

## Содержание

Кинематический расчет .....	4
Принципиальная гидравлическая схема.....	8
Определение давлений в полостях нагнетания и слива гидродвигателей.....	12
Выбор гидродвигателей.....	12
Определение расходов в гидродвигателях и выбор насоса.....	13
Определение диаметра трубопровода.....	19
Подбор гидроаппаратуры.....	21
Определение действительных перепадов.....	21
Определение К.П.Д гидропривода.....	28
Расчет объема гидробака.....	28
Список используемой литературы.....	30

					19060165.ГД07КР.00000 ОТ									
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дат</i>										
<i>Разраб.</i>		Водяхо М.В			ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРОСХЕМЫ И ГИДРОПРИВОДА КРАНА									
<i>Проверил</i>		Кононов А.А												
<i>Реценз.</i>														
<i>Н.</i>														
<i>Утверд.</i>														
					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Лит.</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Лист</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Листов</i></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; padding: 5px;">АТ-08-1</td> </tr> </table>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		2		АТ-08-1		
<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>												
	2													
АТ-08-1														



①

## Кинематический расчет.

$M_c = M_{тр} + M_B + M_{ин}$  - момент сопротивления повороту, действующий в период работы механизмов; где:  $M_{тр}$  - момент сил трения  
 $M_B$  - момент ветровой нагрузки (0)  
 $M_{ин}$  - момент сил инерции

Основной для расчета действительных размеров является коэффициент пропорциональности  $a$ , который определяется по формуле:

$$a = L / 2,9; \text{ где } L - \text{вылет стрелы крана}$$

$$L = 4,2$$

$$a = \frac{4,2}{2,9} = 1,45$$

Поворотная часть крана устанавливается на 2-х опорах (вертикальная и горизонтальная)  $R_H$  и  $R_V$

$$\sum M_A = 0.$$

$$0,5a \cdot G_{пр} - 1,31a \cdot G_{ст} - 2,9a \cdot G_{гр} - 0,19a (R_H) = 0$$

Найдем действительные размеры.

$$0,5 \cdot a = 0,5 \cdot 1,45 = 0,725 \text{ м}$$

$$1,31 \cdot a = 1,31 \cdot 1,45 = 1,9 \text{ м}$$

$$2,9 \cdot a = 2,9 \cdot 1,45 = 4,205 \text{ м}$$

$$d_1 = d_2 = 0,15 \cdot a = 0,15 \cdot 1,45 = 0,218 \text{ м}$$

$$0,19 \cdot a = 0,19 \cdot 1,45 = 0,276 \text{ м}$$

$$d_3 = 0,09 \cdot a = 0,09 \cdot 1,45 = 0,131 \text{ м}$$

$$0,89 \cdot a = 0,89 \cdot 1,45 = 1,291 \text{ м}$$

$$L_{стп} = 1,28 \cdot a = 1,28 \cdot 1,45 = 1,856 \text{ м}$$

$$L_{гч} = 0,35 \cdot a = 0,35 \cdot 1,45 = 0,508 \text{ м}$$

$$G_{противовес} = 600 \cdot 9,8 = 5880 \text{ Н}$$

$$L_{гр} = 2,87 \cdot 1,45 = 4,162 \text{ м}$$

$$G_{стрелы} = 570 \cdot 9,8 = 5586 \text{ Н}$$

$$G_{груза} = 2200 \cdot 9,8 = 21560 \text{ Н}$$

$$G_{платф} = 1700 \cdot 9,8 = 16660 \text{ Н}$$

Найдем  $R_H$  Если  $R_H$  получится со знаком "-" - значит пер в другую сторону поворотная часть.

$$R_H = 4263 - 10610,607 - 90659,8 = -15413,407$$

Найдем  $R_V$

$$R_V = G_{пр} + G_{пл} + G_{стп} + G_{гр}$$

$$R_V = 5880 + 5586 + 21560 + 16660 = 49686$$

Изм.	Лист	Кол.уч	№ док.	Подпись	Дата
------	------	--------	--------	---------	------

Лист

4

Найдем момент трения по формуле  $M_{тр} = M_{тр.верх} + M_{тр.ниж}$

где:  $M_{тр.верх}$  - момент сил трения в верхней опоре

$M_{тр.ниж}$  - момент сил трения в нижней опоре.

$$M_{тр.верх} = f R_H \cdot \frac{d_1}{2} \quad \text{где: } f - \text{коэф. трения в подшипниках.}$$

$$f = 0,015;$$

$$M_{тр.верх} = 0,015 \cdot (15413,407) \cdot \frac{0,22}{2} = 231,201105 \cdot 0,11 = 25,4321216$$

$$M_{тр.ниж} = f \left( R_H \cdot \frac{d_2}{2} + R_V \cdot \frac{d_3}{2} \right) \quad \text{где: } d_3 - \text{диаметр цапфы}$$

$$= 0,015 \cdot (15413,407 \cdot 0,11 + 49686 \cdot (0,130573)) = 0,015 \cdot (1695,47477 + 2161,341) = 57,8522366$$

$$M_{тр.} = 25,4321216 + 57,8522366 = 83,2843582$$

Момент инерции находится по формуле:  $M_{ин} = J \cdot \epsilon$

где:  $J$  - момент инерции поворотных частей крана  $[кг \cdot м^2]$

$\epsilon$  - угловое ускорение крана  $\left[ \frac{рад}{с^2} \right]$

$$J = \gamma \cdot J_{мпч}; \quad \text{где: } J_{мпч} - \text{момент инерции груза и медленно поворачиваемых частей крана.}$$

Найдем  $J_{мпч}$  по ф-ле:

$$J_{мпч} = \sum m_i \cdot x_i^2 \quad \gamma - \text{коэф. учета инерции.}$$

$$\gamma = 1,2 \dots 1,4 \quad \text{Принимаем } \gamma = 1,3.$$

где  $m_i$  - масса  $i$ -й медленно поворачиваемой части  
 $x_i$  - расстояние от центра массы до оси поворота.

$\sum$  - коэф. приведения геометрии радиусов вращения к радиусам инерции (1,2, 1,4); Принимаем  $\sum = 1,3$

$$J_{мпч} = 1,3 \cdot (600 \cdot 0,725^2 + 570 \cdot 1,9^2 + 2200 \cdot 4,205^2) = 1,3 \cdot (315,375 + 2057,7 + 38900,455) = 53655,589$$

$$J = 1,3 \cdot 53655,589 = 69752,2657$$

$\epsilon$  можно определить по линейному ускорению груза  $[a]$

$$[a] = 0,2 \text{ м/с}^2$$

$$\epsilon = [a] / L \quad \epsilon = 0,2 / 4,2 = 0,05 \frac{рад}{с^2}$$

$$M_{ин} = 69752,2657 \cdot 0,05 = 3487,61$$

$$M_c = M_{тр} + M_{ин}$$

$$M_c = 3487,61 + 83,2843582 = 3570,89436$$

Находим момент крутки по формуле:

$$M_{кр.} = \frac{M_c}{i_{пов} \eta_r}$$

где  $i_{пов}$  - передаточное отношение редуктора мех. поворота

$$i_{пов} = 2,5 \cdot 10^2 = 250$$

$$\eta_r = 0,90 \dots 0,95 \quad \eta_r \text{ принимаем} = 0,92$$

$$M_{кр.} = \frac{3570,89436}{250 \cdot 0,92} = 15,5473668 \text{ Н.м}$$

Найдем частоту вращения вала гидромотора.  $\omega_{гм.}$   $\rho_{M_1}$

$$\omega_{гм.} = \omega_{кр.} \cdot i_{пов}; \text{ где } \omega_{кр.} - \text{угловая скорость поворотной платформы.}$$

$$\omega_{гм.} = 0,46 \cdot 250 = 115 \text{ с}^{-1} = 1098 \text{ об/мин.}$$

Определим  $F_{гц}$  на штоке гидроцилиндра, осуществляющего подъем стрелы.

Для этого составим уравнение.

$$\sum M_B = 0$$

$$F_{гц} \cdot r_{гц} - G_{стр.} \cdot r_{G_{стр.}} - G_{гр.} \cdot r_{G_{гр.}} = 0$$

$$F_{гц} = \frac{G_{стр.} \cdot r_{G_{стр.}} + G_{гр.} \cdot r_{G_{гр.}}}{r_{гц}} = \frac{5586 \cdot 1,856 + 21560 \cdot 4,162}{0,508} = 197047,96 \text{ Н}$$

Ход штока гидроцилиндра  $S_{гц}$  определяется графическим способом.

$S_{гц}$  = разность расстояний между центрами пружин при выдвинутом положении (стрела поднята) и в исходном (опущена).

$$S_{гц} = S_2 - S_1$$

$$S_{гц} = (1,17 \cdot a) - (0,82 \cdot a) = 1,6965 - 1,189 = 0,508 \text{ м}$$

Определим время поворота стрелы и соответственно время выдвигания штока

$$t_{гц} = \frac{V}{\omega_{пов.}}$$

где:  $\beta$  - угол подъема стрелы =  $45^\circ$   $\approx 0,8$  рад  
 $\omega_{пов.}$  - угловая скорость поворота стрелы.

$$t_{гц} = \frac{0,8}{0,2} = 4 \text{ сек.}$$

$$\omega_{пов.} = 0,2 \text{ с}^{-1}$$

Определим скорость выдвигания штока по формуле  $\Gamma\Gamma\Gamma$

$$v_{\text{ш}} = \frac{S_{\text{ш}}}{L_{\text{ш}}} = \frac{0,508}{4} = 0,13 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Определим крутящий момент на валу гидромотора грузоподъемного механизма.

Находим крутящий момент на мех. приводе, т.е. на барабане по формуле:

$$M_{\text{б}} = S_{\text{б}} \cdot \frac{D_{\text{б}}}{2}$$

где:  $S_{\text{б}}$  - натяжение ветвей каната на вале вала на барабан. (Н)

$D_{\text{б}}$  - диаметр барабана = 300 мм

$$S_{\text{б}} = \frac{G_{\text{гр}}}{i_{\text{п}} \eta_{\text{п}}}$$

где:  $i_{\text{п}}$  - кратность полистаста = 2

$$S_{\text{б}} = \frac{21560}{2 \cdot 0,9} = \frac{11977,8}{300} \text{ Н} \quad \eta_{\text{п}} - \text{КПД редуктора грузовой лебедки} = 0,9$$

$$M_{\text{б}} = 11977,8 \cdot \frac{2000}{2} = 11977,8 \cdot 1000 = 11977800 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Определим крутящий момент на валу гидромотора, приводящего в действие грузовой барабан

$$M_{\text{крз}} = \frac{M_{\text{б}}}{i_{\text{р}} \cdot \eta_{\text{р}}}$$

где:  $i_{\text{р}}$  - передаточное отношение редуктора к лебедке  $i_{\text{р}} = 8$

$$M_{\text{крз}} = \frac{11977800}{8 \cdot 0,9}$$

$\eta_{\text{р}}$  - КПД редуктора гр лебедки = 0,9

$$= 249,5375 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$\Gamma\Gamma\Gamma$

Определим частоту вращения вала гидромотора грузоподъемного механизма

$\omega_{\text{б}}$  - частота вращения барабана

$$\omega_{\text{б}} = \frac{v_{\text{наб}}}{R_{\text{б}}} = \frac{2 v_{\text{ш}}}{D_{\text{б}}}$$

где:  $v_{\text{наб}}$  - скорость набегания каната на барабан  
 $R_{\text{б}}$  - радиус барабана

$$v_{\text{наб}} = v_{\text{ш}} \cdot L_{\text{п}}$$

где:  $v_{\text{ш}}$  - скорость подъема (опускания) груза  
 $v_{\text{ш}} = 0,55 \text{ м/с}$

$$v_{\text{наб}} = 0,55 \cdot 2 = 1,1 \text{ [м/с]}$$

$$\omega_{\text{б}} = \frac{2 \cdot 1,1}{0,3} = 7,3 \approx 70 \text{ об/мин}$$

$\Gamma\Gamma\Gamma$



Частоту вращения вала гидромотора определяем по формуле:

$$\omega_{ГМЗ} = \omega_B \cdot i_p$$

$$\omega_{ГМЗ} = 7,3 \cdot 8 = 58,4 \text{ (рад/с)} \text{ или } 553 \text{ об/мин}$$

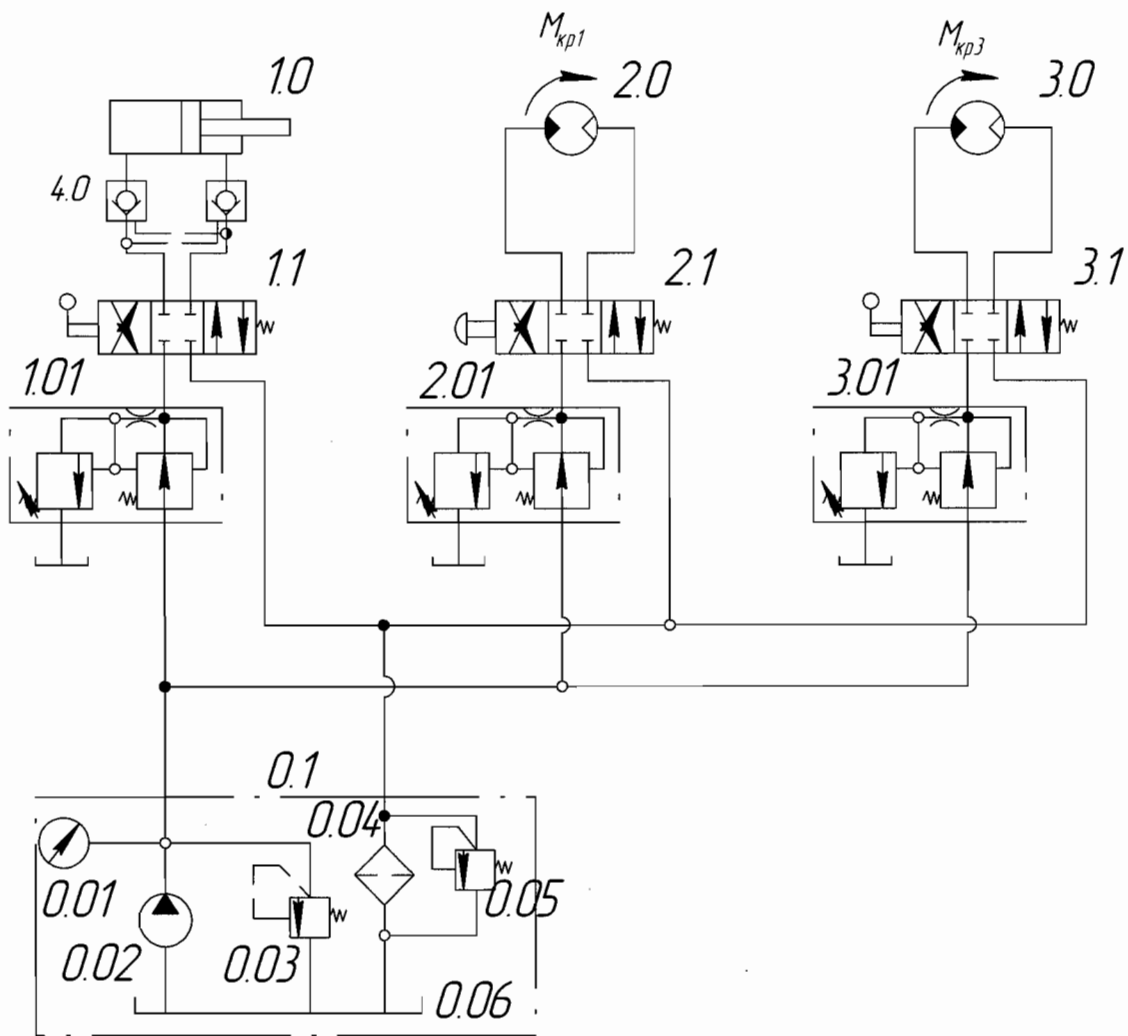
ГМЗ

Полученные результаты сводим в таблицу.

Гидродвигатель	Крутящий момент (усилие)	Угловая скор. (скорость перем.)	Угол повор. (x deg)
1 ГМЗ поворота	15,55 Н·м	115 с <sup>-1</sup> (1098 об/мин)	—
2 ГЦ подъема	197047,906 Н	0,13 м/с	0,508 м
3 ГМЗ лебедки	249,5 Н·м	58,4 рад/с.	—

П.2

Принципиальная гидравлическая схема.



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

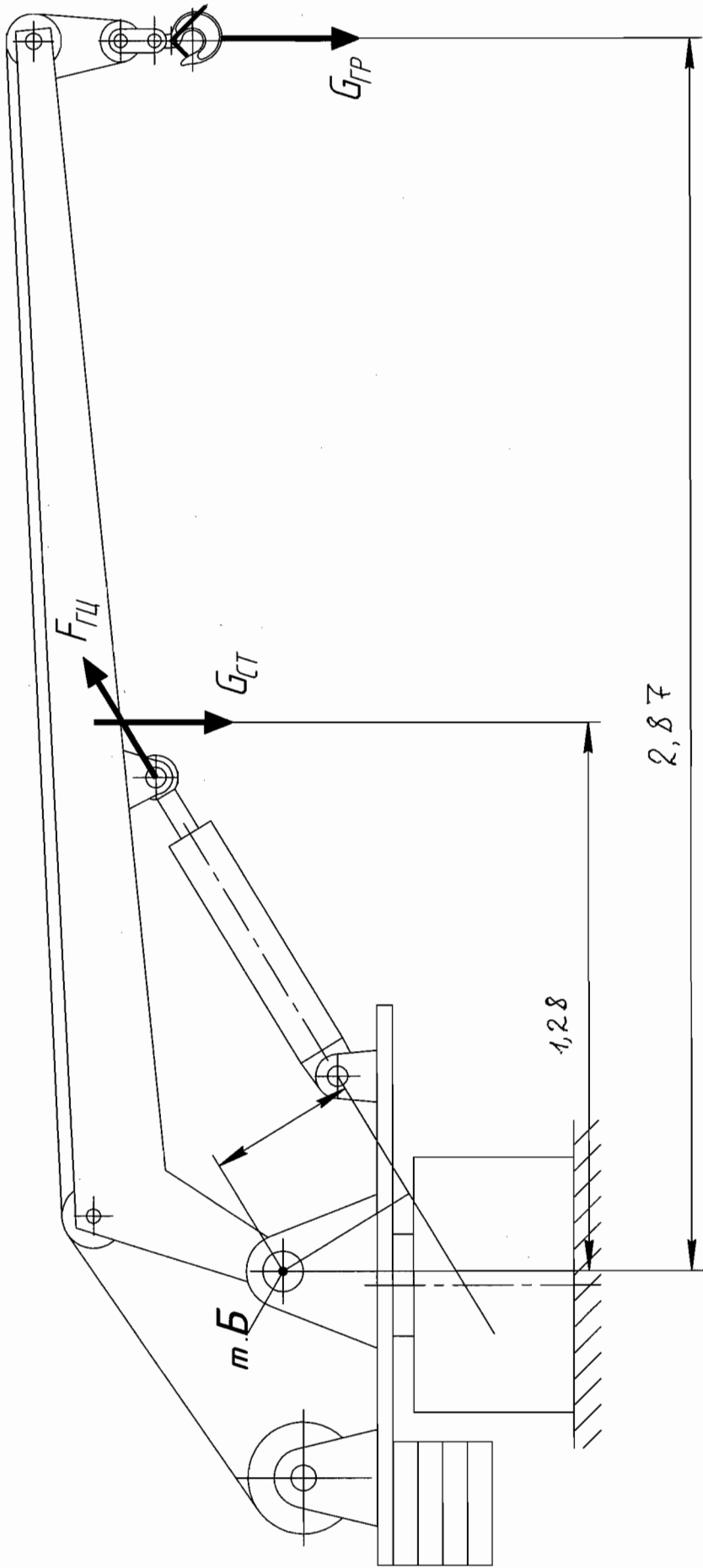
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

19060165.ГД07КР.00000 ОТ



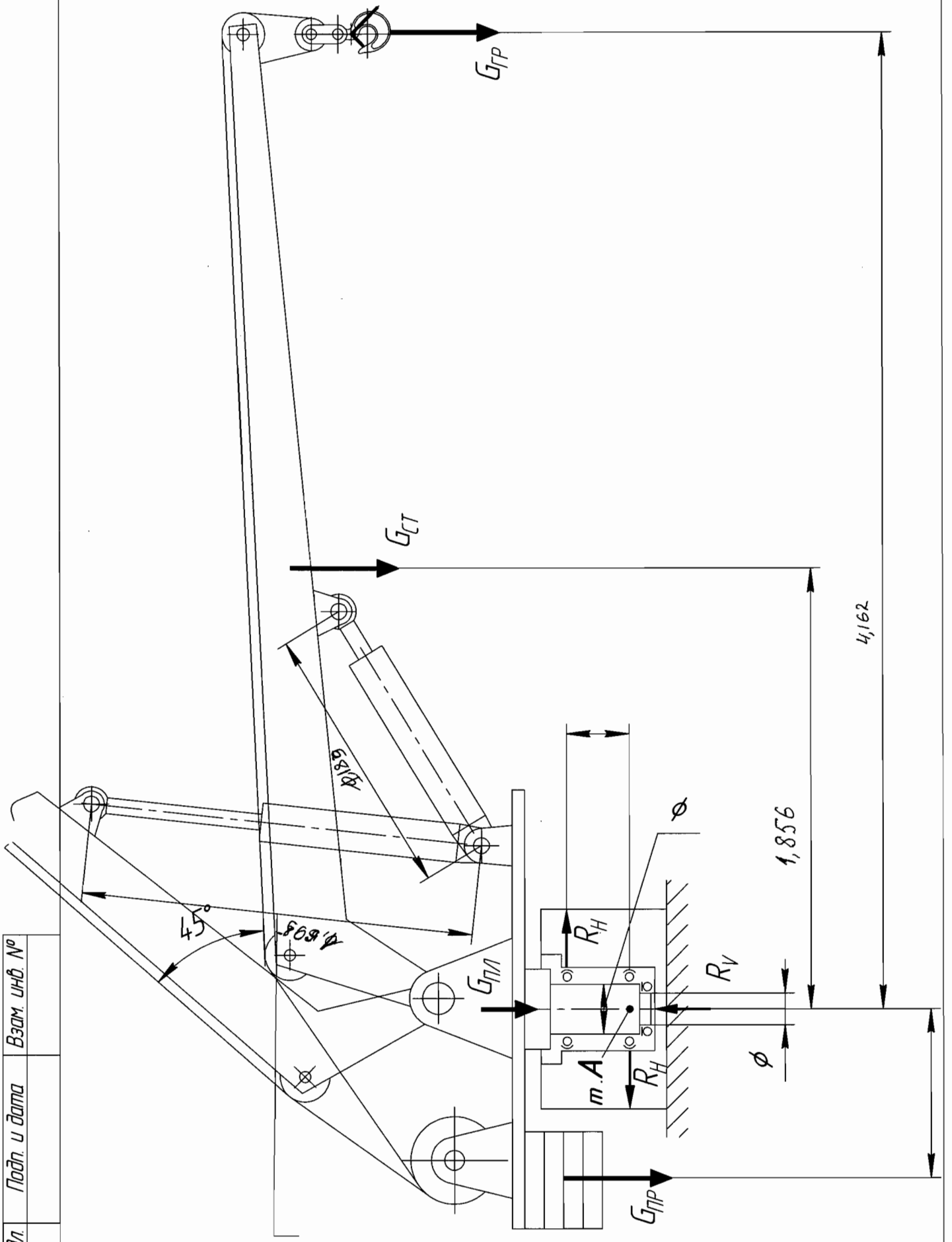
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№Вок.	Подп.	Дата



Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колыч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата



**П. 3**

Определение давлений в полостях нагнетания и слива гидродвигателей.

Для крана выбираем давление в гидросистеме  $P_H = 16 \text{ МПа}$

Для определения  $P_1$  и  $P_2$  всех гидродвигателей необходимо предварительно наложить перепады давлений всех гидроэлементов, которые были обозначены на принципиальной схеме.

$$P_{1ГЦ} = P_H - \Delta P_{Рр} - \Delta P_{Гр} - \Delta P_{Рз} - \Delta P_{Тр} = \text{где: } \Delta P_{Рр} - \text{перепад давлений регулятора расхода}$$

$$P_{1ГЦ} = 16 - 0,3 - 0,2 - 0,2 - 0,2 = 15,1 \text{ МПа}$$

$$P_{1ГМ1} = P_H - \Delta P_{Рр} - \Delta P_{Гр} - \Delta P_{Тр}$$

$$P_{1ГМ1} = 16 - 0,3 - 0,2 - 0,2 = 15,3 \text{ МПа}$$

$$P_{1ГМ2} = 15,3 \text{ МПа}$$

$\Gamma М 1, 3$

$$P_{2ГЦ} = \Delta P_{Рз} + \Delta P_{Гр} + \Delta P_{Ф} + \Delta P_{Тр}$$

$$P_{2ГЦ} = 0,2 + 0,2 + 0,1 + 0,2 = 0,7 \text{ МПа}$$

$$P_{ГМ} = \Delta P_{Рр} + \Delta P_{Ф} + \Delta P_{Тр}$$

$$P_{2ГМ1} = 0,5 \text{ МПа}$$

$$P_{2ГМ3} = 0,5 \text{ МПа}$$

$\Delta P_{Рр}$  - перепад давлений гидро распределителя  
 $\Delta P_{Рз}$  - перепад давлений гидро замка.  
 $\Delta P_{Тр}$  - перепад давлений трубопровода.  
 $\Delta P_{Ф}$  - перепад давлений фильтра

Полученные данные занесем в таблицу.

	ГЦ стрелы	ГМ1 поворота	ГМ3 лебедки
нагнетание	15,1 МПа	15,3 МПа	15,3 МПа
слив	0,7 МПа	0,5 МПа	0,5 МПа

**П. 4**

Выбор гидродвигателей

**П. 4.1** Гидродвигатель выбираем по следующим параметрам:

$D_p$  - диаметр поршня, мм

$S$  - ход штока, мм.

$P_{раб}$  - давление рабочего насоса.

Для определения диаметра поршня используется формула:

$$D_p = \sqrt{\frac{4(F+T)}{\pi(P_1 - \epsilon_x \cdot P_2) \cdot \epsilon_p}}$$

где:  $F$  - нагрузка на гидроцилиндр  
 $\epsilon_x$  - время холостого хода (опускание стр.)  
 $\epsilon_p$  - время рабочего хода (подъем стрелы)  
 $T$  - сила трения в гидроцилиндре.  
 $P_1$  и  $P_2$  - давление в полостях слива и нагнет.

$$\epsilon_x = \epsilon_p$$

$$T = 0,05 F$$

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot (197048 + 0,05 \cdot 197048)}{3,14 \cdot (15,1 - 0,7)}} = \sqrt{\frac{827601,6}{45,216}} = 135,3 \text{ мм} = 0,135 \text{ м.}$$

ГЛЛ

4.2) Выбор гидромотора грузовой лебедки. ГМ3

ГМ3

Определим перепад давления на гидромоторе по формуле:

$$P_{\Delta B} = P_1 - P_2$$

$$q_{ГМ1} = (2 \cdot 3,14 \cdot 15,55) / (14,8 \cdot 0,95) = 97,7 / 14,06 = 6,95$$

$$P_{\Delta B} = 15,3 - 0,5 = 14,8 \text{ МПа.}$$

Определим рабочий объем гидромотора по формуле.

ГМ3

$$q_{ГМ3} = \frac{2 \pi M_{крз}}{P_{\Delta B} \eta_m}$$

где:  $\eta_m = 0,95$  - механический КПД гидромотора.

$$q_{ГМ3} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 250}{14,8 \cdot 0,95} = \frac{1567,843}{14,06} = 111,5 \text{ см}^3$$

5. Определение расходов и выбор насоса.

5.1) Расход в ПЦ

ГЛЛ

$$Q = A_1 \cdot v$$

где  $A_1$  - площадь поршня ( $\text{м}^2$ )  
 $v$  - скорость вытеснения штока ( $\text{м/с}$ )

$$A_1 = \frac{\pi D_n^2}{4}; \quad A = \frac{3,14 \cdot 0,135^2}{4} = 14 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$Q_{ГМ} = 0,13 \cdot 14 \cdot 10^{-4} = 18,2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{сек} = 10,92 \text{ л/мин}$$

5.2) Определение расхода в гидромоторе грузовой лебедки. ГМ3

$$Q_{ГМ3} = q_{ГМ3} \cdot n \cdot \eta_o$$

где:  $Q_{ГМ3}$  - расход в гидромоторе.  
 $n$  - обороты в секунду.  
 $q_{ГМ}$  - рабочий объем ГМ ( $\text{м}^3$ )  
 $\eta_o$  - объемный КПД ГМ3

$$Q_{ГМ3} = 112 \cdot 10^{-6} \cdot 0,965 \cdot 9,3 = 60,3 \text{ л/мин}$$

5.3) Определение подачи в ГМ поворота крана. ГМ1

ГМ1

$$Q_{ГМ1} = q_{ГМ1} \cdot n \cdot \eta_o = 1098/60 \cdot 0,965 \cdot 9,2 \cdot 10^{-6} = 9,75 \text{ л/мин}$$

## Гидромоторы пластинчатые ГМ<sub>1</sub>

### 2.1.3. ГИДРОМОТОРЫ ПЛАСТИНЧАТЫЕ

Обозначение (расшифровку см. стр. 123)	Изготовитель	Характеристики				№ рис.
		$V_D$ см <sup>3</sup>	$p$ МПа	$M$ Н·м	$n_{\text{пид}} \sim n_{\text{пидт}}$ МИН <sup>-1</sup>	
Отечественных аналогов не выявлено						
M3B*-009-*N*-B**	Denison	9,2	17,5	22,7	max 3000	2.254
M5B-012-***-A1*	Denison	12	32	61,1	max 3000	2.248
M5BS-012-***-A1*	Denison	12	32	61,1	max 3000	2.249
M5BF-012-***-A1*	Denison	12	32	61,1	max 3000	2.250
M3B*-012-*N*-B**	Denison	12,3	21	39	max 3000	2.254

Гидромоторы регулируемые

ГМз

Обозначение (расшифровку см. стр. 143)	Изготовитель	Характеристики				№ рис.
		$V_D$ см <sup>3</sup>	$P$ МПа	$M$ Н·м	$n_{min} - n_{max}$ МИН <sup>-1</sup>	
Отечественных аналогов не выявлено						
A10VM45*/50W12*SC60N000	Rexroth	12-45	25	179	max 4000	2.573
A10VE45/50W12*SF68N000	Rexroth	12-45	25	179	max 4000	2.575
A10VEC45*/52W12-*RF21*	Rexroth	12-45	28	200	max 3100	2.576
A6VM56*/63W-V*B020***	Rexroth	0-55	40	348	50-4200	2.559
A6VE55*/63WVZL02***	Rexroth	0-55	40	348	50-4200	2.567
V12-60-**-I*-*-000-D-S-60/12-AC*01*-*-*	VOAC	60	42	381	50-3600	2.578
V12-60-**-C*-*-000-D-S-60/12-**01*-*-*	VOAC	60	42	381	50-3600	2.584
V12-60-**-S*-S-000-D-S-60/12-**01*-*-*	VOAC	60	42	381	50-3600	2.587
T12-60-MT-C*-*-000-A60/18-HOT01I-015/000	VOAC	60	42	381	50-3600	2.582
A6VM80*/63W-V*B020***	Rexroth	0-80	40	510	50-3750	2.560
A6VE80*/63WVAL02***	Rexroth	0-80	40	510	50-3750	2.568
V12-80-**-I*-*-000-D-S-80/16-AC*01*-*-*	VOAC	80	42	508	50-3100	2.579
V12-80-**-C*-*-000-D-S-80/16-**01*-*-*	VOAC	80	42	508	50-3100	2.585
V12-80-**-S*-S-000-D-S-80/16-**01*-*-*	VOAC	80	42	508	50-3100	2.588
T12-80-MT-C*-*-000-A80/24-HOT01I-015/000	VOAC	80	42	508	50-3100	2.583
303.3.112.***.0***	АО "ПСМ"	112	20	332	50-3000	2.251
303.3.112-*.*.*	АО "ПСМ"	112	20	338	max 1200	2.253

## Гидромоторы пластинчатые ГМ<sub>1</sub>

### 2.1.3. ГИДРОМОТОРЫ ПЛАСТИНЧАТЫЕ

Обозначение (расшифровку см. стр. 123)	Изготовитель	Характеристики				№ рис.
		$V_0$ см <sup>3</sup>	$p$ МПа	$M$ Н·м	$n_{\text{мин}} - n_{\text{макс}}$ МИН <sup>-1</sup>	
Отечественных аналогов не выявлено						
M3B*-009-*N*-B**	Denison	9,2	17,5	22,7	max 3000	2.254
M5B-012-***-A1*	Denison	12	32	61,1	max 3000	2.248
M5BS-012-***-A1*	Denison	12	32	61,1	max 3000	2.249
M5BF-012-***-A1*	Denison	12	32	61,1	max 3000	2.250
M3B*-012-*N*-B**	Denison	12,3	21	39	max 3000	2.254



Полученные значения сводим в таблицу.

расход	$Q_{ГЦ}$	$Q_{ГМ1}$	$Q_{ГМ3}$	Сумма расходов
значение $м^3/с$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$10,05 \cdot 10^{-4}$	$13,45 \cdot 10^{-4}$
значение $л/мин$	109,2	9,75	60,3	80,97

$$\Delta Q_{р.р ГЦ} = 0,05 \cdot Q_{ГЦ}$$

$$\Delta Q_{р.р ГМ1} = 0,05 \cdot Q_{ГМ1}$$

$$\Delta Q_{р.р ГМ3} = 0,05 \cdot Q_{ГМ3}$$

$$\left. \begin{array}{l} \Delta Q_{р.р ГЦ} \\ \Delta Q_{р.р ГМ1} \\ \Delta Q_{р.р ГМ3} \end{array} \right\} \Sigma \Delta Q_{р.р.}$$

$$\Delta Q_{р.р ГЦ} = 0,05 \cdot 0,00018 = 9,9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\Delta Q_{р.р ГМ1} = 0,05 \cdot 0,00016 = 8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\Delta Q_{р.р ГМ3} = 0,05 \cdot 0,0010 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\Sigma \Delta Q_{р.р} = 6,7 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta Q_{гр ГЦ} = 0,05 \cdot 0,00018 = 9,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\Delta Q_{гр ГМ1} = 0,05 \cdot 0,00016 = 8,4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\Delta Q_{гр ГМ3} = 0,05 \cdot 0,0010 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\Sigma \Delta Q_{гр} = 3,9 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta Q_{Т.К} = 0,05 \cdot Q_{ГМ1}$$

$$\Delta Q_{Т.К} = 0,05 \cdot 1,6 \cdot 10^{-4} = 8 \cdot 10^{-5} = 0,000008 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\Delta Q_{н} = Q_{ГЦ} + Q_{ГМ1} + Q_{ГМ3} + \Sigma \Delta Q_{р.р} + \Sigma \Delta Q_{гр} + \Delta Q_{Т.К} + Q_{н} \cdot 0,05$$

$$Q_{н} = 0,0015 \text{ м}^3/\text{с} = \underline{\underline{90 \text{ л/мин}}}$$

Производим выбор насоса по следующим параметрам.

$$P_{н} = 16 \text{ МПа}$$

$$Q_{н} = 90 \text{ л/мин.}$$

$$\eta = 0,9$$

$$n_{н} = \frac{Q_{н}}{n \cdot \eta_0} = 126 \text{ об/с}$$

$n$  - частота вращения вала насоса, которая соответствует частоте вращения привода насоса.

#### П. 5.4) Выбор электродвигателя для привода насоса.

Электродвигатель выбираем по мощности, которая опред по формуле:

$$N_{эл. двил} = P_{н} \cdot Q_{н} \cdot 1,5$$

$$N_{эл. двил} = 16000000 \cdot 0,0015 \cdot 1,5 = 36000 \text{ Вт.}$$

$$n_{н} = \frac{90}{750 \cdot 0,95} = 0,126 = 126 \text{ об/с}$$

Электродвигатель АИР 250 S 8 - Асинхронный ТЗ. 17Р. 807.  
750 об/мин  $\approx$  12,5 об/сек Мощность = 37 кВт

## Электродвигатель

Синхронная частота вращения 750 об/мин

АИР71В8	0,25	8	56	0,65	1,8	1,9	1,4	4
АИР80А8	0,37	6,5	60	0,61	1,8	1,9	1,4	4
АИР80В8	0,55	6,5	64	0,63	1,8	1,9	1,4	4
АИР90ЛА8	0,75	7	70	0,66	1,6	1,7	1,2	3,5
АИР90ЛВ8	1,1	7	72	0,7	1,6	1,7	1,2	3,5
АИР100Л8	1,5	6	76	0,73	1,6	1,7	1,2	5,5
АИР112МА8	2,2	5,5	76,5	0,71	1,8	2,2	1,4	6
АИР112МВ8	3	5,5	79	0,74	1,8	2,2	1,4	6
АИР132S8	4	4,5	83	0,7	1,8	2,2	1,4	6
АИР132М8	5,5	5	83	0,74	1,8	2,2	1,4	6

Типоразмер двигателя	Мощность, кВт	При номинальной нагрузке			$\frac{T_p}{T_{ном}}$	$\frac{T_{max}}{T_{ном}}$	$\frac{T_{min}}{T_{ном}}$	$\frac{I_p}{I_{ном}}$
		Скольжение, %	КПД, %	cosφ				
АИР160S8	7,5	3	87	0,75	1,6	2,4	1,4	5,5
АИР160М8	11	3	87,5	0,75	1,6	2,4	1,4	6
АИР180М8	15	2,5	89	0,82	1,6	2,2	1,5	5,5
АИР200М8	18,5	2,5	89	0,81	1,6	2,3	1,4	6
АИР200Л8	22	2,5	90	0,81	1,6	2,3	1,4	6
АИР225М8	30	2,5	90,5	0,81	1,4	2,3	1,3	6
АИР250S8	37	2	92,5	0,78	1,5	2,3	1,4	6

Определим действительную подачу насоса

$$Q_n^*$$

$$Q_n = q_n \cdot n \cdot \eta_0$$

где:  $n$  - хар-ка двигателя

$$Q_n^* = 129 \cdot 750 \cdot 0,95 = 91,9 \text{ л/мин}$$

$$\eta_0 \text{ - хар-ка выпр. насос} = 1,43 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

Выбираем насос "G3D-C-40-2-A-32" справочник Свешникова В.К.

$$\text{Рабочий объем} - 129 \text{ см}^3 = 1,29 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

$$\text{Номинальное давление} - P - 17,2 \text{ МПа.}$$

п. 6

Определение диаметра трубопровода.

Дтр.вс.

п. 6.1) Определим диаметр всасывающего трубопровода.

$$d_{\text{тр.вс}} = \sqrt{\frac{4Q_{\text{вс}}}{\pi v_{\text{рж}}}}$$

где:  $Q_{\text{вс}}$  - подача всасывания

$v_{\text{рж}}$  - скорость рабочей жид-ти.

$$Q_{\text{вс}} = Q / \eta_0 = 91,9 / 0,95 = 96,73 \text{ л/мин.}$$

$$d_{\text{тр.вс}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 96,73 \text{ л/мин}}{3,14 \cdot 1,5}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16,1 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 1,5}} = 37 \text{ мм} \approx 40 \text{ мм.}$$

$$v_{\text{рж}} = 1,5$$

п. 6.2) Определяем диаметр напорного трубопровода.

$$d_{\text{тр.нап}} = \sqrt{\frac{4Q_n}{\pi v_{\text{рж нап}}}}$$

где:  $v_{\text{рж нап}} = 4 \text{ м/с.}$

$$d_{\text{тр.нап}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16,1 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 4}} = 22,6 \approx 25 \text{ мм}$$

$$v_{\text{рж}} = 3,28 \text{ м/с}$$

п. 6.3) а) Определяем диаметр напорного трубопровода, подводимого к гидроцилиндру.

$$d_{\text{тр.нап}} = \sqrt{\frac{4Q_{\text{ГЦ}}}{\pi \cdot v_{\text{рж}}}} = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 10^{-4}}{3,14}} = 7,582 \text{ мм} \approx 0,008 \text{ м}$$

дтр.нап ГЦ

$$v_{\text{рж нап}} = \frac{4Q_{\text{ГЦ}}}{d_{\text{тр.нап}}^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 1,8 \cdot 10^{-4}}{0,008^2 \cdot 3,14} = 3,58 \text{ м/с.}$$

б) Определяем диаметр нап трубопровода подводимого к

ГМ1

$$Q_{\text{ГМ}} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d_{\text{тр.нап}} = \sqrt{\frac{4Q_{\text{ГМ}}}{\pi \cdot v_{\text{рж}}}} = \sqrt{\frac{1,6 \cdot 10^{-4}}{3,14}} = 0,007 \text{ м} = 7 \text{ мм.}$$

Уточняем дтр нап ГМ1 = 8 мм = 0,008 м

$$v_{\text{рж нап}} = \sqrt{\frac{4Q_{\text{ГМ}}}{d_{\text{тр.нап}}^2 \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-4}}{0,008^2 \cdot 3,14}} = 3,18 \text{ м/с.}$$

в) Определяем диаметр трубопровода напора

ГМЗ

$$Q_{ГМЗ} = 10,05 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d_{тр нап} = \sqrt{\frac{10,05 \cdot 10^{-4}}{3,14}} = 0,017 \text{ м} = 17 \text{ мм}$$

Уточняем  $d_{тр нап} = 20 \text{ мм}$ .

$$v_{рж} = \frac{4 Q_{ГМЗ}}{0,02^2 \cdot 3,14} = \frac{4 \cdot 10,05 \cdot 10^{-4}}{0,0004 \cdot 3,14} = 3,19 \text{ м/с}$$

п. 6.4) Определим диаметр сливной линии.

$v_{рж} \text{ слива} = 2 \text{ м/с}$ .

а)  $Q_{сл} = Q_{н} - \sum \Delta Q_{р.р.} - \sum \Delta Q_{гр.} - \sum \Delta Q_{ГМ}$

$$\Delta Q_{сл ГМЗ} = Q_{ГМЗ} (1 - \eta_0) = 10,05 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1 = 1,005 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_{сл} = 1,43 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-5} - 3 \cdot 10^{-5} - 1,005 \cdot 10^{-5} = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d_{тр сл} = \sqrt{\frac{4 Q_{сл}}{\pi v_{рж}}} = \frac{4 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 2} = 0,028 \text{ м} = 28 \text{ мм}$$

Округляем  $d_{тр сл} = 32 \text{ мм}$ .

б) Диаметр сливной линии

ГМ1

$$\Delta Q_{ГМ1} = 1,6 \cdot 10^{-4} \cdot 0,05 = 0,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_{сл} = 1,43 \cdot 10^{-3} - 0,4 \cdot 10^{-5} - 0,8 \cdot 10^{-5} - 0,8 \cdot 10^{-5} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d_{тр сл} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 3,14}} = 0,029 \text{ м} = 29 \text{ мм}$$

Округляем  $d_{тр сл} = 32 \text{ мм}$

в) Диаметр сливной линии

ГЦ

$$\Delta Q_{сл ГЦ} = 1,8 \cdot 10^{-4} (1 - 0,95) = 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 0,05 = 0,9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_{сл} = 1,43 \cdot 10^{-3} - 0,5 \cdot 10^{-5} - 0,9 \cdot 10^{-5} - 0,9 \cdot 10^{-5} = 1,27 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d_{тр сл} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,27 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 3,14}} = 0,028 \text{ м} = 28 \text{ мм}$$

Округляем  $d_{тр сл} = 32 \text{ мм}$

$$Q_{сл} = 1,43 \cdot 10^{-3} - 6,7 \cdot 10^{-5} - 3,9 \cdot 10^{-5} - 10,85 \cdot 10^{-5} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d_{тр сл} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3}}{3,14}} = 0,028 = 28 \text{ мм}$$

Уточняем  $d_{тр сл} = 32 \text{ мм}$

$Q_{сл}$   
 $d_{тр сл}$



Параметр	Модели фильтров							
	8-5-М 8-5-К	12-5-М 12-5-К	20-5-М 20-5-К	25-5-М 25-5-К	12-10-М 12-10-К	20-10-М 20-10-К	32-10-М 32-10-К	40-10-М 40-10-К
Условный проход, мм	8	12	20	25	12	20	32	40
Номинальная тонкость фильтрации, мкм	5				10			
Номинальный расход, л/мин	12,5	25	63	100	25	63	160	320
Номинальный перепад давлений, МПа, не более	0,12	0,16	0,12	0,16	0,09	0,12	0,16	0,16

### РЕДУКЦИОННЫЙ КЛАПАН С РЕГУЛЯТОРОМ ТИПА Г57-2

Параметр	Г57-22	АГ57-22	БГ57-22	ПГ57-22	АПГ57-22	БПГ57-22	Г57-23	АГ57-23	БГ57-23	Г57-24	АГ57-24	БГ57-24	ПГ57-24	АПГ57-24	БПГ57-24
	Условный проход, мм	10						16			20				
Подводимое давление, МПа:															
номинальное	20														
минимальное	0,8	1,5	2,5	0,8	1,5	2,5	0,8	1,5	2,5	0,8	1,5	2,5	0,8	1,5	2,5
Редуцированное давление, МПа:															
номинальное	6,3	10	19	6,3	10	19	6,3	10	19	6,3	10	19	6,3	10	19
минимальное	0,3	1	2	0,3	1	2	0,3	1	2	0,3	1	2	0,3	1	2
Расход, л/мин:															
номинальный	16						32			63					
максимальный (через вспомогательный клапан)	0,8														
Присоединение	Резьбовое			Стыковое			Резьбовое						Стыковое		
Масса, кг	2,4			2,6			4,4						4,8		

1.1.4. НАСОСЫ ШЕСТЕРЕННЫЕ НАРУЖНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ (продолжение)

Обозначение (расшифровку см. ниже)	Изготовитель	Характеристики			№ рис.
		$V_0$ , см <sup>3</sup>	$p$ , МПа	$n_{\text{мин}}$ ( $n_{\text{max}}$ ), МИН	
НШ125М-3	КЗГС	125	16	500 (2400)	1.178
IPН6-125*/10*	Diplomatic	125	30	300 (2500)	1.249
КР4/125С*0JZ002DL*	Kracht	125	20	600 (2500)	1.236
*G30-C-*-*40-*2-*-*A-32-*	Vickers	129	17,2	600 (2400)	1.311
*G30-C-*-*45-*2-*-*A-32-*	Vickers	145	15,5	600 (2300)	1.311
G30-C-*-*50-*2-*-*A-32-*	Vickers	161	13,8	600 (2200)	1.311
КР5/160С*0KZ000DE*	Kracht	160	10	800 (1800)	1.237
НШ250-4	КЗГС	250	20	500 (3000)	1.180
КР5/200С*0KZ000DE*	Kracht	200	10	800 (1800)	1.237
КР5/250С*0KZ000DE*	Kracht	250	10	800 (1800)	1.237
КР5/300С*0KZ000DE*	Kracht	300	10	800 (1800)	1.237



## 5.6. Основные параметры предохранительных клапанов непрямого действия

Параметр	$D_y$ , мм		
	10	20	32
Расход масла, л/мин: номинальный ( $Q_{ном}$ )	40	100	250
максимальный	56	140	350
минимальный ( $Q_{тип}$ )	3	5	10
Суммарные утечки, см <sup>3</sup> /мин, не более *	100, 100; 200	200, 200; 400	300, 300; 600
Масса, кг **	3,8 (5,3)	6,8 (8,3)	11,8 (13)

\* В зависимости от исполнения по давлению настройки (для аппаратов с электроуправлением на 50 см<sup>3</sup>/мин больше).

\*\* В скобках — с электроуправлением.

Примечания: 1. Давление (МПа): настройки 0,3—10, 1—20 или 1,6—32; максимальное 12,5, 25 или 40; в линии слива не более 0,15.

2. Изменение давления в диапазоне расходов  $Q_{тип}$ — $Q_{ном}$  не более 0,4 МПа.

3. Изменение давления в диапазоне расходов от 1,5 л/мин до  $Q_{ном}$  не более 0,5; 1 или 2 МПа (в зависимости от исполнения по давлению настройки).

4. Давление в диапазоне 0,3—10 МПа.

Ниже приведены параметры односторонних гидрозамков:

Исполнение гидрозамка . . . . .	541.08	541.12
Условный проход, мм . . . . .	8	12
Расход рабочей жидкости, л/мин:		
номинальный . . . . .	16	63
максимальный . . . . .	25	125
Давление, МПа:		
на входе:		
номинальное . . . . .	25	25
максимальное . . . . .	32	32
управления максимальное . . . . .	10	13



ОАО «ГСКТБ ГА»

## Гидрораспределители стыкового монтажа типа РГС4

Условный проход  
6, 10 мм

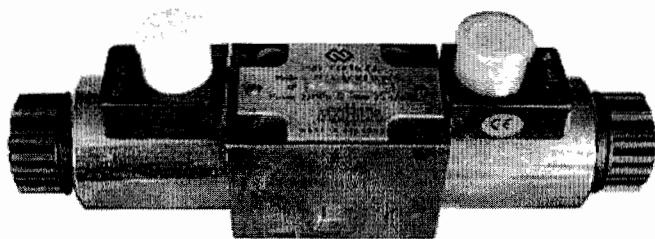
Максимальный расход  
32, 63 л/мин

Номинальное давление  
32 МПа

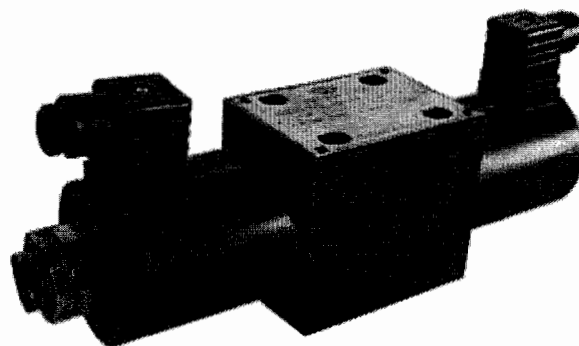
Предназначены для электрического управления направлением потока рабочей жидкости исполнительных органов гидропривода.

Область применения - гидроприводы мобильной техники, станков, прессов и другого промышленного гидрофицированного оборудования.

По техническим характеристикам и присоединительным размерам являются аналогами гидрораспределителей типов РХ, ВЕ, РЕ.



РГС4-6/3СЕ



РГС4-10/3СЕ

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 1

Наименование параметра	Величина параметра	
	РГС4-6/3СЕ	РГС4-10/3СЕ
1	2	3
1 Условный проход, мм	6	10
2 Давление на входе, МПа: - номинальное - максимальное	32 35	
3 Максимально допустимое давление на сливе, МПа	16	
4 Расход рабочей жидкости, л/мин: - номинальный для схем 14, 54, 64, 64А, 573, 573Е для остальных схем - максимальный для схем 14, 54, 64, 64А, 573, 573Е для остальных схем	12,5 16 20 32	25 40 40 63
5 Внутренняя герметичность (максимальные внутренние утечки), по каждой гидролинии, см <sup>3</sup> /мин, не более: - при номинальном давлении на входе для схем 14, 54, 64, 574 - для остальных схем при давлении на входе 20 МПа	180 130	250 190
6 Продолжительность включения, мин, не более	10	
7 Зависимость перепада давления от расхода	см. график на рисунке 1	см. график на рисунке 2
8 Максимальное число срабатываний в час: - с электромагнитами постоянного тока - с электромагнитами переменного тока	15000 7200	8500 4600

Односторонний гидрозамок.

$$\Delta P_{действ} = 50 \cdot 10^4 \cdot \left( \frac{1,03 \cdot 10^{-4}}{2,6 \cdot 10^{-4}} \right)^2 = 0,24 \text{ МПа}$$

Предохранительный клапан

$$\Delta P_{действ.} = 40 \cdot 10^4 \cdot \left( \frac{1,43 \cdot 10^{-4}}{16 \cdot 10^{-4}} \right)^2 = 0,32 \text{ МПа}$$

Фильтр

$$\Delta P_{действ} = 16 \cdot 10^4 \cdot \left( \frac{1,43 \cdot 10^{-3}}{16 \cdot 10^{-4}} \right)^2 = 0,13 \text{ МПа}$$

Определим перепады на трубопроводах.

$$\Delta P_{тр} = \rho \lambda \frac{L}{d_{тр}} \cdot \frac{v_{рж}^2}{2}$$

где:  $\rho$  - плотность рабочей ж-ти.  
 $L$  - длина участка трубопровода  
 $v_{рж}$  - скорость ж-ти после утол.  
 $\lambda$  - коэф. гидравл. трения

Марка масла И-40

$$\rho = 895 \text{ кг/м}^3$$

$$v_{до} = 0,35 \cdot 10^{-4}$$

**ГМЗ** Напор

$$Re = \frac{0,02 \cdot 3,19}{0,35 \cdot 10^{-4}} = 1822,8$$

$$\lambda_L = \frac{75}{1822,8} = 0,041$$

$$\Delta P_{тр} = 895 \cdot 0,046 \cdot \frac{8}{0,02} \cdot \frac{3,28^2}{2} = 0,08 \text{ МПа}$$

**ГМ1**

$$Re = \frac{0,008 \cdot 3,18}{0,35 \cdot 10^{-4}} = 7268,5$$

$$\lambda_T = \frac{0,3164}{7268,5^{0,25}} = 0,034$$

$$P_H = 16 - 0,39 - 0,16 - 0,20 - 0,17 - 0,41 - 0,22 - 0,24 - 0,32 - 0,13 - 0,08 = 13,68 \text{ МПа}$$

**ГЦ**

$$Re = \frac{0,008 \cdot 3,58}{0,35 \cdot 10^{-4}} = 8182,8$$

$$\lambda_T = \frac{0,3164}{8182,8^{0,25}} = 0,033$$

**Напор**

$$Re = \frac{3,28 \cdot 0,025}{0,35 \cdot 10^{-4}} = 2342,5$$

$$\lambda_T = \frac{0,3164}{2342,5^{0,25}} = 0,062$$

**Всасывание**

$$Re = \frac{1,5 \cdot 0,04}{0,35 \cdot 10^{-4}} = 1714,3$$

$$\lambda_L = \frac{75}{1714,3} = 0,043$$

**случ**

$$Re = (2 \cdot 0,028) / (0,35 \cdot 10^{-4}) = 1600$$
$$\lambda_L = 75 / 1600 = 0,046$$

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

П. 9

### Определение КПД Гидропривода

$$\eta_{общ} = \frac{N_{пол}}{N_{пр}}$$

где:  $N_{пр}$  - затрачиваемая мощность привода

$N_{пол}$  - полезная мощность привода.

$$N_{пр} = \frac{Q_H P_H}{\eta}$$

$$N_{пол} = N_{пол}(ГЦ) + N_{пол}(ГМ)$$

$$N_{пол}(ГМ) = M_{кр} \cdot \omega$$

$$N_{пол}(ГЦ) = F_{ГЦ} \dot{V}$$

ГМЗ

$$N_{пол} = 249,5 \cdot 553 = 137.974 \text{ Вт.}$$

ГМ<sub>1</sub>

$$N_{пол} = 15,55 \cdot 1098 = 17073,9 \Rightarrow N_{пол}(ГМ) = \underline{155.047,9 \text{ Вт}}$$

ГЦ

$$N_{пол} = 197047,906 \cdot 0,13 = \underline{25616,22 \text{ Вт}}$$

$$N_{пол} = 181,910 \text{ кВт.}$$

$$N_{пр} = \frac{1,43 \cdot 10^{-3} \cdot 13580000}{0,89} = 219800 \text{ Вт}$$

$$\eta_{общ} = \frac{181910}{219800} = 0,827 = 82,8\%$$

П. 10

### Расчет объема гидробака.

Потери мощности определяются по формуле:

$$\Delta N = N_{пр} - N_{пол.}$$

$$\Delta N = 219800 - 181910 = 37890 \text{ Вт} \equiv E_{пр}$$

Условие приемлемости теплового режима в системе гидропривода.

$$\Delta T_{уст} \leq \Delta T_{доп} = T_{max} - T_{оmax} = 70^\circ - 50^\circ = 20^\circ \text{ C.}$$

где:  $\Delta T_{уст}$  - перепад тем-ур между рабочей ж-тью.

$\Delta T_{доп}$  - максим. допуст. перепад температур между раб. жид. и окруж. воздухом.

$T_{max}$  - макс допуст. тем-ра раб жид-ти ( $70^\circ - 75^\circ \text{ C}$ )

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Площадь пов-ти теплообмена необходимая для поддерж  $\Delta T_{уст}$

$$S \geq \frac{E_{пр}}{K_B K_{ТР} \Delta T_{уст}}$$

где  $K_B$  и  $K_{ТР}$  - коэф. теплопередачи труб и ш PROBАКА.

$$K_{ТР} = 12 - 16 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

Для ш PROBАКА с воздушным охлаждением

$$S = \frac{37810}{20 \cdot 12 \cdot 20} = 7,886 \text{ м}^2$$

$$K_B = 20 - 25 \left[ \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}} \right]$$

с принуд-ным охлаждением

$$K_B = 110 - 175 \left[ \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}} \right]$$

Площадь поверхности труб:

$$S_{ТР} = \pi d_{пр} \cdot l = 3,14 \cdot 0,046 \cdot 8 = 1,1561 \text{ м}^2$$

Площадь БАКА:

$$S_B = S - S_{ТР} = 7,886 - 1,156 = 6,69$$

$$S_B = a \cdot b + 2a \cdot h_1 + 2b \cdot h_1$$

$$a = 2h \quad h_1 = 0,8h$$

$$b = h$$

$$S_B = 2h \cdot h + 2 \cdot 2h \cdot 0,8h + 2h \cdot 0,8h = 2h^2 + 3,2h^2 + 1,6h^2 = 6,8h^2$$

$$h = \sqrt{\frac{S_B}{6,8}} = \sqrt{\frac{6,69}{6,8}} = 1,1 \text{ м}$$

$$a = 2,2 \text{ м} \quad h_1 = 0,88 \text{ м}$$

$$b = 1,1 \text{ м}$$

$$V_B = \left( \frac{S_B}{6,5} \right)^{1,5} = \left( \frac{6,22}{6,5} \right)^{1,5} = (0,95646)^{1,5} = 0,936 \text{ м}^3 = 936 \text{ л}$$

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата