



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЦЕНТР ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Информационные технологии
пластического формоизменения»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению контрольной работы

**«Расчет основных параметров
гидропривода гидравлического пресса»
по дисциплине
«Кузнечно-штамповочное оборудование»**

Автор
Мороз Б.С.

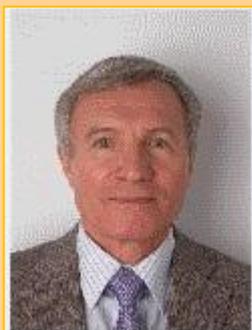
Ростов-на-Дону, 2012



Аннотация

Методические указания предназначены для студентов заочной формы обучения по специальности 150201 «Машины и технология обработки металлов давлением»

Автор



д-р техн. наук, проф.
Б.С. Мороз





Оглавление

1. Введение	4
2. Объем работ и порядок их выполнения	4
3. Варианты задания	5
4. Требования к оформлению контрольной работы	7
5. Определение диаметра рабочего плунжера	8
6. Определение диаметра возвратных плунжеров	9
7. Расчет подачи насоса и мощности электродвигателя	10
8. Расчет аккумулятора	11
9. Расчет фактических скоростей подвижной поперечины	13
10. Расчет емкостей наполнительного и насосного баллонов	13
11. Определение диаметров трубопроводов	14
Литература	18



1. ВВЕДЕНИЕ

Согласно рабочей программе дисциплины «Кузнечно-штамповочное оборудование» студент-заочник на пятом курсе должен выполнить контрольную работу «Расчет основных элементов гидропривода гидравлического пресса».

Выполнение контрольной работы является важным этапом освоения дисциплины, поэтому необходимо, вначале изучить назначение, принцип действия и устройство гидравлических прессов и их приводов и методы их расчета, изложенные в учебниках [1,2], с обязательным конспектированием материала.

В процессе выполнения контрольной работы студенты должны закрепить полученные знания по этому типу оборудования и научиться рассчитывать основные элементы привода гидравлического пресса.

Методические указания содержат сведения об объеме работы, требования к оформлению и методы расчета элементов привода гидравлического пресса. Методические указания могут быть использованы также при выполнении расчетов на практических занятиях студентами дневного обучения, а также при разработке курсового и дипломного проектов по кузнечно-штамповочному оборудованию.

2. ОБЪЕМ РАБОТ И ПОРЯДОК ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Описывается назначение пресса, и приводятся основные его параметры в соответствии с вариантом задания.

2. Составляется схема пресса, на которой должны быть показаны основные элементы пресса и гидропривода, дается описание работы пресса и его гидравлической системы со ссылкой на элементы схемы. Указывается вид рабочей жидкости, гидроаппа-



ратура, тип пресса. Описывается конструкция, назначение основных деталей пресса и элементов гидропривода.

3. По заданной номинальной силе пресса и принятому рабочему давлению жидкости рассчитывается диаметр рабочего плунжера.

4. Определяется сила, которую должны создавать возвратные цилиндры пресса, рассчитывается диаметр возвратных плунжеров (для поршня – диаметр штока).

5. Выполняется расчет подачи (производительности) насоса и мощности электродвигателя.

6. Для пресса с насосно-аккумуляторным гидроприводом определяется рабочий объем аккумулятора, полный объем гидравлического баллона и объем воздушных баллонов.

7. Для пресса с насосным безаккумуляторным гидроприводом определяются фактические скорости подвижной поперечины при рабочем и возвратном ходе.

8. Рассчитываются ёмкости наполнительного и насосного баков (если на схеме один из баков отсутствует, то рассчитывается емкость только имеющегося бака).

9. Определяются внутренние диаметры трубопроводов на различных участках, исходя из допустимой скорости движения рабочей жидкости. Производится расчет наружного диаметра труб.

3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ

Номер варианта задания принимается по порядковому номеру студента в списке группы. Основные параметры гидравлического ковочного пресса для расчета приведены в таблицах 1 и 2.



Таблица 1
Основные параметры гидравлических ковочных прессов
(ГОСТ 7284-80)

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Номинальная сила, кН (тс)	2000 (200)	3150 (315)	500 (500)	800 (800)	1250 (1250)	2000 (2000)	3150 (3150)	2000 (2000)	3150 (3150)	5000 (5000)	
Наибольший ход, мм		560	710	900	1250	1600	2000	450	560	710	
Параметры рабочего режима	Время одного цикла, с	5	7,5	10	15	20	25	30	5	7,5	10
	Число рабочих ходов в минуту	-	-	-	-	-	-	-	25	20	10
	Рабочий ход, мм	60	100	125	160	160	200	200	60	100	125
Вид гидроривода	Насосно-аккумуляторный							Индивидуальный насосный безаккумуляторный			

Таблица 2
Варианты исходных данных к расчету работы

Номер варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Номинальная сила, кН (тс)	250 (250)	400 (400)	600 (600)	1000 (1000)	1600 (1600)	2500 (2500)	250 (250)	400 (400)	630 (630)
Наибольший ход, мм	500	600	800	1000	1400	1800	500	600	800



Параметры рабочего режима	Время одного цикла, сек	7	9	12	18	22	28	7	9	12
	Число рабочих ходов в минуту	-	-	-	-	-	-	22	15	6
	Рабочий ход, мм	80	110	140	160	180	200	80	110	140
Вес подвижной поперечины G , кН	50	80	130	200	320	500	50	80	130	
Сила трения в уплотнениях и в направлении P_T , кН	80	125	200	300	500	750	80	125	200	
Вид гидропривода	Насосно-аккумуляторный						Индивидуальный насосный безаккумуляторный			

4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа оформляется на бумаге формата А4, имеющей рамку, должна иметь титульный лист и содержание.

Рекомендуется следующее содержание:

1. Назначение и основные параметры пресса.
2. Описание пресса.
3. Определение диаметра рабочего плунжера.
4. Определение диаметра возвратных плунжеров.
5. Расчет подачи насоса и мощности электродвигателя.
6. Расчет аккумулятора (для пресса с насосно-аккумуляторным гидроприводом).
7. Расчет фактических скоростей подвижной поперечины (для пресса с насосным безаккумуляторным приводом).

8. Расчет емкостей наполнительного и насосного баков.

9. Определение диаметров трубопроводов.

10. Список использованных источников.

Назначение пресса должно соответствовать назначению, приведенному в ГОСТе 7284-80 «Прессы гидравлические ковоч-



ные. Основные параметры и размеры».

Основные параметры пресса необходимо привести в таблице, составленной по форме:

Наименование параметра	Размерность	Величина
------------------------	-------------	----------

В разделе «Описание пресса» помещается схема пресса со схемой гидропривода и дается ее описание со ссылкой на элементы схемы. Указывается вид рабочей жидкости (вода с эмульсолом), рабочее давление жидкости, приводится описание конструктивного исполнения основных узлов пресса и гидроаппаратуры (клапанный распределитель, наполнительный клапан, разгрузочный клапан, клапан минимального уровня, перепускной клапан, предохранительный клапан), насоса, аккумулятора, наполнительного и насосного баков.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА РАБОЧЕГО ПЛУНЖЕРА

Для расчета диаметра рабочего плунжера необходимо принять величину рабочего давления. При насосно-аккумуляторном гидроприводе рекомендуется принимать рабочее давление жидкости $p_B \leq 28000$ кПа (с учетом номинального давления жидкости в аккумуляторе при нижнем уровне жидкости), а при насосном безаккумуляторном гидроприводе - $p_B \leq 32000$ кПа (соответствует давлению, создаваемому насосом).

Площадь рабочего плунжера определяется по формуле:

$$F_p \geq \frac{P_H}{K_1 \cdot p_B} \text{ (м}^2\text{)},$$

где P_H - номинальная сила пресса, кН;

p_B - давление рабочей жидкости, кПа;

K_1 - коэффициент, учитывающий потери давления жидкости при давлении от аккумулятора или насоса, а также сопротивление сил трения в уплотнениях, направляющих и противодействие в возвратных цилиндрах при рабочем ходе (рекомендуется применять $K_1 = 0,9$).

Диаметр рабочего плунжера

$$D_p \geq 1,13 \cdot \sqrt{F_p} \text{ (м)}.$$



Расчетный диаметр округляется до ближайшего большего из ряда диаметров уплотнений, принятых в стандартах (50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 100, 110, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 240, 280, 320, 360, 400, 450, 500, 560, 630, 670, 710, 800, 900, 950, 1000, 1120, 1250, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000 мм).

Определяется фактическая площадь рабочего плунжера, соответствующая принятому диаметру

$$F_p = 0,785 \cdot D_p^2 \text{ (м}^2\text{)}.$$

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА ВОЗВРАТНЫХ ПЛУНЖЕРОВ

Для определения диаметра возвратных плунжеров необходимо рассчитать силу, которую должны создавать возвратные цилиндры при возвратном ходе:

$$P_B \geq 1,2 \cdot (G + P_T + P_{ж} \cdot F_p) \text{ (кН)},$$

где G - вес подвижной поперечины (см. табл. 3), кН;

P_T - сила трения в уплотнениях и в направляющих (см. табл. 3) кН;

$P_{ж}$ - давление жидкости в рабочем цилиндре при возвратном ходе ($P_{ж} = 700$ кПа).

Таблица 3

Значения веса подвижной поперечины и силы трения в направляющих

Номинальная сила пресса, кН (тс)	2000 (200)	3150 (315)	5000 (500)	8000 (800)	12500 (1250)	2000 (2000)	31500 (3150)
Вес подвижной поперечины G , кН	40	60	100	160	250	400	600
Силы трения в уплотнениях и в направляющих P_T , кН	60	100	150	240	375	600	900

Площадь возвратных плунжеров определяется по формуле:



$$F_B \geq \frac{P_B}{K_2 \cdot p_B},$$

где K_2 – коэффициент, учитывающий потери давления жидкости при движении от аккумулятора или насоса (рекомендуется принять: $K_2 = 0,95$).

Принимается количество возвратных цилиндров (два или четыре) и рассчитывается их диаметр

$$D_B \geq 1,13 \cdot \sqrt{\frac{F_B}{z}} \quad (\text{м}),$$

где z – количество возвратных цилиндров.

Расчетный диаметр округляется до ближайшего большего из ряда диаметров уплотнений, принятых в стандартах (ряд диаметров приведен в разделе 5).

Определяется фактическая площадь возвратных плунжеров, соответствующая принятому диаметру

$$F_B = 0,785 \cdot D_B^2 \cdot z \quad (\text{м}^2).$$

7. РАСЧЕТ ПОДАЧИ НАСОСА И МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

При насосно-аккумуляторном гидроприводе подача насоса определяется по формуле /2, 3/:

$$Q_H = \frac{V_H}{T_H \cdot \eta_o} \quad \text{м}^3/\text{с},$$

где V_H – расход жидкости высокого давления за время цикла, м^3 .

η_o – объемный к.п.д. гидросистемы (рекомендуется принять $\eta_o = 0,9$); T_H – время цикла, с.

Расход жидкости (объем) высокого давления за время цикла рассчитывается по формуле:

$$V_H = F_p \cdot s_p + F_B \cdot s_H \quad (\text{м}^3),$$

где F_p – фактическая площадь рабочего плунжера, м^2 ; s_p – рабочий ход поперечины, м; F_B – фактическая площадь возвратных плунжеров, м^2 ; s_H – наибольший ход подвижной поперечины, м;

Для прессов с насосным безаккумуляторным гидроприводом подача насоса определяется по формуле:



$$Q_H = \frac{F_p \cdot s_p}{T_p \cdot \eta_o} \text{ (м}^3\text{/с);}$$

где T_p - время рабочего хода подвижной поперечины.

$$T_p = \frac{60}{2 \cdot n} \text{ (с);}$$

n – число рабочих ходов подвижной поперечины в минуту.

По рассчитанной подаче выбирается насос ближайший большей производительности (см. табл. 4).

Таблица 4

Подача и к.п.д. кривошипно-плунжерных насосов (номинальное давление 32000 кПа)

Тип насоса	H-63	H-100	H-200	H-400	H-630	H-1000
Подача, м ³ /с	0,001	0,0016	0,0032	0,0064	0,01	0,016
К.п.д., η_H	0,7	0,7	0,75	0,75	0,8	0,8

Определяется мощность электродвигателя

$$N = \frac{P_B \cdot Q_H}{\eta_H} \text{ (кВт),}$$

где η_H – общий к.п.д. насоса, равный произведению объемного и механического к.п.д. (значения приведены в табл. 4).

8. РАСЧЕТ АККУМУЛЯТОРА

Рабочий объем аккумулятора V_p вычисляют по максимально возможному расходу жидкости высокого давления [1, 2]:

$$V_p = K_3 \cdot (F_p \cdot s_p + F_B \cdot s_H) - Q_H \cdot T_{pв} \cdot \eta_o \text{ (м}^3\text{);}$$

$$V_p = K_3 \cdot F_p \cdot s_p - Q_H \cdot T_p \cdot \eta_o \text{ (м}^3\text{),}$$

где K_3 – коэффициент, учитывающий необходимый резерв жидкости ($K_3 = 1,5$); $T_{pв}$ - время рабочего и возвратного ходов подвижной поперечины, ($T_{pв} \approx 0,25T_{ц}$), с; T_p - время рабочего хода подвижной поперечины, с;

$$T_p = \frac{0,1}{9} \cdot T_{ц}.$$



Из двух полученных значений V_p принимается наибольшее.

Полный объем гидравлического баллона беспоршневого аккумулятора V_A складывается из рабочего объема аккумулятора V_p , нижнего аварийного объема V_H и верхнего резервного объема V_B .

$$V_A = V_p + V_H + V_B \text{ (м}^3\text{)}.$$

Нижний аварийный и верхний резервный объем определяются по формулам:

$$V_H = \frac{F_p \cdot S_p}{T_p} \cdot T_K \text{ (м}^3\text{)};$$

$$V_B = Q_H \cdot T_K \text{ (м}^3\text{)},$$

где T_K - время срабатывания обратного клапана минимального уровня для нижнего аварийного объема и разгрузочного клапана для верхнего резервного объема (рекомендуется принимать для прессов силой до 8000 кН $T_K = 1,5$ с, а свыше 8000 кН - $T_K = 3$ с).

Объем воздушных баллонов равен:

$$V_B = K_4 \cdot V_p \text{ (м}^3\text{)},$$

где K_4 - коэффициент, определяемый по графику (рис. 1) или по формуле:

$$K_4 = \frac{\sqrt[n]{1-m}}{1-\sqrt[n]{1-m}};$$

$$m = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max}}, \text{ (принимается равным } 0,1 \dots 0,2\text{)};$$

P_{\max} - наибольшее давление воздуха при верхнем уровне жидкости;

P_{\min} - наибольшее давление воздуха при нижнем уровне жидкости;

n - показатель политропы (при давлении 20 МПа, равный 1,29...0,30) [2].

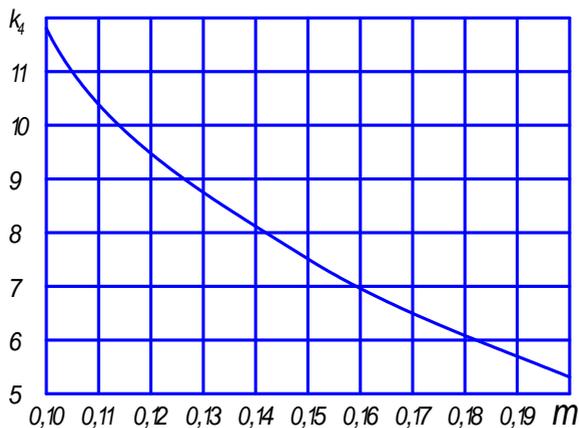


Рис. 1. График для определения величины коэффициента K_4 [3]

9. РАСЧЕТ ФАКТИЧЕСКИХ СКОРОСТЕЙ ПОДВИЖНОЙ ПОПЕРЕЧИНЫ

Для прессов с насосным безаккумуляторным гидроприводом фактические скорости подвижной поперечины рассчитываются по формулам:

при рабочем ходе

$$V_{\text{рх}} = \frac{Q_{\text{н}}}{F_{\text{п}}} \cdot \eta_0 \text{ (м/с);}$$

при возвратном ходе

$$V_{\text{вх}} = \frac{Q_{\text{н}}}{F_{\text{в}}} \cdot \eta_0 \text{ (м/с).}$$

10. РАСЧЕТ ЕМКОСТЕЙ НАПОЛНИТЕЛЬНОГО И НАСОСНОГО БАЛЛОНОВ

Объем дополнительного бака равен [2]

$$V_{\text{нб}} = V_{\text{ж}} + V_{\text{с}} \text{ (м}^3\text{),}$$

где $V_{\text{ж}}$ - объем рабочей жидкости

$$V_{\text{ж}} = K_5 \cdot F_{\text{п}} \cdot s_{\text{н}} \text{ (м}^3\text{);}$$

K_5 - коэффициент запаса ($K_5 = 2 \div 2,5$);

$V_{\text{с}}$ - начальный объем сжатого воздуха



$$V_c = K_6 \cdot F_p \cdot s_H \text{ (м}^3\text{);}$$

K_6 - коэффициент, зависящий от допускаемого изменения давления сжатого воздуха при работе (принимается $K_6 = 3$, что соответствует уменьшению давления при работе на 25%).

Объем насосного бака равен:

$$V_{сб} = 1,5 \cdot (V_A + V_{ж} + F_B \cdot s_H) \text{ (м}^3\text{)}.$$

11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРОВ ТРУБОПРОВОДОВ

Внутренний диаметр труб d_B определяется исходя из допускаемой скорости движения рабочей жидкости. Для трубопроводов высокого давления допускается скорость движения эмульсии (вода с эмульсолем) до $V_{ЖВ} = 10 \text{ м/с}$.

В трубопроводах низкого давления допускается скорость движения эмульсии до $V_{ЖН} = 4 \text{ м/с}$.

Для ковочного прессы с насосно-аккумуляторным гидроприводом диаметры трубопроводов определяются по формулам:

а) на участке от наполнительного бака до рабочего цилиндра движется жидкость низкого давления при холостом ходе:

$$d_B \geq D_p \cdot \sqrt{\frac{V_{xx}}{V_{ЖН}}} \text{ (м)},$$

где V_{xx} – скорость подвижной поперечины при холостом ходе вниз (рекомендуется принимать $V_x = 0,3 \text{ м/с}$), (м/с);

$V_{ЖН}$ – допускаемая скорость движения жидкости в трубопроводе низкого давления, м/с;

б) на участке от распределителя до рабочего цилиндра (движется жидкость высокого давления при рабочем ходе):

$$d_B \geq D_p \cdot \sqrt{\frac{V_p}{V_{ЖВ}}} \text{ м,}$$

где V_p – скорость подвижной поперечины, при рабочем ходе (рекомендуется принять $V_p \approx 0,05 \text{ м/с}$), (м/с);

$V_{ЖВ}$ – допускаемая скорость движения жидкости в трубо-



проводе высокого давления, (м/с);

в) на участке от распределителя до возвратных цилиндров (движется жидкость высокого давления при возвратном ходе и низкого давления при холостом ходе, ($V_{xx} \approx V_{bx}$)): диаметр общего трубопровода

$$d_b \geq 1,13 \cdot \sqrt{\frac{F_b \cdot V_{xx}}{V_{жн}}} \quad (\text{м});$$

диаметр трубопровода к одному возвратному цилиндру

$$d_b \geq D_b \cdot \sqrt{\frac{V_{xx}}{V_{жн}}} \quad (\text{м});$$

г) на участке от аккумулятора до распределителя

$$d_b \geq D_p \cdot \sqrt{\frac{V_{px}}{V_{жв}}} \quad (\text{м});$$

д) на участке от насоса до аккумулятора

$$d_b \geq 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q_n}{V_{жв}}} \quad (\text{м}).$$

Для ковочного прессы с индивидуальным насосным безаккумуляторным гидроприводом диаметры трубопроводов определяются по формулам:

а) на участке от наполнительного бака до рабочего цилиндра (движется жидкость низкого давления при холостом ходе)

$$d_b \geq D_p \cdot \sqrt{\frac{V_{xx}}{V_{жн}}} \quad (\text{м});$$

б) на участке от распределителя до рабочего цилиндра (движется жидкость высокого давления при рабочем ходе)

$$d_b \geq 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q_n}{V_{жв}}} \quad (\text{м});$$

в) на участке от распределителя до возвратных цилиндров (движется жидкость высокого давления при возвратном ходе и низкого давления при холостом ходе):

диаметр трубопровода к одному возвратному цилиндру

$$d_b \geq D_b \cdot \sqrt{\frac{V_{xx}}{V_{жн}}} \quad (\text{м});$$



диаметр общего трубопровода

$$d_{\text{в}} \geq 1,13 \cdot \sqrt{\frac{F_{\text{в}} \cdot V_{\text{xx}}}{V_{\text{жн}}}} \quad (\text{м});$$

г) на участке от насоса до распределителя

$$d_{\text{в}} \geq 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{н}}}{V_{\text{жв}}}} \quad (\text{м}).$$

Расчетные внутренние диаметры труб округляются до ближайших значений внутренних диаметров труб, регламентированных стандартами: 10, 15, 20, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500 мм.

Наружный диаметр труб рассчитывается по формуле [2]:

$$d_{\text{н}} \geq K_7 \cdot d_{\text{в}} \quad (\text{м}),$$

где K_7 – коэффициент, определяемой по графику (рис. 2) или по формуле (при $P_{\text{ж}} < 10000$ кПа принимается $K_7 = 1,1$)

$$K_7 = \sqrt{\frac{[\sigma]}{[\sigma] - \sqrt{3} \cdot P_{\text{ж}}}};$$

$d_{\text{в}}$ - фактический внутренний диаметр трубопровода на расчетном участке, м;

$[\sigma]$ - допускаемое напряжение (принимается $[\sigma] \leq 85000$ кПа);

$P_{\text{ж}}$ - давление жидкости в трубопроводе (на участке от наполнительного бака до рабочего цилиндра рекомендуется принимать $P_{\text{ж}} = 1000$ кПа, на остальных участках – $P_{\text{ж}} = P_{\text{в}}$), кПа.

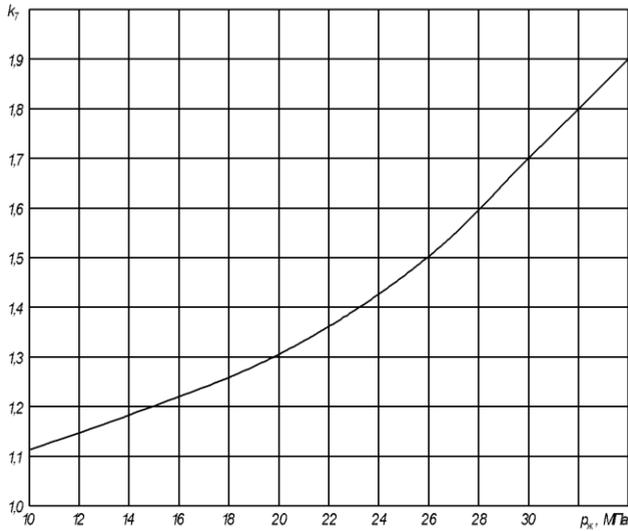


Рис. 2. График для определения коэффициента K_7 при

$$P_{жс} = 28 \text{ МПа} \text{ и } [\sigma] = 85 \text{ МПа} [3]$$

По результатам расчетов выбираются трубы, наружные диаметры которых соответствуют расчетным.

На схеме гидравлического пресса рядом с элементом схемы и каждым трубопроводом указывается расчетное значение их параметров.



ЛИТЕРАТУРА

1. Живов Л.И. Кузнечно-штамповочное оборудование: учебник для вузов / Л.И. Живов, А.Г. Овчинников, Е.Н. Складчиков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – С. 187 – 331.

2. Банкетов А.Н. Кузнечно-штамповочное оборудование: учебник для машин. вузов / А.Н. Банкетов, Ю.А. Бочаров, Н.С. Добринский [и др.]; под ред. А.Н. Банкетова, Е.Н. Ланского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – С. 251 - 350.

3. Назаренко Е.С. Метод. указания к выполнению контрольной работы № 2 «Расчет основных элементов гидропривода гидравлического пресса» по курсу «Кузнечно-штамповочное оборудование» для студентов-заочников специальности 0503 - «Машины и технология обработки металлов давлением». – Ростов-н/Д: РИСХМ, 1984. – 17 с.