

Требуется рассчитать и подобрать центробежный насос для перекачивания жидкости при температуре $t = 20^\circ \text{C}$ в технологической схеме, представленной на рис. 2, по данным табл. 2.

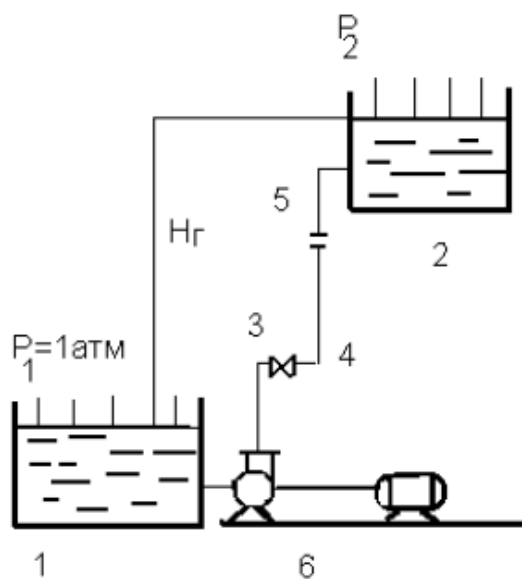


Рис.2. Технологическая схема перекачивания жидкости

1-расходная емкость; 2- приемная емкость; 3- вентиль нормальный; 4- отвод радиусом изгиба R и углом φ ; 5- диафрагма диаметром $d\phi$; 6- центробежный насос

Варианты заданий

№ в- та	Перекачи- ваемая жидкость	$G \cdot 10^{-3}$ (кг/ч)	d_y (мм)	H_{Γ} (м)	Местные сопротивления			Давление		
					Отводы		Диафрагма	P_1 (атм)	P_2 (атм)	
					φ ($^{\circ}$)	R_0 (м)	n			d_0 (мм)
1	CH ₃ OH 40 % р-р	40	50	12	45	0,5	5	40	1,0	3,0
2	NaCl 20 % р-р	36	75	15	110	1,0	4	35	0,8	2,5
3	CH ₃ OH	15	32	27	60	0,7	3	20	1	3,5
4	C ₆ H ₅ CH ₃	32	100	18	150	1,5	2	65	0,8	2,0
5	NaOH 10 % р-р	18	50	25	130	1,0	5	40	1,5	4,0
6	H ₂ O	20	50	10	60	0,5	3	30	1	1,2
7	C ₆ H ₆	30	75	12	90	1,5	4	40	1	1,3
8	CH ₃ OH	25	100	8	110	2,5	3	75	0,8	1,5
9	C ₄ H ₉ OH	35	32	25	45	0,6	4	25	1,1	1,8
10	C ₂ H ₅ OH	22	50	15	90	0,5	3	28	1	1,8
11	CH ₃ COOH	36	75	12	150	1,0	4	45	1	1,2
12	25 % р-р CaCl ₂	32	100	6	180	1,5	3	65	1,2	2,5
13	C ₆ H ₅ Cl	10	32	5	60	0,5	4	20	0,8	3,1
14	CHCl ₃	12	50	10	90	1,0	2	35	1	2,2
15	60 % р-р H ₂ SO ₄	18	75	6	120	1,2	3	50	1,2	2,4

Условные обозначения: G – расход жидкости; d_y – диаметр трубопровода внутренний; H_{Γ} – геометрическая высота подъема; φ – угол отвода; R_0 – радиус отвода; n – число отводов; d_0 – диаметр отверстия диафрагмы; P_1 и P_2 – давления в расходной и приемной емкостях. Во всех вариантах технологических схем установлен один нормальный вентиль.

Таблица 2

Коэффициенты местных сопротивлений

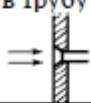

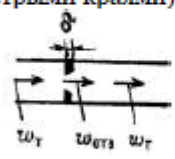
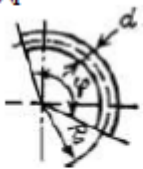
Вид сопротивления	Значение коэффициента местного сопротивления ξ																																																
Вход в трубу 	С острыми краями $\xi = 0,5$. С закругленными краями $\xi = 0,2$																																																
Выход из трубы 	$\xi = 1$																																																
Диафрагма (отверстие в прямой трубе с острыми краями)  <p> w_T – средняя скорость потока в трубе, м/с; w_{OTB} – средняя скорость потока в отверстии, м/с; δ – толщина диафрагмы, м </p>	$m = \left(\frac{d_o}{d_y}\right)^2;$ d_o – диаметр отверстия диафрагмы, м; d_y – условный диаметр трубопровода; <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>m</th> <th>ξ</th> <th>m</th> <th>ξ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,02</td><td>7000</td><td>0,24</td><td>32,0</td></tr> <tr><td>0,04</td><td>1670</td><td>0,26</td><td>26,8</td></tr> <tr><td>0,06</td><td>730</td><td>0,28</td><td>22,3</td></tr> <tr><td>0,08</td><td>400</td><td>0,30</td><td>18,2</td></tr> <tr><td>0,10</td><td>245</td><td>0,34</td><td>13,1</td></tr> <tr><td>0,12</td><td>165</td><td>0,40</td><td>8,25</td></tr> <tr><td>0,14</td><td>117</td><td>0,50</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>0,16</td><td>86,0</td><td>0,60</td><td>2,00</td></tr> <tr><td>0,18</td><td>65,5</td><td>0,70</td><td>0,97</td></tr> <tr><td>0,20</td><td>51,5</td><td>0,80</td><td>0,42</td></tr> <tr><td>0,22</td><td>40,0</td><td>0,90</td><td>0,13</td></tr> </tbody> </table>	m	ξ	m	ξ	0,02	7000	0,24	32,0	0,04	1670	0,26	26,8	0,06	730	0,28	22,3	0,08	400	0,30	18,2	0,10	245	0,34	13,1	0,12	165	0,40	8,25	0,14	117	0,50	4,00	0,16	86,0	0,60	2,00	0,18	65,5	0,70	0,97	0,20	51,5	0,80	0,42	0,22	40,0	0,90	0,13
m	ξ	m	ξ																																														
0,02	7000	0,24	32,0																																														
0,04	1670	0,26	26,8																																														
0,06	730	0,28	22,3																																														
0,08	400	0,30	18,2																																														
0,10	245	0,34	13,1																																														
0,12	165	0,40	8,25																																														
0,14	117	0,50	4,00																																														
0,16	86,0	0,60	2,00																																														
0,18	65,5	0,70	0,97																																														
0,20	51,5	0,80	0,42																																														
0,22	40,0	0,90	0,13																																														
Отвод круглого или квадратного сечения  <p> d – внутренний диаметр трубопровода, м; R_0 – радиус изгиба трубы, м; φ – угол, градусы </p>	$\xi = A \cdot B; A = f(\varphi); B = f(R_0/d)$ Коэффициенты A и B определяются по таблицам: $A = f(\varphi)$: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>φ</th> <th>20</th> <th>30</th> <th>45</th> <th>60</th> <th>90</th> <th>110</th> <th>130</th> <th>150</th> <th>180</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>0,31</td> <td>0,45</td> <td>0,60</td> <td>0,78</td> <td>1,0</td> <td>1,13</td> <td>1,20</td> <td>1,28</td> <td>1,40</td> </tr> </tbody> </table> $B = f(R_0/d)$: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>R_0/d</th> <th>1,0</th> <th>2,0</th> <th>4,0</th> <th>6,0</th> <th>15</th> <th>30</th> <th>50</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B</td> <td>0,21</td> <td>0,15</td> <td>0,11</td> <td>0,09</td> <td>0,06</td> <td>0,04</td> <td>0,03</td> </tr> </tbody> </table>	φ	20	30	45	60	90	110	130	150	180	A	0,31	0,45	0,60	0,78	1,0	1,13	1,20	1,28	1,40	R_0/d	1,0	2,0	4,0	6,0	15	30	50	B	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03												
φ	20	30	45	60	90	110	130	150	180																																								
A	0,31	0,45	0,60	0,78	1,0	1,13	1,20	1,28	1,40																																								
R_0/d	1,0	2,0	4,0	6,0	15	30	50																																										
B	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03																																										
Вентиль нормальный	Значения ζ при полном открытии вентиля <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>$D, \text{мм}$</th> <th>13</th> <th>20</th> <th>40</th> <th>80</th> <th>100</th> <th>150</th> <th>200</th> <th>250</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ζ</td> <td>10,8</td> <td>8,0</td> <td>4,9</td> <td>4,0</td> <td>4,1</td> <td>4,4</td> <td>4,7</td> <td>5,1</td> </tr> </tbody> </table>	$D, \text{мм}$	13	20	40	80	100	150	200	250	ζ	10,8	8,0	4,9	4,0	4,1	4,4	4,7	5,1																														
$D, \text{мм}$	13	20	40	80	100	150	200	250																																									
ζ	10,8	8,0	4,9	4,0	4,1	4,4	4,7	5,1																																									

Таблица 4

Плотность жидких веществ и водных растворов
в зависимости от температуры

Вещество	Плотность, кг/м ³ при температуре					
	20 °С	40 °С	60 °С	80 °С	100 °С	120 °С
Анилин C ₆ H ₅ NH ₂	1022	1004	987	969	952	933
Ацетон CH ₃ COCH ₃	791	768	747	719	693	665
Бензол C ₆ H ₆	879	858	836	815	793	769
Вода H ₂ O	998	992	983	972	958	943
Кальций хлористый CaCl ₂ (25%-ный раствор)	1230	1220	1210	1200	1190	1180
Метиловый спирт CH ₃ OH						
100%-ный	792	774	756	736	714	
40%-ный	935	924	913	902	891	880
Натрий едкий NaOH, раствор						
50%-ный	1525	1511	1497	1483	1469	1454
40%-ный	1430	1416	1403	1389	1375	1360
30%-ный	1328	1316	1303	1289	1276	1261
20%-ный	1219	1208	1196	1183	1170	1155
10%-ный	1109	1100	1089	1077	1064	1049
Натрий хлористый NaCl (20%-ный раствор)	1148	1139	1130	1120	1110	1100
Толуол C ₇ H ₈	866	847	828	808	788	766
Уксусная кислота CH ₃ COOH						
100%-ная	1048	1027	1004	981	958	922
50%-ная	1058	1042	1026	1010	994	978
Хлорбензол C ₆ H ₅ Cl	1107	1085	1065	1041	1021	995
Хлороформ CHCl ₃	1489	1450	1411	1380	1326	1280
Этиловый спирт C ₂ H ₅ (OH)						
100%-ный	789	772	754	735	716	693
80%-ный	843	828	813	797	783	768
60%-ный	891	878	864	849	835	820
40%-ный	935	923	910	897	885	872
20%-ный	969	957	946	934	922	910
Серная кислота H ₂ SO ₄ (60%-ный раствор)	1498	1482	1466	1450	1434	1418

Вязкость жидких веществ и водных растворов
в зависимости от температуры

Вещество	Вязкость, 10^{-3} Па·с, при температуре					
	20 °C	40 °C	60 °C	80 °C	100 °C	120 °C
Анилин $C_6H_5NH_2$	4,40	2,3	1,5	1,1	0,8	0,59
Ацетон CH_3COCH_3	0,322	0,268	0,23	0,2	0,17	0,15
Бензол C_6H_6	0,65	0,492	0,39	0,316	0,261	0,219
Вода H_2O	1,00	0,656	0,469	0,357	0,284	0,232
Кальций хлористый $CaCl_2$ (25%-ный раствор)	2,74	1,85	1,55	–	–	–
Метиловый спирт CH_3OH 100%-ный	0,584	0,45	0,351	0,29	0,24	0,21
40%-ный	1,840	1,37	–	–	–	–
Натрий едкий $NaOH$, раствор 50%-ный	–	25	8,03	5,54	3,97	3,42
40%-ный	40	14	5,44	3,62	2,72	2,37
30%-ный	13	6,3	3,40	2,16	1,82	1,71
20%-ный	4,480	2,48	1,63	1,27	1,15	1,08
10%-ный	1,860	1,16	0,91	0,70	0,65	0,60
Натрий хлористый $NaCl$ 20%-ный раствор	1,56	1,03	0,74	0,57	0,46	0,38
Толуол C_7H_8	0,586	0,466	0,381	0,319	0,271	0,231
Уксусная кислота CH_3COOH 100%-ная	1,22	0,9	0,7	0,56	0,46	0,37
50%-ная	2,21	1,35	0,92	0,65	0,50	0,40
Хлорбензол C_6H_5Cl	0,80	0,64	0,52	0,435	0,37	0,32
Хлороформ $CHCl_3$	0,57	0,466	0,39	0,330	0,29	0,26
Этиловый спирт $C_2H_5(OH)$ 100%-ный	1,19	0,825	0,591	0,435	0,326	0,248
80%-ный	2,01	1,2	0,79	0,57	0,52	0,430
60%-ный	2,67	1,45	0,90	0,60	0,45	0,34
40%-ный	2,91	1,48	0,89	0,60	0,44	0,34
20%-ный	2,18	1,16	0,74	0,51	0,38	0,3
Серная кислота H_2SO_4 60%-ный раствор	5,52	3,42	2,40	1,50	1,07	0,9

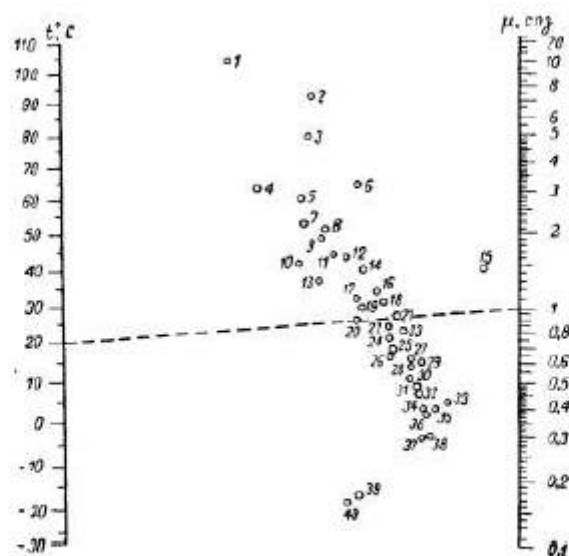


Рис. 2. Номограмма для определения динамического коэффициента вязкости жидкостей при различных температурах

Жидкость	Точка	Жидкость	Точка	Жидкость	Точка
Амиловый спирт	17	Метиловый спирт, 90 %	24	Терпентин	16
Аммиак	39			Толуол	27
Анилин	8	Метиловый спирт, 30 %	13	Уксусная кислота, 100 %	18
Ацетон	34			Уксусная кислота, 70 %	12
Бензол	25	Нафталин	9	Фенол	5
Бутиловый спирт	11	Нитробензол	14		
Вода	20	Октан	28	Хлорбензол	22
Гексан	36	Пентан	38	Хлороформ	29
Гептан	31	Ртуть	15	Четыреххлористый углерод	21
Глицерин, 100 %	1	Серная кислота, 111 %	2		
Глицерин, 50 %	7			Серная кислота, 98 %	3
Двуокись углерода	40	Этиленгликоль	4		
Диэтиловый эфир	37			Серная кислота, 60 %	6
Метилацетат	32	Сернистый ангидрид	35		
Метиловый спирт, 100 %	26			40 %	10
Сероуглерод	33				

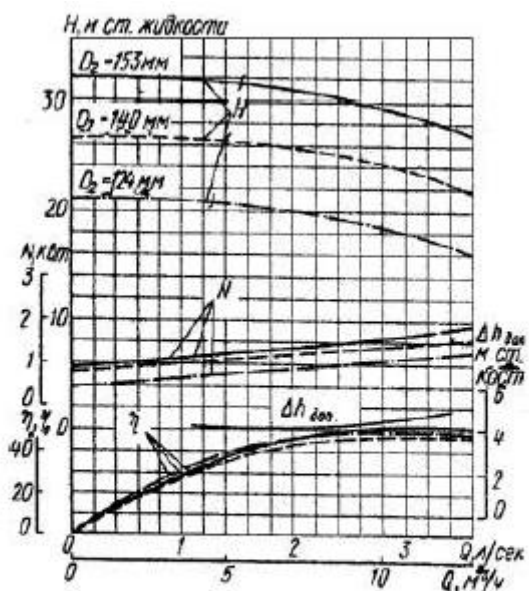


Рис. 3. Характеристика насоса 1,5XO-4.
 Плотность $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $n = 2900 \text{ об/мин}$

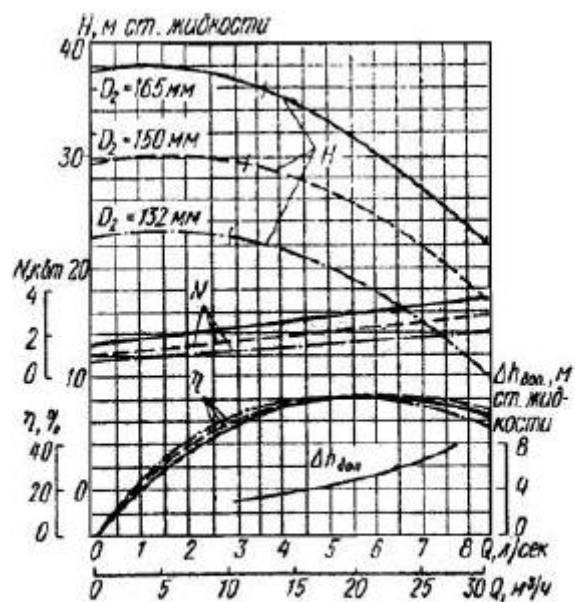


Рис. 4. Характеристика насоса 2XO-6.
 Плотность $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $n = 2900 \text{ об/мин}$

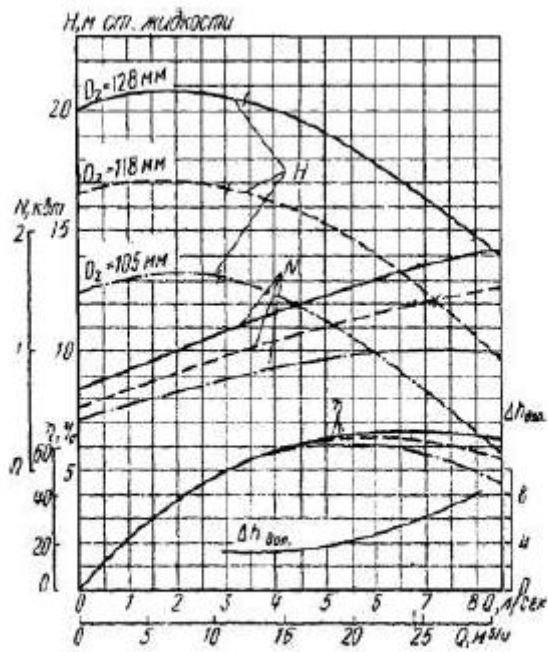


Рис. 5. Характеристика насоса 2 XO-9.
 Плотность $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $n = 2900 \text{ об/мин}$

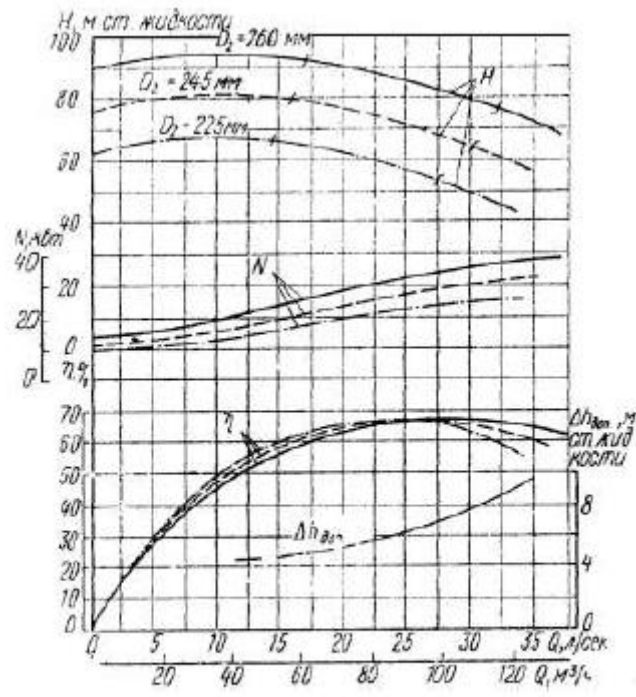


Рис. 6. Характеристика насоса 4 XO-6.
 Плотность $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $n = 2900 \text{ об/мин}$

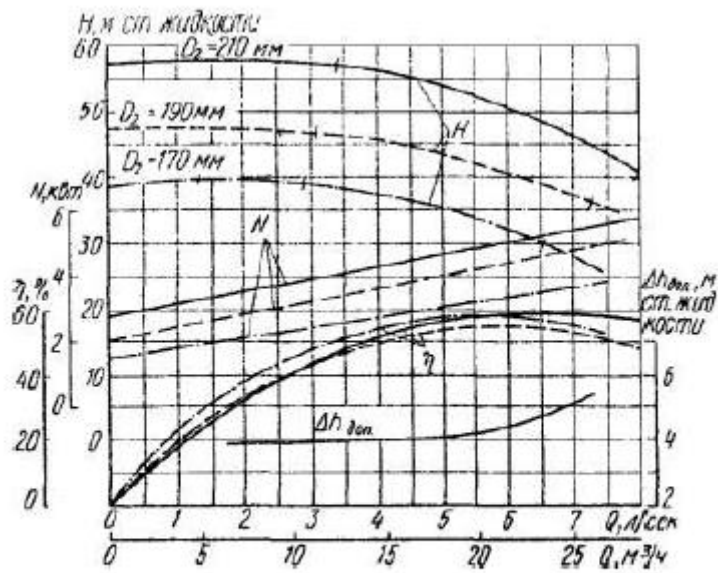


Рис. 7. Характеристика насоса 2 ХО-4.
 Плотность $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $n = 2900 \text{ об/мин}$

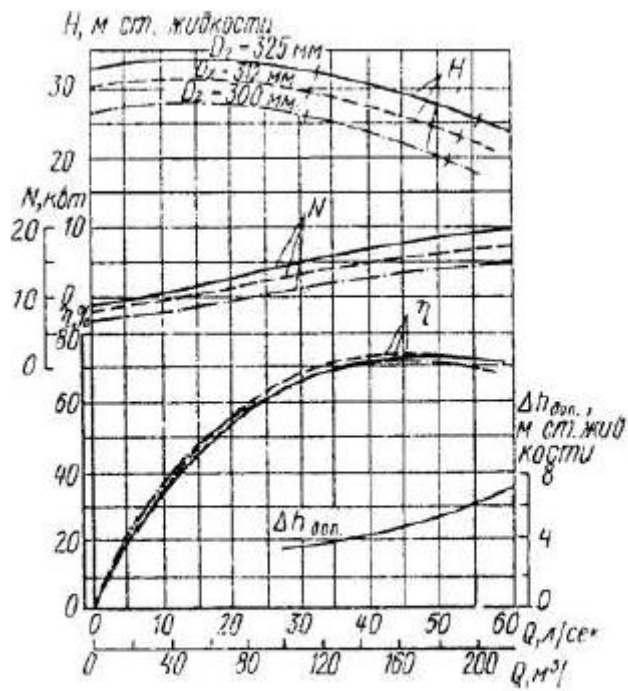


Рис. 8. Характеристика насоса 6 ХО-9.
 Плотность $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $n = 1450 \text{ об/мин}$