

Подбор ЭЦВ

Рекомендации по правильной последовательности действий по подбору (выбору) погружного скважинного насоса ЭЦВ под скважину и иной источник водоснабжения, использования дополнительного оборудования.

Содержание обзора по ЭЦВ:

1. Основные характеристики ЭЦВ.
2. Характеристика сети.
3. Характеристика сети.
4. Рабочая точка скважинного насоса ЭЦВ.
5. Подбор и выбор ЭЦВ, последовательность действий.
6. Подбор гидравлического аккумулятора.
7. Требования к установке насосов ЭЦВ в скважине.
8. Использование привода с регулируемой частотой вращения.
9. Рекомендации по применению преобразователей частоты для насосов ЭЦВ.
10. Наиболее характерные ошибки при подборе и выборе при эксплуатации скважинных насосов ЭЦВ.
11. [Запчасти ЭЦВ.](#)

ХозОптТорг (Ливны) предлагает купить насос ЭЦВ, запчасти ЭЦВ, [станции управления СУЗ](#) с доставкой в любой регион России.

Цена ЭЦВ насоса с учетом предоставления скидки выгодная к покупке. Готовы оказать любую консультацию по подбору насоса и запчасти ЭЦВ.

моб. 8-909-228-71-91

моб. 8-909-228-78-88

SKYPE: [bestnasos](#)

- E-mail: fas2021@yandex.ru

- Сайт: <https://bestnasos.ru>

Дорогие коллеги,

информация содержащаяся в данном обзоре по ЭЦВ позволит Вам эффективно эксплуатировать погружные глубинные скважинные насосы ЭЦВ и значительно сократить количество выходов их из строя, а также избежать наиболее характерных ошибок при их подборе, выборе, монтаже, установке и эксплуатации.

Основные характеристики насоса ЭЦВ.

Система водоснабжения состоит из множества элементов. Основными элементами являются насос, трубопровод, запорно-регулирующая арматура, резервуары и баки. Каждый из этих элементов оказывает влияние на работу других. От того, насколько работа всех элементов системы согласована, зависит эффективность и надежность работы системы в целом. Основными характеристиками насоса, представляющими его рабочие параметры, являются:

Напорная характеристика насоса (Q-N характеристика) – зависимость напора насоса от подачи его.

Зависимость потребляемой мощности от подачи (Q-P характеристика). Для многоступенчатых насосов данная характеристика может быть указана как для насоса в целом, так и для одной ступени.

Зависимость к.п.д. от подачи (Q-η характеристика) – показывает коэффициент полезного действия ступени с учетом потерь в обратном клапане и на входе в насос.

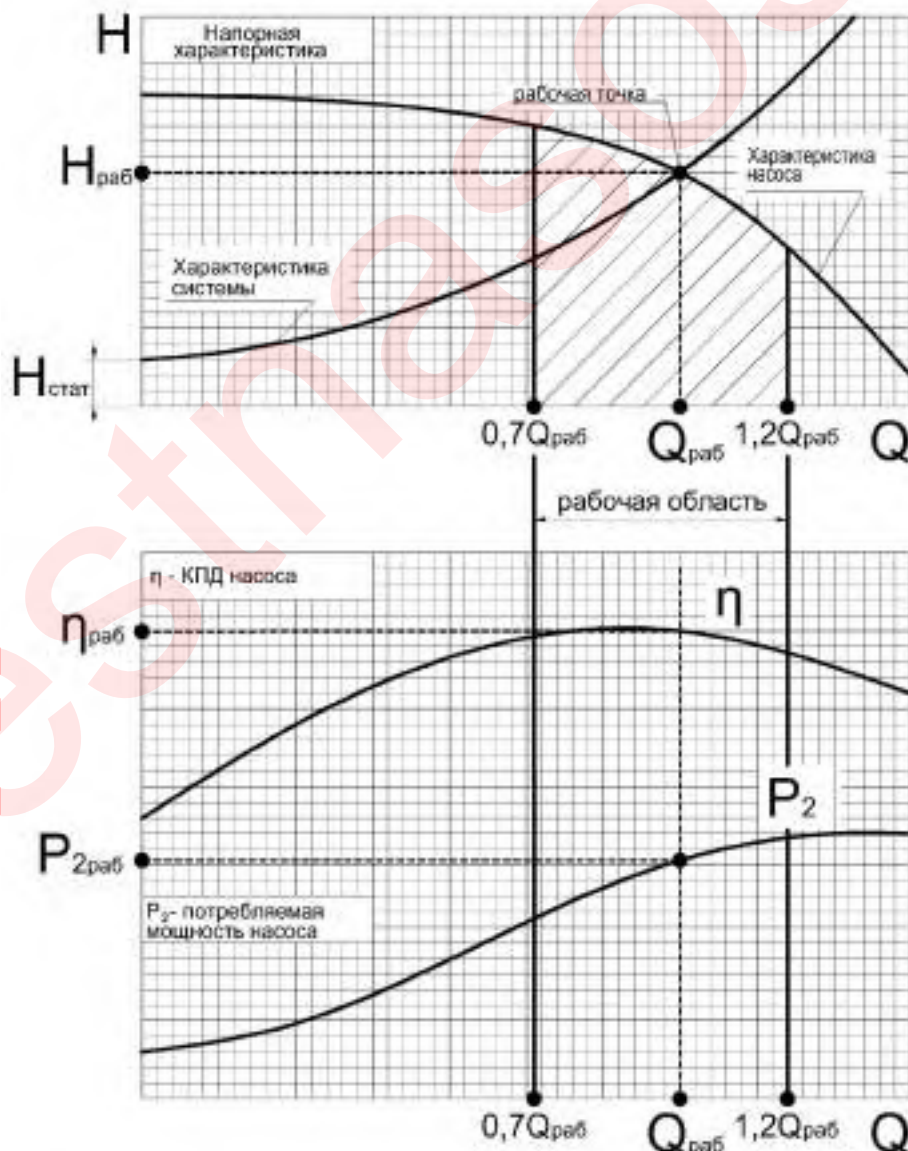


Рис. 1 Характеристики насоса и сети

Характеристика сети

Характеристика сети показывает зависимость ее гидравлического сопротивления от расхода жидкости. Понятие сети включает в себя совокупность резервуаров, трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры, фильтров, через которые проходит жидкость до насоса и от насоса до потребителя. Каждый из этих элементов обладает своими гидравлическими характеристиками, которые в совокупности представляют собой общую характеристику сети.

Эффективность насосного оборудования в первую очередь определяется его правильным подбором, проведенным с учетом всех особенностей технологического процесса. Поэтому основой энергоэффективного использования насосного оборудования является согласование характеристик насоса и сети, т.е. работа насоса в режиме, при котором рабочая точка находится в рабочей области характеристики насоса.

Нахождение рабочей точки в данной области обеспечивает работу насоса с максимальным КПД. Выполнение этого требования позволяет эксплуатировать насосы с высокой эффективностью и надежностью.

Рабочая точка скважинного насоса ЭЦВ.

Режим работы насоса определяется пересечением характеристики насоса и характеристики сети. Точка пересечения называется рабочей точкой. Одним из основных требований при подборе насоса является обеспечение его работы в рабочем диапазоне (рабочей области), лежащем в пределах 70...120% от номинальной подачи.

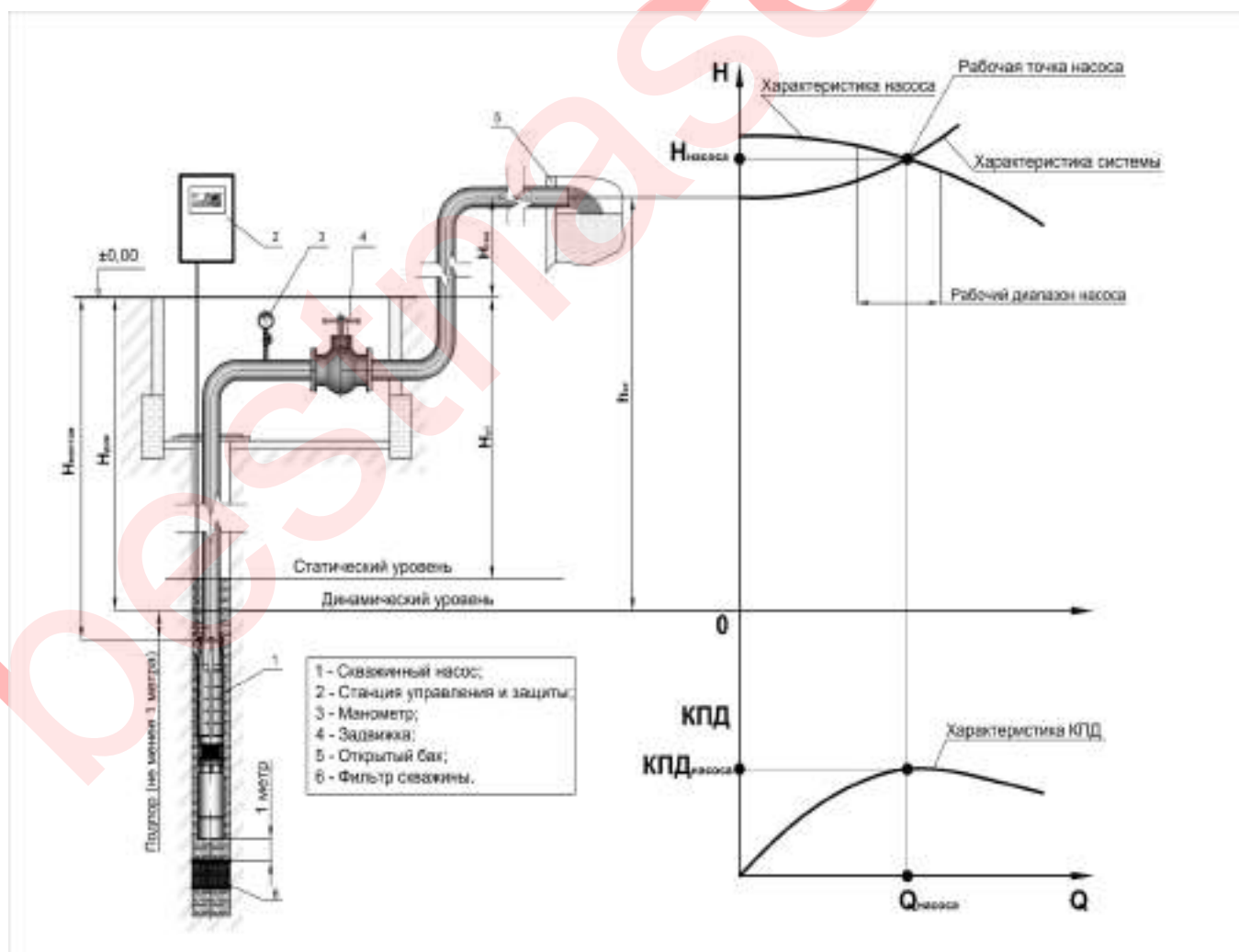


Рис.2. Схема установки скважинного насоса, характеристики насоса и сети.

Подбор и выбор ЭЦВ.

Последовательность действий и исходные данные:

Исходными данными для выбора насоса являются требуемые значения подачи и напора, а так же сведения, приведенные в паспорте скважины или полученные в результате замеров:

1. Диаметр обсадной колонны труб скважины.
2. Статический уровень воды в скважине.
3. Дебет скважины.
4. Динамический уровень воды в скважине соответствующий дебету скважины.
5. Глубина установки фильтровальной колонны.
6. Химический состав воды и содержание механических примесей.

Этап 1. Определение диаметра насоса

Диаметр насоса должен соответствовать диаметру скважины.

Таблица №1. Соответствие диаметров обсадных колонн и диаметров насосов.

Внутренний диаметр обсадной трубы, не менее, мм	98	150	199	250	301
Типоразмер насоса	4"	5", 6"	8"	10"	12"

Ø	4" (только ЭЦВ)					5" (только ЭЦВ)		6"			8"			10"		10", 12"	12"				
	1,5	2,5	4	6,5	10	6,5	10	6,5	10	16	25	16	25	40	65	65	100	120	160	210	250
Q, м³/ч	1,5	2,5	4	6,5	10	6,5	10	6,5	10	16	25	16	25	40	65	65	100	120	160	210	250

Электронасос для скважины необходимо подбирать таким образом, чтобы дебет скважины превышал номинальную подачу насоса не менее чем на 25%.

Таблица №3. Выбор подачи насоса в зависимости от дебета скважины

Дебет скважины, м³/ час	Производительность насоса, м³/ час													
	1	2,5	4	6,5	10	16	25	40	65	100	120	160	210	250
1,3...3														
3...5														
5...8														
8...12														
12...20														
20...30														
30...50														
50...80														
80...125														
125...150														
150...200														
200...260														
260...350														
350...450														

Этап 3. Определение требуемого напора насоса

Параметры, при которых будет работать насос, т.е. его рабочая точка определяются параметрами сети

$$h_{сум.}(Q) = h_{ст.} + h_{дин.}(Q)$$

Характеристика сети складывается из двух составляющих: статической и динамической.

Статическая составляющая характеристики системы

Статическая составляющая в зависимости от схемы установки определяется геометрической высотой подъема воды относительно динамического уровня скважины и геометрической высотой приемного резервуара. В случае, когда насос работает на пневмогидравлический бак или сборный водовод, необходимо учитывать противодействие в системе.

В этом случае статическая составляющая характеристики сети рассчитывается по следующим формулам:

$$h_{ст.} = H_{дин.} + H_{гео.} + \frac{P_{бака}}{\rho \cdot g}, \quad \text{где}$$

$H_{дин.}$ – динамический уровень скважины, м

$H_{гео.}$ – высота от устья скважины до максимального уровня воды в напорной емкости или до самой высокой точки трубопровода при свободном изливе, м

$P_{бака}$ – давление в баке, Па ($1 \text{ кгс/см}^2 \approx 10^5 \text{ Па}$). $P_{бака} = 0$

ρ – плотность воды, 998 кг/м^3

g – ускорение свободного падения, $9,81 \text{ м/с}^2$

Для бака, находящегося под атмосферным давлением

Динамический уровень скважины определяется по формуле:

$$H_{дин.} = H_{ст.} + S, \quad \text{где}$$

S - понижение уровня по графику удельного дебета, м;

$H_{ст.}$ - статический уровень скважины, м.

Динамическая составляющая характеристики сети

Динамическая составляющая характеристики сети определяется потерями напора в трубопроводе. Динамическая составляющая имеет вид квадратичной зависимости $h_{дин.}(Q) = k \cdot Q^2$, где k – коэффициент, зависящий от потерь по длине трубопровода и местных сопротивлений (задвижки, колена, клапаны, переходники и т.п.). На графике данная зависимость изображается в виде параболы.

Потери напора $h_{дин.}$ определяются по формуле

$$h_{дин.} = h_{100} \cdot L_{факт.} / 100 + \Delta h, \quad \text{где}$$

h_{100} - потери по длине трубопровода на 100 м трубы, м

$L_{факт.}$ - фактическая длина трубы, м

Δh – величина местных потерь, м.

Величина местных потерь в зависимости от расхода приводится в справочниках и эксплуатационной документации на запорно-регулирующую арматуру. Величина потерь напора по длине трубопроводов различного диаметра на 100 м длины (h_{100}) из различных материалов также содержатся в справочниках. В таблицах №4 и №5 приведены данные о потерях и скоростях движения воды в трубопроводах из наиболее распространенных материалов. При невозможности определить потери по длине для сетей простой конфигурации (например, насос – резервуар) требуемый напор насоса можно взять на 5% больше суммы динамического уровня воды в скважине и высоты подъема воды над уровнем земли, необходимой потребителю.

Таблица № 4 . Величина потерь по длине трубопроводов.

Потери напора в стальных трубопроводах

Верхние значения - скорость течения в м/сек

Нижние значения - потери напора в метрах на 100 м прямой трубы.

Расход			Условный проходной диаметр / Наружный диаметр × толщина стенки / внутренний диаметр, мм									
м³/ч	л/мин	л/с	Ду25 33,5×3,2 27,1	Ду32 42,3×3,2 35,9	Ду40 48×3,5 41	Ду50 60×3,5 53	Ду65 76×3,5 69	Ду80 89×3,5 82	Ду100 108×3,5 101	Ду125 133×4,5 124	Ду150 159×4,5 150	Ду200 219×5 209
1	16,67	0,28	0,48 1,91	0,27 0,48	0,21 0,25							
1,6	26,67	0,44	0,77 4,63	0,44 1,14	0,34 0,59	0,20 0,17						
2	33,33	0,56	0,96 7,08	0,55 1,73	0,42 0,90	0,25 0,25						
2,5	41,67	0,69	1,20 10,85	0,69 2,63	0,53 1,36	0,31 0,38	0,19 0,11					
3	50,00	0,83	1,44 15,40	0,82 3,72	0,63 1,91	0,38 0,54	0,22 0,15					
3,5	58,33	0,97	1,69 20,74	0,96 4,99	0,74 2,56	0,44 0,71	0,26 0,19	0,18 0,08				
4	66,67	1,11	1,93 26,86	1,10 6,44	0,84 3,30	0,50 0,91	0,30 0,25	0,21 0,11				
6,5	108	1,81	3,13 69,25	1,78 16,39	1,37 8,34	0,82 2,28	0,48 0,61	0,34 0,26	0,23 0,09			
8	133	2,22	3,85 104,10	2,20 24,54	1,68 12,45	1,01 3,39	0,59 0,90	0,42 0,38	0,28 0,14	0,18 0,05		
10	167	2,78		2,74 37,92	2,10 19,19	1,26 5,19	0,74 1,37	0,53 0,58	0,35 0,21	0,23 0,08		
12	200	3,33		3,29 54,18	2,52 27,38	1,51 7,38	0,89 1,94	0,63 0,82	0,42 0,29	0,28 0,11	0,19 0,04	
16	267	4,44		4,39 95,38	3,37 48,07	2,01 12,88	1,19 3,36	0,84 1,41	0,55 0,50	0,37 0,18	0,25 0,07	
20	333	5,56			4,21 74,53	2,52 19,88	1,49 5,17	1,05 2,16	0,69 0,76	0,46 0,27	0,31 0,11	
25	417	6,94			5,26 115,71	3,15 30,76	1,86 7,96	1,31 3,31	0,87 1,15	0,58 0,41	0,39 0,16	0,20 0,03
30	500	8,33				3,78 44,00	2,23 11,34	1,58 4,70	1,04 1,63	0,69 0,58	0,47 0,23	0,24 0,04
35	583	9,72				4,41 59,59	2,60 15,32	1,84 6,33	1,21 2,19	0,81 0,78	0,55 0,30	0,28 0,06
40	667	11,11				5,04 77,53	2,97 19,89	2,10 8,20	1,39 2,84	0,92 1,01	0,63 0,39	0,32 0,07
50	833	13,89				6,30 120,48	3,71 30,80	2,63 12,68	1,73 4,36	1,15 1,54	0,79 0,59	0,40 0,11
65	1083	18,06					4,83 51,63	3,42 21,19	2,25 7,26	1,50 2,55	1,02 0,97	0,53 0,18
80	1333	22,22					5,94 77,80	4,21 31,86	2,77 10,89	1,84 3,81	1,26 1,45	0,65 0,27
100	1667	27,78					7,43 120,99	5,26 49,47	3,47 16,87	2,30 5,88	1,57 2,22	0,81 0,42
120	2000	33,33						6,31 70,92	4,16 24,13	2,76 8,39	1,89 3,17	0,97 0,59
140	2333	38,89						7,36 96,23	4,85 32,70	3,22 11,35	2,20 4,27	1,13 0,79
160	2667	44,44						8,42 125,38	5,55 42,56	3,68 14,75	2,52 5,54	1,30 1,02
180	3000	50,00							6,24 53,71	4,14 18,59	2,83 6,97	1,46 1,28
200	3333	55,56							6,93 66,16	4,60 22,87	3,14 8,57	1,62 1,57
220	3667	61,11							7,63 79,91	5,06 27,60	3,46 10,33	1,78 1,89
240	4000	66,67							8,32 94,95	5,52 32,78	3,77 12,26	1,94 2,23
260	4333	72,22							9,01 111,29	5,98 38,39	4,09 14,35	2,11 2,61
280	4667	77,78								6,44 40,45	4,40 16,60	2,27 3,01
300	5000	83,33								6,90 50,96	4,72 19,02	2,43 3,45

Таблица № 5 . Величина потерь по длине трубопроводов.

Потери напора в пластмассовых трубопроводах

Верхние значения - скорость течения в м/сек

Нижние значения - потери напора в метрах на 100 м прямой трубы.

Расход			Наружный диаметр × толщина стенки / внутренний диаметр, мм													
м³/ч	л/мин	л/с	25×2,8 19,4	32×3,0 26,0	40×3,7 32,6	50×4,6 40,8	63×5,8 51,4	75×6,8 61,4	90×8,2 73,6	110×10,0 90,0	125×11,4 102,2	140×12,7 114,6	160×14,6 130,8	180×16,4 147,2	200×18,2 163,6	
1	16,67	0,28	0,94 7,71	0,52 1,90	0,33 0,65	0,21 0,22										
1,6	26,67	0,44	1,50 17,74	0,84 4,38	0,53 1,49	0,34 0,51	0,21 0,17									
2	33,33	0,56	1,88 26,36	1,05 6,51	0,67 2,21	0,42 0,76	0,27 0,25	0,19 0,11								
2,5	41,67	0,69	2,35 39,17	1,31 9,68	0,83 3,29	0,53 1,13	0,33 0,37	0,23 0,16								
3	50,00	0,83	2,82 54,12	1,57 13,37	1,00 4,54	0,64 1,56	0,40 0,52	0,28 0,22	0,20 0,09							
3,5	58,33	0,97	3,29 71,14	1,83 17,58	1,16 5,97	0,74 2,05	0,47 0,68	0,33 0,29	0,23 0,12							
4	66,67	1,11	3,76 90,16	2,09 22,28	1,33 7,57	0,85 2,59	0,54 0,86	0,38 0,37	0,26 0,16	0,17 0,06						
6,5	108	1,81	6,11 213,34	3,40 52,72	2,16 17,90	1,38 6,13	0,87 2,04	0,61 0,87	0,42 0,37	0,28 0,14	0,22 0,08					
8	133	2,22		4,19 76,20	2,66 25,88	1,70 8,87	1,07 2,94	0,75 1,26	0,52 0,53	0,35 0,20	0,27 0,11	0,22 0,06				
10	167	2,78		5,23 113,20	3,33 38,44	2,12 13,17	1,34 4,37	0,94 1,87	0,65 0,79	0,44 0,30	0,34 0,16	0,27 0,10	0,21 0,05			
12	200	3,33		6,28 156,43	3,99 53,12	2,55 18,20	1,61 6,04	1,13 2,59	0,78 1,09	0,52 0,42	0,41 0,23	0,32 0,13	0,25 0,07	0,20 0,04		
16	267	4,44			5,32 88,50	3,40 30,32	2,14 10,07	1,50 4,31	1,04 1,81	0,70 0,69	0,54 0,38	0,43 0,22	0,33 0,12	0,26 0,07	0,21 0,04	
20	333	5,56			6,66 131,48	4,25 45,05	2,68 14,96	1,88 6,40	1,31 2,69	0,87 1,03	0,68 0,56	0,54 0,33	0,41 0,17	0,33 0,10	0,26 0,06	
25	417	6,94				5,31 66,92	3,35 22,22	2,35 9,51	1,63 4,00	1,09 1,53	0,85 0,84	0,67 0,48	0,52 0,26	0,41 0,15	0,33 0,09	
30	500	8,33				6,37 92,48	4,02 30,70	2,81 13,14	1,96 5,53	1,31 2,12	1,02 1,15	0,81 0,67	0,62 0,36	0,49 0,20	0,40 0,12	
35	583	9,72				7,44 121,57	4,69 40,36	3,28 17,27	2,29 7,27	1,53 2,78	1,19 1,52	0,94 0,88	0,72 0,47	0,57 0,27	0,46 0,16	
40	667	11,11					5,35 51,15	3,75 21,89	2,61 9,22	1,75 3,53	1,35 1,92	1,08 1,11	0,83 0,59	0,65 0,34	0,53 0,20	
50	833	13,89					6,69 75,99	4,69 32,52	3,26 13,69	2,18 5,24	1,69 2,86	1,35 1,65	1,03 0,88	0,82 0,50	0,66 0,30	
65	1083	18,06					8,70 121,03	6,10 51,80	4,24 21,81	2,84 8,35	2,20 4,55	1,75 2,63	1,34 1,40	1,06 0,80	0,86 0,48	
80	1333	22,22						7,51 74,87	5,22 31,52	3,49 12,06	2,71 6,57	2,15 3,81	1,65 2,02	1,31 1,15	1,06 0,70	
100	1667	27,78						9,38 111,23	6,53 46,82	4,37 17,92	3,39 9,77	2,69 5,65	2,07 3,01	1,63 1,71	1,32 1,03	
120	2000	33,33							7,83 64,70	5,24 24,77	4,06 13,50	3,23 7,81	2,48 4,16	1,96 2,36	1,59 1,43	
140	2333	38,89							9,14 85,05	6,11 32,55	4,74 17,74	3,77 10,27	2,89 5,46	2,29 3,11	1,85 1,88	
160	2667	44,44							10,45 107,79	6,99 41,26	5,42 22,49	4,31 13,02	3,31 6,92	2,61 3,94	2,11 2,38	
180	3000	50,00								7,86 50,84	6,10 27,71	4,85 16,04	3,72 8,53	2,94 4,86	2,38 2,93	
200	3333	55,56								8,73 61,29	6,77 33,41	5,39 19,34	4,13 10,29	3,26 5,85	2,64 3,53	
220	3667	61,11								9,61 72,58	7,45 39,56	5,92 22,90	4,55 12,18	3,59 6,93	2,91 4,19	
240	4000	66,67								10,48 84,70	8,13 46,16	6,46 26,72	4,96 14,21	3,92 8,09	3,17 4,88	
260	4333	72,22								11,35 97,62	8,80 53,21	7,00 30,80	5,37 16,38	4,24 9,32	3,44 5,63	
280	4667	77,78								12,23 111,34	9,48 60,68	7,54 35,13	5,79 18,69	4,57 10,63	3,70 6,42	
300	5000	83,33									10,16 68,58	8,08 39,70	6,20 21,12	4,90 12,02	3,96 7,26	

Таким образом, определив значения всех составляющих характеристики сети для различных значений подачи насоса, можно построить напорную характеристику системы:

$$H_{\text{сист.}}(Q) = h_{\text{ст.}} + h_{\text{дин.}}(Q)$$

Зная требуемый напор, в соответствии с этапами 1-3, можно определить модель насоса, соответствующую параметрам системы.

Подбор гидравлического аккумулятора

Установка гидроаккумулятора (расширительного бака) во многих случаях предотвращает слишком частые включения насоса в процессе его эксплуатации и снижает воздействие гидроударов. Тем самым оптимизируется энергопотребление насоса, снижается его износ, повышается стабильность напора.

Существуют различные методики подбора гидроаккумулятора. Многие производители гидроаккумуляторов предлагают свои программы подбора оборудования. Один из методов подбора гидравлического аккумулятора приведен в СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий». Подбор гидроаккумулятора - это сложная задача, которая требует учета множество факторов, таких как

- неравномерность потребления воды;
- неравномерность подачи воды насосами;
- величина регулирующего объема относительно объема бака;
- допустимое число включений насосной установки в 1 ч;

Ниже приведена методика подбора объема гидроаккумулятора, в основу которой положен международный метод расчета UNI 9182. Основными параметрами для выбора оптимального объема гидроаккумулятора являются:

1. Максимальная подача насоса;
2. Рекомендуемая частота включений-отключений в час используемого в системе насоса.
3. Настройка реле давления, т.е. значения давлений включения и отключения насоса.
4. Начальное давление в воздушной полости гидроаккумулятора должно быть меньше давления включения насоса минимум на 0,5 атм*.

В данной методике значения давлений берутся в абсолютных величинах. Поэтому к значениям, измеряемым манометрами избыточного давления, прибавляется 1 атм. Оптимальный объем гидроаккумулятора равен:

$$V_{\text{ГА}} = 16,5 \cdot \frac{Q_{\text{max}}}{a} \cdot \frac{(p_{\text{откл}}) \cdot (p_{\text{вкл}})}{(p_{\text{откл}} - p_{\text{вкл}}) \cdot p_{\text{мемб}}},$$

где

$V_{\text{ГА}}$ - объем гидроаккумулятора, л;

a - частота включений-отключений в час используемого в системе насоса;

Q_{max} - максимальная подача насоса, л/мин**;

$p_{\text{вкл}}$ - давление включения насоса, атм;

$p_{\text{откл}}$ - давление отключения насоса, атм;

$p_{\text{мемб}}$ - начальное давление в воздушной полости гидроаккумулятора, атм;

Вычисленная величина оптимального объема гидроаккумулятора округляется в большую сторону до ближайшего по объему типоразмера прибора.

* -1 атм.≈1кгс/см²

** -1 л/мин=0,06 м³/час

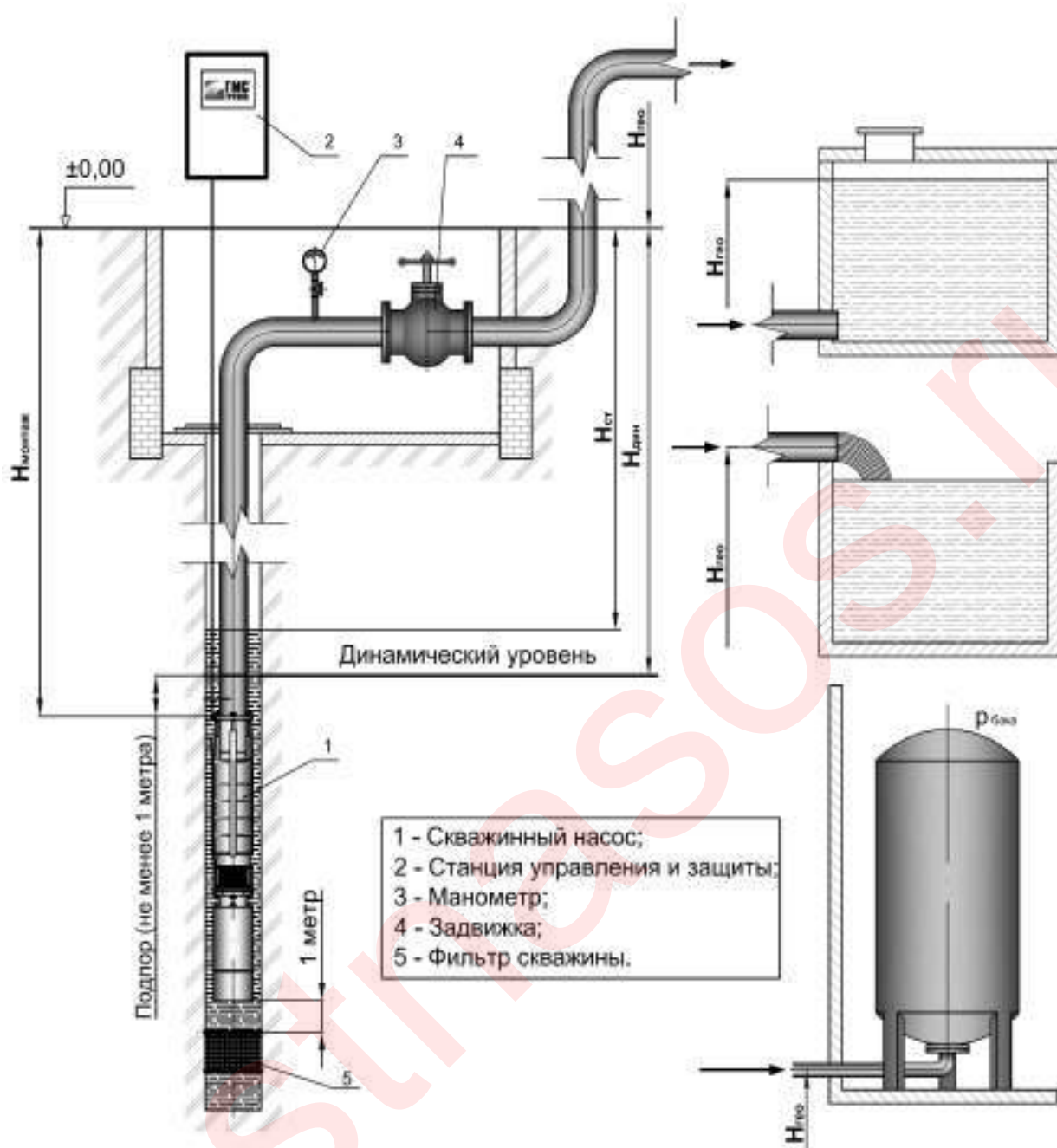


Рис.3. Типовые варианты устройства водозабора

Требования к установке насосов ЭЦВ в скважине.

Если требуемая производительность насоса выше дебета скважины, то необходимо установить датчик сухого хода. В этом случае насос будет работать в периодическом режиме. При этом нужно помнить, что число пусков и интервал между ними должны соответствовать величинам, указанным в руководстве по эксплуатации насоса.

Возможные дефекты при монтаже обсадной колонны, такие как несоосность труб в месте сварки, низкое качество исполнения сварного шва, искривление обсадной колонны, могут затруднить или сделать невозможным установку насоса. Поэтому, в случае отсутствия уверенности в исправном техническом состоянии скважины, при проведении монтажных работ рекомендуется провести проверку скважины до глубины установки насоса калибром соответствующего диаметра.

При монтаже насоса необходимо руководствоваться требованиями прилагаемых к нему паспорта и руководства по эксплуатации.

Для стабильной работы насоса необходимо, чтобы всасывающая полость насоса находилась ниже динамического уровня скважины не менее, чем на 1 метр.

Уровень установки необходимо измерять от входа в насос. Уровень установки насоса по нижнему торцу электродвигателя должен находиться не менее, чем на 1 м выше фильтра скважины. Невыполнение этого требования влечет за собой риск попадания большого количества песка в насос, а также повышенный износ его элементов.

Диаметр напорного трубопровода должен быть равен размеру напорного патрубка насоса, или отличаться от него незначительно. Уменьшение диаметра водоподъемной колонны приводит к увеличению потерь на трение. Значительное увеличение диаметра нецелесообразно, поскольку приводит к росту стоимости трубопровода. Поэтому при выборе диаметра напорного трубопровода необходимо исходить из условия: скорость потока жидкости должна находиться в пределах 1,5÷3,0 м/с.

Примеры подбора насоса ЭЦВ:

Пример 1.

Исходные данные:

Вода подается из скважины в водонапорную башню, находящуюся на отметке +20,0 м выше скважины (рис. 4). Требуемая подача - 40 м³/ч. Высота от поверхности земли до верхнего уровня воды в баке 15 м. Башня находится на расстоянии 100 м от скважины. Статический уровень скважины - 30 м. По графику удельного дебета при подаче 40 м³/ч понижение уровня S составляет 10 м. Материал труб - сталь.

Расчет характеристики системы:

Динамический уровень будет находиться на глубине $H_{дин} = H_{стат.} + S = 30 + 10 = 40$ м. Исходя из рекомендуемого значения скорости жидкости в трубопроводе 1,5-3 м/с, по таблице №4 выбираем диаметр трубопровода Ду80. На оголовке скважины установлено колено и задвижка. При $Q=40$ м³/ч и диаметре трубы Ду80 скорость потока составит $\approx 2,1$ м/с. В соответствии с таблицей №4, потери напора в водоподъемной стальной трубе Ду80 составляют 8,2 м на каждые 100 м длины. Общая длина трубопроводов с учетом горизонтального и вертикального участков составит $40 + 100 = 140$ м. Таким образом, потери по длине:

$$h_{трени} = 8,2 \cdot \frac{140}{100} = 11,5 \text{ м,}$$

Определённая по справочнику величина местных потерь составляет: задвижки Ду80 - 0,09 м, отвода (колена) Ду80 - 0,07 м.

$$h_{дин} = 8,2 \cdot \frac{140}{100} + 0,09 + 3 \cdot 0,07 = 11,8 \text{ м,}$$

Величина статического напора составит:

$$h_{ст.} = H_{дин.} + H_{зео.} + \frac{P_{бака}}{\rho \cdot g} = 40 + (20 + 15) + 0 = 75 \text{ м,}$$

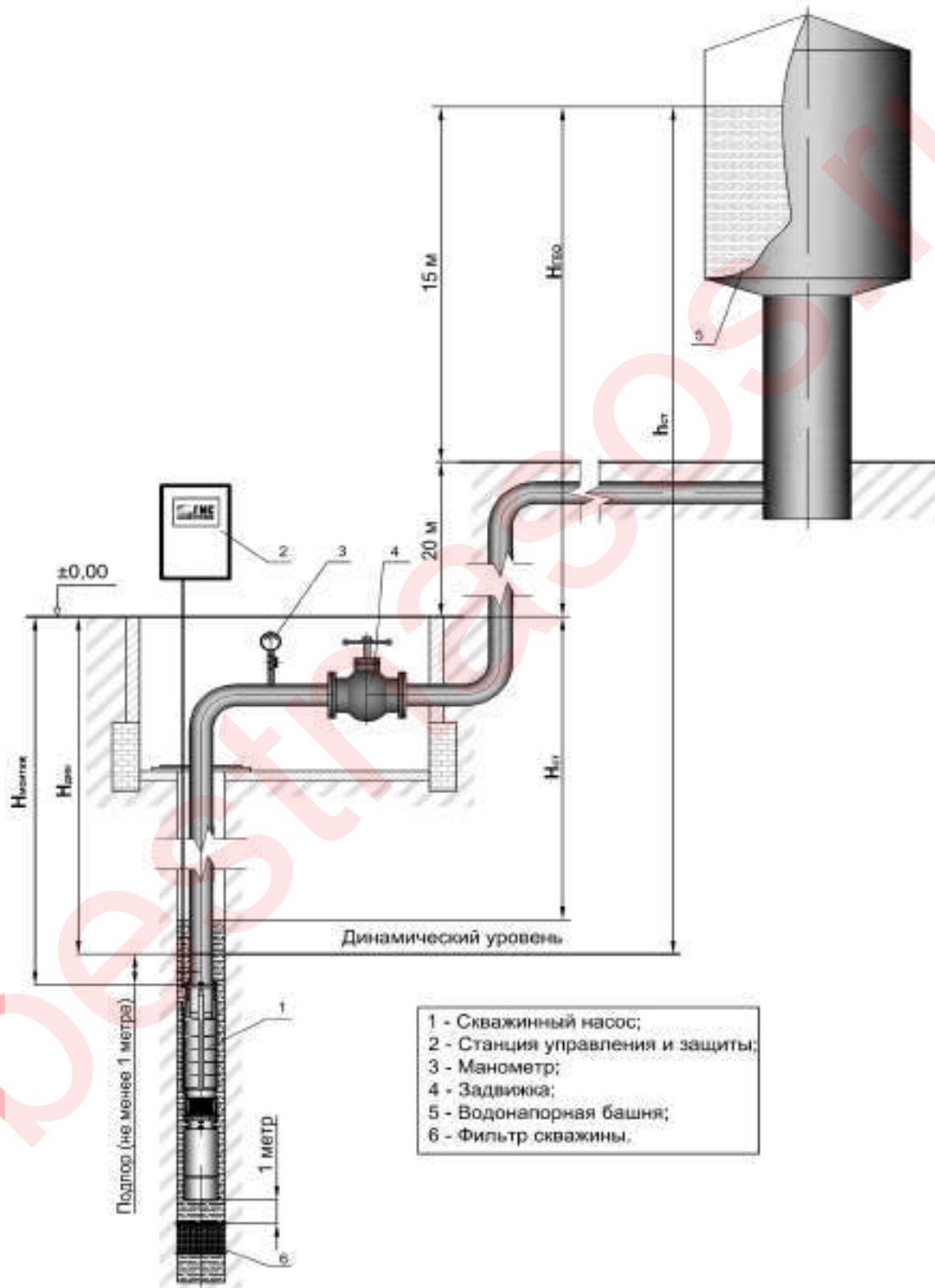
Общий требуемый напор системы составит

$$H_{сист.} = h_{дин.} + h_{ст.} = 75 + 11,9 = 86,8 \text{ м,}$$

В случае отсутствия других неучтённых потерь требуется насос напором 86,8 м.

Подбор насоса ЭЦВ:

В каталоге подбираем серию насосов, КПД которых при данном расходе будет максимальным. На напорной характеристике находим рабочую точку и ближайшую к ней кривую соответствующего насоса (рис.5). Для нашего случая выбираем насос CRS 8-40/6-15. При подаче 40 м³/час он обеспечивает напор 90 м.



- 1 - Скважинный насос;
- 2 - Станция управления и защиты;
- 3 - Манометр;
- 4 - Задвижка;
- 5 - Водонапорная башня;
- 6 - Фильтр скважины.

Рис.4 Схема для примера 1.

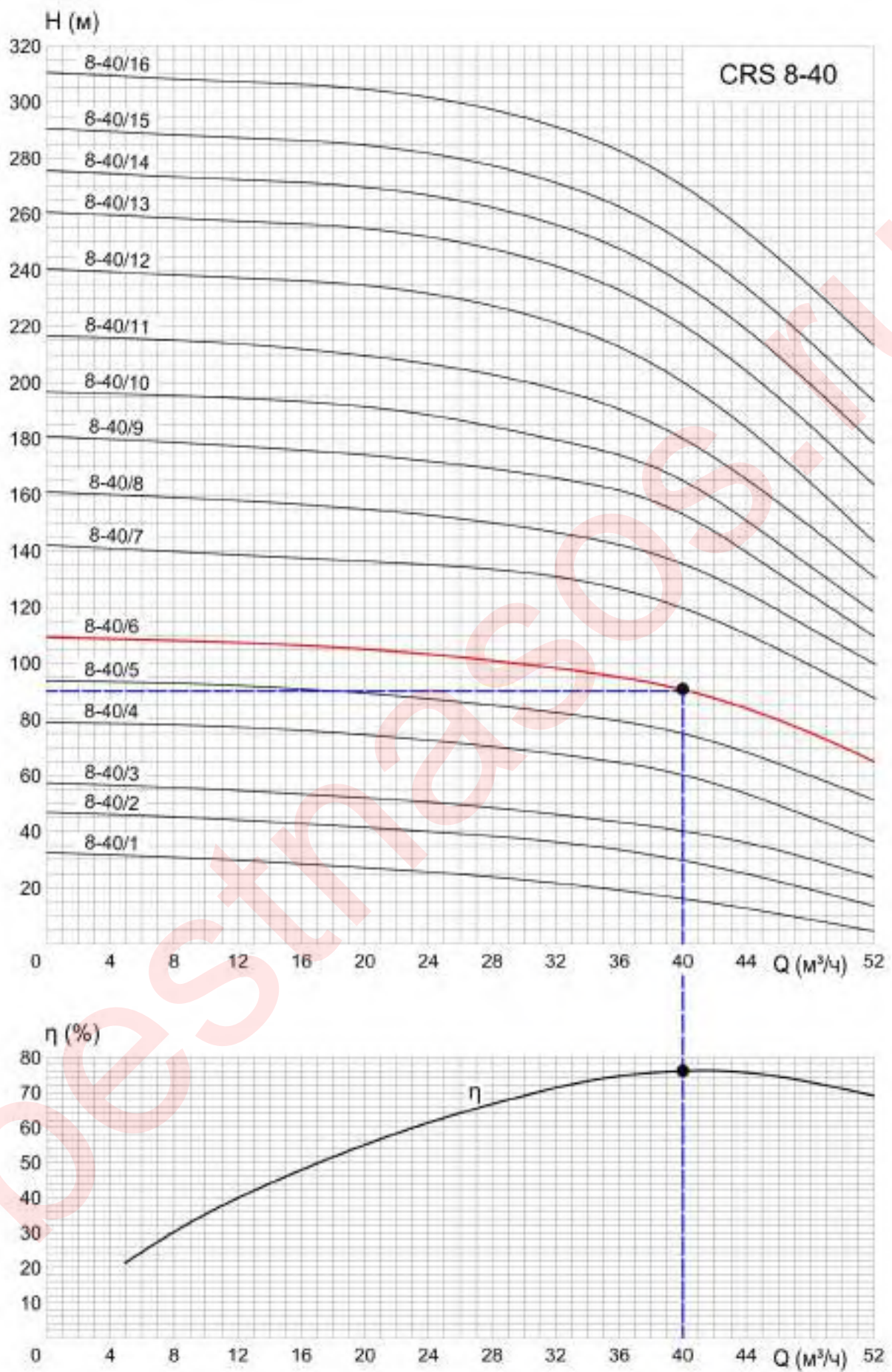


Рис.5 Характеристики насосов CRS.

Пример 2.**Исходные данные:**

Вода подается из скважины в гидроаккумулятор (рис. 4). Требуемая подача - 8 м³/ч. Статический уровень скважины - 40 м. По графику удельного дебета при подаче 8 м³/ч понижение уровня S составляет 5 м. Реле давление должно обеспечивать:

- Давление, при котором включается насос, $p_{вкл} = 1,8 \text{ кгс/см}^2$.
- Давление в баке, при котором насос отключается - $p_{выкл} = 4,5 \text{ кгс/см}^2$.
- Максимальное давление газа в мембране - $p_{мемб} = 1,5 \text{ кгс/см}^2$.
- Максимальное количество пусков в час $a = 6$.

Подбор гидроаккумулятора:

По методу расчета гидроаккумуляторов UNI 9182 по уровням давлений и количеству пусков в час получаем:

Ближайшего по объему типоразмера гидроаккумулятора - 1000 л.

$$V_{ГА} = 16,5 \cdot \frac{Q_{\max}}{a} \cdot \frac{(p_{откл}) \cdot (p_{вкл})}{(p_{откл} - p_{вкл}) \cdot p_{мемб}} = 16,5 \cdot \frac{8 \cdot 1000 / 60}{6} \cdot \frac{(4,5 + 1) \cdot (1,8 + 1)}{[(4,5 + 1) - (1,8 + 1)] \cdot (1,5 + 1)} = 836,5 \text{ л}$$

Расчет характеристики системы:

Динамический уровень будет находиться на глубине $H_{дин} = H_{стат.} + S = 40 + 5 = 45$ м. Исходя из рекомендуемого значения скорости жидкости в трубопроводе 1,5-3 м/с, по таблице №5 выбираем диаметр трубопровода. На оголовке скважины установлено колено и задвижка.

Ввиду того, что у пластмассового трубопровода гидравлическое сопротивление ниже, чем у стального, то можно выбрать пластмассовый трубопровод меньшего диаметра, даже если диаметр трубопровода будет меньше диаметра на выходе из насоса. Исходя из рекомендуемого значения скорости жидкости в трубопроводе 1,5-3 м/с, по таблице №5 выбираем диаметр пластмассового трубопровода $\varnothing 40,8$ мм.

При $Q = 8 \text{ м}^3/\text{ч}$ и внутреннем диаметре трубы $\varnothing 40,8$ мм скорость потока составит $\approx 1,7$ м/с. В соответствии с таблицей №5, потери напора в пластмассовом трубопроводе составляют 8,87 м на каждые 100 м длины. Длина трубопровода составляет 45 м. Местные потери пренебрежимо малы по сравнению с потерями по длине на вертикальном участке, а также по сравнению с высотой подъема и давлением в гидроаккумуляторе.

$$h_{дин.} = h_{100} \cdot L_{факт.} / 100 + \Delta h = 8,87 \cdot \frac{45}{100} = 4,0 \text{ м}$$

$$h_{ст.} = H_{дин.} + H_{гео.} + \frac{P_{бака}}{\rho \cdot g} = 45 + \frac{4,5 \cdot 10^5}{1000 \cdot 9,81} = 90,87 \text{ м,}$$

$$H_{сист.}(Q) = h_{ст.} + h_{дин.}(Q) = 90,87 + 4,0 = 94,87 \text{ м}$$

В случае отсутствия других неучтенных потерь требуется насос напором 94,9 м.

Подбор насоса ЭЦВ:

Как и в предыдущем примере, в каталоге подбираем серию насосов, КПД которых при данном расходе будет максимальным. На напорной характеристике находим рабочую точку и ближайшую к ней кривую соответствующего насоса. Для нашего случая выбираем насос CRS 6-10/8-4. При подаче 8 м³/час он обеспечивает напор 96 м.

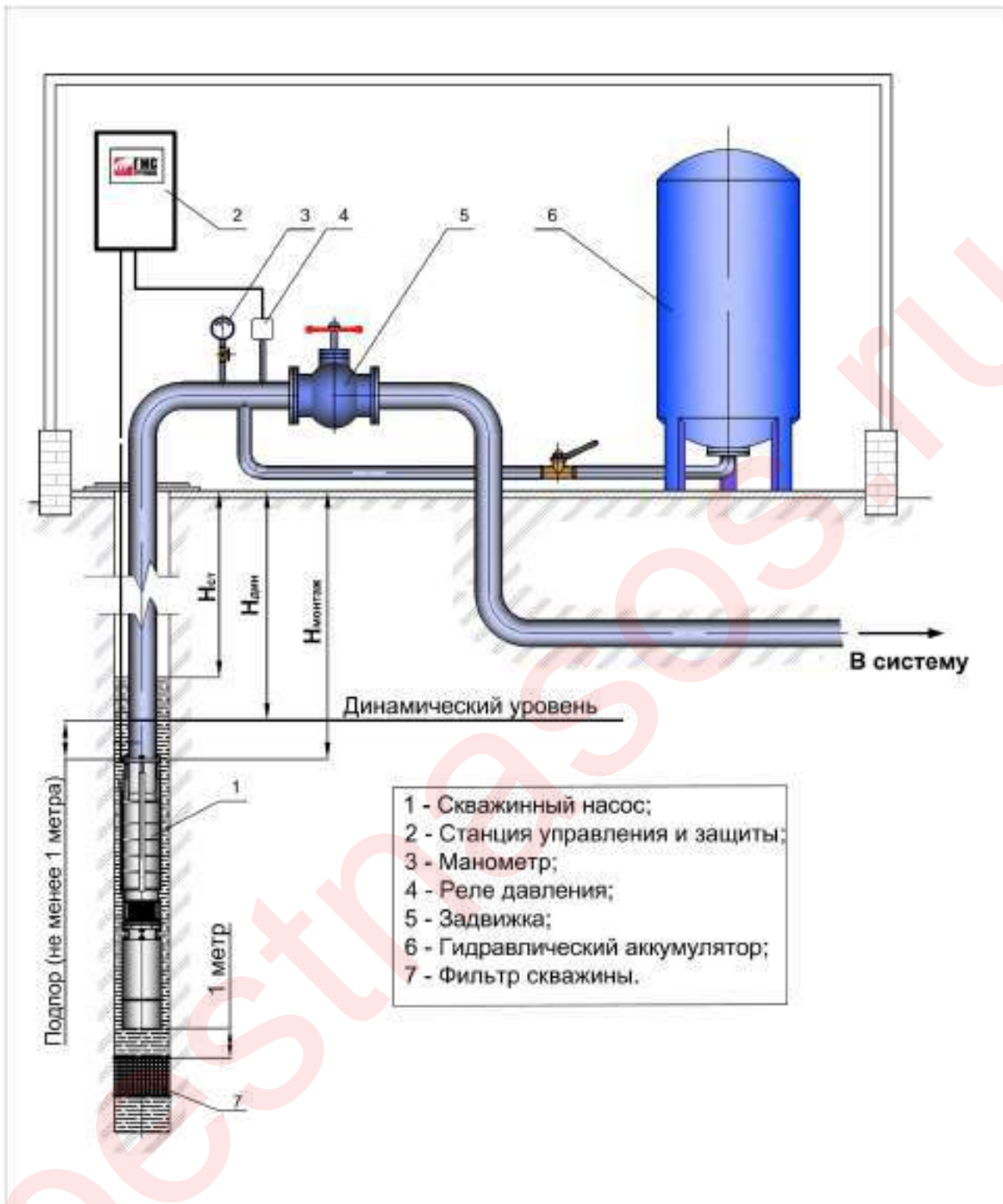


Рис.6 Схема для примера 2.

Использование привода с регулируемой частотой вращения

В последнее время большое распространение получило регулирование насосов при помощи изменения частоты вращения электродвигателя. Однако этот метод регулирования не всегда может привести к снижению энергопотребления. Применение привода частотного регулирования (ЧРП) имеет наибольший эффект при работе насосов на сеть с преобладанием динамической составляющей характеристики, т.е. потерь трения в трубопроводах и запорно-регулирующей арматуре (рис.7).

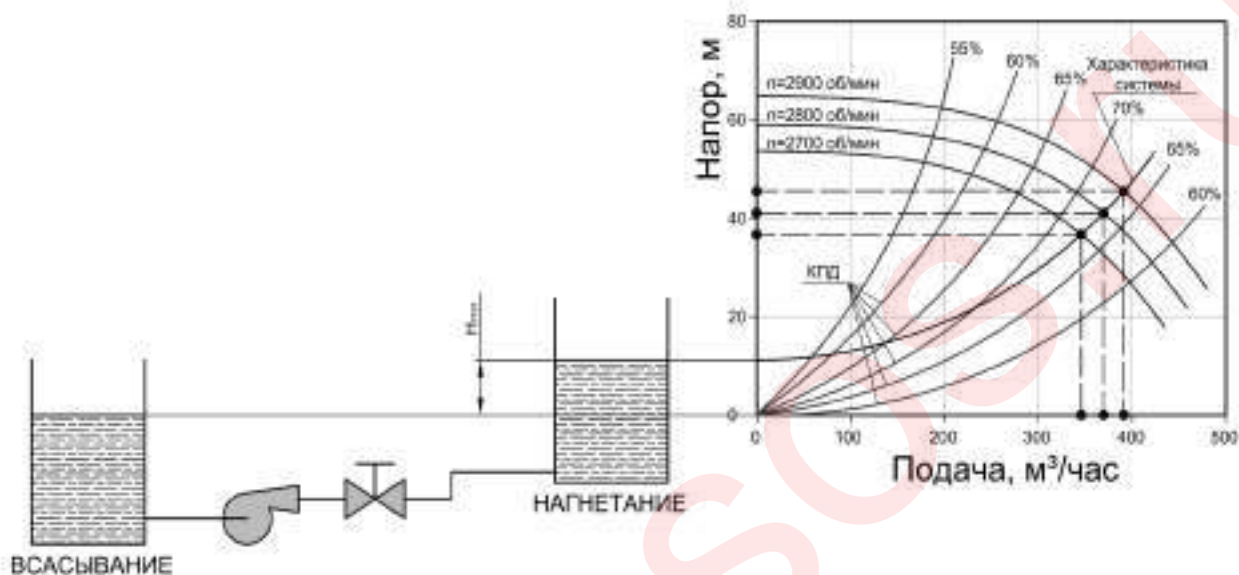


Рис.7 Работа насоса на сеть с преимущественными потерями на трение при частотном регулировании.

Применение ЧРП в системах с преимущественной статической составляющей (рис.8) приводит к значительному падению КПД насоса при изменении подачи.

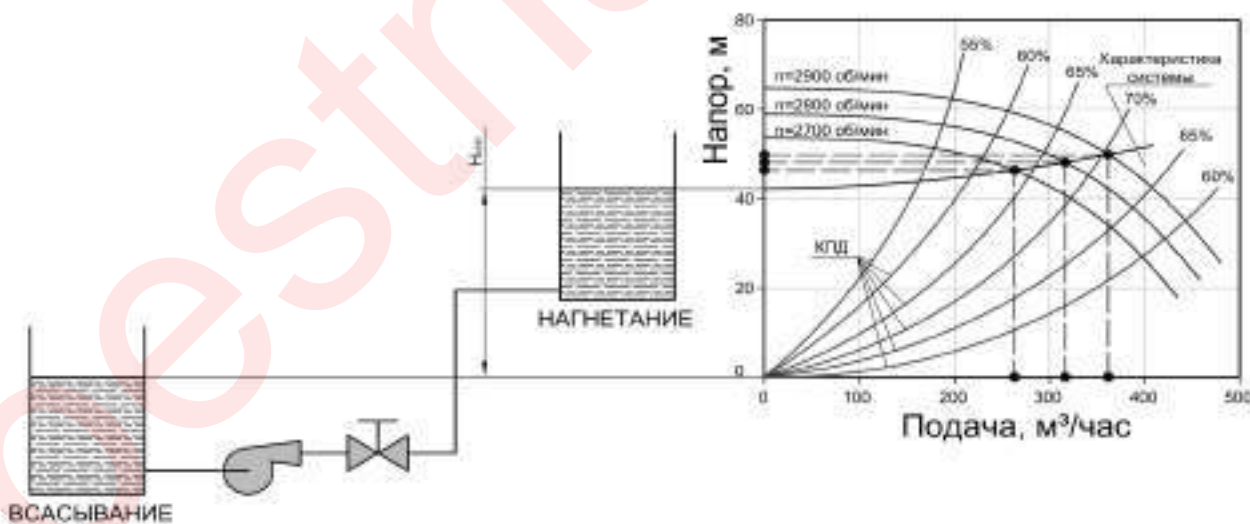


Рис.8. Работа насоса на сеть с преимущественной статической составляющей при частотном регулировании

В данном случае наибольший эффект имеет применение каскадного регулирования путем включения и отключения необходимого количества насосов, установленных параллельно. Поэтому основным исходным требованием для проведения мероприятий по снижению энергопотребления является характеристика системы и ее изменение во времени.

Рекомендации по применению преобразователей частоты для скважинных насосов ЭЦВ.

При работе скважинных насосов типа ЭЦВ с преобразователями частоты следует соблюдать следующие требования:

- для обеспечения достаточного охлаждения электродвигателя насос должен работать в рабочем диапазоне, его подача не должна снижаться более чем на 20% от номинальной (например, для насоса ЭЦВ6-10 это 8 м³/час). Обычно управление агрегатом производится не по расходу, а по давлению. При этом подача может снижаться ниже установленного уровня. Поэтому рекомендуется установить датчик (реле) потока жидкости, который отключал бы электродвигатель при снижении подачи ниже рабочего диапазона;
- для защиты обмоток электродвигателей от перегрева, расплавления изоляции и ее пробоя рекомендуется устанавливать термодатчик, отключающий двигатель при температуре выше 70°C;
- для нормальной работы радиальных и упорных подшипников скорость вращения вала электродвигателя должна быть не менее 2700 об/мин;
- для защиты двигателя насоса от высокочастотных импульсов напряжения, которые могут привести к преждевременному износу и пробое изоляции обмоток, при большой длине соединительного кабеля между агрегатом и преобразователем, необходимо устанавливать выходные фильтры: фильтр du/dt или синусоидальный фильтр. Рекомендации по применению соответствующих фильтров следует уточнять у производителей частотных приводов.

В связи с тем, что разбор воды очень неравномерен, а для охлаждения электродвигателя подача насоса не должна уменьшаться ниже установленной величины, при работе на сеть невозможно использовать частотный преобразователь без промежуточной накопительной емкости или гидроаккумулятора соответствующей емкости, так как для этого необходимо организовать принудительное охлаждение электродвигателя, что в условиях скважины невозможно. Также нужно помнить, что при наличии большой статической составляющей в напорной характеристике системы применение частотного регулирования не повышает экономическую эффективность использования скважинных насосов, а лишь позволяет уменьшить объемы и соответственно габариты промежуточных емкостей, а также снизить риск появления гидравлических ударов в системе.

Наиболее характерные ошибки при подборе и выборе при эксплуатации скважинных насосов ЭЦВ.

Большинство проблем, связанных с частыми выходами из строя и избыточным энергопотреблением, закладываются на этапе выбора насосного оборудования, а так же при его обслуживании персоналом, не обладающим нужной квалификацией.

Наиболее характерные ошибки, допускаемые чаще всего, приведены ниже.

Установка и эксплуатация насоса ЭЦВ с завышенными параметрами (подача и напор) относительно требуемых, т.е. «переразмеренного» насоса, сопряжена с неоправданно большими затратами на приобретение оборудования.

Подобная ситуация возможна как на стадии строительства объекта (рис.), так и во время эксплуатации при изменении характеристик системы.

Для данного случая характерны следующие признаки:

- Значительное превышение величины потребляемого тока относительно номинальной
- Частые аварийные срабатывания станции управления и защиты (СУиЗ) при условии, что СУиЗ соответствует параметрам насоса
- Частые включения/отключения насоса

Эксплуатация насоса в таком режиме может привести к:

- Увеличению мутности и объема песка в перекачиваемой воде, засорению фильтра скважины, ухудшение качества воды
- Увеличению потребляемой энергии при снижении КПД
- Перегреву электродвигателя
- Пробоям изоляции обмоток статора
- «Всплыванию» рабочих колес и их износу при трении о неподвижные части насоса

Регулирование подачи «переразмеренного» насоса ЭЦВ при помощи задвижки приводит к излишним потерям мощности на трение.

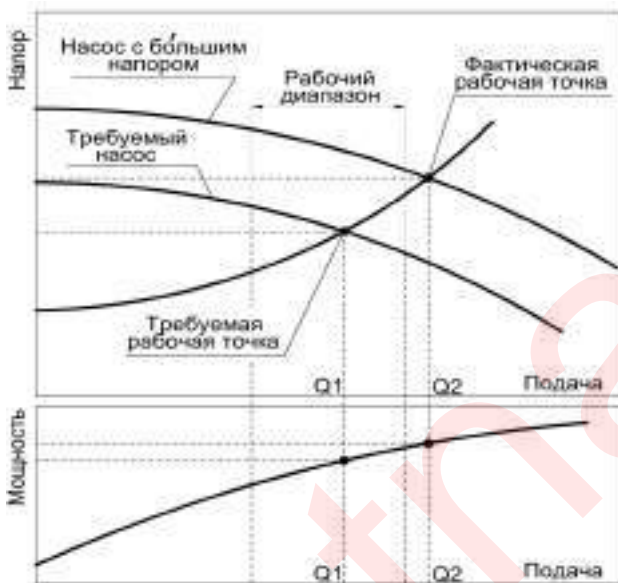


Рис.9. Работа насоса с большим, чем требуется напором



Рис.10. Работа насоса при повышенной подаче

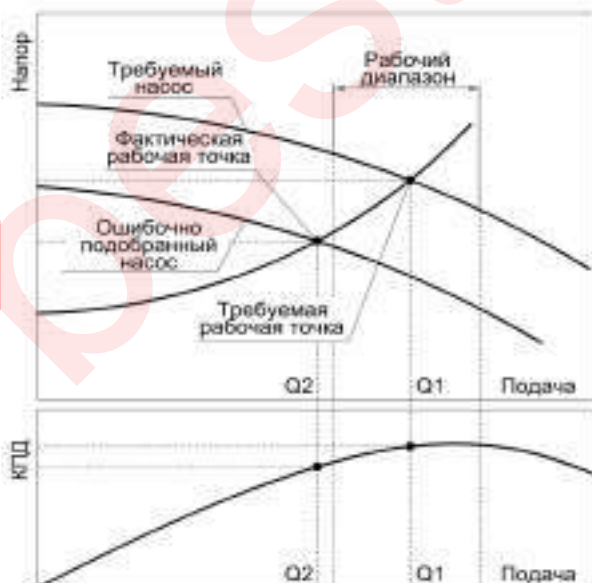


Рис. 11. Работа насоса с заниженными рабочими характеристиками



Рис. 12. Работа насоса при пониженной подаче

Работа насоса ЭЦВ при пониженной подаче приводит к:

- недостаточному охлаждению и перегреву электродвигателя, оплавлению обмоток статора;
- повышенному износу подшипников вследствие недостаточной смазки;
- снижению КПД насоса.

Подбор оборудования по максимальным значениям напора и подачи.

Необходимо помнить, что помимо работы с максимальной нагрузкой существуют другие режимы работы насоса. Поэтому, по возможности, нужно использовать накопительные резервуары и применять различные методы регулирования.

Эксплуатация насоса ЭЦВ без охлаждающего кожуха в скважине большего диаметра.

Установка насоса меньшего диаметра относительно диаметра скважины приводит к значительному уменьшению скорости потока, охлаждающего электродвигатель и, как следствие, к его перегреву и снижению ресурса.

Необходимый диаметр подбирается исходя из условия: скорость жидкости должна быть не менее 0,2 м/с.



$$Q = v \cdot S \quad S = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$$

Таким образом, в зависимости от необходимой подачи подбирается диаметр насоса:

$$d \geq \sqrt{D^2 - \frac{4 \cdot (Q / 3600)}{\pi \cdot v}} = \sqrt{D^2 - \frac{Q}{900 \cdot \pi \cdot (0,2 \text{ м/с})}}$$

где D - диаметр скважины, м

d - диаметр насоса, м

Q - подача насоса, м³/ч

v - средняя скорость жидкости, м/с

Далее по каталогу выбирается насос с ближайшим диаметром.

В случае, когда невозможно обеспечить скорость не менее 0,2 м/с, необходимо применение специального кожуха охлаждения для электродвигателя насоса.

Выбор водоподъемных труб меньшего диаметра.

Использование водоподъемных труб диаметром меньше, чем размер напорного резьбового соединения или фланца, как правило с целью экономии, приводит к большим потерям на трение и увеличению требуемого напора. Возможно, что при этом потребитель не сможет получить требуемого расхода.

Выбор кабеля малого сечения.

Подключение электродвигателя насоса к электросети при помощи кабеля сечением меньшим рекомендованного приводит к его перегреву и значительному падению напряжения, что отрицательно сказывается на работе двигателя.

Низкое качество питающего напряжения и отсутствие станций управления и защиты (СУиЗ).

Подключение насоса ЭЦВ напрямую к электросети не позволяет защитить электродвигатель от наиболее характерных причин выхода из строя, таких как перекос и обрыв фаз, значительные отклонения напряжения от номинального значения и т.п.

Демонтаж встроенного обратного клапана приводит к тому, что элементы конструкции насоса испытывают влияние гидроудара при его остановке. Кроме того, после каждого запуска некоторое время насос работает на заполнение трубопровода.

Превышение подачи насоса дебета скважины, указанного в паспорте, может привести к работе в режиме «сухого хода», что вызывает:

- Перегрев электродвигателя
- Быстрый износ подшипниковых узлов
- Повышенную коррозию

Отсутствие контрольно-измерительных приборов

Наличие установленных контрольно-измерительных приборов для измерения уровня воды в скважине, давления, расхода воды, напряжения и силы тока, количества включений и времени работы насоса позволяет получать достоверные данные о работе насосного оборудования и характеристиках системы. Это позволит выявить значительные отклонения в режиме работы насоса, обусловленные изменениями условий эксплуатации и характеристики системы водоснабжения, и своевременно принять меры по обеспечению его эффективной работы.

Запчасти ЭЦВ

Вы также можете подобрать (выбрать) и **купить запчасть ЭЦВ** насоса для ремонта. **Каталог запчастей ЭЦВ:**

- **запчасти ЭЦВ 4,**
- **запчасти ЭЦВ 5,**
- **запчасти ЭЦВ 6 :** **запчасти ЭЦВ 6-4,**
запчасти ЭЦВ 6-6,5,
запчасти ЭЦВ 6-10,
запчасти ЭЦВ 6-16,
запчасти ЭЦВ 6-25.
-
- **запчасти ЭЦВ 8,**
- **запчасти ЭЦВ 10,**
- **запчасти ЭЦВ 12.**