac{4P_n}{\pi N K_3 \sigma_B}}$$

где  $N$  – число колонн пресса;

$K_3$  – коэффициент запаса прочности,  $K_3=4$ ;

$\sigma_B$  – предел прочности материала колонны,  $\sigma_B = 500$  МПа.

Абсолютное удлинение колонны при прессовании

$$\Delta l = \frac{P_n l}{NEF_{кол}}$$

где  $l$  – длина колонны;

$E=210000$  МПа – модуль упругости материала колонны;

– площадь поперечного сечения колонны.

Правильность выбора размеров главного цилиндра проверяется по формуле Ляме:

где  $K_3$  – коэффициент запаса прочности,  $K_3=2$ ;

$D_{нц}$   $D_{вц}$  – наружный и внутренний диаметры главного цилиндра пресса;

$\sigma_B$  – предел прочности материала главного цилиндра пресса,  $\sigma_B = 500$  МПа.

**СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Схема гидропресса прямого действия для прессования профилей.
2. Необходимые расчетные формулы.
3. Таблица замеров.
4. Таблица технических характеристик.
5. Выводы.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. На каком физическом законе основана работа гидропресса?
2. Диаметр поршня насоса равен 50 мм,  $P=200$  кг/см<sup>2</sup>. Требуется определить усилие, развиваемое плунжером пресса, если его диаметр равен 1000 мм.
3. Перечислите узлы и силовые элементы, входящие в состав гидропресса.
4. Перечислите основные параметры гидропрессов.
5. В чем особенности гидропрессов для прессования труб?
6. В какой последовательности реализуются технологические операции на прессе?
7. Как работает мундштучный матрицедержатель?

8. Назовите основные способы крепления матриц в матрице- держателе.
9. Из каких основных элементов состоит станина колонного типа?
10. Зачем на прессах используют направляющие?
11. Как осуществляется обратный ход главного плунжера?
12. Приведите схему гидропресса для прессования обратным методом.
13. Как удаляют пресс-остаток при прессовании профилей?
14. Перечислить пути повышения производительности гидропресса.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ж о л о б о в В. В., З в е р е в Г. Н.* Оборудование гидропрессовых цехов. М.: Металлургия, 1974. 272 с.
2. *Р о з а н о в Б. В.* Гидравлические прессы. М.: Машгиз, 1969. 427 с.
3. *С о м о в Б. С* Трубопрофильные прессы. М.: Машиностроение, 1972. 232 с.
4. Машины и агрегаты для обработки цветных металлов и сплавов/*П а р ш и н В. С., К о с т р о в В. П., С о м о в Б. С.* и др. М.: Металлургия, 1988. 400 с.
5. *Б о г о я в л е н с к и й К. Н., З в е р е в Г. Н.* Механическое оборудование для обработки давлением цветных металлов и сплавов. М.: Госиздат по черной и цветной металлургии, 1959. 357 с.
6. *М ю л л е р Э.* Гидравлические прессы для изделий из цветных металлов. М.: Машгиз, 1962. 264 с.