МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Санитарно-технические системы»

Утверждено на заседании кафедры
«Санитарно-технические системы»
«20» января 2022 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой
_____ Р.А. Ковалев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению курсового проекта
по дисциплине (модулю)
«Насосы и насосные станции»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
08.03.01 – "Строительство"

с профилем
"Водоснабжение и водоотведение"

Форма(ы) обучения: очная, очно-заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080301-02-22

Тула 2022 год

Разработчик(и) методических указаний

Сальников Б.Ф., доцент, к.т.н., доцент _____
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание) *(подпись)*

.

Оглавление

Введение……..5
2 Исходные данные для проектирования……6
2 Подбор насосов……...6
1. Общие положения……6
2. Определение режима водопотребления……7
3. Определение режима работы насосной станции……...7
4. Определение объёма бака водонапорной башни……12
5. Расчет всасывающих трубопроводов…….…..12
6. Расчет напорных трубопроводов……..……13
7. Определение требуемого напора…….….14
8. Подбор насосов……...15
Подбор электродвигателя……17
Обточка рабочего колеса насоса...……..……18
Построение характеристик совместной работы насосов
1 водоводов…….. 20
5.1 Построение характеристик совместной работы насосов……20
5.2 Построение характеристик совместной работы водоводов…….20
6. Проверка насосов и водоводов на случай аварии……..……...…..21
7. Подбор пожарных насосов……...….24
8. Разработка высотной схемы насосной станции……..26
8.1. Определение отметки оси насоса.……..……...26
8.2. Определение высоты надземной части насосной станции……... 27
8.3 Определение глубины заложения напорных водоводов……..28
8.4. Разработка высотной схемы насосной станции……...…28
9. Подбор оборудования насосной станции…….…...…29
9.1 Определение числа резервных насосов…….……. 29
9.2. Подбор дренажных насосов……...29
9.3. Подбор вакуум-насосов……..……29
9.4. Подбор силовых трансформаторов……...30
9.5. Подбор грузоподъёмного оборудования…….……31
9.6. Подбор арматуры и фасонных частей……..32
10. Разработка объемно-планировочных решений насосной станции……..32
10.1. Разработка схемы обвязки насосов…….……...32
10.2. Разработка чертежей насосной станции……..…..35
10.3 Составление спецификаций оборудования насосной станции….35
11. Определение величины потерь напора во внутренних насосных коммуникациях станций……..35

2 Основные технико-экономические показатели насосной станции…….37
Список литературы……..……39
Приложение А……...40
Приложение Б……41
Приложение В……....41
Приложение Г……41
Приложение Д……42
Приложение Е……..……..42
Приложение Ж…….……..43
Приложение И…….……...44
Приложение К…….……...47
Приложение Л…….…….. 82

Введение

Вода питьевого качества забирается из резервуара чистой воды (РЧВ), 3 насосами водопроводной насосной станции второго подъема (ВНС-II) подается в бак водонапорной башни, которая располагается в населенном пункте в начале распределительной водопроводной сети [1].

Для проектирования ВНС-II необходимо произвести следующие расчеты:

– определить режим работы ВНС-II;
– определить объем бака водопроводной башни;
– произвести гидравлический расчет всасывающих и напорных трубопроводов;
– определить требуемый напор насосов;
– подобрать тип насоса и электродвигателя, приводящего его в действие;
– определить число резервных насосов;
– рассчитать обточку рабочего колеса насоса;
– построить график совместной работы насосов и водоводов;
– проверить насосы и водоводы на пропуск аварийных расходов;
– определить число аварийных переключений на напорных водоводах;
– подобрать пожарный насос;
– разработать высотную схему ВНС-II;
– подобрать вакуум-насосы;
– подобрать дренажные насосы;
– подобрать силовой трансформатор;
– подобрать грузоподъемное оборудование;
– подобрать арматуру и фасонные части;
– уточнить потери напора во внутренних коммуникациях насосной станции;
– определить основные технико-экономические показатели насосной станции.

Необходимое для ВНС-II оборудование, фасонные части и арматура представлены в спецификации (Приложение).

Достаточно полное представление о конструкции ВНС-II дают ее объемно-планировочные решения: план насосной станции, ее продольный и поперечный разрезы. Объемно-планировочные решения выполняются в виде чертежей в масштабе 1:100. Разрабатывается также экспликация помещений ВНС-II.

4 Исходные данные для проектирования

Необходимо разработать ВНС-II, работающую в полуавтоматическом режиме с собственным диспетчерским пунктом, производительностью 42000 м^3/сут. Вода питьевого качества поступает на ВНС-II по двум всасывающим трубопроводам из РЧВ. ВНС-II подает эту воду в бак водонапорной башни, располагающейся в населенном пункте в начале водопроводной распределительной сети.

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления : K = 1,35.

Длина всасывающих трубопроводов : $l_{вс}$ = 13м.

Длина напорных водоводов : $l_н$ = 1657м.

Расход воды на пожаротушение : $q_п$ = 35 л/с.

Число напорных водоводов : $n_н$ = 2.

Материал труб напорных водоводов – чугун.

Отметка дня резервуара чистой воды : z_3 = 136 м.

Отметка поверхности земли в точке водопотребления (у водонапорной башни) : z_2 =146 м.

Отметка поверхности земли у ВНС-II : z_3 = 142 м.

Высота водонапорной башни : $H_б$ = 13 м.

Высота бака водонапорной башни : $h_б$ = 4 м.

Требуемый свободный напор при пожаротушении : $H_{св}^{пож}$ = 15 м.

Грунты на месте строительства ВНС-II – суглинки.

Глубина промерзания грунта : $h_{пром}$ = 1,8 м.

Род подводимого тока – переменный трехфазный.

Напряжение – 6,6 кВ.

5 Подбор насосов

2.1. Общие положения

Необходимо подобрать насосы для водопроводной насосной станции второго подъема I категории надежности [2]. Данная насосная станция подает воду питьевого качества из РЧВ потребителям. Подбор насосов осуществляется по их подаче и напору [1]. Для приближения подачи насосов 6 суточному водопотреблению принят ступенчатый режим работы насосных агрегатов и автоматическое их включение и выключение [1]. Число

рабочих насосных агрегатов, устанавливаемых на ВНС-II, составляет от двух до четырех [2]. В качестве регулируемого резервуара используется бак водонапорной башни, что способствует приближению подачи насосов к водопотреблению населенного пункта [2].

2.2. Определение режима водопотребления

Режим водопотребления определяется согласно коэффициенту неравномерности [3]. Коэффициент неравномерности задается: он равен 1,35. Согласно приложению А, по коэффициенту неравномерности водопотребления принимается почасовое распределение суточного расхода воды.

Приложение А составлено согласно рекомендациям [3].

Дальнейшие расчеты ведутся в табличной форме (табл. 1).

2.3. Определение режима работы насосной станции

1 целью максимального приближения подачи насосов к колебаниям водопотребления принят ступенчатый график их работы. Наилучшим считается такой режим работы ВНС-II, при котором объем бака водонапорной башни будет минимальным. Режим работы ВНС-II представлен в табл. 1. В графе 1 табл. 1 приведены часы суток. Графа 2 табл. 1 заполня-ется в соответствии с коэффициентом неравномерности водоотведения К=1,35 согласно Приложению А. Число рабочих насосов, устанавливаемых на ВНС-II n_p , шт, определяется по формуле [2] :

$$n_p \quad \frac{Q_{max}}{Q_{min}} , \qquad (1)$$

где Q_{max}= 5,6% – максимальное часовое водопотребление (табл.1);

Q_{min}= 2,5% – минимальное часовое водопотребление (табл.1) .

2 $\frac{5,6}{2,5}$ 2,24 *шт* . p

Число рабочих насосов округляется в большую сторону [2], поэтому принято три рабочих насоса. Подача ВНС-II $Q_{н.с.}$, % , определяется по формуле [2] :

$$Q_{н.с.} \quad Q_{3н} \quad 0,9Q_{max} \quad 0.9\ 5,6\ \ 5,04\% . \qquad (2)$$

Подача одного насоса $Q_{1.н.}$, %, определяется по формуле [2] :

$$Q_{1н} \quad \frac{Q_{нс}}{n_p} K_i , \qquad (3)$$

где K_i – коэффициент параллельности работы i-го насоса.

Таблица 1

							Ординаты интегральных графиков, %		
							водо-по-треб-	подача насо-сами	
0-1	3	1	1,99	-	1,01	2,77	3	1,99	-1,01
1-2	3,2	1	1,99	-	1,21	1,56	6,2	3,98	-2,22
2-3	2,5	1	1,99	-	0,51	1,05	8,7	5,97	-2,73
3-4	2,6	1	1,99	-	0,61	0,44	11,3	7,96	-3,34
4-5	3,5	2	3,58	0,08	-	0,52	14,8	11,54	-3,26
5-6	4,1	2	3,58	-	0,52	0	18,9	15,12	-3,78
6-7	4,5	3	5,04	0,54	-	0,54	23,4	20,16	-3,24
7-8	4,9	3	5,04	0,14	-	0,68	28,3	25,20	-3,10
8-9	4,9	3	5,04	0,14	-	0,82	33,2	30,24	-2,96
9-10	5,6	3	5,04	-	0,56	0,26	38,8	35,28	-3,52
10-11	4,9	3	5,04	0,14	-	0,4	43,7	40,32	-3,38
11-12	4,7	3	5,04	0,34	-	0,74	48,4	45,36	-3,04
12-13	4,4	3	5,04	0,64	-	1,38	52,8	50,40	-2,40
13-14	4,1	2	3,58	-	0,52	0,86	56,9	53,98	-2,92
14-15	4,1	2	3,58	-	0,52	0,34	61	57,56	-3,44
15-16	4,4	3	5,04	0,64	-	0,98	65,4	62,60	-2,80
16-17	4,3	3	5,04	0,74	-	1,72	69,7	67,64	-2,06
17-18	4,1	2	3,58	-	0,52	1,2	73,8	71,22	-2,58
18-19	4,5	3	5,04	0,54	-	1,74	78,3	76,26	-2,04
19-20	4,5	3	5,04	0,54	-	2,28	82,8	81,30	-1,50
20-21	4,5	3	5,04	0,54	-	2,82	87,3	86,34	-0,96
21-22	4,8	3	5,04	0,24	-	3,06	92,1	91,38	-0,72
22-23	4,6	3	5,04	0,44	-	3,5	96,7	96,42	-0,28
23-24	3,3	2	3,58	0,28	-	3,78	100	100,00	0,00
	100		100	5,98	5,98				

Коэффициент параллельности работы насосов учитывает снижение подачи насосов, работающих параллельно на один водовод. При работе двух насосов этот коэффициент равен : $К_2$=1,11 , при работе трех насосов $К_3$ = 1,18 , а при работе четырех насосов – $К_4$=1,25 [2].

$$| \qquad 5{,}04 \qquad Q_{1н} \quad \frac{1{,}18}{3} \quad 1{,}98\ \%,$$

где n_i – число параллельно работающих насосов.

Для нашего случая подача двух насосов $Q_{2н}$, %, определяется по формуле [2] :

$$Q_{2н} \quad \frac{Q_{1н} \quad 2}{1{,}11} \quad \frac{1{,}98 \quad 2}{1{,}11} \quad 3{,}57\ \%. \qquad (4)$$

Сравнивая подачи насосов с часовым водопотреблением (графа 2 табл. 1) определяем число рабочих насосов в каждый час суток, заполняя графу 3 табл. 1. Подача насосов в течение суток должна быть равна водопотреблению, т.е. 100%, поэтому она уточняется с помощью уравнения [2]:

$$Q_{2н} \quad Q_{1н} \quad t_1 \quad Q_{2н} \quad t_2 \quad \ldots \quad Q_{iн} \quad t_i \quad 100, \qquad (5)$$

где $Q_{1н}$, $Q_{2н}$,..., $Q_{iн}$ – подача одного, двух, i насосов, % ; t_1, t_2 , … , t_i – время работы одного, двух, i насосов (табл. 1).

Уравнение (5) может быть представлено в виде [2]:

$$Q_{1н} \quad t_1 \quad \frac{Q_{1н} \quad 2}{K_2} \quad t_2 \quad \ldots \quad \frac{Q_{1н} \quad n_i}{K_i} \quad t_i \quad 100. \qquad (6)$$

Следовательно, имеем [2] :

$$Q_{1н} \quad \frac{100}{\left(t_1 \quad \frac{2t_2}{K_2} \quad \ldots \frac{n_i t_i}{K_i}\right)}. \qquad (7)$$

В нашем случае имеем:

$$Q_{1н} \quad \frac{100}{\left(t_1 \quad \frac{2t_2}{K_2} \quad \frac{3t_3}{K_3}\right)} \quad \frac{100}{\left(4 \quad \frac{2\ 6}{1.11} \quad \frac{3\ 14}{1.18}\right)} \quad 1.99\ \%. \qquad (8)$$

$$Q_{2н} \quad \frac{1{,}99\ 2}{1{,}11} \quad 3{,}58\ \%,$$

$$Q_{3н} \quad Q_{н.с.} \quad \frac{1{,}99\ 3}{1{,}18} \quad 5{,}04\ \%.$$

Уточненные подачи насосов заносятся в графу 4 табл.1. При всех дальнейших расчетах имеем дело только с уточненными подачами. Построчным сравнением граф 2 и 4 табл. 1 определяется поступление воды в бак водонапорной башни или забор воды из этого бака.

Если значение в графе 2 больше соответствующего значения в графе 4, то разность граф 2 и 4 заносится в графу 6, и в графе 5 ставится прочерк.

Если значение в графе 2 меньше соответствующего значения в графе 4, то разность граф 2 и 4 заносится в графу 5, и в графе 6 ставится прочерк.

Построчное суммирование граф 5 и 6 должно давать одинаковый результат. После заполнения граф 5 и 6 определяется остаток в баке водонапорной башни (графа 7). Нулевой остаток в баке принимается обычно в час отбора основного объема воды из этого бака. Затем производится почасо-вое суммирование значений графы 5 и вычитание значений графы 6.

Остаток в баке, соответственно, или увеличивается, или уменьшается. Отрицательных значений в графе 7 быть не может.

Дойдя до строки «23–24», переходим на строку «0–1». Правильность расчетов подтверждается, если после полного круга расчетов в конце приходят к нулю. В нашем случае нулевой остаток принят для строки «5-6». Для вычисления ординат интегрального графика водопотребления (графа 1 построчно сверху вниз суммируются значения графы 4.

Построчная разность граф 8 и 9 заносится в графу 10. Если значение в графе 8 больше значения в графе 9, то величина в графе 10 будет иметь знак < - >. Если значение в графе 8 меньше значения в графе 9, то величина в графе 10 будет иметь знак < + >.

По значениям в графах 2 и 4 строятся ступенчатые графики водопотребления и подачи воды насосами (рис.1). По значениям в графах 8 и 9 строятся интегральные графики водопотребления и подачи воды насосами (рис. 2).

Подача одного насоса составляет:

$$Q_{1н} = 1{,}99 \cdot \frac{1{,}99 \cdot 42000}{100} = 835{,}8\ м^3/ч = 232{,}17\ л/с = 0{,}23\ м^3/с.$$

Подача насосной станции составляет:

$$Q_{н.с.} = 5{,}04\% \cdot \frac{5{,}04 \cdot 42000}{100} = 2116{,}8\ м^3/ч = 588\ л/с = 0{,}59\ м^3/с.$$

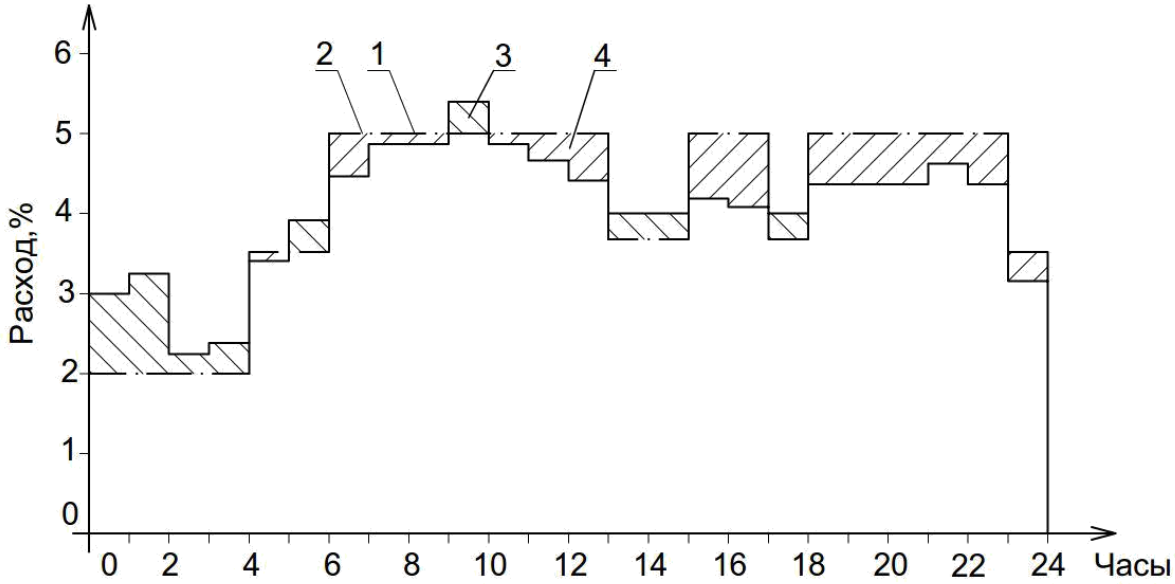


Рис. 1. Ступенчатые графики водопотребления и подачи насосами:
1 – водопотребление; 2 – подача насосами; 3 – зона забора воды из ВНБ;
4 – зона подачи воды в ВНБ

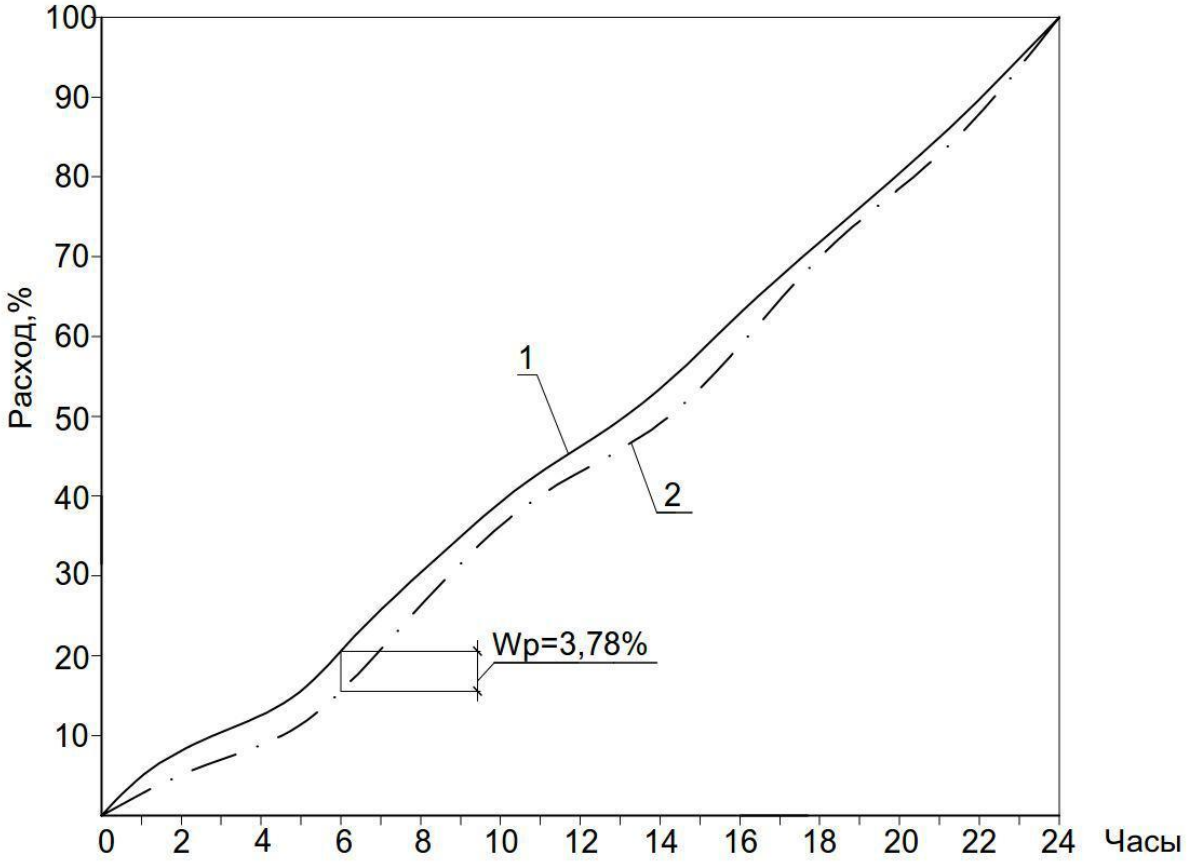


Рис. 2. Суточные интегральные графики водопотребления
и подачи насосами:
1 – водопотребление; 2 – подача насосами

2.4. Определение объема бака водонапорной башни

Объем бака водонапорной башни W, м^3, определяется по формуле [2]:

$$W \quad W_p \quad W_n, \tag{9}$$

где W_p – регулирующий объем бака водонапорной башни, м^3,

2 $\quad n$ – запас воды на пожаротушение, м^3.

Величина W_n, м^3, определяется по формуле [2]:

$$W_n \quad 0.6\, q_n \quad 0{,}6\ 35 \quad 21\ м^3. \tag{10}$$

Величина W_p, м^3, определяется по формуле [2]:

$$W_p \quad \frac{a| \ | \ |b|}{100} \quad Q_{сут}, \tag{11}$$

где a = 0 – максимальная положительная разность ординат интегральных графиков водопотребления и подачи воды насосами (табл. 1),

b = – 3,78 % – максимальная отрицательная разность ординат интегральных графиков водопотребления и подачи воды насосами (табл.1); $Q_{сут}$ 42000 м^3/сут. – производительность ВНС-II согласно заданию.

$$W_p \quad \frac{|\ 3{,}78|}{100} 42000 \ \ 1587{,}6\ м^3,$$

3 $\quad 1587{,}6 \ \ 21 \ \ 1608{,}6\ м^3.$

2.5. Расчет всасывающих трубопроводов

Количество всасывающих трубопроводов на ВНС-II, независимо от числа и групп рабочих насосов, включая пожарные, должно быть не менее двух. Устройство одного всасывающего трубопровода допускается для водопроводных насосных станций III категории надежности [2,4].

Всасывающие трубопроводы внутри ВНС-II объединяются в один коллектор, от которого отдельный всасывающий водовод подводится к каждому насосу. Диаметры коллектора и водоводов равны диаметру всасывающих трубопроводов [2]. Рекомендуемая скорость движения воды во всасывающих трубопроводах ВНС-II составляет [2]: для труб диаметром до 250 мм – 0,6÷1 м/с; для труб диаметром до 800 мм – 0,8 1,5 м/с; для труб диаметром более 800 мм – 1,2 2 м/с.

Расход воды во всасывающих трубопроводах $Q_{вс}$, м^3/с, определяется по формуле [2] :

$$Q_{вс} \quad \frac{Q_{н.с}}{n_{вс}} \ , \qquad (12)$$

где $n_{вс}$ = 2 – число всасывающих трубопроводов.

$$Q_{вс} \quad \frac{0,59}{2} \ 0,3 \text{ м}^3/\text{с} \ .$$

Диаметр всасывающих трубопроводов $d_{вс}$, м, определяется по формуле [2] :

$$d_{вс} \quad \sqrt{\frac{4\,Q_{вс}}{\text{вс}}} \ , \qquad (13)$$

где $_{\text{вс}}$ = 1 м/с – скорость движения воды во всасывающих трубопроводах [2] .

$$d_{вс} \quad \sqrt{\frac{4\ 0,3}{3,14\ 1}} \quad 0,61 \text{ м}$$

Всасывающие трубопроводы изготавливаются из стальных труб стандартного диаметра. Рекомендуется применять для изготовления всасывающих трубопроводов стальные прямошовные электросварные трубы по ГОСТ 10704-91. Не рекомендуется применять трубы диаметром условного прохода (Dy) 350,450, 700 и 900 мм. В нашем случае приняты стальные трубы по ГОСТ 10704-91, диаметром 600 мм.

Потери напора во всасывающих трубопроводах $h_{вс}$, м, определяются по формуле [2] :

$$h_{вс} \quad 1.1\ i_{вс}\ l_{вс} \ , \qquad (14)$$

где $i_{вс}$ 2,09 10^{3} – гидравлический уклон всасывающих трубопроводов [5];

$$h_{вс} \quad 1.1\ 2,09\ 10^{3}\ 13 \quad 0,03 \text{ м}$$

2.6. Расчет напорных трубопроводов

Количество напорных водоводов для водопроводных насосных станций второго подъема I и II категории надежности должно быть не менее двух, а для насосных станций III категории надежности допускается устройство одного водовода [2,4]. Скорость движения воды в напорных водоводах составляет [2]: для труб диаметром до 250 мм - 0,8 2 м/с; для

труб диаметром до 800 мм – 1 3 м/с; для труб диаметром более 800 мм – 1,5 4 м/с.

Расход воды в напорных водоводах $Q_н$, м^3/с,определяется по формуле [2]:

$$Q_н \quad \frac{Q_{н.с}}{n_н} \quad \frac{0,59}{2} \; 0,3 \text{ м}^3/\text{с} . \qquad (15)$$

Диаметр напорных водоводов $d_н$, м, определяется по формуле [2] :

$$d_{вс} \quad \sqrt{\frac{4\,Q_н}{\text{н}}} , \qquad (16)$$

где $_{\text{н}}$ = 2 м/с – скорость движения воды в напорных водоводах [2].

$$d_{вс} \quad \sqrt{\frac{4\;0,3}{3,14\;2}} \quad 0,44 \text{ м.}$$

Материал труб для изготовления напорных водоводов принимается согласно заданию. В данном случае для изготовления водоводов приняты чугунные напорные трубы по ГОСТ 9583-75, диаметром (Dy) 500 мм.

Напорные трубопроводы внутри ВНС-II изготавливаются из стальных труб [1,2]. Диаметр этих трубопроводов принимается равным диаметру напорных водоводов. Таким образом, в нашем случае напорные трубопроводы ВНС-II изготавливаются из стальных трубопроводов по ГОСТ 10704–91, диаметром (Dy) 500 мм. Потери напора в напорных во-доводах $h_н$, м, определяются по формуле [2] :

$$h_н \;\; 1.1\; i_н \;\; l_н , \qquad (17)$$

где $i_н$ $5,94\;10^{\;3}$ – гидравлический уклон напорных водоводов [5].

$$h_н \;\; 1.1\;5,94\;10^{\;3} \;\; 1657 \;\; 10,83 \qquad \text{м} .$$

2.7. Определение требуемого напора

Требуемый напор ВНС-II, подающей воду в водонапорную башню, которая находится в начале водопроводной сети, $H_{тр}$, м, определяется по формуле [2] :

$$H_{тр} \;\; z_2 \;\; z_1 \;\; h_{вс} \;\; h_н \;\; H_б \;\; h_б \;\; H_{н.с.} , \qquad (18)$$

где z_2 = 146 м – отметка земли в точке водопотребления согласно заданию;

4 $_б$ = 18 м – высота водонапорной башни согласно заданию;

$h_б$ = 4 м – высота бака водонапорной башни согласно заданию;

z_1 – расчетный уровень воды в РЧВ, м;

5 $_{н.с.}$ 1,5 2,5 м – потери напора в коммуникациях ВНС-II [2].

Расчетный уровень воды в РЧВ z_2 , м, определяется по формуле [2] :

$$z_2 \; z_3 \; 0{,}5 \; 136 \; 0{,}5 \; 136{,}5 \text{ м} . \qquad (19)$$

2 $$_{тр} \; 146 \; 136{,}5 \; 0{,}03 \; 10{,}83 \; 18 \; 4 \; 2 \; 44{,}36 \text{ м} .$$

2.8. Подбор насосов

Данные для подбора насосов представлены в табл. 2. Для перекачки водопроводной воды рекомендуется использовать насосы марок К, В или 6 [1,2].

Таблица 2

Наименование параметра	Величина
Производительность ВНС-II, м^3/ч л/с	 2116,8 588
Производительность одного насоса, м^3/ч л/с	 835,8 232,17
Требуемый напор, м	44,36

Насос подбирается по производительности одного насоса ($Q_{1н}$) и требуемому напору ($H_{тр}$). По сводному графику полей насосов вначале предварительно определяется марка насоса. Окончательно возможность применения выбранной марки насоса определяется по его Q-H характеристике. Рабочая точка с координатами ($Q_{1н}$, $H_{тр}$) должна располагаться ниже или лежать на линии Q-H характеристики выбранного насоса. Кроме того, эта точка должна находиться в рабочей части Q-H характеристики принятого насоса.

Согласно рекомендации [7], в нашем случае принят насос марки Д800–57. На рис. 3 представлены характеристики данного насоса, а на рис. 4 – его общий вид с габаритными размерами. Рабочие характеристики насоса Д800-57 представлены в табл. 3.

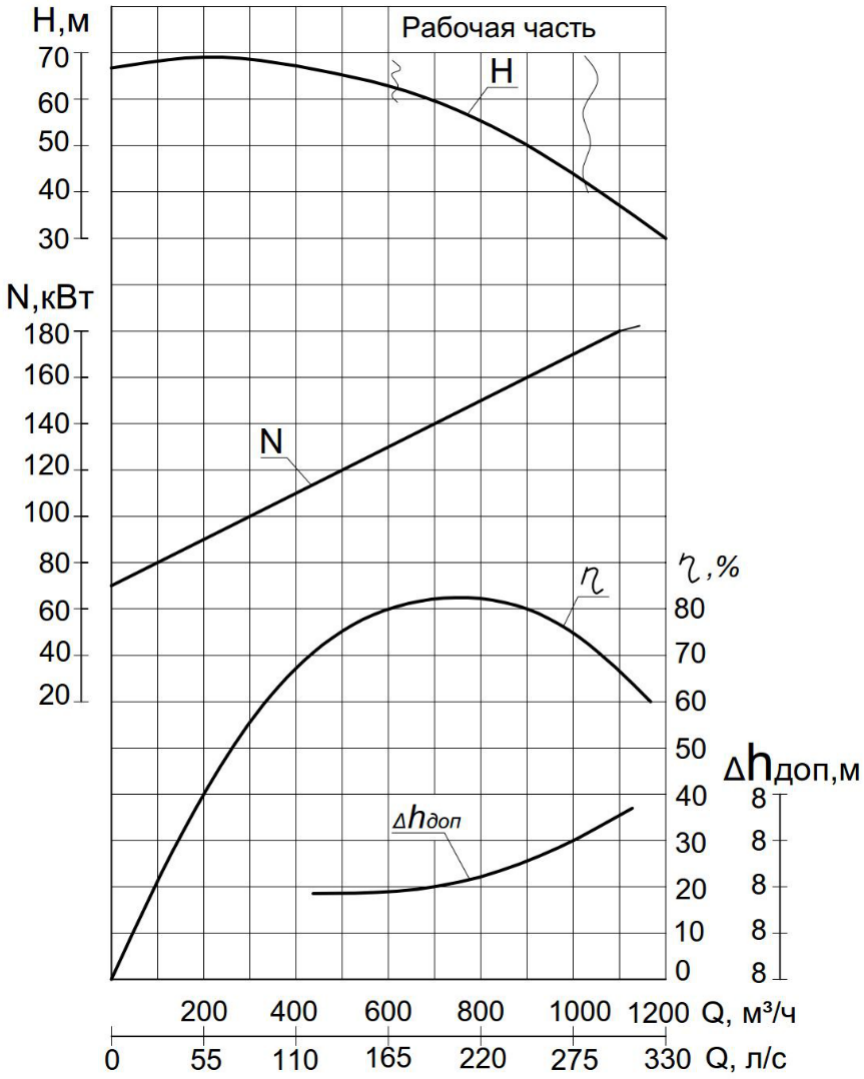


Рис. 3. Характеристика насоса Д800-57

Таблица 3

Марка насоса	Номинальная подача, м³/с	Номинальный напор, м	Мощность насоса, кВт	Частота вращения	Допустимый кавитационный запас, м	КПД, %		Диаметр, мм	
								всасывающего патрубка	напорного патрубка
Д800-57	800	57	142	1450	4	82	432	300	250

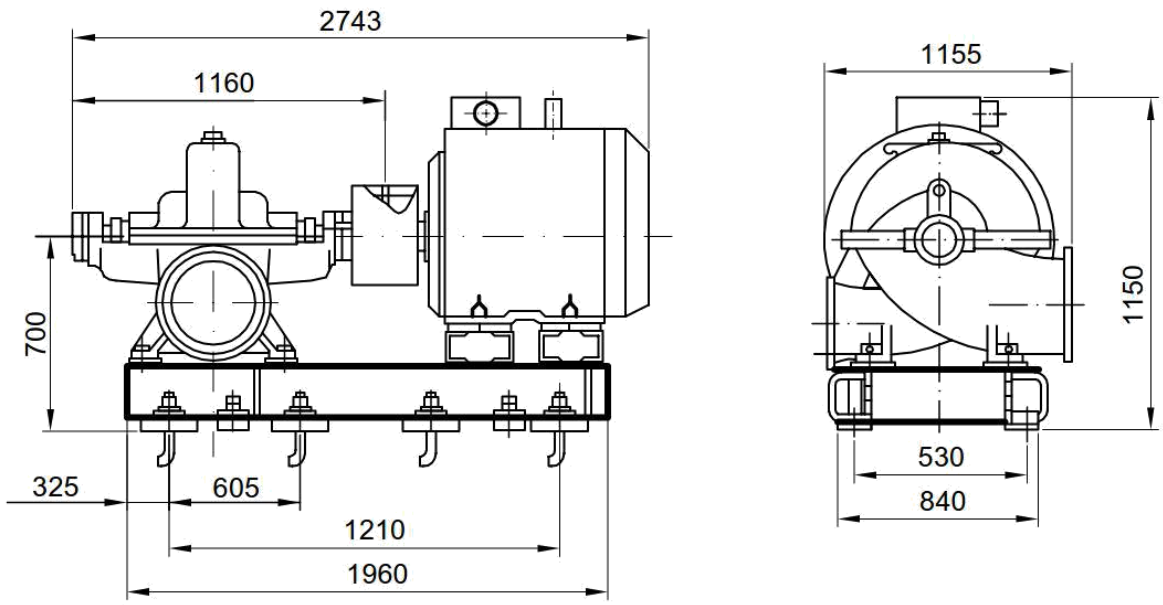


Рис.4. Габаритные и привязочные размеры насоса Д800-57

1 **Подбор электродвигателя**

Мощность электродвигателя, приводящего в действие насос марки Д800-57, $N_{дв}$, кВт, определяется по формуле [2] :

$$N_{дв} \quad к_{М} \, N_{н}, \tag{20}$$

где $к_{М}$ – коэффициент запаса мощности, принимаемый согласно [1] (Приложение Б).

Требуемая мощность насоса на валу, $N_{н}$, кВт, определяется по формуле [2] :

$$N_{н} \quad \frac{g \, Q_{1н} \, H_{тр}}{1000 \quad {}_{н}} \quad , \tag{21}$$

где 1000 кг/м^3 – плотность перекачиваемой воды [2];

g = 9,81 м/с^2 – ускорение свободного падения; $Q_{1н}$ = 0,23 м^3/с;

$H_{тр}$ = 44,36 м; $_{н}$ = 0,82–КПД насоса марки Д800-57 при подаче $Q_{1н}$ (рис. 3).

2 $$\frac{1000 \; 9{,}81 \; 0{,}23 \; 44{,}36}{1000 \; 0{,}82} \quad 122{,}06 \text{ кВт.}$$

3 $$_{дв} \quad 1{,}15 \; 122{,}06 \quad 140{,}37 \text{ кВт.}$$

Насос Д800-57 комплектуется электродвигателем типа АО3-315М-4, мощностью 200 кВт. Масса насосного агрегата составляет 2600 кг [7].

4 Обточка рабочего колеса насоса

Если точка с координатами (Q_{1H},$H_{тр}$) находится ниже Q–H характеристики выбранного насоса более чем на 2-3 м, то необходимо осуществить обточку рабочего колеса данного насоса, т.е. уменьшить развиваемый им напор [1]. В нашем случае рабочая точка с координатами Q_1=835,8 м^3/ч и $H_{тр}$ =44,36 м располагается ниже Q-H характеристики насоса Д800-57 на 10,64 м (рис. 5). Таким образом необходимо произвести обточку рабочего колеса насоса Д800-57.

Строится парабола режимных точек по формуле [2] :

$$H = \frac{H_{тр}}{Q_{1н}^2} Q^2 = \frac{44,36}{835,8^2} Q^2 = 6,35 \cdot 10^{-5} Q^2 . \qquad (22)$$

Результаты расчетов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Q, м^3/ч	600	700	800	900	1000
H, м	22,86	31,12	40,64	51,44	63,5

Точка пересечения параболы режимных точек и ниже Q–H характеристики насоса Д800-57 (точка А) имеет координаты Q_A=901 м^3/ч 6 H_A=52,3 (рис. 5).

Диаметр обточенного колеса $Д_{обт}$, мм, определяется по формуле [2] :

$$Д_{обт} = \frac{Q_{1н}}{Q_A} Д_{р.к.} , \qquad (23)$$

где $Д_{р.к.}$= 432 мм – диаметр рабочего колеса насоса Д800-57.

$$Д_{обт} = \frac{835,8}{901} \cdot 432 = 401 \text{ мм.}$$

Процент срезки рабочего колеса $П_{ср}$,%, определяется по формуле [2] :

$$П_{ср} = \frac{Д - Д_{обт}}{Д} \cdot 100 = \frac{432 - 401}{432} \cdot 100 = 7,18 \% . \qquad (24)$$

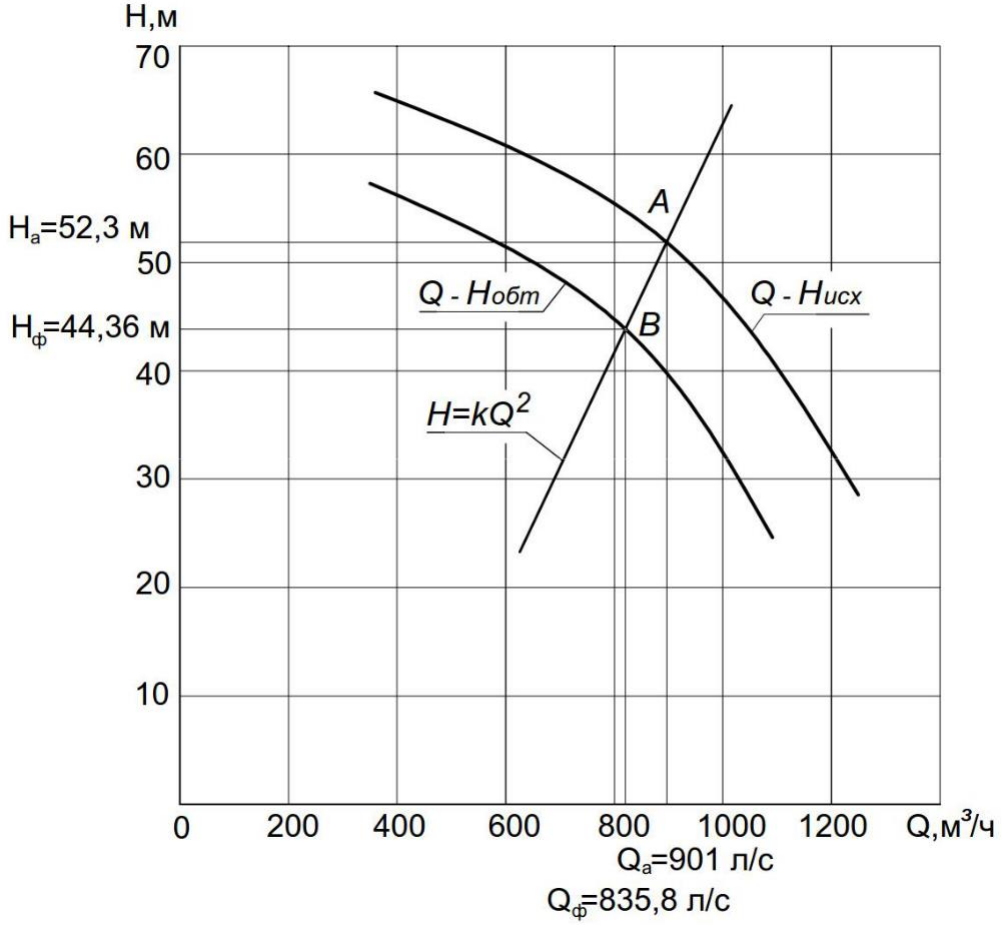


Рис.5. Расчет обточки рабочего колеса насоса Д800-57

Коэффициент быстроходности насоса Д800-57 определяется по формуле [2] :

$$n_s = \frac{3.65\, n \sqrt{Q_{1н}}}{H_{тр}^{3/4}}, \qquad (25)$$

где n = 1450 об/мин – частота вращения рабочего колеса (табл.3).

$$n_{s1} = \frac{3.65 \cdot 1450 \sqrt{0,23}}{44,36^{3/4}} = 147,66.$$

Для данного насоса нормальный процент срезки составляет 11-15 % (Приложение В). Строится Q-H характеристика насоса Д800-57 с обточенным колесом. Для этого определяются значения $Q_{обт}$, м^3/ч, и $H_{обт}$,м, по формулам [2] :

$$Q_{ср} = \left(\frac{D_{обт.}}{D}\right) Q. \qquad (26)$$

$$H_{ср} = \left(\frac{D_{обт.}}{D}\right)^2 H. \qquad (27)$$

Результаты расчетов представлены в табл. 5.

Таблица 5

№ точки	Q, $м^3$/ч	H, м	$Q_{обт}$, $м^3$/ч	$H_{обт}$, м
1	400	65	371,2	55,97
2	600	61	556,8	52,52
3	800	56	742,4	48,22
4	1000	46	928	39,61
5	1200	31	1113,6	26,69

На рис. 5 приведена Q-H характеристика насоса Д800-57 с обточенным рабочим колесом, которая используется при всех последующих расчетах.

Построение характеристик совместной работы насосов и водоводов

5.1. Построение характеристик совместной работы насосов

координатах Q-H строится характеристика одного насоса. Поскольку 2 нашем случае производилась обточка рабочего колеса, то в качестве Q-H характеристики насоса Д800-57 принята его Q-H характеристика с обточенным колесом (рис. 5).

Для построения Q-H характеристики двух параллельно работающих насосов при нескольких значениях напоров проводятся линии, параллельные оси абсцисс. Затем на этих линиях откладывается расстояние, в два раза большее, чем расстояние от оси ординат до точки пересечения линий с Q-H характеристикой насоса Д800-57. Полученные таким образом точки соединяются плавной кривой, которая представляет собой Q-H характеристику второго параллельно работающего насоса Д800-57 (рис. 6) [2]. Q-H характеристика трех параллельно работающих насосов строится аналогично Q-H характеристике двух таких насосов (рис. 6).

5.2. Построение характеристик совместной работы водоводов

Q-H характеристика напорного водовода строится по формуле [1,2] :

$$H \; H_{г} \; S \, Q^{2} \quad , \qquad (28)$$

где $H_г$ – геометрическая высота подъема воды, м;

S – приведенное сопротивление водовода, $м \cdot с^2/л^2$.

$$H_г = z_2 - z_1 + H_б + h_б = 146 - 136{,}5 + 18 + 4 = 31{,}5 \text{ м}. \quad (29)$$

Величина S, м·с^2/л^2, определяется по формуле [2] :

$$S = \frac{n_{вс} \cdot n_н \cdot H_{н.с.}}{Q_н^2} = \frac{0{,}03 \cdot 10{,}83 \cdot 2}{294^2} = 1{,}49 \cdot 10^{-4} \frac{м \cdot с^2}{л^2}. \quad (30)$$

Результаты расчетов представлены в табл. 6.

Таблица 6

Q, л/с	0	100	200	300	400
SQ^2, м	0	1,49	5,96	13,41	23,84
H , м	31,5	32,99	37,46	44,91	55,34

По данным таблицы строится Q-H характеристика одного водовода (рис. 6). Q-H характеристика второго водовода строится так же, как Q-H характеристика второго параллельно работающего насоса [2].

Графики работы трех параллельно работающих насосов и двух водоводов представлены на рис. 6. Точка пересечения Q-H характеристик всех работающих насосов и всех водоводов называется режимной точкой (точка А) [1,2].

Режимная точка имеет координаты H_A= 44,5 м, Q_A=590 л/с (рис. 6). Координаты режимной точки не должны отличаться от $Q_{н.с.}$ и $H_{тр}$больше, чем на 3–5% [2].

3 Проверка насосов и водоводов на случай аварии

При аварии на одном из водоводов этот трубопровод отключается. Во время аварии вся вода подается по исправленному водоводу. Расход воды при аварии $Q_{ав}$, л/с, определяется по формуле [2] :

$$Q_{ав} = 0{,}7 \cdot Q_{н.с.} = 0{,}7 \cdot 588 = 411{,}6 \text{ л/с}. \quad (31)$$

Расход воды во всасывающих трубопроводах при аварии $Q_{вс}^{ав}$, л/с, определяется по формуле [2] :

$$Q_{вс}^{ав} = \frac{Q_{ав}}{n_{вс}} = \frac{411{,}6}{2} = 205{,}8 \text{ л/с}. \quad (32)$$

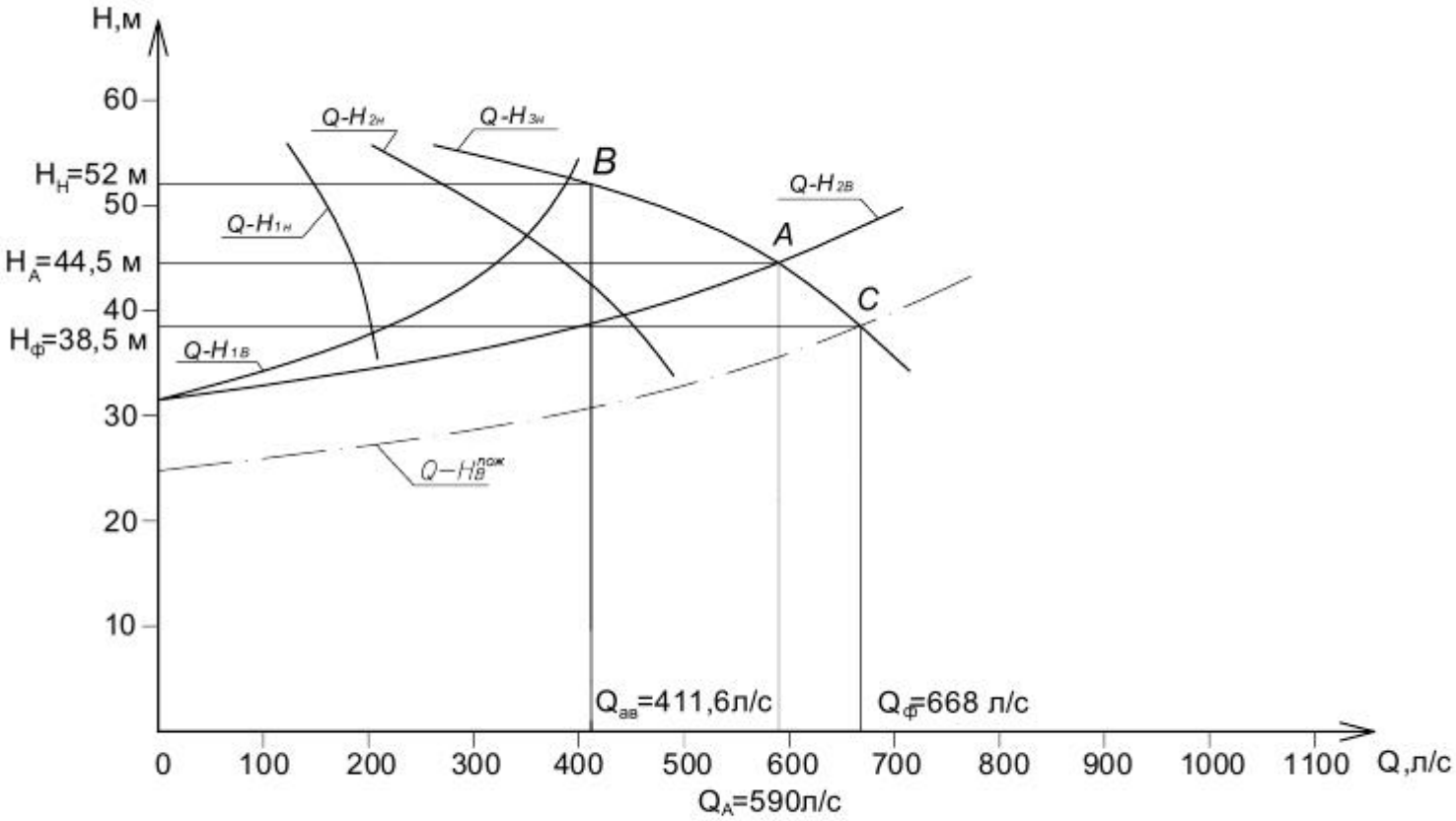


Рис.6. График совместной работы насосов и водоводов ВНС- II

Потери напора во всасывающих трубопроводах при аварии $h_{вс}^{ав}$, м, определяются по формуле [2] :

$$h_{вс}^{ав} = 1{,}1\, i_{вс}^{ав}\, l_{вс}, \qquad (33)$$

где $i_{вс}^{ав} = 1{,}04 \cdot 10^{-3}$ – гидравлический уклон всасывающих трубопроводов при аварии [5].

$$h_{вс}^{ав} = 1{,}1 \cdot 1{,}04 \cdot 10^{-3} \cdot 13 = 0{,}01 \text{ м}.$$

Расход воды в напорных водоводах при аварии $Q_{н}^{ав}$, л/с, определяется по формуле [2] :

$$Q_{н}^{ав} = \frac{Q^{ав}}{n_{н} - 1} = \frac{411{,}6}{2 - 1} = 411{,}6 \text{ л/с}. \qquad (34)$$

Потери напора в напорных водоводах при аварии $h_{н}^{ав}$, м, определяются по формуле [2] :

$$h_{н}^{ав} = 1{,}1\, i_{н}^{ав}\, l_{н}, \qquad (35)$$

где $i_{н}^{ав} = 1{,}14 \cdot 10^{-2}$ – гидравлический уклон напорных водоводов при аварии [5].

$$h_{н}^{ав} = 1{,}1 \cdot 1{,}14 \cdot 10^{-2} \cdot 1657 = 20{,}78 \text{ м}.$$

Требуемый напор при аварии $H_{тр}^{ав}$, м, определяется по формуле [2] :

$$H_{тр}^{ав} = z_2 - z_3 - h_{вс}^{ав} - h_{н}^{ав} - H_{б} - h_{б} - H_{н.с.} = 146 - 136 - 0{,}01 - 20{,}72 - 18 - 4 - 2 - 54{,}79 \text{ м}. \qquad (36)$$

Для снижения потерь напора при аварии, а также для отключения поврежденного при аварии участка напорного водовода с целью проведения ремонтных работ на этих трубопроводах устраиваются переключения (блокировки). Число переключений определяется расчетно-графическим методом. Число переключений $n_{пер}$, шт., определяется по формуле [2] :

$$n_{пер} = \frac{l_{н}}{l_{ав}} - 1, \qquad (37)$$

где $l_{ав}$ – расстояние между переключениями, м.

Величина $l_{ав}$, м, определяется по формуле [2] :

$$l_{ав} = \frac{\frac{h_н}{1,1} i_{ав} l_н}{i_н i_{ав}}, \qquad (38)$$

где $h_н$ – потери напора в напорных водоводах при аварии, если переключения существуют, м; $i_{ав}$ =2,94 10^{-3} – гидравлический уклон напорных водоводов при пропуске аварийного расхода по всем существующим напорным трубопроводам [5].

Величина $h_н$, м, определяется по формуле [2] :

$$h_н = h^{ав} - h_н, \qquad (39)$$

где h – разница между требуемым напором при аварии и напором, развиваемым насосами, м.

Величина h , м, определяется по формуле [2] :

$$h = H_{тр}^{ав} - H_н^{ав}, \qquad (40)$$

где $H_н^{ав}$ = 52м – напор развиваемый насосами при аварии (рис. 6).

$$h = 54,79 - 52 = 2,79 \text{ м}.$$

$$h_н = 20,78 - 2,79 = 17,99 \text{ м},$$

$$l_{ав} = \frac{\frac{17,99}{1,1} 2,94 \cdot 10^{-3} \cdot 1657}{1,14 \cdot 10^{-2} \cdot 2,94 \cdot 10^{-3}} = 1356,97 \text{ м},$$

$$n_{пер} = \frac{1657}{1356,97} = 1,1 \text{ шт.}$$

Принято одно переключение на расстоянии 828,5 м от ВНС-II.

6 Подбор пожарных насосов

При пожаре ВНС-II должна обеспечивать расход на хозяйственно-питьевые нужды и тушение пожара. Таким образом подача ВНС-II при пожаре $Q_{пож}$, л/с, определяется по формуле [2] :

$$Q_{пож} = Q_{max} + q_п = 653,33 + 35 = 688,33 \text{ л/с}. \qquad (41)$$

Требуемый напор при пожаре $H_{ТР}^{пож}$, м , определяется по формуле [2] :

$$H_{тр}^{пож} \quad z_2 \quad z_3 \quad h_{вс}^{пож} \quad h_н^{пож} \quad H_{св}^{пож} \quad H_{н.с.}, \qquad (42)$$

где $h_{вс}^{пож}$ – потери напора во всасывающих трубопроводах при пожаре, м ; $h_H^{пож}$ – потери напора в напорных водоводах при пожаре;

6 $_{св}^{пож}$ = 15 м – требуемый свободный напор при тушении пожара согласно заданию.

Расход воды во всасывающих трубопроводах при пожаре $Q_{вс}^{пож}$, л/с , определяется по формуле [2] :

$$Q_{вс}^{пож} \quad \frac{Q_{пож}}{n_{вс}} \quad \frac{688,33}{2} \; 344,17 \quad л/с \; . \qquad (43)$$

Величина $h_{вс}^{пож}$, м , определяется по формуле [2] :

$$h_{вс}^{пож} \; 1,1 \; i_{вс}^{пож} \; l_{вс} \; , \qquad (44)$$

где $i_{вс}^{пож}$ 2,7 10 ^{3} – гидравлический уклон всасывающих трубопроводов при пожаре [5].

$$h_{вс}^{пож} \quad 1,1 \; 2,7 \; 10^{3} \; 13 \quad 0,04 \; м \; .$$

Расход воды в напорных водоводах при пожаре $Q_{н}^{пож}$, л/с , определяется по формуле [2] :

$$Q_н^{пож} \quad \frac{Q_{пож}}{n_H} \quad \frac{688,33}{2} \; 344,17 \quad л/с \; . \qquad (45)$$

Величина $h_н^{пож}$, м , определяется по формуле [2] :

$$h_н^{пож} \quad 1,1 \; i_н^{пож} \quad l_н \; , \qquad (46)$$

где $i_н^{пож}$ 8,02 10 ^{3} – гидравлический уклон напорных водоводов [5].

$$h_н^{пож} \; 1,1 \; 8,02 \; 10^{3} \; 1657 \quad 14,62 \; м \; .$$

7 $$_{тр}^{пож} \; 146 \; 136 \; 0,04 \; 14,62 \; 15 \; 2 \; 41,66 \; м \; .$$

Строится Q-H характеристика напорных водоводов при пожаре по формуле [2] :

$$H \quad H_Г^{пож} \quad S_{пож} Q^2 \; , \qquad (47)$$

$H_Г^{пож}$ где – геометрическая высота подъема воды при пожаре, м ;

$S_{пож}$ – приведенное сопротивление водоводов при пожаре , $м \; с^2 / л^2$.

пож

$$H_{г}^{пож} \quad z_2 \; z_3 \quad H_{св}^{пож} \quad 146 \; 136 \; 15 \; 25 \, м \, . \qquad (48)$$

Величина $S_{пож}$, $м\, с^2 / л^2$, определяется по формуле [2] :

$$S_{пож} \quad \frac{h_{вс}^{пож} \; h_{н}^{пож} \; H_{н.с.}}{Q_{пож}^2} \quad \frac{0{,}04 \; 14{,}62 \; 2}{688{,}33^2} \; 3{,}52 \; 10^{5} \, м\, с^2 \quad / л^2 \; . \qquad (49)$$

Задаваясь значениями подачи Q по формуле (47), вычисляем Н. Результаты расчетов представлены в табл. 7.

Таблица 7

Q, л/с	0	200	400	600	800
$S_{пож}Q^2$, $м$	0	1,41	5,63	12,67	22,53
Н , м	25	26,41	30,63	37,67	47,53

Q-H характеристика водоводов при пожаре представлена на рис.6.Точка пересечения Q-H характеристики водоводов при пожаре с Q-H характеристикой всех параллельно работающих насосов (точка С) имеет координаты $Q_{пож}^{ф}$ 668 л/с и $H_{пож}^{ф}$ 38,5 м. Таким образом, $Q_{пож}^{ф} < Q_{пож}$ и $H_{пож}^{ф} < H_{тр}^{пож}$. В этом случае при пожаре рабочие насосы выключаются, и начинает работать специальный пожарный насос, который подбирается по каталогу [7] по $Q_{пож}$ и $H_{тр}^{пож}$.

7 качестве пожарного насоса может быть использован насос марки Д2500–62 с номинальной подачей 2500 м^3/ч и номинальным напором 62 м. Частота вращения этого насоса составляет 980 об/мин, КПД – 87 %, допустимый кавитационный запас – 7,5 м, диаметр рабочего колеса – 700 мм. Насос марки Д2500-62 комплектуется электродвигателем марки А13-37-6, мощностью 500 кВт. Масса насосного агрегата достигает 7720 кг [8].

1 Разработка высотной схемы насосной станции

8.1. Определение отметки оси насоса

Поскольку в РЧВ в нашем случае не предусмотрены аварийный и пожарный объемы воды, отметка оси насоса $Z_{о.н.}$, м , определяется по формуле [2] :

$$Z_{о.н.} \quad Z_1 \quad H_{Г}^{доп} \, , \qquad (50)$$

где $H_{г}^{доп}$ – допустимая геометрическая высота всасывания , м .

$$H_{г}^{доп} \quad 10 \quad h_{доп} \quad h_{вс} \quad h_{зап} \quad \frac{{}^{2}_{вх}}{2g} , \qquad (51)$$

где $h_{доп}$ 4 м – допустимый кавитационный запас [7] ; $h_{зап}$ =0,5÷1,5 м – запас на возможное снижение допустимой вакуумметрической высоты всасывания [2] ; $_{вх}$ – скорость движения воды во всасывающем патрубке насоса Д800-57, м/с .

Величина $_{вх}$, м/с , определяется по формуле [2] :

$$v_{вх} \quad \frac{4Q_{1н}}{\Pi d_{вх}^{2}} , \qquad (52)$$

где $d_{вх}$ 0,3 м – диаметр входного патрубка насоса Д800-57 [7].

$$v_{вх} \quad \frac{4\ 0,23}{3,14\ 0,3^{2}}\ 3,26\ м/с .$$

$$H_{г}^{доп} \quad 10 \quad 4 \quad 0,03 \quad 1 \quad \frac{3,26^{2}}{2\ 9,81}\ 4,43\ м .$$

$$Z_{о.н.} \quad 136,5 \quad 4,43 \quad 140,93\ м .$$

Принятая (проектная) отметка оси насоса не должна превышать $Z_{о.н.}$.

8.2. Определение высоты надземной части насосной станции

Высота надземной части ВНС-II $H_{ВНС}$, м , определяется по формуле [2] :

$$H_{ВНС} \quad h_1 \quad h_2 \quad h_3 \quad h_4 \quad h_5 , \qquad (53)$$

где h_1 0,3 м – высота рельса кран-балки с учётом его подвески [8] ; h_2 1,8 м – расстояние от низа монорельса до зева крюка [8] ; h_3 =0,5 ÷ 1 м – высота строповки груза [2] ; h_4 1,18 м – высота насоса Д2500-45 [8] ; h_5 = 0,5м – запас высоты до пола насосной станции [2].

2 $_{ВНС}$ 0,3 1,8 1 1,18 0,5 4,78 $м$.

Высота надземной части КНС должна быть кратна трем [2]. Таким образом, высота надземной части ВНС-II принята равной 6 м.

8.3. Определение глубины заполнения напорных водоводов

Глубина заложения (расстояние от поверхности земли до низа трубопровода) напорных водоводов ВНС-II $H_{зал}$, м , определяется по форму-ле [3] :

$$H_{зал} \quad h_{пром} \quad 0{,}5 \;\; 0.7 \;\; d_{тр} \,, \qquad (54)$$

где $d_{тр}$ = 500 мм – диаметр напорных водоводов.

$$H_{зал} \quad 1{,}8 \quad 0{,}5 \quad 2{,}3 м \quad 0.7 \quad 0{,}5 \quad 1{,}2 \, м \,.$$

Отметка низа напорных водоводов, выходящих из здания ВНС-II, $Z_{тр}$, м , определяется по формуле [2] :

$$Z_{тр} \quad Z_З \quad H_{зал} \quad 142 \;\; 2{,}3 \;\; 139{,}7 \, м \,. \qquad (55)$$

8.4. Разработка высотной схемы насосной станции

На высотной схеме ВНС-II (рис. 7) указываются вынесенные на наружные вертикальные линии [2]:

а) отметки этажей и площадок;
б) отметка поверхности земли у ВНС-II;
в) отметки подошв фундаментов, карнизов, границ
проемов; г) отметка оси насоса;
д) отметки низа трубопроводов, входящих и выходящих из ВНС-
II; е) отметки надземной части ВНС-II.

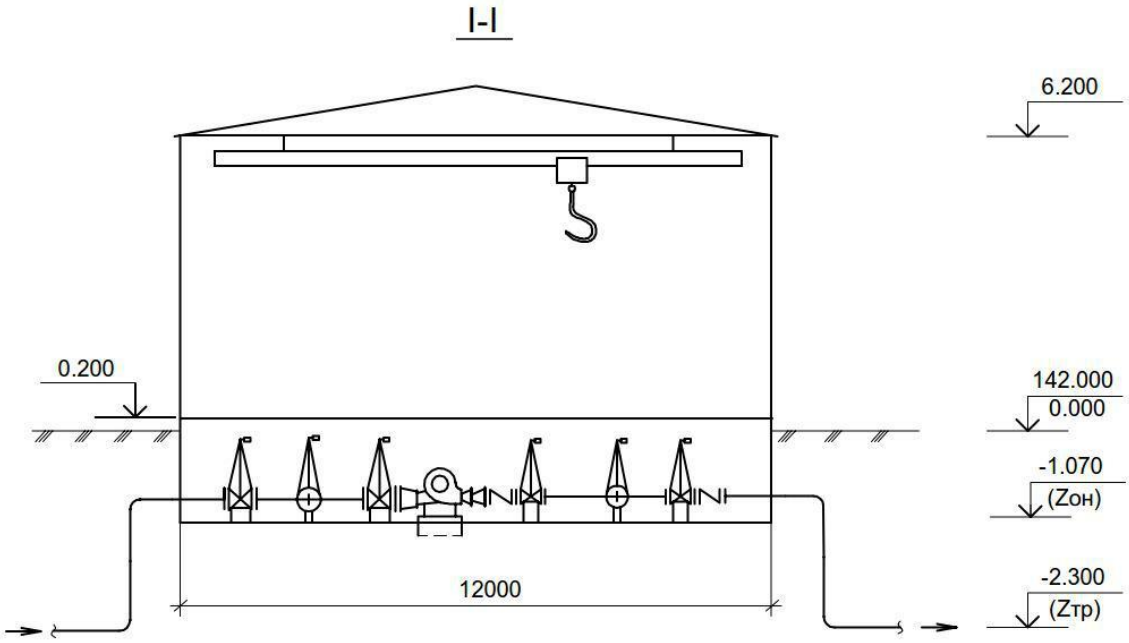


Рис.7. Высотная схема ВНС-II

Указываются величины абсолютных отметок [2]. Фундаменты насосов должны возвышаться над полом не менее, чем на 0,1–0,3 м [1,2]. Пол надземной части ВНС-II должен быть выше планировочной отметки земли z_3 на 0,1–0,2 м [2].

3 Подбор оборудования насосной станции

9.1. Определение числа резервных насосов

Количество резервных насосов принимается по рекомендациям [4] в зависимости от категории надежности и числа рабочих агрегатов, установленных на ВНС-II (Приложение Г). Водопроводные насосные станции второго подъема обычно относятся к I категории надежности [1].

Поскольку на ВНС-II установлено три рабочих насоса, то согласно рекомендациям [4] предусматривается установка двух резервных агрегатов.

9.2. Подбор дренажных насосов

1 процессе работы ВНС-II в ее машинном зале образуются дренажные сточные воды (утечка воды из насосов и трубопроводов, остатки воды после мытья полов, просачивание грунтовых вод и т.п.). По трапам и лоткам эти стоки поступают в дренажный приямок размерами 1×1×1 м, откуда они дренажными насосами подаются в хозяйственно-бытовую канализацию населенного пункта, в котором находится ВНС-II. В качестве дренажных насосов применяются погружные насосы марки ГНОМ (Приложение Д). Погружные насосы принимаются по рекомендациям [6].

1 проекте принят насос ГНОМ 25-20. Подача этого насоса составляет 25 м^3/ч, напор – 20 м, КПД – 46 %, мощность – 4 кВт, частота вращения – 2900 об/мин, а вес – 50 кг.

9.3. Подбор вакуум-насосов

На ВНС-II для заливки рабочих насосов перед их запуском устанавливаются вакуум-насосы: один рабочий и один резервный водокольцевой вакуум-насос, а также один общий циркулярный бак [2].

Производительность вакуум-насоса $Q_{В.Н}$, м^3/мин, определяется по формуле [2] :

$$Q_{в.н.} \quad \frac{K_з (W_{тр} \quad W_н) H_a}{t_з (H_a \quad H_{г.в.})}, \qquad (56)$$

где $K_з$ = 1,05–1,1 – коэффициент запаса [2]; $W_{тр}$ – объем воздуха во всасывающем трубопроводе, м^3; $W_н$ = 0,1–0,5 м^3 – объем воздуха в корпусе насо-са [2]; $H_а$ = 10 м – высота водяного столба, соответствующая атмосферному давлению; $H_{г.в.}$ – геометрическая высота всасывания, м; $t_з$ – время заливки насоса, мин.

Объем воздуха во всасывающем трубопроводе $W_{ТР}$, м^3, определяется по формуле [2] :

$$W_{т.р.} = \frac{\pi d_в^2 c}{4}(l_{вс} + l_{вс}^{/}), \qquad (57)$$

где $l_{вс}^{/}$ =3,7 м – длина всасывающего трубопровода внутри ВНС-II от входа в станцию до наиболее удаленного насоса.

$$W_{т.р.} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}6^2}{4}(13 + 5{,}7) = 5{,}28\ м^3 .$$

Время заливки пожарных насосов составляет 2 минуты, а время заливки всех остальных – 5 минут [1,2]. Величина $H_{г.в.}$, м, определяется по формуле [2] :

$$H_{Г.В.} = Z_{О.Н.} - Z_з = 0{,}5 + 140{,}93 - 136 = 0{,}5 + 5{,}43\ м . \qquad (58)$$

$$Q_{в.н.} = \frac{1{,}1(5{,}28 + 0{,}3) \cdot 10}{2 \cdot (10 + 5{,}43)} = 6{,}72\ м^3 / мин.$$

Принят вакуум-насос марки ВВН-12, который имеет подачу равную 1 м^3/мин, частоту вращения – 1000 мин$^{-1}$, массу – 1116 кг (Приложение Е). Данный вакуум-насос работает с электродвигателем марки 4А200М6, мощ-ностью 22 кВт [8].

9.4. Подбор силовых трансформаторов

Для электроснабжения ВНС-II используются силовые понижающие трансформаторы. Для насосных станций I-II категории надежности электроснабжение осуществляется от двух независимых источников.

Количество рабочих трансформаторов не должно превышать двух [2].

Мощность силовых трансформаторов, $N_{ТР}$, кВ А, определяется по формуле [1, 2] :

$$N_{тр} = K_{сп} \sum_{i=1}^{пр} \frac{N_{дв}}{\eta_{дв} \cdot \cos} , \qquad (59)$$

где $K_{сп}$ = 0,6-0,95 – коэффициент спроса, принимается в зависимости от числа рабочих насосов, назначения насосной станции и режима ее рабо-ты [2]; $N_{дв}$ = 160 кВт – номинальная мощность электродвигателя насоса или вспомогательного оборудования, присоединяемого к трансформатору;

$_{дв}$ =0,85 – КПД электродвигателя [2]; cos =0,85 – коэффициент мощности электродвигателя [3]. 0,8 4 200

$$N_{тр} \quad \text{———} \quad 885{,}8\ кВ\ А\ .$$

Напряжение в линиях электропередач, подводящих электроэнергию к ВНС-II, согласно заданию, составляет 6,6 кВ. Принят рабочий трансформатор типа ТМН 1000/10 (Приложение Ж). Длина трансформатора составляет 2,57 м, ширина – 2,135 м, высота – 3,16 м, масса – 4,41 т.

Силовые трансформаторы устанавливаются в отдельных помещениях, пристраиваемых к зданию насосной станции [1]. В трансформаторной, кроме рабочего трансформатора, устанавливается один резервный [2].

Трансформаторы размещаются в специальных камерах, размеры которых на 500-700 мм больше размеров трансформаторов [2].

Кроме трансформаторной, на ВНС-II имеется электрощитовая, в которой размещаются распределительные устройства и щиты управления [2]. Трансформаторная, электрощитовая и диспетчерский пункт располагаются 1 непосредственной близости. Они должны сообщаться друг с другом с помощью дверных проемов и иметь свой собственных выход на улицу. Кроме того, эти помещения должны иметь выход в машинный зал. Помещения трансформаторной снабжаются воротами для перемещения трансформаторов. Каждый электродвигатель имеет свой щит управления [2].

9.5. Подбор грузоподъемного оборудования

Для монтажа, демонтажа и ремонта насосных агрегатов, а также другого технологического оборудования на ВНС-II предусматривается размещение грузоподъемного оборудования [1,2]. Оно устанавливается в машинном зале ВНС-II. В качестве грузоподъемного оборудования на ВНС-II обычно применяются однобалочные электрические подвесные краны [4]. Грузоподъемное оборудование подбирается по грузоподъемности и пролету здания насосной станции. Величина грузоподъемности определяется весом монтируемого оборудования, а величина пролета зависит от размеров насосной станции в плане.

Подвесные однобалочные электрические краны подбираются по Приложению И. В машинном зале ВНС-II установлен подвесной электрический однобалочный кран грузоподъемностью 5 т, пролетом 11,4 м.

9.6. Подбор арматуры и фасонных частей

На ВНС-II используется водопроводная арматура и фасонные части
2 Поскольку в нашем случае ВНС-II проектируется с полуавтоматическим режимом управления, что подразумевает наличие собственного диспетчерского пункта, то используемая запорно-регулирующая арматура должна иметь электропривод [2]. Арматура и фасонные части, применяемые на КНС, подбираются по рекомендациям [6]. К установке на ВНС-II рекомендуется применять следующую арматуру и фасонные части:

а) задвижки с выдвижным шпинделем стальные с электроприводом на D_y 600 мм и P_y 1,6 МПа по ГОСТ 10194-78* (11 шт);

б) задвижки с выдвижным шпинделем стальные с электроприводом на D_y 400 мм и P_y 1,6 МПа по ГОСТ 10194-78* (11 шт);

в) обратные клапаны поворотные однодисковые чугунные на D_y 400 мм и P_y 1,0 МПа по ГОСТ 19827-74* (8 шт);

г) отводы крутоизогнутые бесшовные приварные из углеродистой стали 1 углом 90° на D_y 600 мм и P_y 2,5 МПа по ГОСТ 17375-83 (2 шт);

д) отводы крутоизогнутые бесшовные приварные из углеродистой стали 1 углом 90° на D_y 400 мм и P_y 2,5 МПа по ГОСТ 17375-83 (2 шт);

е) переходы эксцентрические сварные из углеродистой стали на D_y x d_y 600×500 мм и P_y 4 МПа по МН 2884-62 (1 шт);

е) переходы эксцентрические сварные из углеродистой стали на D_y x d_y 600×300 мм и P_y 4 МПа по МН 2884-62 (5 шт);

ж) переходы концентрические из углеродистой стали на D_y x d_y 400×300 мм и P_y 4 МПа по ГОСТ 17378-83 (1 шт);

з) переходы концентрические с из углеродистой стали на D_y x d_y 400×250 мм и P_y 4 МПа по ГОСТ 17378-83 (5 шт);

и) тройник равнопроходной сварной из углеродистой стали на D_y 600 мм и P_y 10 МПа по МН 2887-62 (2 шт);

к) тройник равнопроходной бесшовный из углеродистой стали на D_y 400 мм и P_y 10 МПа по ГОСТ 17376-83 (2 шт).

2 Разработка объемно-планировочных решений насосной станции

10.1. Разработка схемы обвязки насосов

Для разработки объемно-планировочных решений насосной станции, кроме ее высотной схемы, необходима схема обвязки насосных агрегатов, т.е. план машинного зала. Расположение насосных агрегатов и трубопро-

водов должно обеспечивать надежность действия основного и вспомогательного оборудования, а также удобство, простоту и безопасность его обслуживания. Целесообразно применять однорядную схему расположения насосных агрегатов в машинном зале [2].

Для нашей ВНС-II схема расположения насосных агрегатов в плане представлена на рис. 8. На этой схеме указываются диаметры всасывающих и напорных трубопроводов, а также размеры устанавливаемой арматуры и фасонных частей.

Длины и ширина насосной станции и ее машинного зала должны быть кратны трем и соответствовать унифицированным размерам (6, 9, 12, 15, 18, 24 м и .т.д.) [2].

5 машинном зале должны быть проходы шириной не менее [2]: а) между насосами и электродвигателями – 1 м;

б) между насосами или электродвигателями и стеной в заглубленных помещениях – 0,7 м;

в) между насосами или электродвигателями и стеной в прочих помещениях – 1 м;

г) между неподвижными выступающими частями оборудования – 0,7 м;

д) перед распределительным электрическим щитом – 2 м.

Для каждого насоса предусматриваются отдельный всасывающий и отдельный напорный трубопроводы, соединяющиеся внутри ВНС-II с соответствующими коллекторами. Всасывающие трубопроводы вне и внутри ВНС-II присоединяются к соответствующему коллектору.

Напорные трубопроводы внутри ВНС-II и напорные водоводы также присоединяются к соответствующему коллектору. На всасывающих трубопроводах ВНС-II устанавливаются эксцентрические переходы, а на напорных – концентрические [2]. Всасывающие и напорные трубопроводы внутри ВНС-II прокладываются открыто по полу и стенам машинного зала. Под арматуру и трубопроводы предусматривают бетонные опоры высотой 100-200 мм. При напоре более 30 м на напорных трубопроводах каждого насоса перед задвижкой устанавливают обратные клапаны [1].

Количество запорно-регулирующей арматуры должно обеспечивать надежность работы насосной станции, а также возможность производить ремонт и замену насосных агрегатов без остановки ВНС-II. Длины всасывающих и напорных трубопроводов внутри ВНС-II, а также количество арматуры на них должно быть минимальным [2].

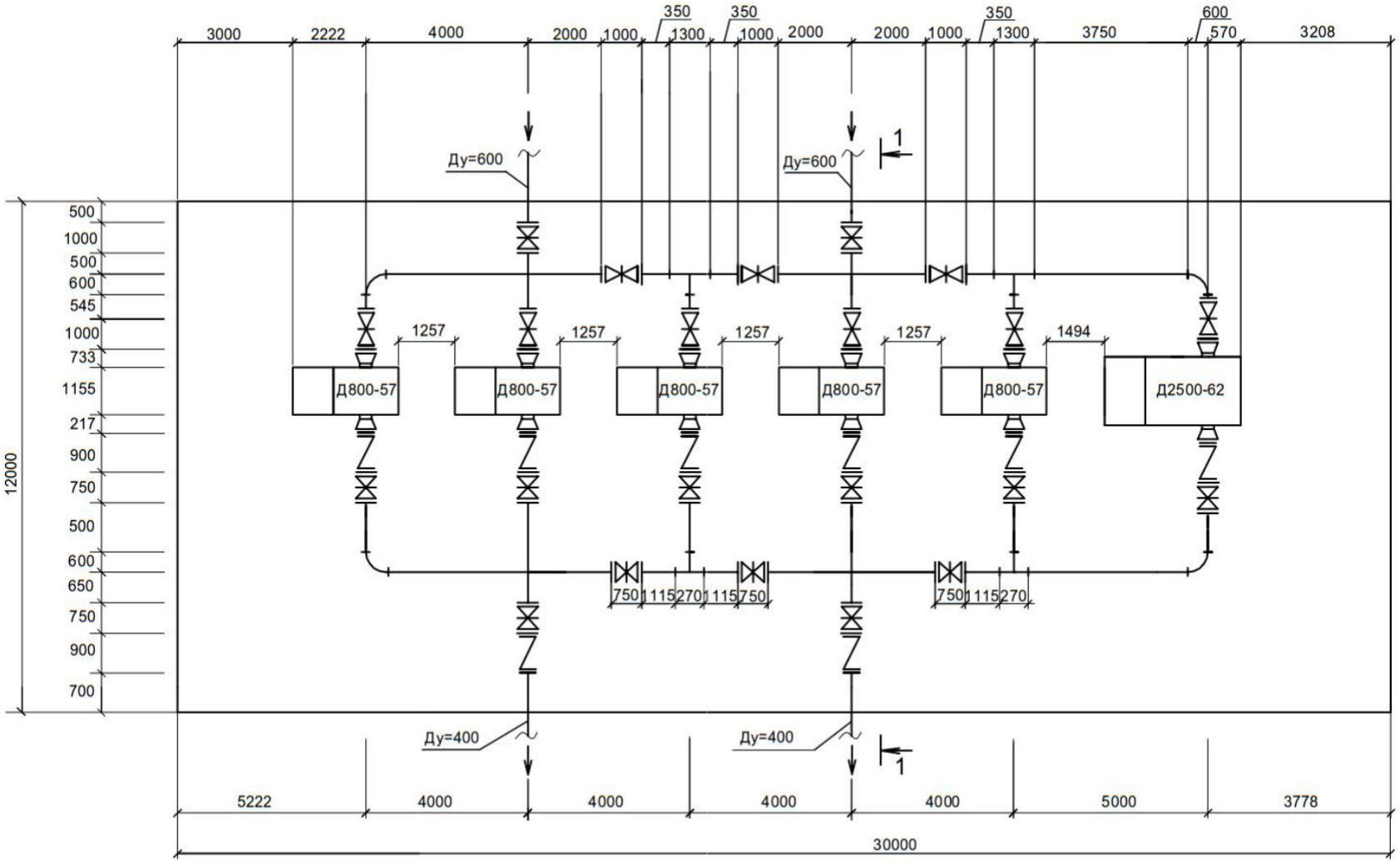


Рис.8. Схема машинного зала ВНС-II с однорядным размещением насосов

10.2. Разработка чертежей насосной станции

По разработанной схеме машинного зала и высотной схеме насосной станции разрабатывается план ВНС-II, ее продольные и поперечные разрезы в масштабе 1:50 и 1:100. На плане наносят осевую сетку с нумерацией осей : параллельно пролету здания – арабскими цифрами, перпендикулярно пролету снизу – вверх заглавными буквами русского алфавита [2].

Даются привязанные размеры осей, оборудования и трубопроводов. На чертежах разрезов ВНС-II обозначаются оси несущих конструкций и осевые размеры, а также выносятся все необходимые отметки. На одном из разрезов ВНС-II при помощи выносных линий указываются конструкция кровли, межэтажных перекрытий и полов, показывается наличие гидроизоляции и других специальных покрытий [2].

Гидроизоляция наносится на поверхности, расположенные ниже уровня грунтовых вод. Слой гидроизоляции располагается на 0,5 м выше этого уровня [1]. Составляется экспликация помещений на чертежах вместе с планом и разрезами.

На ВНС-II предусматриваются следующие помещения: трансформаторная, электрощитовая, диспетчерский пункт, бытовые помещения персонала, санузел, душевая, мастерская и склад. Размеры этих помещений приняты согласно рекомендациям [1;4].

10.3. Составление спецификаций оборудования насосной станции

После разработки объемно-планировочных решений ВНС-II составляется спецификация установленного в ней оборудования. Форма спецификации представлена в Приложении Л. Вначале указывается оборудование (рабочие и резервные насосы, дренажные насосы, вакуум-насосы, грузоподъемное оборудование), затем арматура (задвижки, клапаны), потом фасонные части (отводы, переходы тройники) и, наконец, трубы [2]. Спецификация оборудования приводится в пояснительной записке.

3 Определение величины потерь напора во внутренних коммуникациях насосной станции

После разработки объемно-планировочных решений ВНС-II уточняются потери напора в ее внутренних коммуникациях. Потери напора определяются для насосного агрегата с наибольшей длиной всасывающего и напорного трубопроводов. Величина потерь напора $H_{н}^{ф}{}_{.с.}$,м, определяется по формуле [2]:

$$H_{н}^{ф}{}_{.с.} = H_{н}^{вс}{}_{.с.} + H_{н}^{н}{}_{.с.} \ , \qquad (60)$$

где $H_{н}^{вс}{}_{.с.}$ – потери напора во всасывающем трубопроводе, м ; $H_{н}^{н}{}_{.с.}$ – потери напора в напорном трубопроводе, м.

Величина $H_{н}^{вс}{}_{.с.}$, м, определяется по формуле [2] :

$$H^{вс}_{н.с.} = i_{вс} \quad l_{вс} \quad , \qquad \frac{{}^{2}_{вс}}{2g} \quad {}_{3} \quad \frac{{}^{2}_{вх}}{2g} \quad , \tag{61}$$

где – коэффициент местных сопротивлений (табл. 8); $_{3}$ = 0,1 – коэффициент местных сопротивлений для перехода суживающего; $_{вс}$ = 1,01 м/с – скорость движения воды во всасывающих трубопроводах [5]; $_{вх}$ – скорость движения воды во всасывающем патрубке, м/с.

Таблица 8

Тип местного сопротивления	Коэффициент местных сопротивлений	Количество, шт.
Задвижка полностью открытая	$_{1}$ =0,1	3
Тройник в направлении отверстия	$_{2}$ =1,5	2

Величина $_{вх}$, м/с, определяется по формуле [2] :

$$_{вх} \frac{4\,Q_{1H}}{d_{вх}{}^{2}} \quad \frac{4\;0{,}23}{3{,}14\;0{,}32} \quad {}_{3{,}26}\ \text{м/с} \ . \tag{62}$$

$$H_{н}^{вс}{}_{.с.} = 2{,}09\;10^{3}\;5{,}70{,}1\;3\;\;1{,}5\;2 \quad \frac{1{,}01^{2}}{2\;9{,}81}\;0{,}1 \quad \frac{3{,}26^{2}}{2\;9{,}81} \quad 0{,}23\ \text{м} \ .$$

Величина $H_{н}^{н}{}_{.с.}$, м, определяется по формуле [2] :

$$H_{н}^{н}{}_{.с.} = i_{н}{}' \; l_{н}{}' \qquad \frac{{}^{2}_{н}}{2g} \quad {}_{4} \quad \frac{{}^{2}_{вых}}{2g} \quad . \tag{63}$$

где $l_{н}'$ =11,03 м – длина напорных трубопроводов внутри насосной станции;

$i_{н}'$ = 5,2·10^{-3} – гидравлический уклон стальных напорных трубопроводов [5];

– коэффициент местных сопротивлений (табл. 9);

$_{н}$ = 1,43 м/с – скорость движения воды в стальных напорных трубопроводах [5];

$_{4}$ = 0,25 – коэффициент местных сопротивлений для перехода суживающего [2];

$_{вых}$ – скорость движения воды в напорном патрубке, м/с.

Таблица 9

Тип местного сопротивления	Коэффициент местных сопротивлений	Количество, шт.
Обратный клапан	$_1$ =1,7	2
Задвижка полностью открытая	$_2$ =0,1	3
Тройник в направлении ответвления	$_3$ =1,5	2

Величина $_{вых}$, м/с, определяется по формуле [2] :

$$\frac{4\,Q_{1H}}{} \quad , \qquad (64)$$

где $d_{вых}$ = 0,25 м – диаметр напорного патрубка.

$$_{вых} \quad \frac{4\ 0{,}23}{3{,}14\ 0{,}25^2} \quad 4{,}69 \text{ м/с .}$$

$$H_{н}^{н}{}_{.с.} = 5{,}2\ 10^{3}\ \ 11{,}031{,}7\ 2\ \ 0{,}1\ 3\ \ 1{,}5\ 2 \quad \frac{1{,}43^2}{2\ 9{,}81} \quad 0{,}25\frac{4{,}69^2}{2\ 9{,}81} \quad 1{,}04 \text{ м .}$$

$$H_{н}^{ф}{}_{.с.} \ \ 0{,}23\ \ 1{,}04\ \ 1{,}27 \text{ м .}$$

Эта величина меньше $H_{н}^{н}{}_{.с.}$ = 2 м; таким образом перерасчета насосной станции не требуется [2].

9 Основные технико-экономические показатели насосной станции

Коэффициент полезного действия насосной станции $_{н.с.}$ определяется по формуле [1,2] :

$$_{н.с.} \quad \frac{Q_{1н}\,H_{ТР}\,t_1 \quad Q_{2\,н}\,H_{ТР}t_2 \quad \ldots \quad Q_{iн}\,H_{ТР}t_i}{\frac{Q_{1н}\,H_{ТР}\,t_1}{aI} \quad \frac{Q_{2\,н}\,H_{ТР}t_2}{aII} \ldots \quad \frac{Q_{iн}\,H_{ТР}t_i}{ai}} \quad , \qquad (65)$$

где $_{aI}$, $_{aII}$,.... $_{ai}$ – КПД одного, двух,….. i- параллельно работающих насосов.

В нашем случае имеем :

$$_{н.с.} \quad \frac{Q_{1н}\,H_{ТР}\,t_1 \quad Q_{2н}\,H_{ТР}\,t_2 \quad Q_{3н}\,H_{ТР}\,t_3}{\frac{Q_{1н}\,H_{ТР}\,t_1}{aI} \quad \frac{Q_{2н}\,H_{ТР}\,t_2}{aII} \quad \frac{Q_{3н}\,H_{ТР}\,t_3}{aIII}} \quad , \qquad (66)$$

где $Q_{1н}$ = 0,23 м^3/с; $Q_{2н}$ =0,42 м^3/с; $Q_{3н}$ =$Q_{н.с.}$ = 0,59 м^3/с;

■ $_{.ТР}$ = 44,36 м = 443,6 кПа; t_1 = 4 ч; t_2 = 6 ч; t_3 = 14 ч.

КПД насосных агрегатов определяется по формуле [2] :

$$a_{Iн Iдв}$$

$$a_{II} \quad {}_{нI\ II дв} \qquad (67)$$

$$a_{III} \quad {}_{нI\ II\ III дв} \quad ,$$

где ${}_{нI} = 0{,}82$; ${}_{нI\ II} = 0{,}8$; ${}_{нI\ II\ III} = 0{,}77$.

$$a_I \ 0{,}82\ 0{,}85\ 0{,}7 \ .\ a_{II}\ 0{,}8$$

$$0{,}85\ 0{,}68 \ .\ a_{III}\ 0{,}77$$

$$0{,}85\ 0{,}65 \ .$$

$$_{н.с.} \quad \frac{0{,}23\ 443{,}6\ 4 \quad 0{,}42443{,}6\ 6 \quad 0{,}59\ 443{,}6\ 14}{\frac{0{,}23\ 443{,}6\ 4}{0{,}7} \quad \frac{0{,}42443{,}6\ 6}{0{,}68} \quad \frac{0{,}59\ 443{,}6\ 14}{0{,}65}} \ 0{,}66 \ .$$

Удельный расход электроэнергии $a_{уд}$ определяется по формуле [2] :

$$a_{уд} \quad \frac{1}{{}_{н.с}} \quad \frac{1}{0{,}66} \quad 1{,}52 \ . \qquad (68)$$

Удельный расход электроэнергии на 1000 т-м $N_{уд}$, $\frac{кВт\ ч}{1000 Тм}$, определяется по формуле [2] :

$$N_{уд} \quad \frac{2{,}724}{{}_{н.с.}} \quad \frac{2{,}724}{0{,}66} \ 4{,}13 \quad \frac{кВт\ ч}{1000 Тм} \ . \qquad (69)$$

Расход электроэнергии за год $A_ф$, кВт·ч, определяется по формуле [2] :

$$A_ф = 0{,}85\ 365 \left(\frac{Q_{1н}\ H\ t_{TP\ 1}}{a_I} \quad \frac{Q_{2H}\ H\ t_{TP\ 2}}{a_{II}} \quad .... \frac{Q_{iH}\ H\ t_{TP\ i}}{a_i} \right) . \qquad (70)$$

Для нашего случая имеем :

$$A_ф \quad 0{,}85\ 365 \left(\frac{Q_{1н}\ H\ t_{TP\ 1}}{a_I} \quad \frac{Q_{2H}\ H\ t_{TP\ 2}}{a_{II}} \quad \frac{Q_{iH}\ H\ t_{TP\ 3}}{a_{III}} \right)$$

$$0{,}85\ 365 \left(\frac{0.23\ 443.6\ 4}{0.7} \quad \frac{0.42\ 443.6\ 6}{0.68} \quad \frac{0.59\ 443.6\ 14}{0.65} \right) \ 2440125\ кВт\ ч.$$

Список литературы

1. Карелин В.Я. Насосы и насосные станции / В.Я. Карелин, А.В. Минаев.– М. : Бастет, 2010.– 448 с.

Расчет и проектирование водопроводной насосной станции второго подъема: методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 290800 «Водоснабжение и водоотведение»/ Сост: А.Б. Адельшин [и др] .– Казань:КГАСУ,2006.–47 с.

Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения: справочник / Под ред. Б.Н. Репина.– М. : Высшая школа, 1995.–431 с.

СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Введ. 01.01.2013.–М. : Минрегион России , 2012.– 109 с.

Шевёлев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб/ Ф.А. Шевелёв, А.Ф. Шевелёв.– М. : ООО ИД «БАСТЕТ», 2008.– 352 с.

Монтаж систем внешнего водопровода и канализации: справочник монтажника / Под ред. А.К. Перешивкина.– М.: Стройиздат, 1988.– 653 с.

Центробежные насосы двухстороннего входа: каталог.– М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1982.–24 с.

Оборудование водопроводно-канализационных сооружений: справочник монтажника / Под ред. А.С. Москвитина.– М. : Стройиздат, 1979.– 430 с.

Электротехнический справочник: Т2: электротехнические изделия 19 устройства.– М.: Энергоатомиздат, 1986.– 712 с.

· Насосы центробежные двухстороннего входа типа Д и агрегаты электронасосные на их основе. Руководство по эксплуатации Н03.3.302.00.00.000 РЭ.– Ливны: ОАО «ГМС Насосы».– 105 с.

Приложение А

Распределение среднесуточных расходов на хозяйственно-питьевые нужды согласно рекомендациям [2]

Часы суток	Расход воды, %, при К										
	1,2	1,25	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5	1,8	1,9	2	2,5
0-1	3,5	3,35	3,2	3,0	2,5	2,0	1,5	0,9	0,85	0,75	0,6
1-2	3,45	3,75	3,25	3,2	2,65	2,1	1,5	0,9	0,85	0,75	0,6
2-3	3,45	3,3	2,9	2,5	2,2	1,85	1,5	0,9	0,85	0,75	1,2
3-4	3,4	3,2	2,9	2,6	2,25	1,9	1,5	1,0	1,0	1,0	2,0
4-5	3,4	3,25	3,35	3,5	3,2	2,85	2,5	2,35	2,7	1,0	3,5
5-6	3,55	3,4	3,75	4,1	3,9	3,7	3,5	3,85	4,7	3,0	3,5
6-7	4,0	3,85	4,15	4,5	4,5	4,5	4,5	5,2	5,35	5,5	4,5
7-8	4,4	4,45	4,65	4,9	5,1	5,3	5,5	6,2	5,85	5,5	10,2
8-9	5,0	5,2	5,05	4,9	5,35	5,8	6,25	5,5	4,5	5,5	8,8
9-10	4,8	5,05	5,4	5,6	5,85	6,05	6,25	4,85	4,2	3,5	6,5
10-11	4,7	4,85	4,85	4,9	5,35	5,8	6,25	5,0	5,5	3,5	4,1
11-12	4,55	4,6	4,6	4,7	5,25	5,7	6,25	6,5	7,5	6,0	4,1
12-13	4,55	4,6	4,5	4,4	4,6	4,8	5,0	7,5	7,9	8,5	3,5
13-14	4,45	4,55	4,3	4,1	4,4	4,7	5,0	6,7	6,35	8,5	3,5
14-15	4,6	4,75	4,4	4,1	4,6	5,05	5,5	5,35	5,2	6,0	2,0
15-16	4,6	4,7	4,55	4,4	4,6	5,3	6,0	4,65	4,8	5,0	6,2
16-17	4,6	4,65	4,5	4,3	4,9	5,48	6,0	4,5	4,0	5,0	10,4
17-18	4,3	4,35	4,25	4,1	4,8	5,05	5,5	5,5	4,5	3,5	9,4
18-19	4,35	4,4	4,45	4,5	4,7	4,85	5,0	6,3	6,2	3,5	7,3
19-20	4,25	4,3	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	5,35	5,7	6,0	1,6
20-21	4,25	4,3	4,4	4,5	4,4	4,2	4,0	5,0	5,5	6,0	1,6
21-22	4,15	4,2	4,5	4,8	4,2	3,6	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0
22-23	3,9	3,75	4,2	4,6	3,7	2,85	2,0	2,0	2,0	2,0	0,6
23-24	3,8	3,7	3,5	3,3	2,7	2,1	1,5	1,0	1,0	1,0	0,6
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Приложение Б

Величина коэффициента запаса мощности K_M [1]

Мощность насоса, кВт	до 20	20-50	50-300	более 300
Величина K_M	1,25	1,2	1,15	1,1

Приложение В

Нормативный процент срезки [1]

Коэффициент быстроходности, n_S	Нормативный процент срезки
60-100	15-20
120-200	11-15
200-300	7-11

Приложение Г

Количество резервных насосов, устанавливаемых на ВНС-II [4]

Количество рабочих агрегатов одной группы	Количество резервных агрегатов в насосной станции для категории		
	I	II	III
до 6	2	1	1
свыше 6 до 9	2	1	-
больше 9	2	2	-

Примечания.

В количество рабочих агрегатов включаются пожарные насосы.

Количество рабочих агрегатов одной группы, кроме пожарных, должно быть не менее двух. В насосных станциях I и II категории при обосновании допускается установка одного рабочего агрегата.

При установке в одной группе насосов с разными характеристиками количество резервных агрегатов следует принимать для насосов большей производительности по настоящей таблице, а резервный насос меньшей производительности хранить на складе.

1) В насосных станциях водопроводных населенных пунктов с числом жителей до 5 тыс. чел. при одном источнике электроснабжения следует устанавливать резервный пожарный насос с двигателем внутреннего сгорания и автоматическим запуском (от аккумуляторов).

2) В насосных станциях II категории при количестве рабочих агрегатов 10 и более, 1 резервный агрегат допускается хранить на складе.

Приложение Д

Технические характеристики насосов марки ГНОМ [2]

Марка насоса	Подача, $м^3$/ч	Напор, м	Частота вращения, об/мин	КПД насоса, %	Мощность электродвигателя, кВт	Размеры, мм			Вес, кг
						длина	ширина	высота	
ГНОМ 10-10	10	10	2900	42	1,1	280	210	450	22
ГНОМ 16-25	16	25	2900	32	2,2	320	232	480	32
ГНОМ 25-20	25	20	2900	46	4,0	400	280	570	50
ГНОМ 100-25	100	25	2900	56	15,0	590	385	820	140

Приложение Е

Технические характеристики водокольцевых вакуум-насосов [2]

Марка вакуум-насоса	Подача, $м^3$/мин	Электродвигатель			Масса агрегата с водосборником, кг	Габаритные размеры насосного агрегата, мм
		марка	мощность, кВт	частота вращения, об/мин		
ВВН-1,5	1,5	АО2-41-4	4	1450	172	650×562×650
ВВН-3	3	АО2-51-4	7,5	1450	355	1225×527×990
ВВН-6	6	4А160М4	18,5	1500	766	1500×580×1370
ВВН-12	12	4А200М6	22	1000	1116	1800×780×1750

Приложение Ж

Технические данные и конструктивные размеры силовых трансформаторов согласно рекомендациям [2]

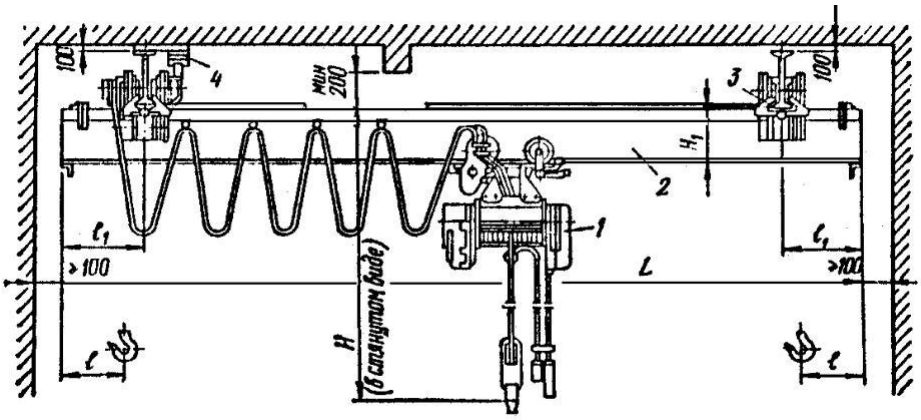
Марка трансформатора	Мощность, кВ·А	Напряжение, кВ	Размеры трансформатора, мм			Вес трансформатора, кг
			длина	ширина	высота	
ТМ 320/6-10	320	6	1860	1170	1705	1850
ТМ 560/10	560	10	2420	1360	1947	2160
ТМ 750/10	750	10	2405	1520	2470	2720
ТМ 1800/10	1800	10	2960	1740	3430	5720
ТСМ 60/6-10	60	6	995	905	1040	350
ТСМ 100/6-10	100	6	1065	925	1105	440
ТСМ 180/6-10	180	6	1580	965	1365	710
ТСМ 320/6-10	320	6	1820	1120	1645	1005
ТСМ 560/6-10	560	6	2020	1250	2030	1520
ТМН 560/10	560	10	2060	2035	2315	2670
ТМН 750/10	750	10	2290	2135	2570	2770
ТМН 1000/10	1000	6	2570	2135	3160	4410

Примечание.

Размеры трансформаторной камеры больше размеров трансформатора на 500–700 мм.

Приложение И

Размеры и масса кранов однобалочных электрических грузоподъемностью 1–5 т по ГОСТ 7890-73 согласно рекомендациям [2]



1 – электродвигатель; 2 – мост; 3 – механизм передвижения крана; 4 – троллеи

Пролет, м	Грузоподъемность, т	Размеры, мм				Масса, кг
		H	H_1	l	l_1	
1	2	3	4	5	6	7
3,6	1	1120	260	660	300	590
	2	1350	320	710		785
	3,2	1635	325	750		1060
	5	1910	390	900		1470
4,2	1	1120	260	660	600	610
	2	1290	260	710		815
	3,2	1635	325	750		1095
	5	1910	390	900		1510
5,1	1	1125	265	660	300	695
	2	1360	330	710		895
	3,2	1645	335	750		1180
	5	2010	490	900		1745
5,7	1	1125	265	660	600	720
	2	1300	270	710		930
	3,2	1645	335	750		1215
	5	2010	490	900		1790

1	2	3	4	5	6	7
6,6	1	1125	265	660	300	800
	2	1360	330	710		1025
	3,2	1705	395	750		1380
	5	2010	490	900		1890
7,2	1	1125	265	660	600	830
	2	1360	330	710		1060
	3,2	1705	395	750		1420
	5	2010	490	900		1945
7,8	1	1125	265	660	900	860
	2	1360	330	710		1100
	3,2	1705	395	750		1460
	5	2010	490	900		2070
8,4	1	1125	265	660	1200	890
	2	1360	330	710		1335
	3,2	1705	395	750		1500
	5	2010	490	900		2070
10,2	1	1125	265	660	600	1025
	2	1420	390	710		1390
	3,2	1795	485	750		1895
	5	2160	640	900		2430
10,8	1	1125	265	660	900	1045
	2	1420	390	710		1425
	3,2	1795	485	750		1945
	5	2160	640	900		2480
11,4	1	1125	265	660	1200	1070
	2	1420	390	710		1465
	3,2	1795	485	750		1995
	5	2160	640	900		2530
12	1	1125	265	660	1500	1100
	2	1420	390	710		1505
	3,2	1795	485	750		2045
	5	2160	640	900		2590
13,2	1	1185	325	660	600	1330
	2	1600	570	710		1755
	3,2	1945	635	750		2175
	5	2170	650	900		2955
13,8	1	1185	325	660	900	1365
	2	1600	570	710		1800
	3,2	1945	635	750		2235
	5	2170	650	900		3020

1	2	3	4	5	6	7
14,4	1	1185	325	660	1200	1405
	2	1600	570	710		1845
	3,2	1945	635	750		2285
	5	2170	650	900		3085
15	1	1185	325	660	1500	1440
	2	1600	570	710		1890
	3,2	1945	635	750		2335
	5	2170	650	900		3150
16,2	1	1245	385	660	600	1715
	2	1545	515	710		2350
	3,2	1956	645	750		2985
	5	2170	650	900		3735
16,8	1	1245	385	660	900	1750
	2	1545	515	710		2405
	3,2	1955	645	750		3110
	5	2170	650	900		3820
17,4	1	1245	385	660	1200	1790
	2	1545	515	710		2455
	3,2	1955	645	750		3110
	5	2170	650	900		3890
18	1	1245	385	660	1500	1830
	2	1545	515	710		2570
	3,2	1955	645	750		3170
	5	2170	650	900		3965

Приложение К

Насосы центробежные двухстороннего входа типа Д [1]

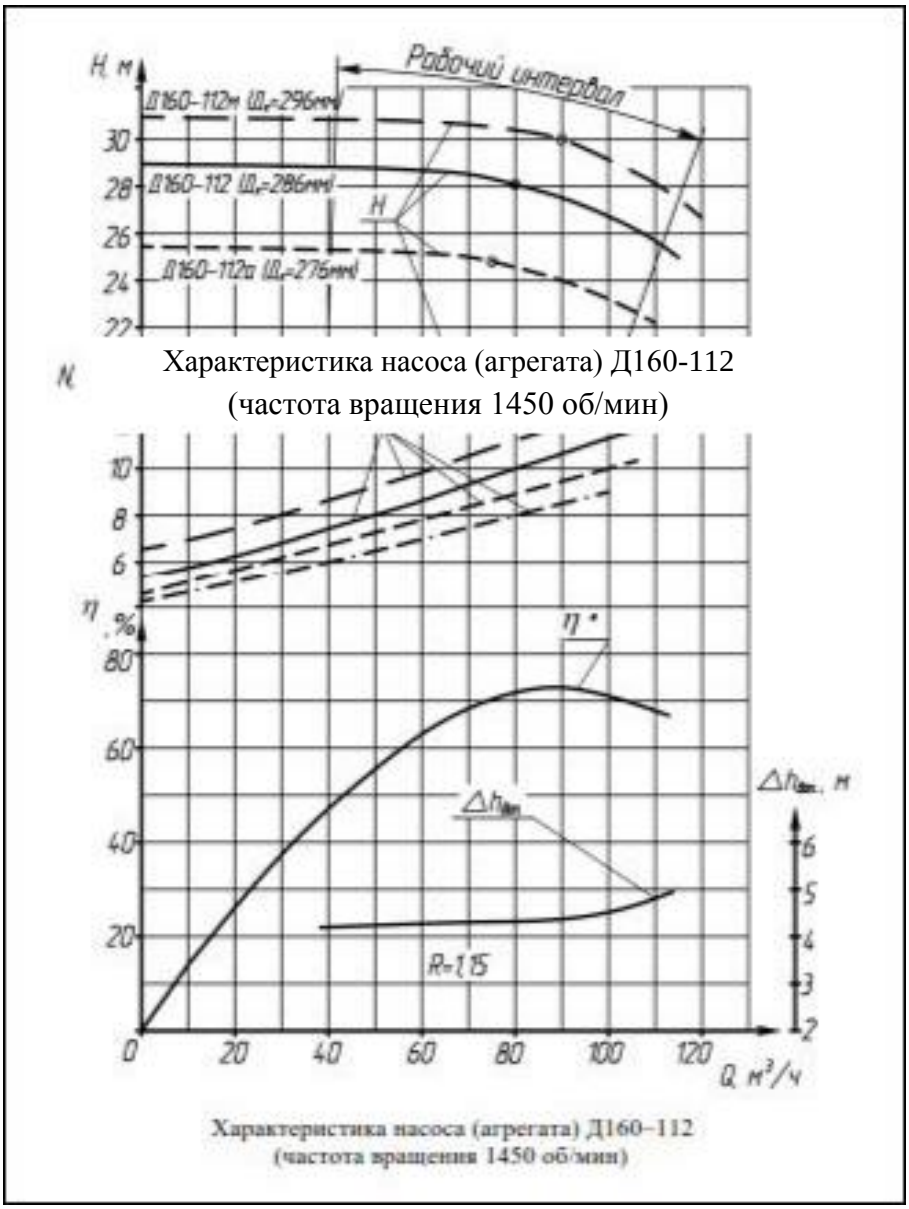
Таблица К 1.1 . Показатели назначения по параметрам

Типоразмер насоса (агрегата)	Подача, $м^3/ч$, ($м^3/с$)	Напор, м	Потребляемая мощность насоса, кВт		Частота вращения, $с^{-1}$ (об/мин)
			в номинальном режиме	максимальная в рабочем интервале	
Д160-112м	160(0,044)	122	80	92	48,3(2900)
Д160-112	160(0,044)	112	75	86	
Д160-112а	140(0,039)	100	65	75	
Д160-112б	135(0,038)	80	44	53	
Д160-112м	90(0,025)	30	12	13	24,2(1450)
Д160-112	80(0,022)	28	10,5	12	
Д160-112а	75(0,021)	25	8,8	10,5	
Д160-112б	70(0,019)	21	7,6	8,8	
Д200-36	200(0,055)	36	29	35	
Д200-36а	190(0,053)	30	25	27	
Д200-36б	180(0,050)	25	19	21,5	
Д320-50	320(0,088)	50	60	68	
Д320-50а	300(0,083)	39	45	48	
Д320-50б	300(0,083)	30	32	35	
1Д200-90	200(0,055)	90	75	80	48,3(2900)
1Д200-90а	180(0,050)	74	57	60	
1Д200-90б	160(0,044)	62	42	44	
1Д200-90	100(0,028)	22,5	10	12,5	24,2(1450)
1Д200-90а	90(0,025)	19,0	9	10,5	
1Д200-90б	80(0,022)	16,0	7,5	9,5	
1Д250-125	250(0,069)	125	120	131	48,3(2900)
1Д250-125а	240(0,067)	110	95	105	
1Д250-125б	220(0,061)	90	82	92	
1Д250-125	125(0,035)	30	17	18,5	24,2(1450)
1Д250-125а	120(0,033)	27,5	15	16,5	
1Д250-125б	110(0,031)	22	11,5	12,5	
1Д315-50	315(0,087)	50	56	62	48,3(2900)
1Д315-50а	300(0,083)	42	42	46	
1Д315-50б	220(0,061)	36	33	36	
1Д315-71	315(0,087)	71	78	87	
1Д315-71а	300(0,083)	62	64	72	
1Д315-71б	280(0,078)	52	56	65	
1Д315-71	160(0,044)	18	12	15	24,2(1450)
1Д315-71а	150(0,042)	17	11	14	
1Д315-71б	130(0,036)	14	8	11,5	

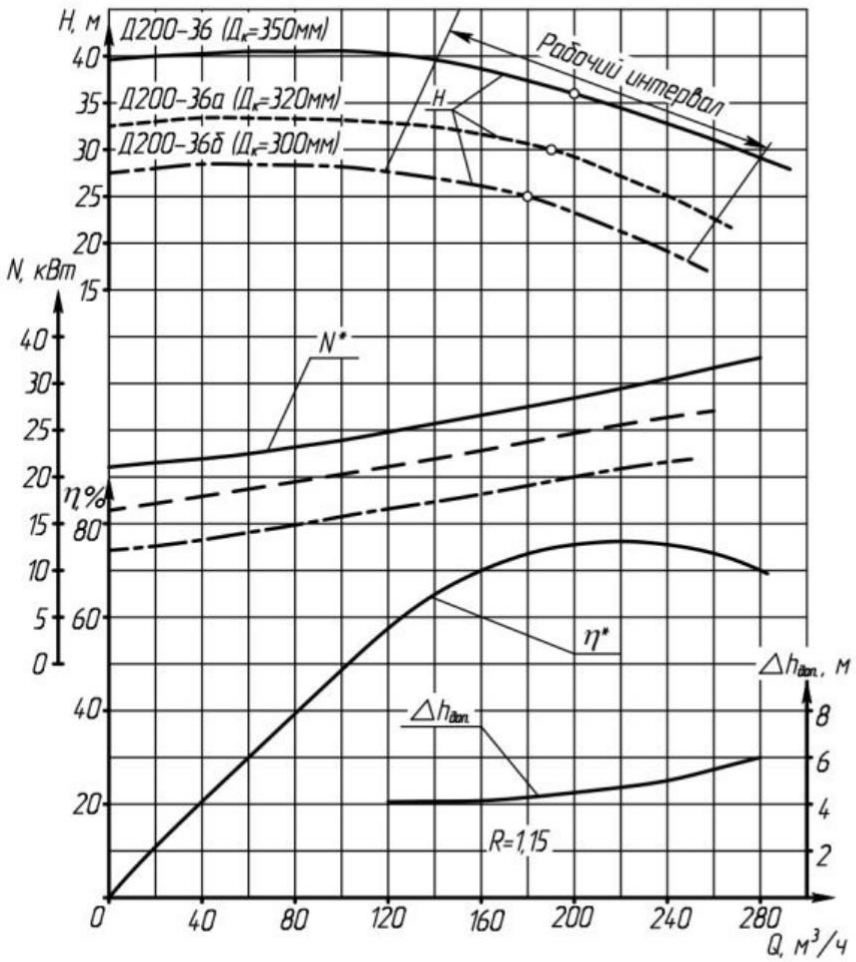
Продолжение табл. К 1.1

Типоразмер насоса (агрегата)	Подача, $м^3/ч$, ($м^3/с$)	Напор, м	Потребляемая мощность насоса, кВт		Частота вращения, $с^{-1}$ (об/мин)
			в номинальном режиме	максимальная в рабочем интервале	
1Д500-63	500(0,140)	63	113	130	24,2(1450)
1Д500-63а	450(0,125)	53	92	97	
1Д500-63б	400(0,111)	44	68	72	
1Д500-63	340(0,094)	28	38	41	16,3(980)
1Д500-63а	300(0,083)	24	31	34	
1Д500-63б	270(0,075)	20	22	24	
1Д630-90	630(0,175)	90	206	230	24,2(1450)
1Д630-90а	550(0,153)	74	170	192	
1Д630-90б	500(0,140)	60	116	130	
1Д630-90	500(0,140)	38	78	84	16,3(980)
1Д630-90а	470(0,131)	30	60	64	
1Д630-90б	420(0,117)	25	46	50	
1Д630-125	630(0,175)	125	320	353	24,2(1450)
1Д630-125а	550(0,153)	101	220	266	
1Д630-125б	500(0,140)	82	180	199	
1Д630-125	500(0,140)	54	102	106	16,3(980)
1Д630-125а	450(0,125)	45	83	89	
1Д630-125б	420(0,117)	38	63	68	
1Д800-56	800(0,222)	56	150	173	24,2(1450)
1Д800-56а	740(0,206)	48	120	127	
1Д800-56б	700(0,194)	40	103	108	
1Д800-56	540(0,150)	28	50	54	16,3(980)
1Д800-56а	500(0,139)	22	40	43	
1Д800-56б	470(0,131)	19	31	35	
1Д1250-63	1250(0,350)	63	270	290	24,2(1450)
1Д1250-63а	1100(0,306)	52,5	200	218	
1Д1250-63б	1050(0,292)	44	160	180	
1Д1250-63	800(0,220)	28	82	90	16,3(980)
1Д1250-63а	740(0,205)	24	62	68	
1Д1250-63б	710(0,197)	20	49	51	
1Д1250-125	1250(0,350)	125	560	610	24,2(1450)
1Д1250-125а	1150(0,319)	102	410	455	
1Д1250-125б	1030(0,286)	87	340	375	
1Д1250-125	800(0,222)	56	165	185	16,3(980)
1Д1250-125а	750(0,208)	48	140	150	
1Д1250-125б	700(0,194)	40	110	120	
1Д1600-90	1600(0,445)	90	480	520	24,2(1450)
1Д1600-90а	1450(0,403)	75	380	420	
1Д1600-90б	1300(0,361)	63	290	320	
1Д1600-90	1000(0,280)	40	140	155	16,3(980)
1Д1600-90а	970(0,269)	34	118	130	
1Д1600-90б	870(0,242)	30	90	112	

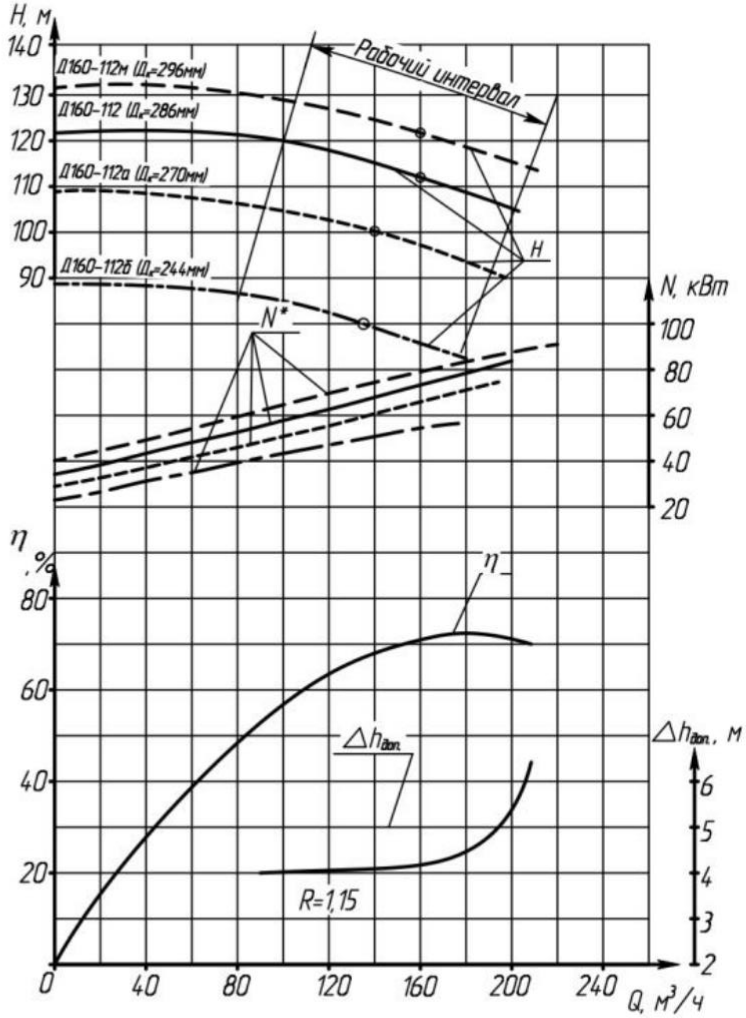
Типоразмер насоса (агрегата)	Подача, $м^3/ч$, ($м^3/с$)	Напор, м	Потребляемая мощность насоса, кВт		Частота вращения, $с^{-1}$ (об/мин)
			в номинальном режиме	максимальная в рабочей	
2Д630-90	630(0,175)	90	210	250	48,3(2900)
2Д630-125	630(0,175)	125	280	326	
2Д2000-21	2000(0,556)	21	146	146	16,3(980)
2Д2000-21а	1750(0,486)	18	102	102	
2Д2000-21	1250(0,347)	13	58	58	12,2(730)
2Д2000-21а	1250(0,347)	10	45	45	



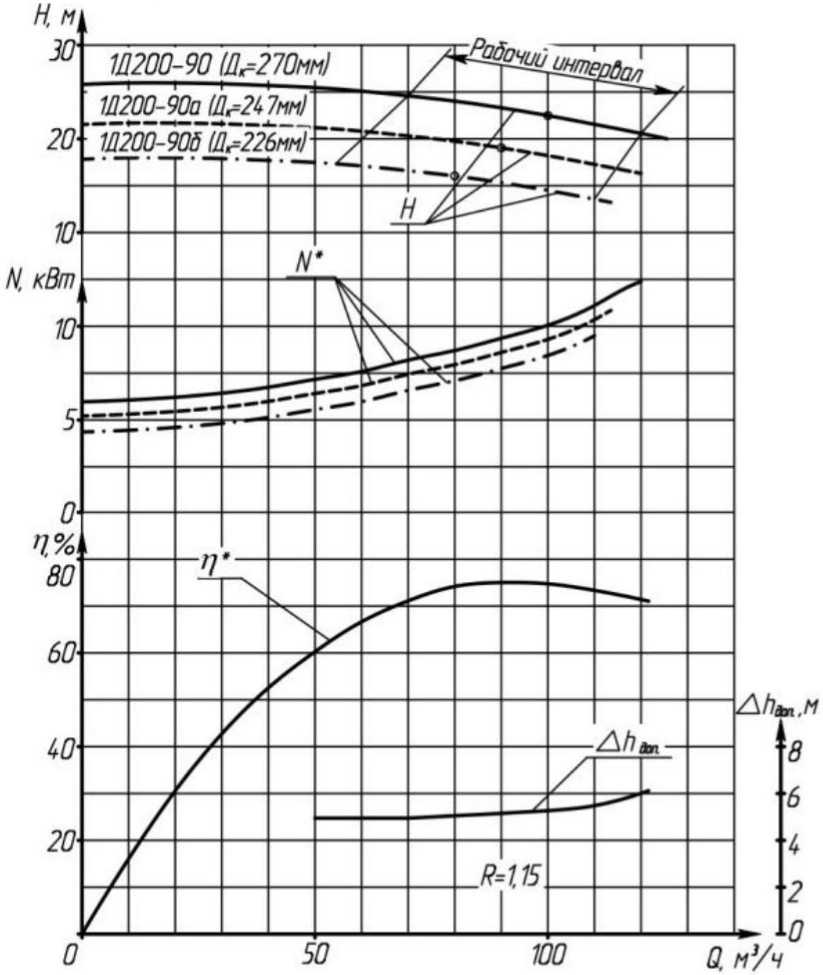
Характеристика насоса (агрегата) Д160-112
(частота вращения 1450 об/мин)



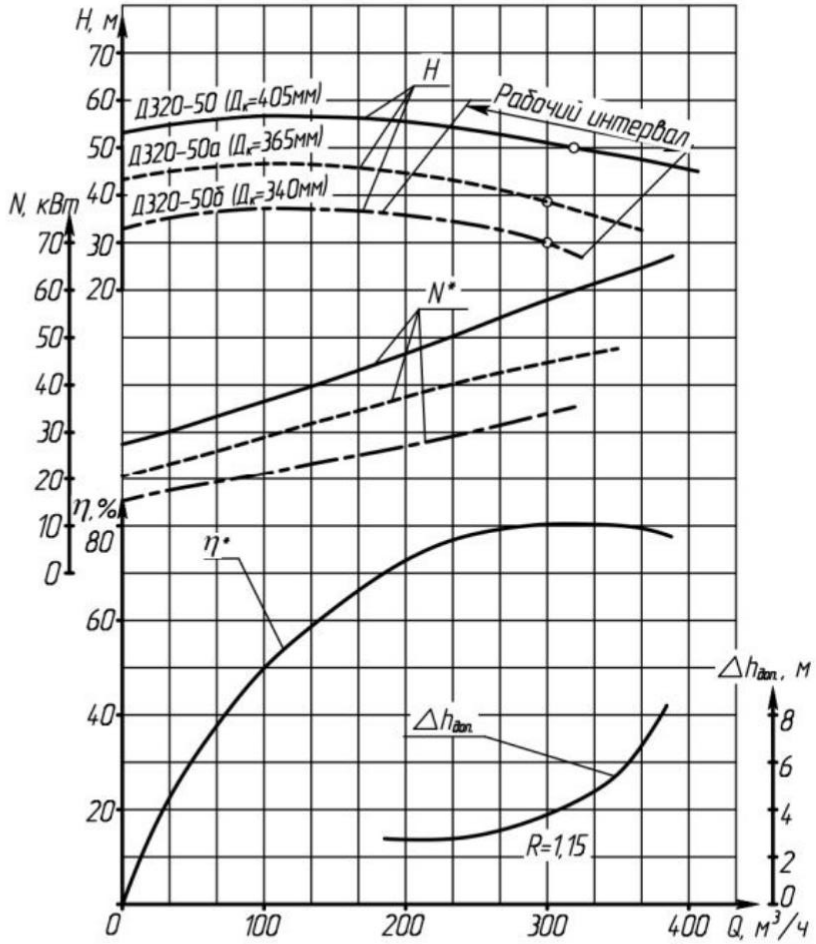
Характеристика насоса (агрегата) Д200–36
(частота вращения 1450 об/мин)



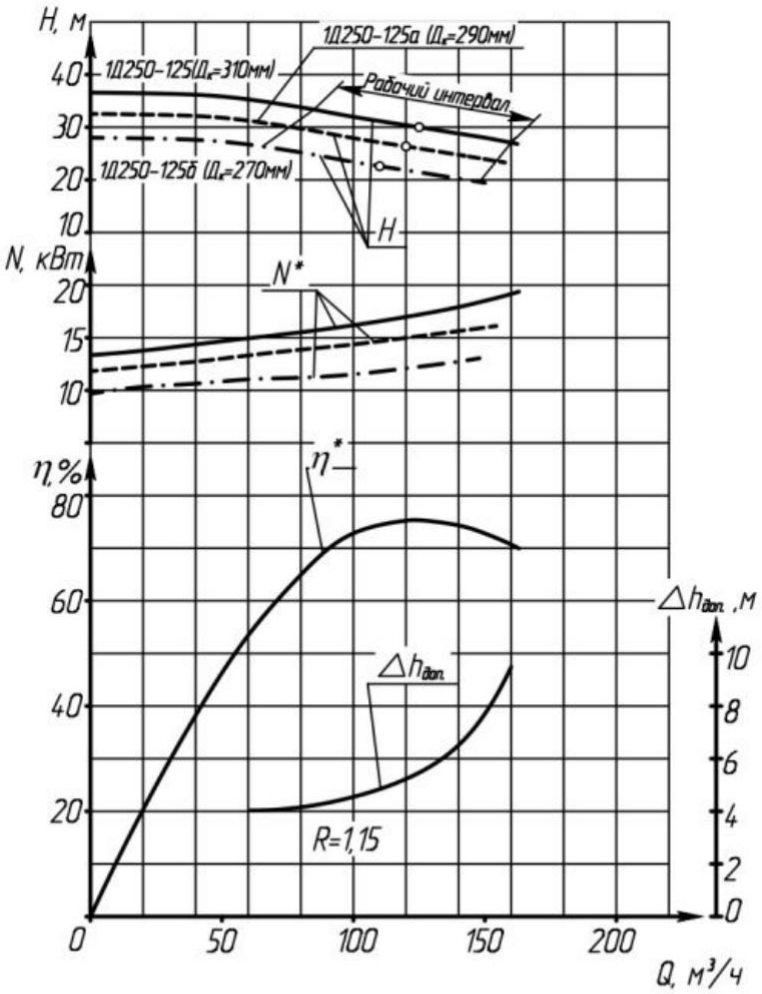
Характеристика насоса (агрегата) Д160–112
(частота вращения 2900 об/мин)



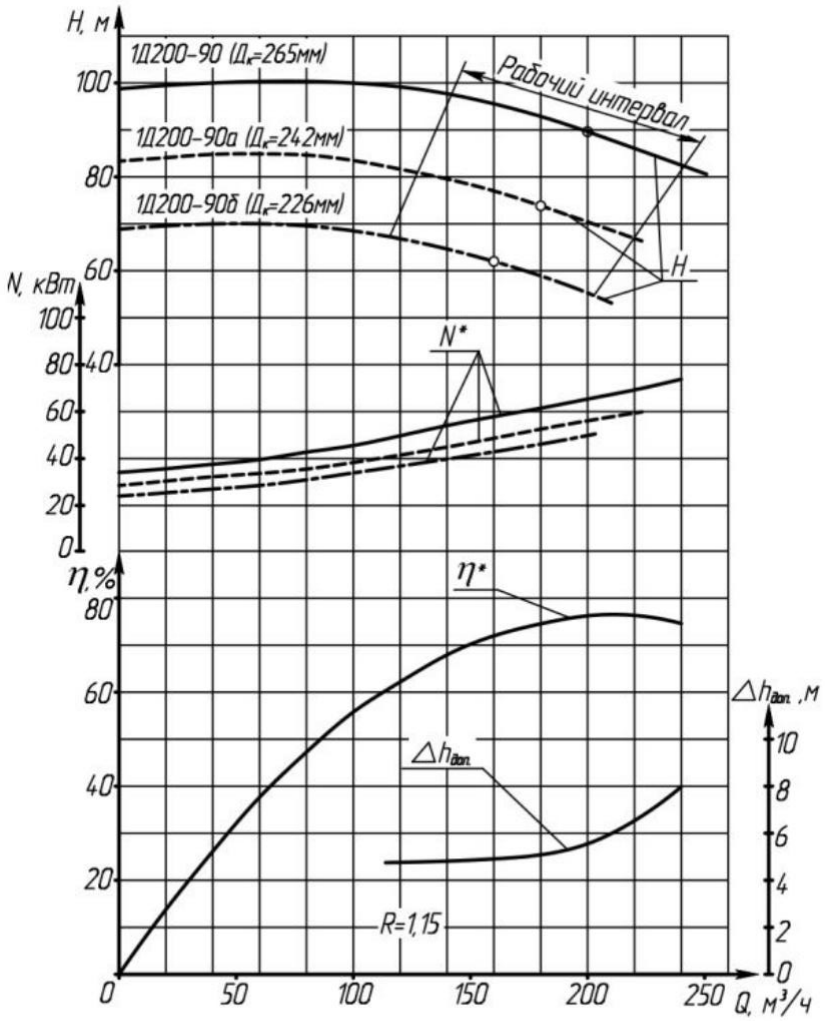
Характеристика насоса (агрегата) 1Д200–90
(частота вращения 1450 об/мин)



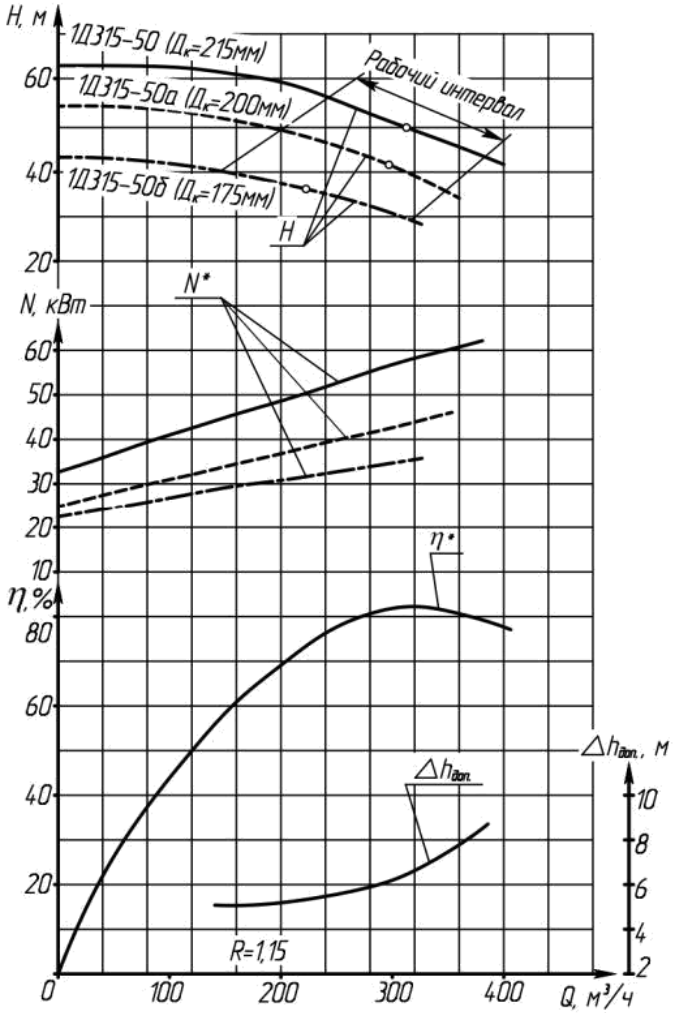
Характеристика насоса (агрегата) Д320–50
(частота вращения 1450 об/мин)



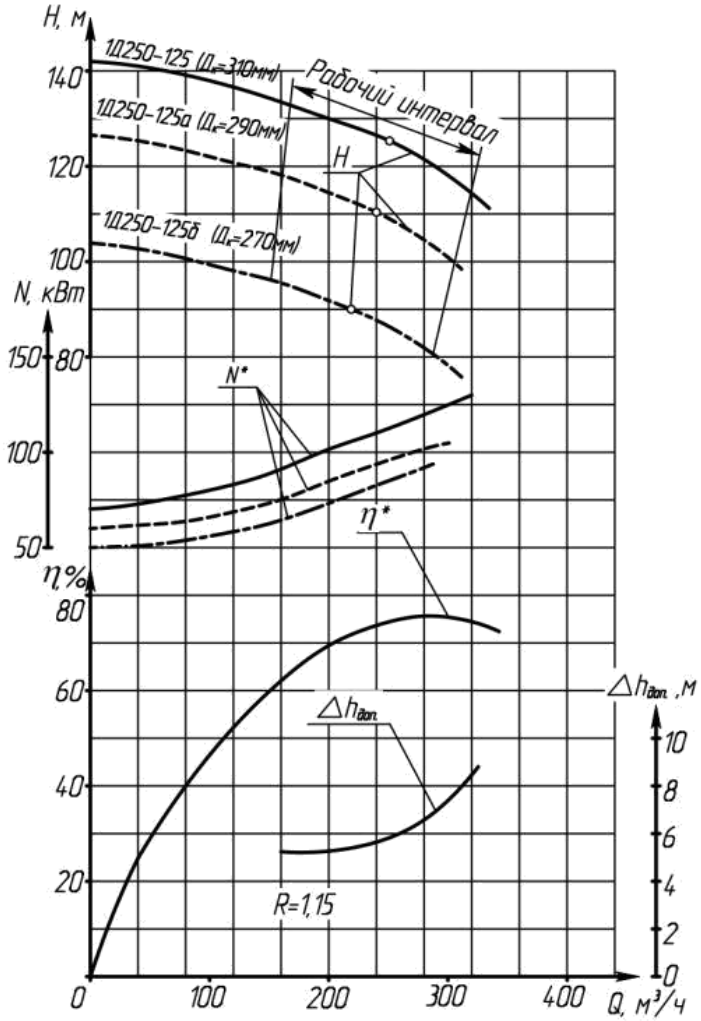
Характеристика насоса (агрегата) 1Д250–125
(частота вращения 1450 об/мин)



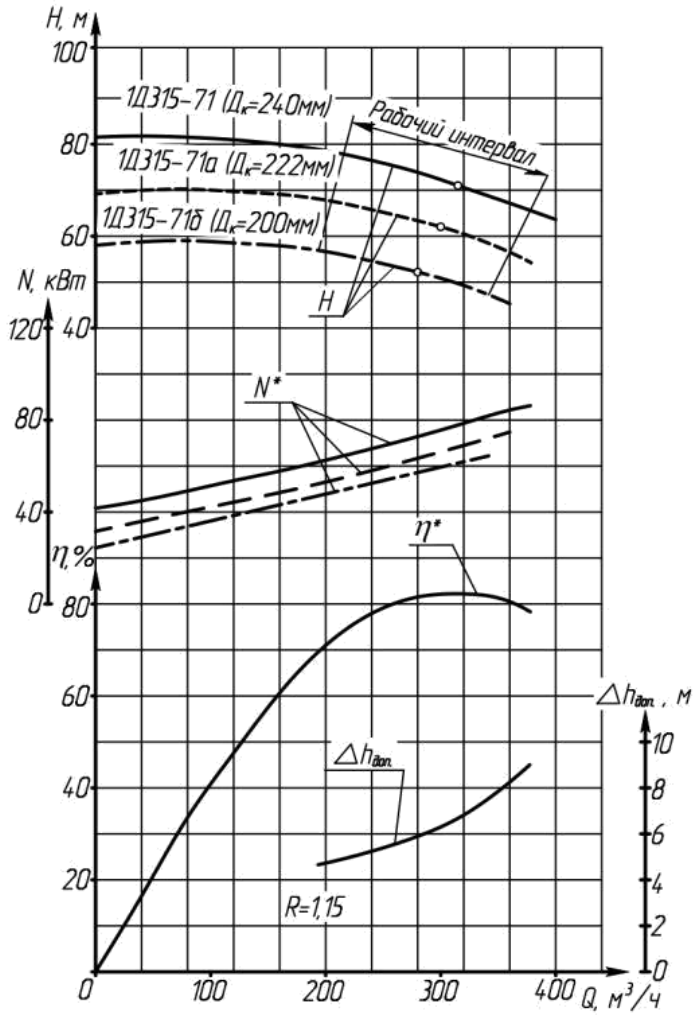
Характеристика насоса (агрегата) 1Д200–90
(частота вращения 2900 об/мин)



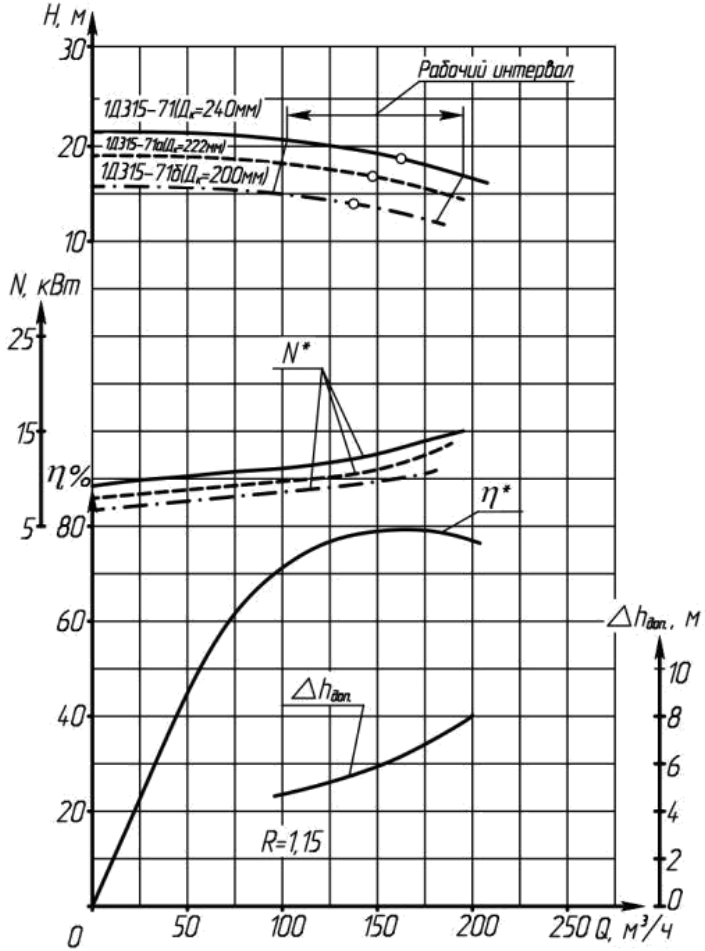
Характеристика насоса (агрегата) 1Д315–50
(частота вращения 2900 об/мин)



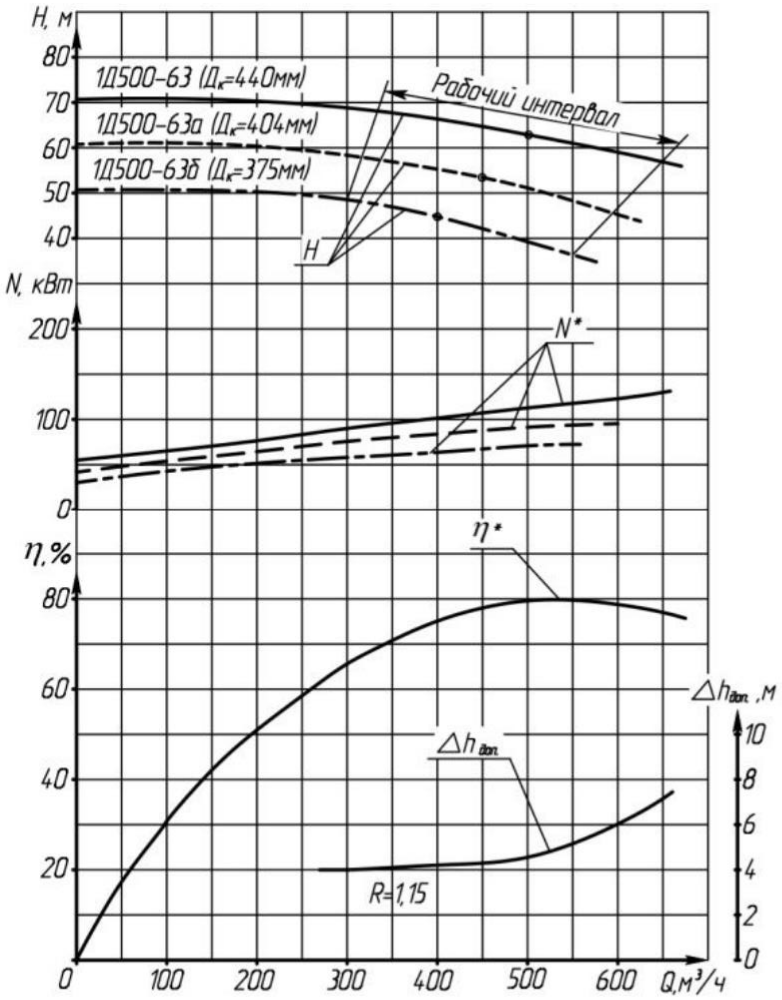
Характеристика насоса (агрегата) 1Д250–125
(частота вращения 2900 об/мин)



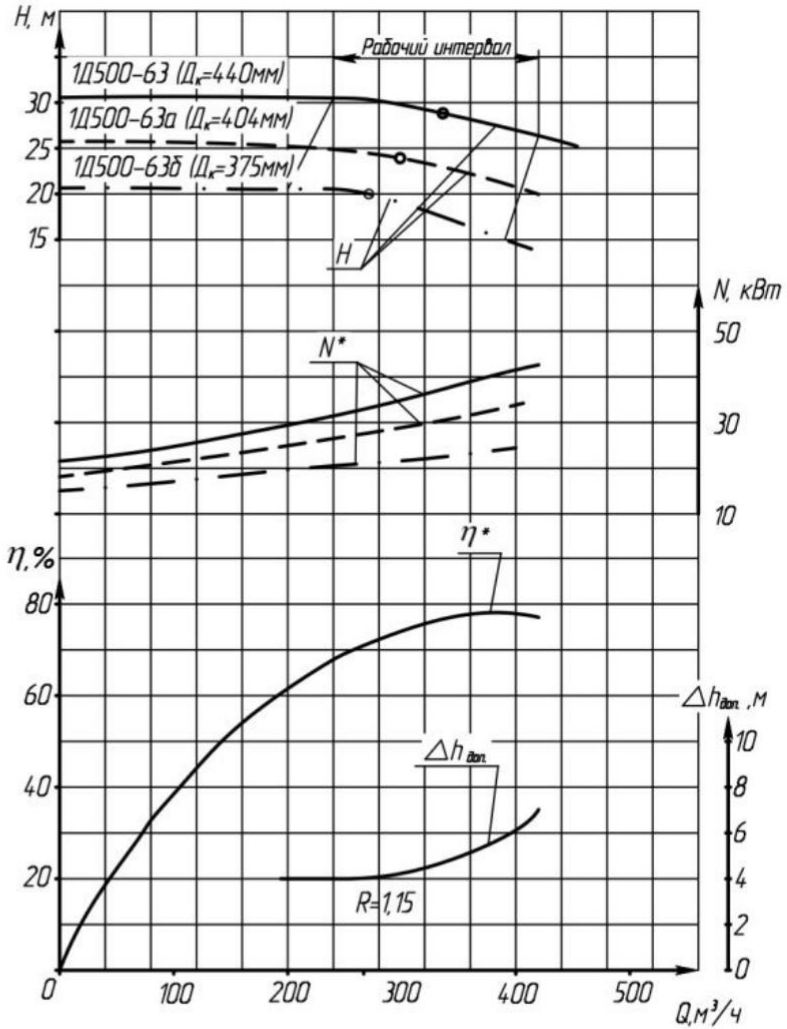
Характеристика насоса (агрегата) 1Д315–71
(частота вращения 2900 об/мин)



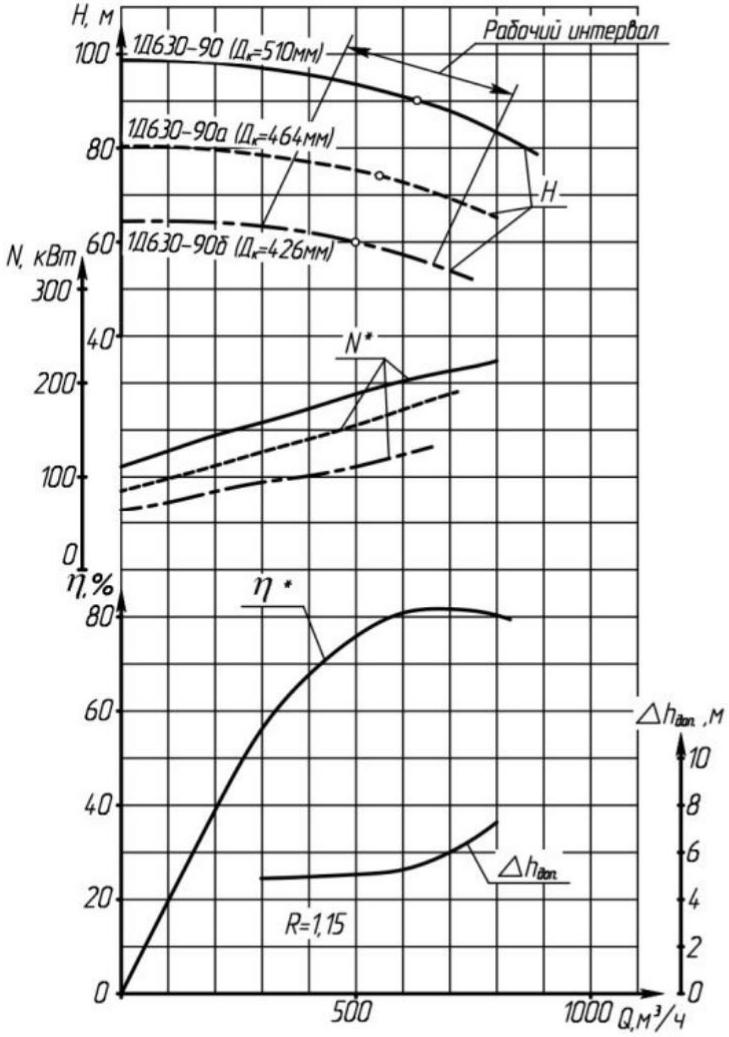
Характеристика насоса (агрегата) 1Д315–71
(частота вращения 1450 об/мин)



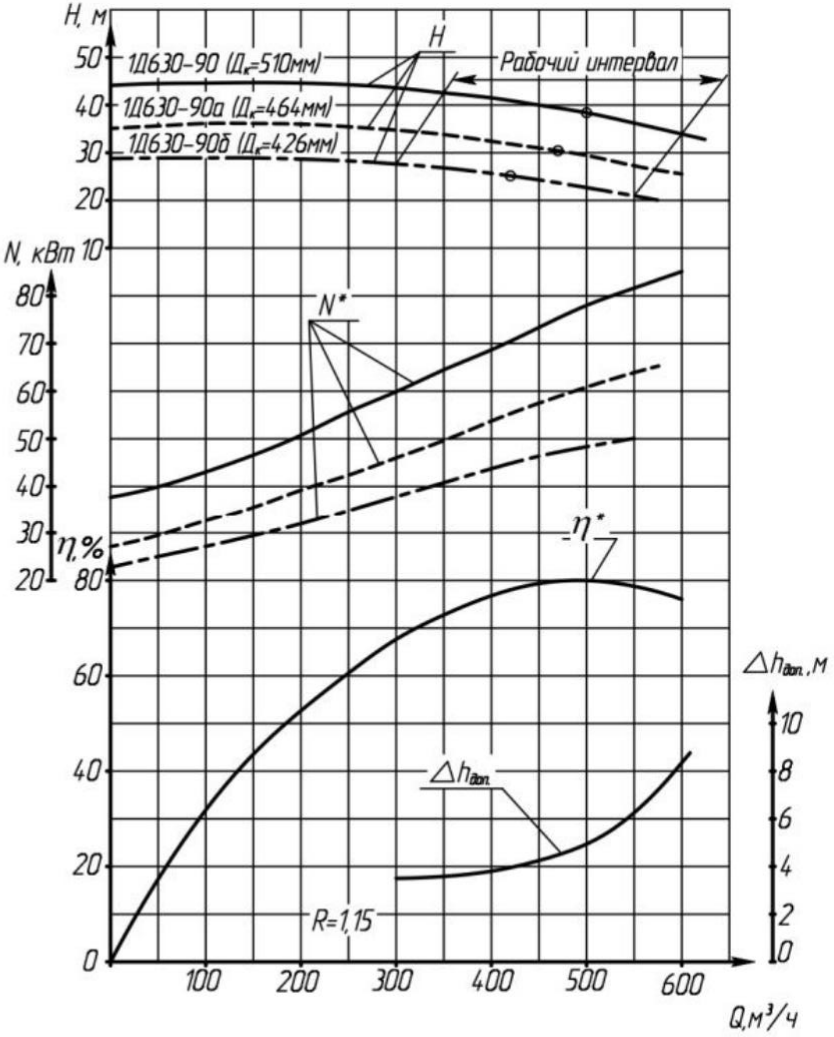
Характеристика насоса (агрегата) 1Д500–63
(частота вращения 1450 об/мин)



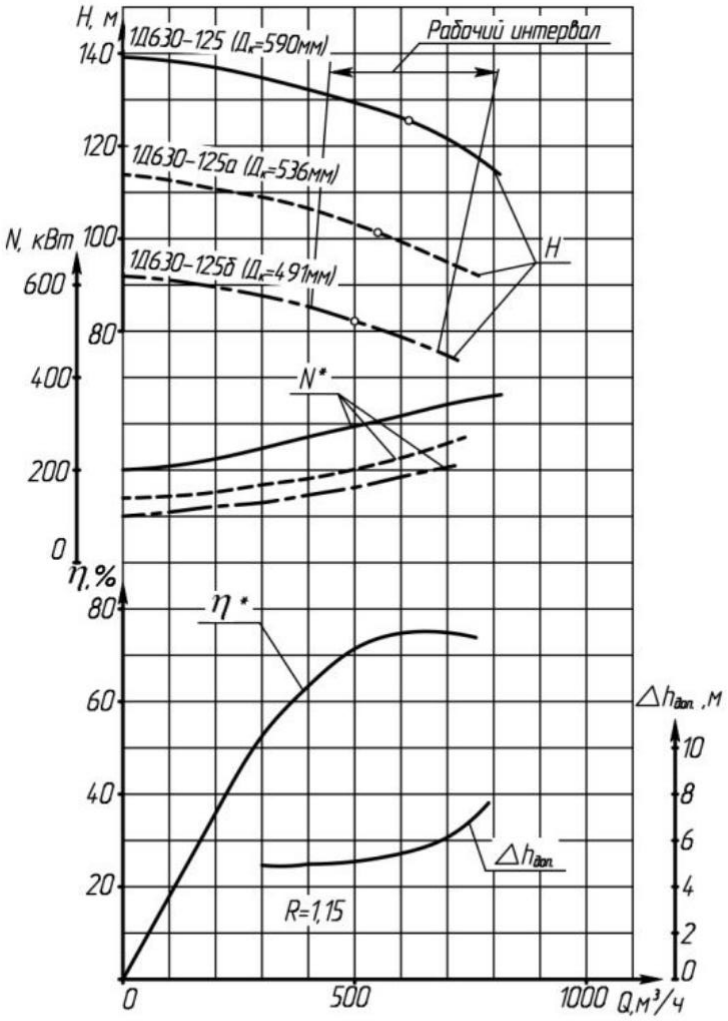
Характеристика насоса (агрегата) 1Д500–63
(частота вращения 980 об/мин)



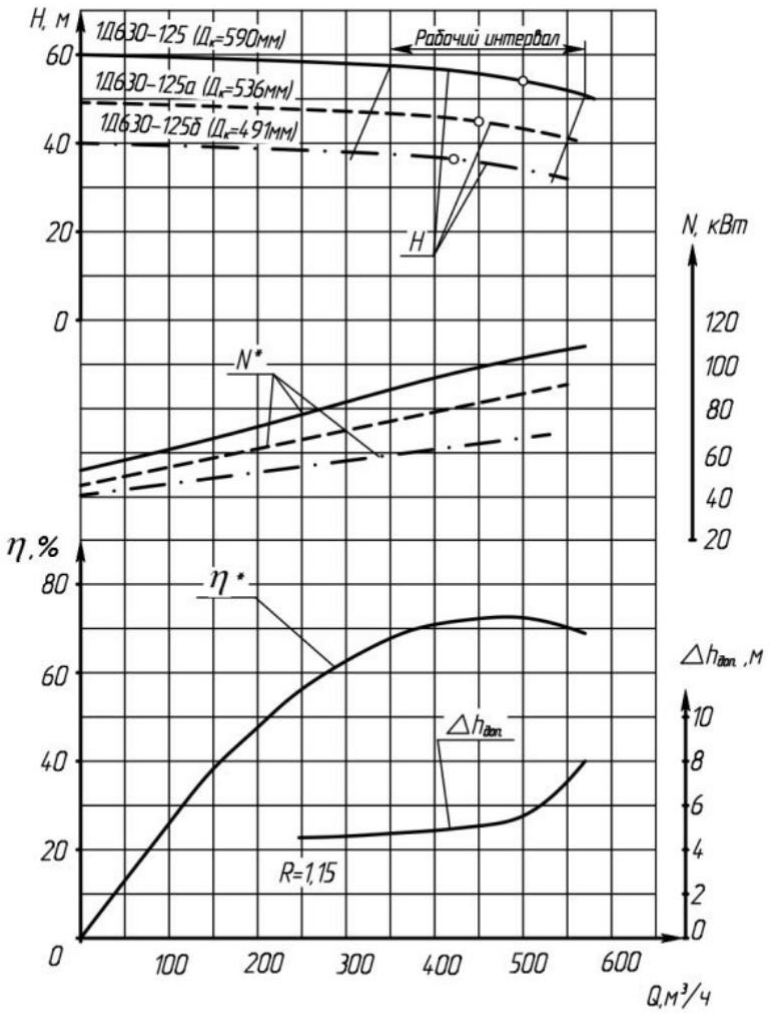
Характеристика насоса (агрегата) 1Д630–90
(частота вращения 1450 об/мин)



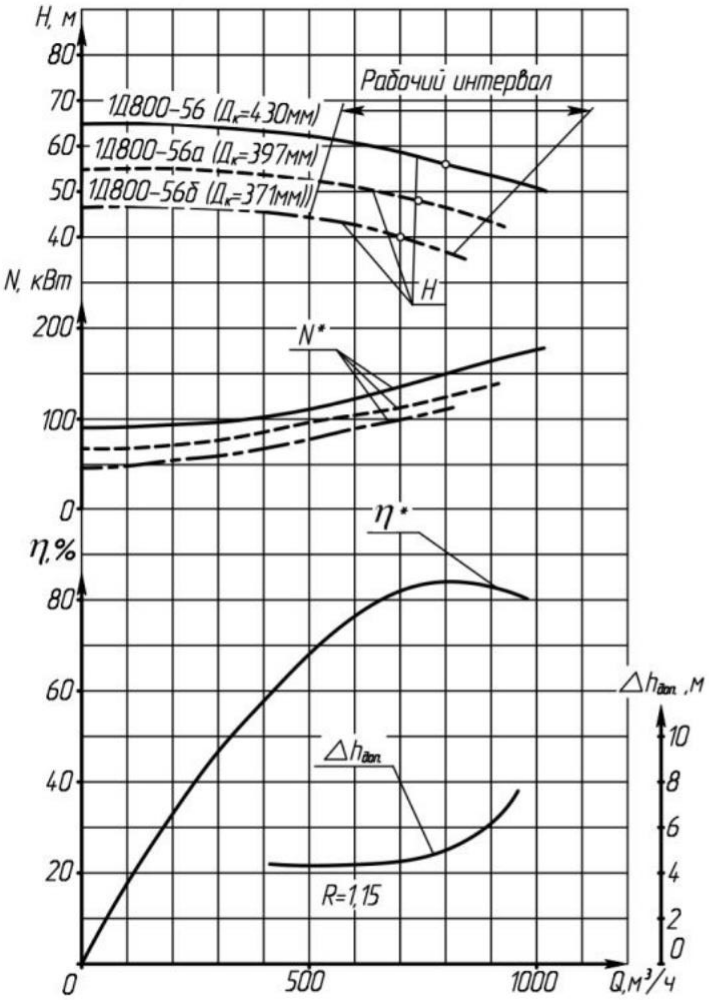
Характеристика насоса (агрегата) 1Д630–90
(частота вращения 980 об/мин)



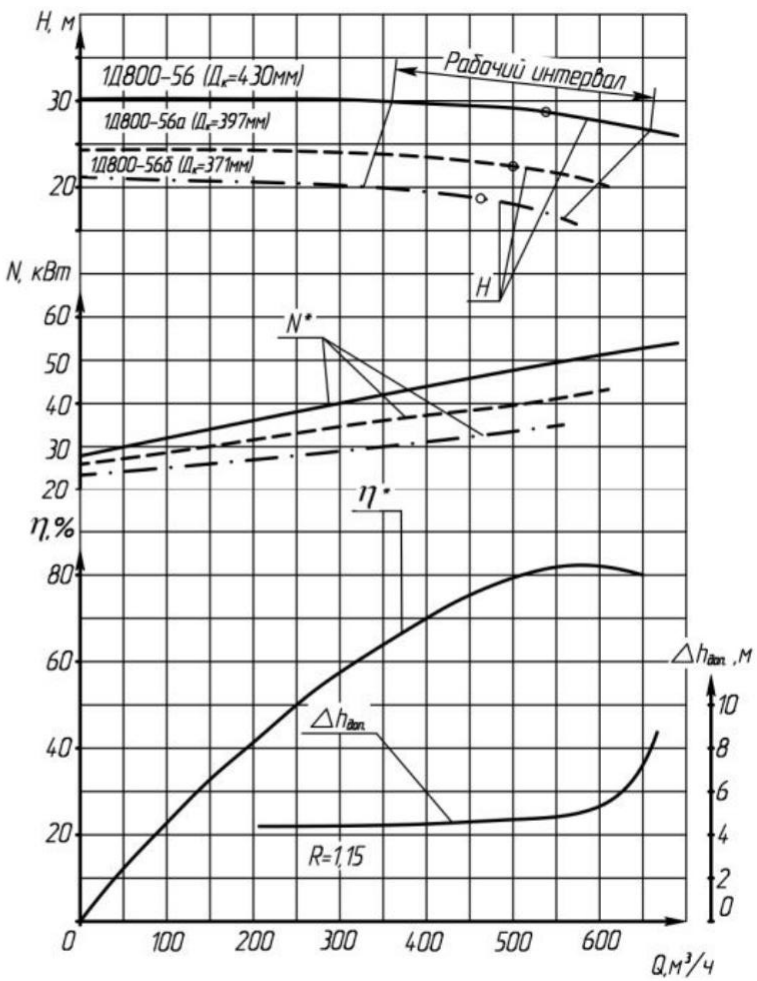
Характеристика насоса (агрегата) 1Д630–125
(частота вращения 1450 об/мин)



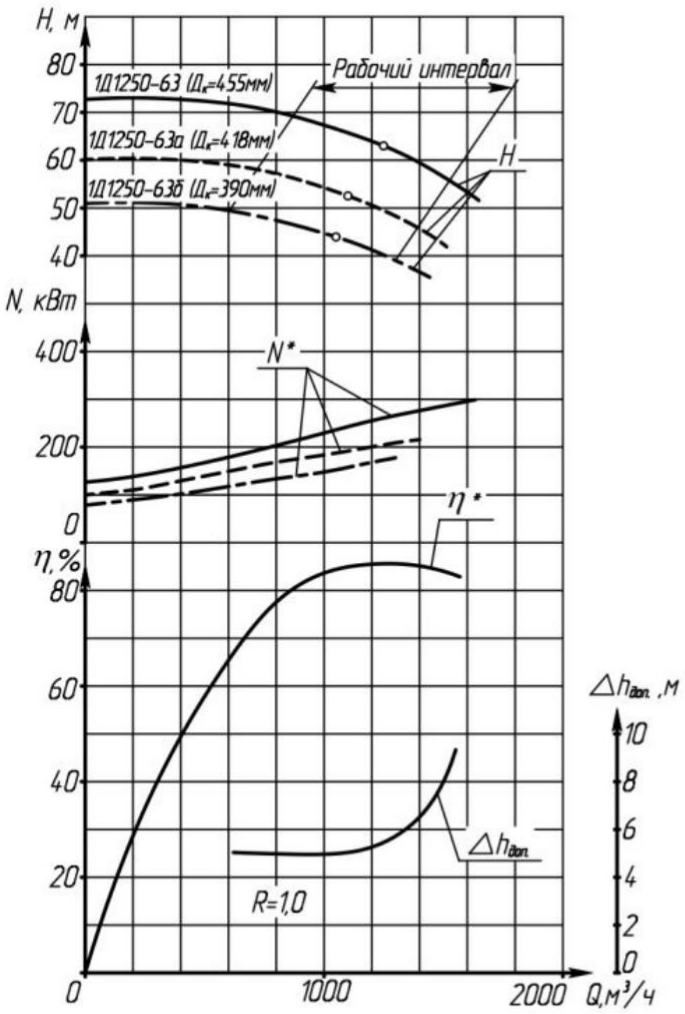
Характеристика насоса (агрегата) 1Д630–125
(частота вращения 980 об/мин)



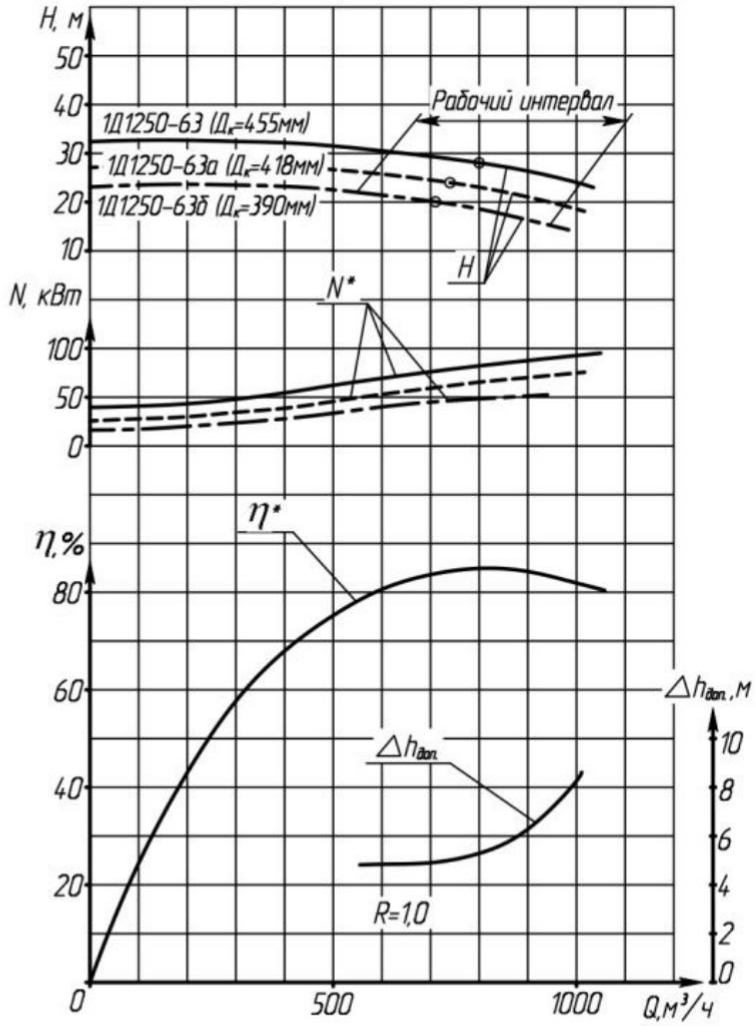
Характеристика насоса (агрегата) 1Д800–56
(частота вращения 1450 об/мин)



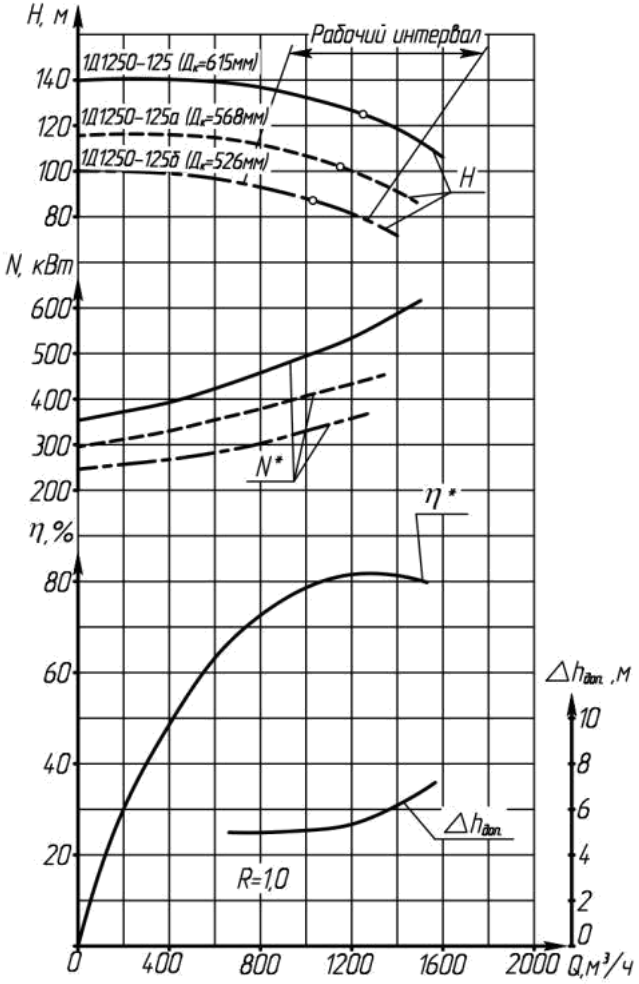
Характеристика насоса (агрегата) 1Д800–56
(частота вращения 980 об/мин)



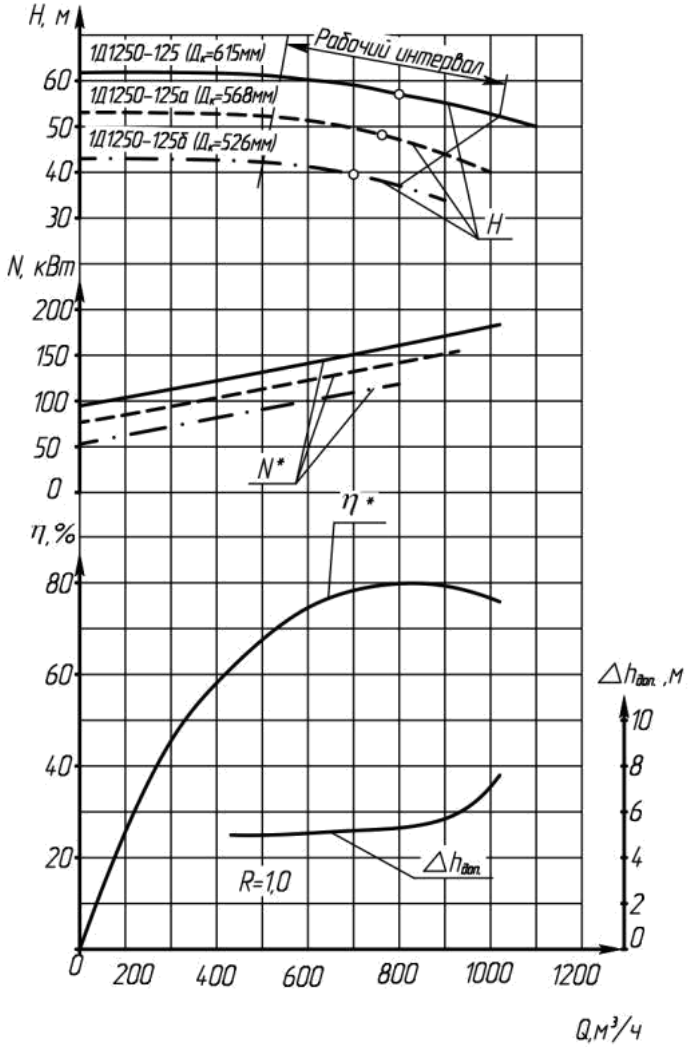
Характеристика насоса (агрегата) 1Д1250–63
(частота вращения 1450 об/мин)



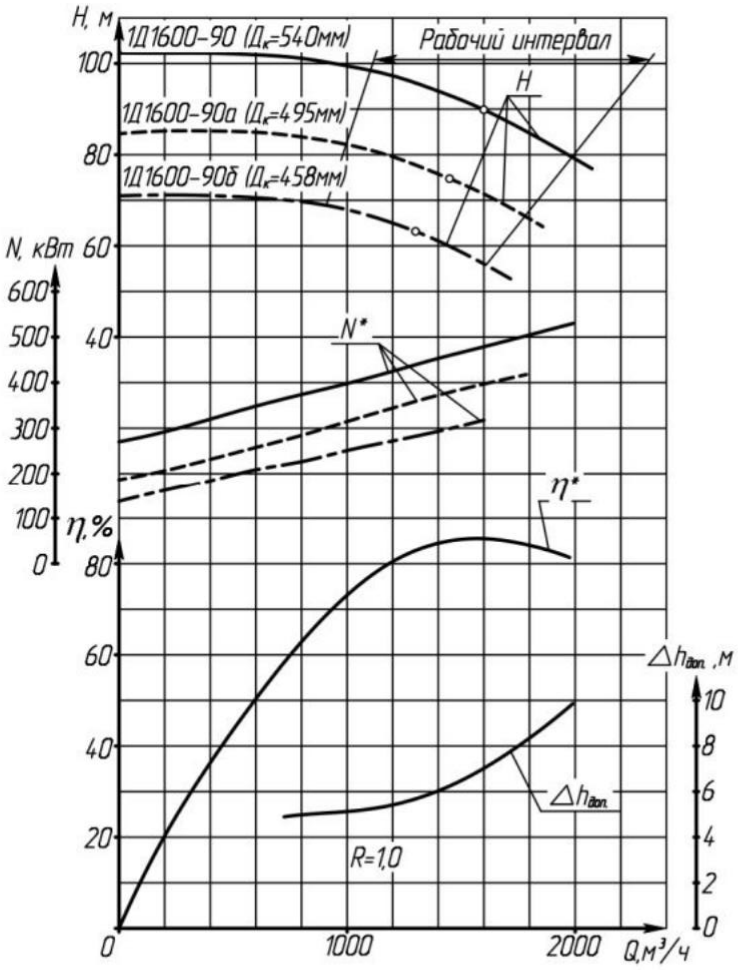
Характеристика насоса (агрегата) 1Д1250–63
(частота вращения 980 об/мин)



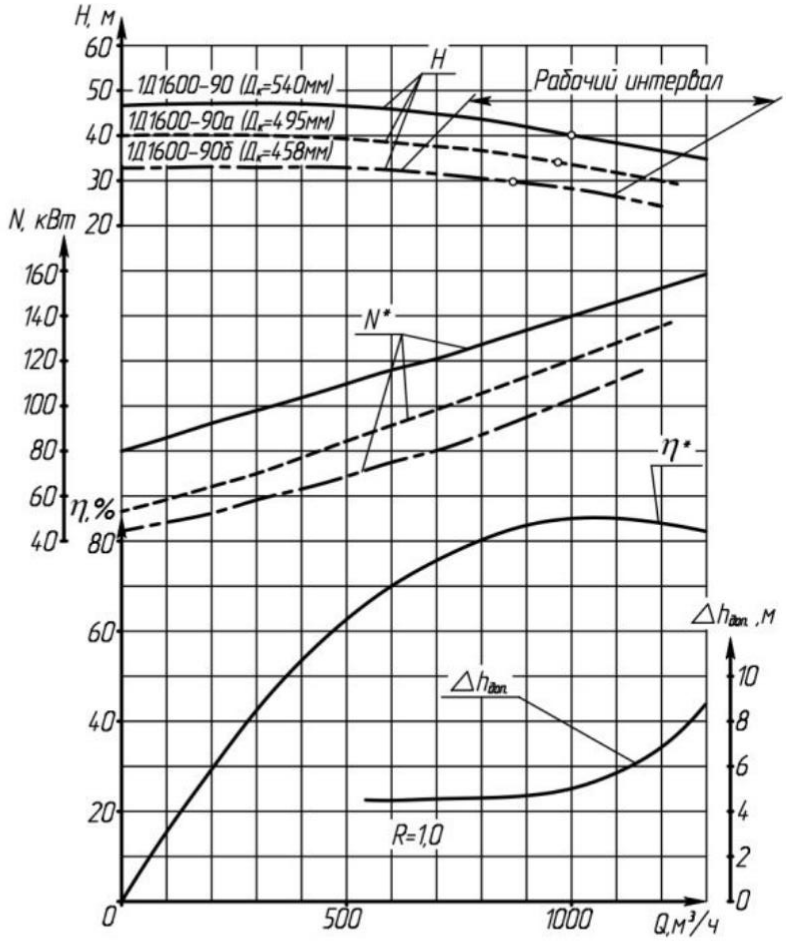
Характеристика насоса (агрегата) 1Д1250–125
(частота вращения 1450 об/мин)



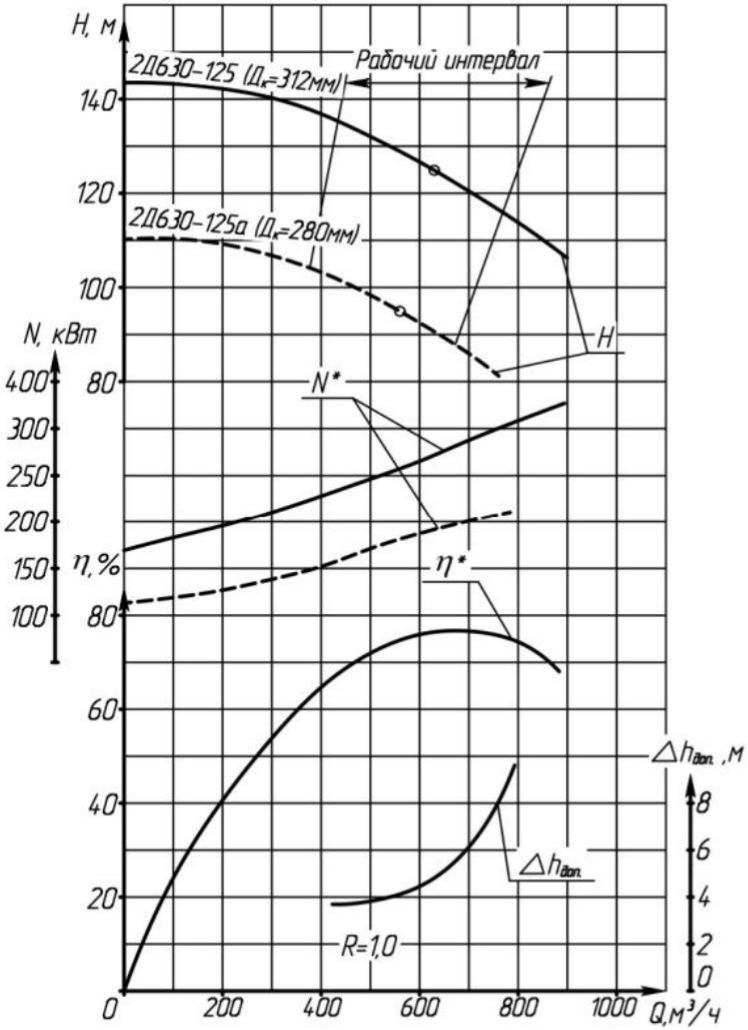
Характеристика насоса (агрегата) 1Д1250–125
(частота вращения 980 об/мин)



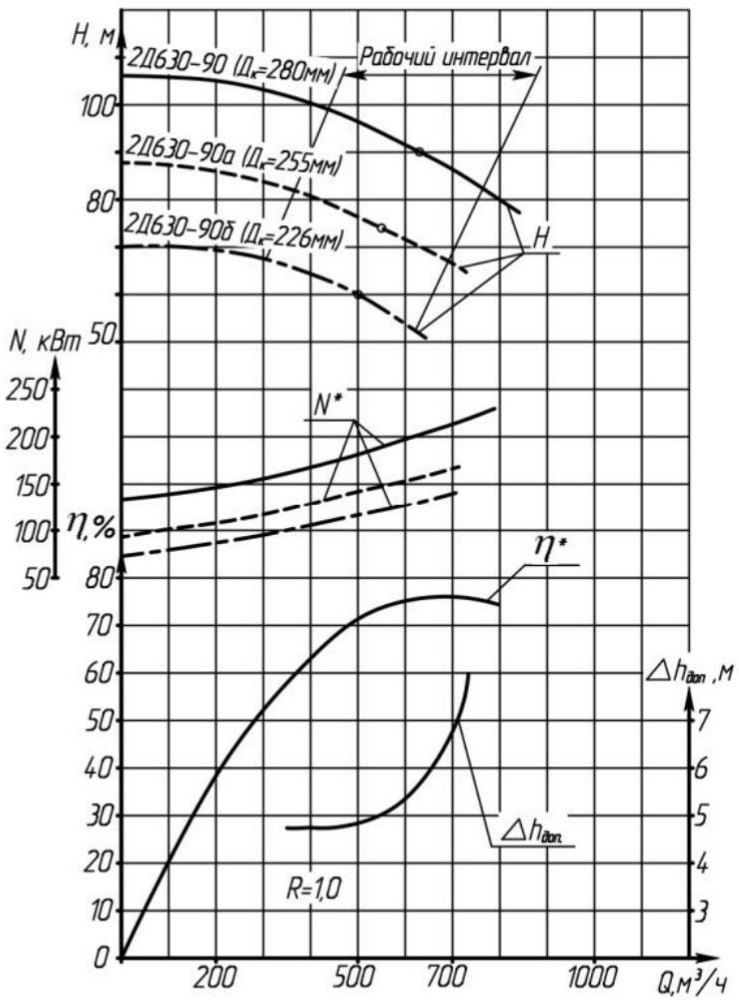
Характеристика насоса (агрегата) 1Д1600–90
(частота вращения 1450 об/мин)



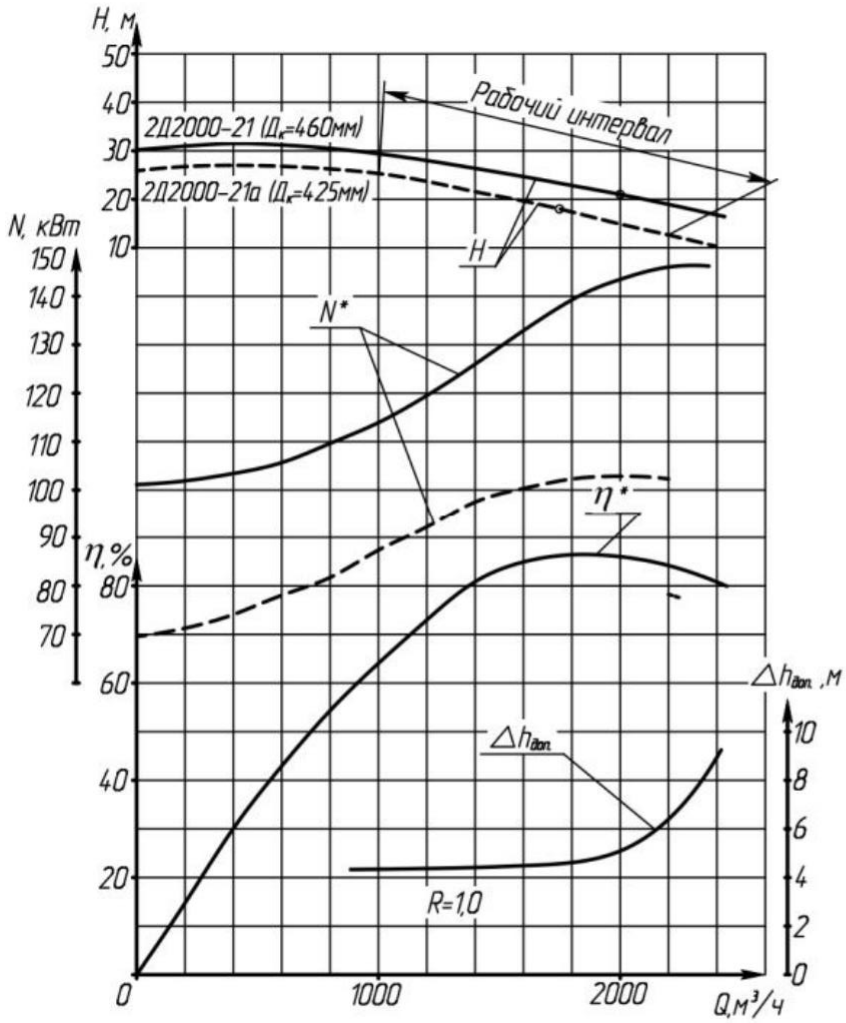
Характеристика насоса (агрегата) 1Д1600–90
(частота вращения 980 об/мин)



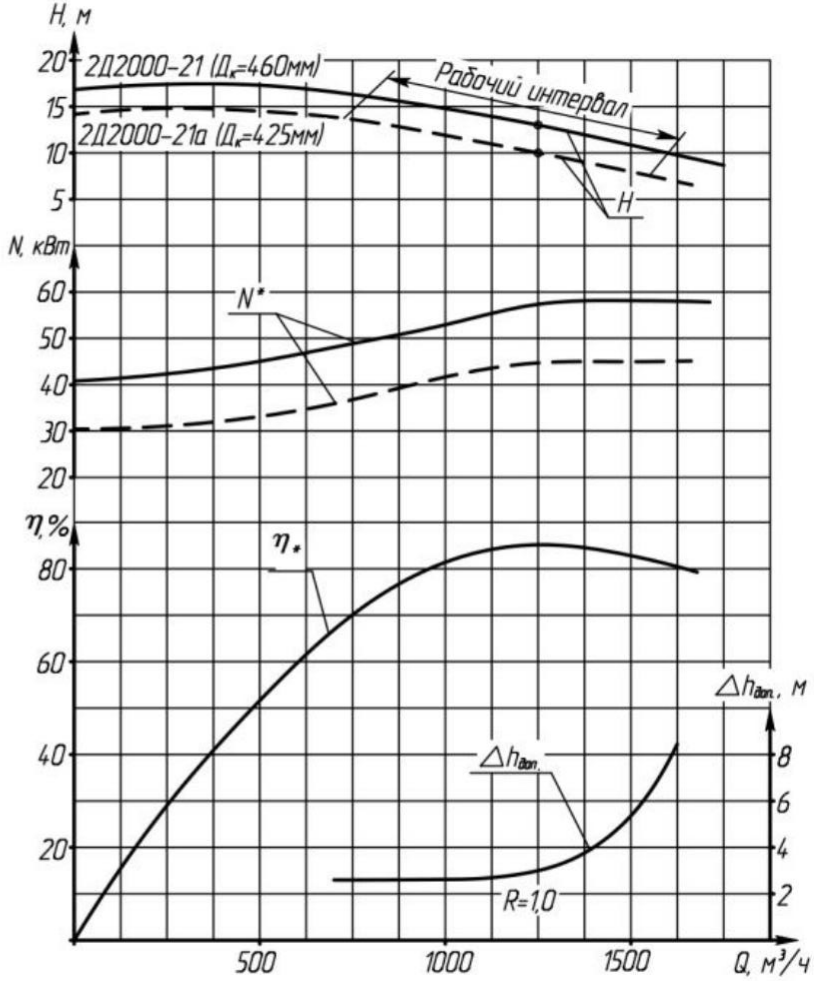
Характеристика насоса (агрегата) 2Д630–125
(частота вращения 2900 об/мин)



Характеристика насоса (агрегата) 2Д630–90
(частота вращения 2900 об/мин)



Характеристика насоса (агрегата) 2Д2000–21
(частота вращения 980 об/мин)



Характеристика насоса (агрегата) 2Д2000–21
(частота вращения 730 об/мин)

Приложение В
(обязательное)
Габаритный чертеж агрегатов типа Д

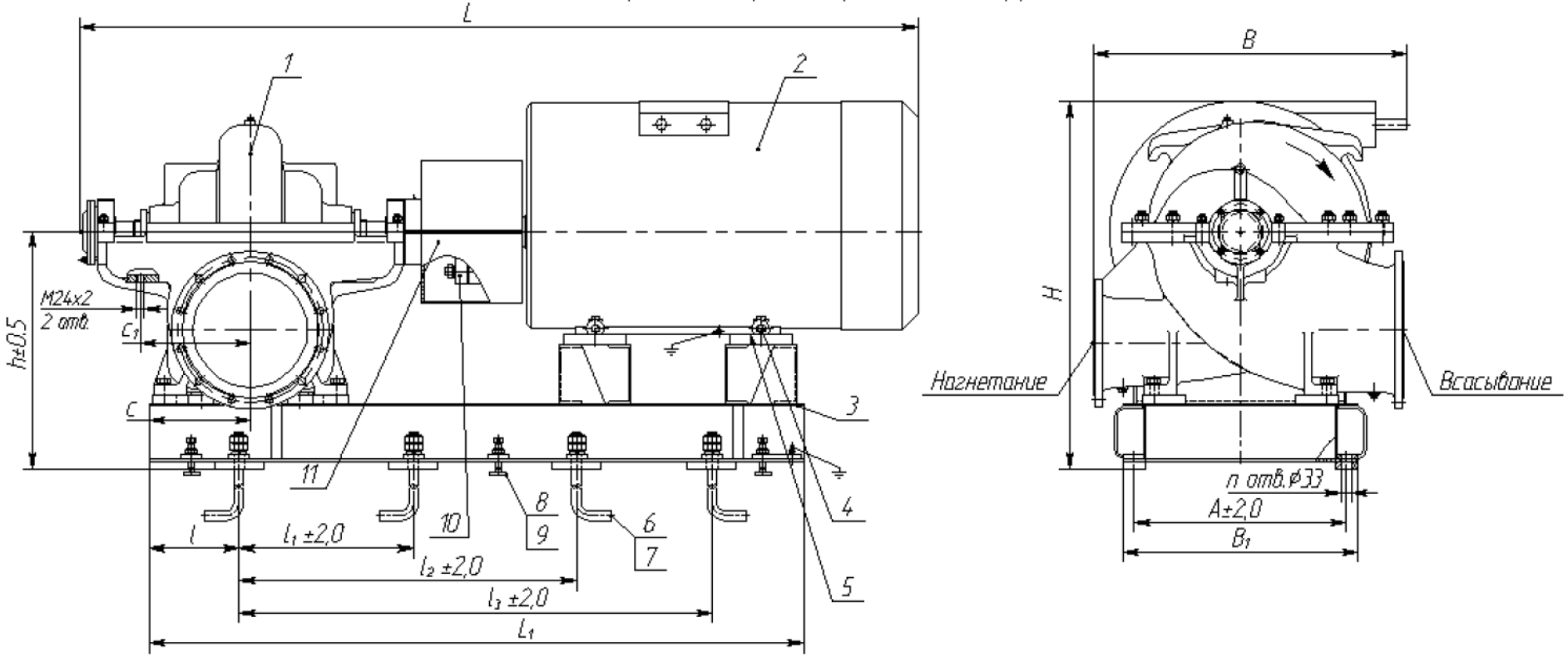


Табл.ица К3.1

Типоразмер насоса	Размеры в мм													n	Двигатель				Масса агрегата, кг
	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	B	B_1	A	H	h	c	c_1		Типоразмер	Мощность, кВт	Напряжение, В	Масса, кг	
Д160-112м	1875	1355	175	-	-	900	640	510	440	935	525	175	220	4	5АМ280S2 У3, Т2	110	220/380	685	1055
	1905									920					2В280S2 У2.5, Т2.5		380	862	1232
	1495	1080								765	520				5А160М4 У3, Т2	18,5	220/380	140	510
	1535									850					ВА160М4 У2,Т2		380,660	190	560
Д160-112	1760	1355	175			900				905	525				5АМ250М2 У3, Т2	90	220/380	550	877
	1965					900									2В250М2 У2,5, Т2,5		380	695	1065
	1465	1080				700				765	520				5А160S4 У3, Т2	15	220/380	127	497
	1400														АИР160S4У3,Т2			120	460
	1545														АИМР160S4У2,5, Т2.5		660	120	490
Д160-112а	1730	1355	175			900				905	525				5АМ250S2У3, Т2	75	220/380	480	847
	1935														2В250S2 У2,5, Т2,5		380	640	910
	1465	1080				700				765	520				5А160S4 У3, Т2	15	220/380	127	467
	1400														АИМР160S4У2,5, Т2.5		660	120	460
Д160-112б	1630	1260	175			900				830	520				5А225М2 У3, Т2	55	220/380	340	693
	1705														3В225М2 У2,5, Т2,5		380.660	455	825
	1190	1080				700				665	520				АИРМ132М4 У3, Т2	11	220/380	83,5	455
	1293									755					ВА132М4 У2,Т2		380,660	102	472

Продолжение табл. К3.1

Типоразмер насоса	Размеры в мм													n	Двигатель				Масса агрегата, кг
	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	B	B_1	A	H	h	c	c_1		Типоразмер	Мощность, кВт	Напряжение, В	Масса, кг	
Д200-36	1670	1270	185	-	-	870	800	500	440	835	560	185	240	4	5А 200L4 У3,Т2	45	220/380	270	585
															А200L4 У3, Т2			260	575
	1695	1270								900					ВА 200L4 У3,Т2		380	320	635
	1600	1235				870				845					5А200М4 У3, Т2	37	220/380	245	557
	1455	1170				800				850					4АМН180М4 У3		380	190	
	1585	1235				870				835					А200М4 У3, Т2		220/380	230	542
	1600	1235				870				910					ВА 200М4 У3,Т2		380	295	610
Д200-36а	1515	1170				800				830					АИР180М4 У3, Т2	30	380	190	557
	1415	1135								850					4АМН180S4 У3		380	170	535
	1540	1170								830					А180М4 У3,Т2		220/380	190	557
	1565	1170								905					ВА 180М4 У3,Т2		380	234	605
Д200-36б	1465	1135								830					АИР180S4 У3,Т2	22	220/380	170	534
	1530	1170								905					ВА180S4 У3,Т2		380	205	575

Продолжение табл. К3.1

Типоразмер насоса	Размеры в мм													n	Двигатель				Масса агрегата, кг
	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	B	B_1	A	H	h	c	c_1		Типоразмер	Мощ-ность, кВт	Напря-жение, В	Масса, кг	
Д320-50	1775	1360	215	-	-	940	970	530	470	990	610	215	240	4	5АМ250S4У3, Т2	75	380	480	955
	1880									990					2В250S4 У2.5, Т2.5		380,660	650	1125
Д320-50а	1705	1320				940				910	600				5А225М4 У3,Т2	55	380	345	805
	1710									890					А225М4 У3, Т2		220/380	325	785
	1575									955	620				5АН200L4 У3, Т2		380	290	740
	1750									1020	600				3В225М4 У2.5, Т2.5		380/660	475	950
Д320-50б	1650	1320				890				920	620				5А200L4 У3,Т2	45	380	270	745
	1675														А200L4 У3, Т2		220/380	260	735
	1710									1050					3В200L4 У2.5, Т2.5		380/660	420	895

Продолжение таблицы К3.1

Типоразмер насоса	Размеры в мм													n	Двигатель				Масса агрегата, кг
	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	B	B_1	A	H	h	c	c_1		Типоразмер	Мощность кВт	Напряжение, В	Масса, кг	
1Д200-90	1740	1330	190	-	-	910	545	460	400	840	460	190	180	4	5АМ250М2 У3, Т2	90	380	505	770
	1705						530			805					А250М2 У3, Т2		220/380	490	755
	1710						545			805					5АМН250S2 У3		380	485	750
	1865						530			840					2В250М2 У2.5		380,660	695	960
	1445	1080				735	530	350	290	705					5А160S4 У3, Т2	15	380	127	365
	1405	1080				735				715					АИР160S4 У3, Т2		220/380	120	360
	1565	1190				780				705					4ПНМ180МО4		220(п.т)	179,5	410
	1485	1080				735				795					ВА160S4 У2,5,Т2.5		380,660		400
1Д200-90а	1710	1330				910	545	460	400	840					5АМ250S2 У3, Т2	75	380	475	740
	1705	1330				910	530	460	400	805					А250S2 У3, Т2		220/380	450	715
	1525	1270				820	530	360	300	750					5АН200L2 У3, Т2		380	280	525
	1820	1330				910	545	460	400	840					2В250S2 У2.5		380,660	640	905
	1445	1080				735	530	350	290	705					5А160S4 У3, Т2	15	380	127	365
	1525	1080								835					АИМР160S4У2,5, Т2.5		660	120	485
1Д200-90б	1610	1235				840	530	450	380	790					5А225М2 У3, Т2	55	380	340	605
	1615	1235								745					А225М2 У3, Т2		220/380	320	585
	1495	1205				820				750					5АН200М2 У3, Т2		380	250	500
	1615	1250				840	570			860					ВА225М2 У2.5, Т2,5		380,660	371	635
	1470	1080				735	530	350	290	705					АИРМ132М4 У3, Т2	11	220/380	83,5	325
	1580	1080								705					ВА132М4 У2,Т2		380,660	102	340

Продолжение таблицы К3.1

Типоразмер насоса	Размеры в мм													n	Двигатель				Масса агре-гата, кг
	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	B	B_1	A	H	h	c	c_1		Типоразмер	Мощ-ность кВт	Напря-жение, В	Мас-са, кг	
1Д250-125	1932	1500	190	-	-	990	895	630	510	985	535	190	180	4	5АМ315S2У3,Т2	160	380	970	1287
	1972						590			880					А315S2, У3, Т2		220/380	905	1225
	1852	1490					620	520	450	880	500				5АМН280М2 У3		380	770	1080
	1628						665			965					5АН280А2 У3, Т3		380	744	1042
	2054						895			1025					ВАО2-280М2 У2.5,Т2.5		380,660	1070	1387
	1470	1135				780	620	520	450	830	500				АИР 180S4 У3,Т2	22	220/380	170	487
	1520					990				880					ВА 180S4 У3,Т2		380,660	205	522
1Д250-125а	1855	1490					620	520	450	880	500				5АМ280М2У3,Т2	132	380	770	1080
	1822						550			845					А280М2 У3,Т2		220/380	620	943
	1930						550			845					ВАО2-280S2 У2.5,Т2.5		380,660	1020	1332
	1470	1135					620	520	450	830	500				5А160М4 У3, Т2	18,5	220/380	140	457
	1510									820					ВА160М4 У2,Т2		380,660	190	507
1Д250-125б	1855	1480					620	520	450	880	500				5АМ280S2 У3, Т2	110	220/380	685	1000
	1895									925					2В280S2 У2.5, Т2.5		380	862	1179
	1450	1135					620	520	450	830	500				5А160S4 У3, Т2	15	220/380	127	445
	1520									890					АИМР160S4У2,5, Т2.5		660	120	437

Продолжение табл. К3.1

Типоразмер насоса	Размеры в мм													n	Двигатель				Масса агрегата, кг
	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	B	B_1	A	H	h	c	c_1		Типоразмер	Мощность, кВт	Напряжение, В	Масса, кг	
1Д315-71	1855	1400	190	-	-	940	620	520	450	890	510	190	180	4	5АМ280S2 У3, Т2	110	380	720	1045
	1825	1400				940	620	520	450	855					А280S2 У3, Т2		220/380	590	915
	1740	1325				890	600	470	400	890					5АМН250М2 У3		380	530	843
	1910	1400				940	620	520	450	910					2В280S2 У2.5, Т2.5		380	862	1225
	1470	1135				940	620	470	400	800	510				5А160М4 У3, Т2	18,5	220/380	140	500
	1510	1135								890					ВА160М4 У2,Т2		380,660	190	550
1Д315-71а	1740	1325				890	600	470	400	890	510				5АМ250М2У3, Т2	90	380	505	818
	1705	1325								855					А250М2 У3, Т2		220/380	490	803
	1790	1325								930					2В250М2У2.5		380,660	695	925
	1440	1135				990	600	470	400	890	510				5А160S4 У3, Т2	15	220/380	127	487
	1495	1135								890					АИМР160S4У2,5,Т2.5		660	120	490
1Д315-71б	1705	1355				990	600	520	450	890	510				5АМ250S2 У3, Т2	75	380	475	835
	1765	1355								890					2В250S2 У2.5		380,660	640	1000
	1270	1080				940	600	470	400	890	510				АИРМ132М4 У3, Т2	11	220/380	83,5	445
	1295	1080								890					ВА132М4 У2,Т2		380,660	102	462

Продолжение таблицы К3.1

Типоразмер насоса	Размеры в мм													n	Двигатель				Масса агрегата, кг
	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	B	B_1	A	H	h	c	c_1		Типоразмер	Мощность, кВт	Напряжение, В	Масса, кг	
1Д500-63	2445	1895	310	-	620	1240	770	630	570	1065	615	310	260	6	5АМ315S4 У3, Т2	160	380/660	1110	1850
	2335	1830						530	470	1000	620				5АМН280М4 У3		380/660	835	1510
	2040	1885						530	470	1205	620				5АН280В4 У3, Т3		380/660	764	1445
	2490	1895						630	570	1205	620				ВАО2-280М4У2.5,Т2.5		380,660	1070	1865
	2090	1895			620	1240	770	630	570	895	615				5А250S6 У3,Т2	45	380	430	1225
	2190	1895								935					2В250S6 У2.5, Т2.5		380,660	650	1445
1Д500-63а	2265	1830			620	1240	770	530	470	1000	620				5АМ280М4 У3	132	380	855	1080
										1000					5АМН280S4 У3		380	756	1430
	2290									965					А280М4 У3, Т2		380/660	720	1400
	2350									1050					ВАО2-280S4У2.5,Т2.5		380,660	1020	1815
	2265	1830			620	1240	770	530	470	1000	620				5АМ280S4 У3, Т2	110	380/660	742	1537
	2175									965					А280S4 У3, Т2			570	1230
	2120									1000					5АМН250М4 У3			540	1175
	2350	1670								1050					2В280S4 У2.5, Т2.5		380,660	892	1687
	2080	1670			620	1140	770	530	440	895	615				5А200М6 У3, Т2	37	220/380	245	557
	2135									930					ВА 200М6 У3,Т2		380	295	1090
1Д500-63б	2120	1670			570	1140	770	500	440	1000	610				5АМ250 М4 У3, Т2	90	220/380	515	1310
	2090									1000					5АМН250 S4 У3			490	1125
	2105									1000					5А250М4 У3,Т2			525	1160
	2145									955					А250М4 У3, Т2			550	1185
	2220									1030					2В250М4У2.5		380,660	725	1520
	2050	1670			570	1140	770	500	440	895	610				5А200L6 У3, Т2	30	220/380	190	585
	2145									930					ВА 180М6 У3,Т2		380	234	1029

Типоразмер насоса	Размеры в мм													n	Двигатель				Масса агрега-та, кг
	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	B	B_1	A	H	h	c	c_1		Типоразмер	Мощ-ность, кВт	Напря-жение, В	Масса, кг	
1Д630-90	2330	2065	310	-	700	1345	910	625	530	1725	750	310	260	6	5АН 355А-4У3,Т3	315	380/660	1290	2150
	2930	2435	200	650	1300	1950	1320	885	800	1580	710			8	ДАЗО4-400ХК-4МУ1,Т2		6000	2190	3050
															ДАЗО4-85/37К-4У1		10000	2820	3680
	2330	2065	310	-	700	1345	910	625	530	1725	710			6	ВАО2-315L4-У2.5		660	1645	2505
	2930	2435	200	650	1300	1950	1320	885	800	1580	710			8	ВАО2-450-315-4-У2, Т2		6000	2780	3640
	2195	1930	310	-	630	1250	1000	600	540	1175	665			6	5АН315В-4 У3, Т3	250	380/660	990	1780
	2360	2125	310	-	700	1400	1090	720	660	1535	665			6	А4-355L-4 У3, Т3		6000	1250	2070
	2580	2290	310	-	700	1400	1090	720	660	1110	665			6	ДАВ250-4 У3		6000	1420	2280
	2445	1960	310	-	630	1250	1000	600	540	1115	665			6	5АМН315М4 У3		380/660	1050	1940
	2350	1930	310	-	630	1250	1000	600	540	1280	665			6	3АВ 315М4 У2,5		1140/660	1740	2600
	2930	2435	200	650	1300	1950	1320	885	800	1580	710			8	ВАО2-450-250-4У2		6000	2470	3360
	2345	1960	310	-	630	1250	1000	600	540	1070	665			6	5АМ315S6 У3, Т2	110	380/660	913	1773
	2040	1905	310	-	570	1140	1000	600	540	1070	665				5АН280В-6 У3, Т3		380/660	732	1500
	2345	1960	310	-	630	1250	1000	600	540	1280	665				ВАО2-280М6 У2.5, Т2.5		380,660	1070	1930
	2265	1905	310	-	570	1140	1000	600	540	1070	665			6	5АМН280S6 У3	90	220/380	715	1480
	2040	1905	310	-	570	1140	1000	600	540	1070	665				5АН280А-6 У3, Т3		380/660	700	1470
	2265	1905	310	-	570	1140	1000	600	540	1070	665				5АМ280М6 У3, Т2		380/660	780	1545
	2345	1960	310	-	630	1250	1000	600	540	1280	665				2В280М6 У2.5,Т2.5		380,660	905	1765

Продолжение таблицы К3.1

Типоразмер насоса	Размеры в мм													n	Двигатель				Масса агрегата, кг
	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	B	B_1	A	H	h	c	c_1		Типоразмер	Мощ-ность, кВт	Напря-жение, В	Масса, кг	
1Д630-90а	2445	1960	310	-	630	1250	1000	600	540	1115	665	310	260	6	5АМ315М4 У3, Т2	200	380/660	1110	1945
															5АМН315S4 У3			1050	1845
	2195	1930			630	1250	1000	600	540	1175					5АН315А-4 У3, Т3			900	1960
	2360	2125			700	1400	1090	720	660	1535					А4-355LK-4 У3, Т3		6000	1200	2025
	2550	1960			630	1250	1000	600	540	1220					3АВ 315 S4 У2.5		380/660	1610	2445
	2550	1960			630	1250	1000	600	540	1220					ВАО2-450-200-4 У2		6000	2250	2365
	2550	1960			630	1250	1000	600	540	1220					ВАО2-450-200-4Д У2		10000	2160	2555
	2265	1905			570	1140	1000	600	540	1070					5АМ280S6 У3, Т2	75	380/660	745	1510
	2175	1905			570	1140	1000	600	540	1070					А280S6 У3, Т2			570	1335
	2120	1695			570	1140	1000	600	540	1070					5АМН250М6 У3		220/380	475	1200
	2370	1905			570	1140	1000	600	540	1150					2В 280S6 У2.5		380;660	845	1610
1Д630-90б	2445	1960			630	1250	1000	600	540	1115					5АМ315S4 У3, Т2	160	380/660	1110	1905
	2040	1905			570	1140	1000	600	540	1130					5АН280В-4 У3, Т3			764	1530
	2335	1905			570	1140	1000	600	540	1070					5АМН280М4 У3			835	1600
	2335	1905			570	1140	1000	600	540	1070					ВАО2-280М4У2.5,Т2.5		660	1070	2545
	2120	1695			570	1140	1000	600	540	1070					5АМ250М6 У3, Т2	55	220/380	450	1200
	2085	1695			570	1140	1000	600	540	1070					А250М6 У3, Т2		220/380	455	1205
	2185	1695			570	1140	1000	600	540	1070					2В250М6 У2., Т2.5		380,660	725	1475

Продолжение табл. К3.1

Типоразмер насоса	Размеры в мм													n	Двигатель				Масса, агре-гата, кг
	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	B	B_1	A	H	h	c	c_1		Типоразмер	Мощ-ность, кВт	Напря-жение, В	Мас-са, кг	
1Д630-125	2330	2065	310	-	700	1345	910	625	530	1725	750	310	260	6	5АН355-В4 У3, Т3	400	380/660	1400	2500
	2805	2260					1090			1265					А4-355Y-4 У3, Т3		6000	1730	2845
	2930	2415	200	650	1300	1950	1320	885	800	1620	750			8	ДАЗО4 –400Х-4МУ1			2330	3495
	2705	2395	200	650	1300	1950	1320	885	800	1650	750				А4-400ХК-4М У3			1930	3095
	2905	2590	200	700	1400	2100	1540	1005	920	1755	770				А4-85/37К-4 У3		10000	2600	3775
	3130	2590	200	700	1400	2100	1540	1005	920	1795	770				ДАЗО-85/37-4 У1		10000	2820	4000
	2980	2590	200	700	1400	2100	1540	1005	920	1755	770				ВАО2-450-400-4У2		6000	4330	5500
	2325	2415	200	-	700	1345	910	625	530	1720	750			6	5АМ315S6 У3, Т2	110	220/380	913	2078
	2395	2415	200	-	700	1345	910	625	530	1720	750				ВАО2-280М6 У2.5, Т2.5		380,660	1070	2235
1Д630-125а	2330	2065	310	-	700	1345	910	625	530	1725	750			6	5АН 355-А4У3,Т3	315	380/660	1290	2395
	2930	2415	200	650	1300	1950	1320	885	800	1620				8	ДАЗО4-400ХК-4МУ1,Т2		6000	2190	3360
	3130	2590	200	700	1400	2100	1540	1005	920	1795	770				ДАЗО4-85/37К-4У1		10000	2820	4000
	2715	2160	310	-	700	1345	1090	625	530	1265	750			6	А4-355Х-4 У3, Т3		6000	1450	2560
	2575	2365	310	-	700	1345	1140	625	530	1195	750			6	ДАВ-315-4 У3		6000	1450	2570
	2385	2185	310	-	700	1345	1040	625	530	1445	750			6	ВАО2-315L4-У2.5		660	1645	2810
	2575	2365	310	-	700	1345	1140	625	530	1195				8	ВАО2-450-315-4-У2, Т2		6000	2780	3945
	2325	2415	200	700	1300	1050	1320	885	800	1720				6	5АМН280М6 У3, Т2	90	380	780	2025
	2395	2415	200	700	1300	1050	1320	885	800	1720					2В280М6 У2.5,Т2.5		380,660	905	2200
1Д630-1256	2195	1935	310	-	700	1345	900	625	530	1245	745			6	5АН315-В4 У3, Т3	250	380/660	990	2080
	2635	2090			700		1090			1265	750				А4-355L-4 У3, Т3		6000	1250	2355
	2595	1935			700		900			1195	745				5АМН315-М4 У3		380/660	1145	2235
	2575	2365			700		1140			1195	750				ДАВ250-4 У3		6000	1420	2570
	2550	1960			630	1250	1000	600	540	1220	745			6	3АВ 315М4 У2,5		1140/660	1740	2905
	2550	1960			630	1250	1000	600	540	1220	750				ВАО2-450-250-4У2		6000	2470	3635
	2265	1905			570	1140	1000	600	540	1245	750			6	5АМ280S6 У3, Т2	75	380/660	745	1910
	2370	1905			570	1140	1000	600	540	1265	750				2В 280S6 У2.5		380;660	845	2010

Продолжение табл. К3.1

Типоразмер насоса	Размеры в мм													n	Двигатель				Масса агре-гата, кг
	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	B	B_1	A	H	h	c	c_1		Типоразмер	Мощ-ность, кВт	Напря-жение, В	Масса, кг	
1Д800-56	2595	1960	310	-	630	1250	880	600	540	1115	665	310	260	6	5АМ315М4 У3, Т2	200	380/660	1150	1970
															5АМН315S4 У3			1050	1870
	2306	2125			700	1400	990	720	660	1535					А4-355LK-4 У3, Т3		6000	1200	2050
	2195	1930			630	1250	880	600	540	1165					5АН315-А4 У3, Т3		380/660	900	1710
	2695	1960			700	1400	990	720	660	1435					3АВ 315 S4 У2.5		380/660	1350	2210
	2695	1960			700	1400	990	720	660	1435					ВАО2-450-200-4 У2		6000	1370	2230
	2650	1960			700	1400	990	720	660	1420					ВАО2-450-200-4Д У2		10000	1395	2255
	2270	1960			630	1250	880	600	540	1115					5АМ250М6 У3,Т2	55	220/380	450	1310
	2360	1960			630	1250	880	600	540	1140					2В250М6 У2., Т2.5		380,660	725	1585
1Д800-56а	2385	1905			570	1140	880	600	540	1045					5АМ280М4У3,Т2	132	380/660	855	1715
	2385														5АМН280-S4 У3			756	1545
	2040									1130					5АН280-А4 У3, Т3			720	1505
	2325									1045					А280М4 У3,Т2			700	1485
	2385	1905			570	1140	880	600	540	1240					ВАО2-280S4У2.5,Т2.5		380,660	1020	1880
	2240	1905			570	1140	880	600	540	1020					5А250S6 У3,Т2	45	220/380	430	1290
	2370	1905			570	1140	880	600	540	1140					2В250S6 У2.5, Т2.5		380,660	650	1510
1Д800-56б	2415	1905			570	1140	880	660	540	1045					5АМ280S4 У3, Т2	110	380/660	780	1565
	2325														А280S4 У3, Т2			570	1355
	2270	1695													5АМН250М4 У3			540	1310
	2610	1905													2В280S4 У2.5, Т2.5		380,660	892	1252
	2070	1630			570	1140	880	600	540	1020					5А225М6 У3,Т2	37	220/380	265	1105
	2150	1630			570	1140	880	600	540	1080					ВА225М6 У2,Т2		380,660	379	1239

Продолжение таблицы К3.1

Типоразмер насоса	Размеры в мм													n	Двигатель				Масса агре-гата, кг
	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	B	B_1	A	H	h	c	c_1		Типоразмер	Мощ-ность, кВт	Напря-жение, В	Масса, кг	
1Д1250-63	2370	2064	310	-	700	1400	950	720	650	1210	725	310	310	6	5АН355-А4 У3, Т3	315	380/660	1290	2485
	2970	2415	200	650	1300	1950	1320	885	800	1640	770			8	ДАЗО4-400ХК-4М У1		6000	2190	3385
	3170	2590	200	700	1400	2100	1555	1005	920	1800	775				ДАЗО4-85/37К-4 У1		10000	2890	4085
	2755	2210	310	-	700	1400	1040	720	650	1280	690			6	А4-355Х-4 У3, Т3		6000	1450	2560
	2570	2005	310	-	700	1400	1050	720	650	1175	725				ВАО2-315L4-У2.5		660	2785	3980
	2855	2315	200	650	1300	1950	1335	1005	920	1380	725			8	ВАО2-450-315-4-У2.5		6000	2905	4100
	2535	1970	310	-	620	1265	950	600	540	1175	725			6	5АМ315-S6 У3, Т2	110	380/660	960	2045
	2080	1890	310	-	600	1200	950	600	540	1195	730				5АН280-В6 У3,Т3			732	1742
	2545	1840	310	-	620	1265	950	600	540	1080	725				А315S6 У3, Т2			750	1795
	2395	2415	310	-	620	1265	950	600	540	1250	725				ВАО2-280М6-У2.5			1070	2315
1Д1250-63а	2235	1920	310	-	620	1265	950	600	540	1225	725			6	5АН315В-4 У3, Т3	250	380/660	990	2070
	2670	2385			700	1400	1050	720	650	1175	690				ДАВ250-4 У3		6000	1420	2585
	2635	1970			620	1265	950	600	540	1175	725				5АМН315М4 У3		380/660	1145	2230
	2675	2130			700	1400	1040	720	652	1280	690				А4-355L-4 У3, Т3		6000	1250	2352
	2430	1920			620	1265	950	600	540	1225	725				3АВ 315М4 У2,5		1140/660	1740	2935
	2490	1920			700	1400	1040	720	650	1275	725				ВАО2-450-250-4У2		6000	2470	3665
	2445	1890			600	1200	950	600	540	1110	730			6	5АМ280S6 У3, Т2	75	380/660	745	1940
	2515	1920			700	1400	1050	720	650	1175	690				2В 280S6 У2.5		380;660	845	2040
1Д1250-63б	2635	1970			620	1265	950	600	540	1175	725			6	5АМ315М4 У3, Т2	200	380/660	1150	2235
															5АМН315S4 У3			1050	2135
	2675	2130			700	1400	1040	720	650	1280	690				А4-355LК-4 У3, Т3		6000	1200	2300
	2235	1920			620	1265	950	600	540	1225	725				5АН315А-4 У3, Т3		380/660	900	1980
	2850	1970			700	1265	950	600	540	1175	725				3АВ 315 S4 У2.5		380/660	1350	2545
	2850	1970			700	1265	950	600	540	1175	725				ВАО2-450-200-4 У2		6000	1420	2615
	2850	1970			700	1265	950	600	540	1175	725				ВАО2-450-200-4Д У2		10000	1380	2575
	2280	1710			600	1150	950	600	540	1110	730			6	5АМ250М6 У3,Т2	55	220/380	450	1465
	2260									1085					А250М6 У3, Т2			455	1435
															2В250М6 У2., Т2.5		380,660	725	1920

Продолжение табл. К3.1

Типоразмер насоса	Размеры в мм													n	Двигатель				Масса агрега-та, кг
	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	B	B_1	A	H	h	c	c_1		Типоразмер	Мощ-ность, кВт	Напря-жение, В	Мас-са, кг	
1Д1250-125	3255	2655	250	700	1400	2100	1420	1005	920	1835	810	370	330	8	ДАЗО4-450Х-4М У1	630	6000	2900	4830
	3526	2930		800	1600	2400	1420	1005	920	1835					ДАЗО4-85/49-4 У1		10000	3325	5335
	3180	2810		720	1444	2160	1540	1005	920	1795					А4-85/43-4 У3		10000	2800	4700
	3670	2930		800	1600	2400	1420	1005	920	1880					ВАО2-560-630-4У2		6000	5370	7300
	2850	2430		-	700	1500	1200	715	630	1345	800			6	5АН355А-6 У3,Т3	200	380/660	1240	3170
	2930	2430		-	700	1500	1200	715	630	1455					3АВ 315L6 У2.5		380/660	1770	3700
1Д1250-125а	3305	2715		700	1400	2100	1320	985	900	1670	800			8	ДАЗО4-400Y-4М У1	500	6000	2630	4540
	2980	2615								1700					А4-400Х-4М У3		6000	2070	4015
	3500	2715		700	1400	2100	1320	985	900	1870					ВАО2-560—500-4У2		6000	5200	7130
	2750	2410		-	700	1500	1200	715	630	1345	800			6	5АМ 315МВ6 У3,Т3	160	380/660	1090	3020
	2830	2410		-	700	1500	1200	715	630	1345					3АВ315М6 У2.5		380/660	1560	3400
1Д1250-125б	2980	2615		700	1400	2100	1320	985	900	1700	800			8	А4-400ХК-4М У3	400	6000	1930	3875
	2605	2240	370	-	700	1500	1200	715	630	1345				6	5АН355В-4 У3, Т3		380/660	1400	3300
			250											8	ВАО2-560-400-4У2		6000	4425	6355
	2850	2430		-	700	1500	1200	715	630	1345	800			6	5АМ315МА6 У3,Т3	132	380/660	1010	2940
	2930	2430		-	700	1500	1200	715	630	1345					ВАО2-280L6 У2.5,Т2.5		380/660	1130	3060

Продолжение табл. К3.1

Типоразмер насоса	Размеры в мм												n	Двигатель				Масса агре-гата, кг
	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	B	B_1	A	H	h	c/c_1		Типоразмер	Мощ-ность, кВт	Напря-жение, В	Мас-са, кг	
1Д1600-90	3255	2655	250	700	1400	2100	1420	1005	920	1835	810	370/330	8	ДАЗО4-450Х-4М У1	630	6000	2900	4830
	3526	2930		800	1600	2400	1540			1835				ДАЗО4-85/49-4 У1		10000	3325	4985
	3180	2810		720	1440	2160	1540			1795				А4-85/43-4 У3		10000	2800	4350
	3460	2655		700	1400	2100	1420	1005	920	1835				ВАО2-560-630-4У2		6000	5370	7300
	2470	2100	370	-	700	1400	1200	715	630	1305	805		6	5АН315В-6 У3, Т3	160	380/660	980	2470
	2500	2100		-	700	1400	1200	715	630	1305				3АВ315М6 У2.5		380/660	1560	3050
1Д1600-90а	3305	2715	250	700	1400	2100	1320	985	900	1670			8	ДАЗО4-400Y-4М У1	500	6000	2630	4225
	2980	2615								1700				А4-400Х-4М У3			2070	3665
	3420	2715		700	1400	2100	1420	1005	920	1835				ВАО2-560-500-4У2		6000	5200	6795
	2980	2615	250	700	1400	2100	1320	985	900	1700				А4-400ХК-4М У3	400	6000	1930	3525
	2605	2240	370	-	700	1500	1200	715	630	1345			6	5АН355В-4 У3, Т3		380/660	1400	2950
	2830	2240	250	700	1400	1500	1320	1005	900	1450				ВАО2-560-400-4У2		6000	4425	6020
	2470	2100	370	-	700	1400	1200	715	630	1305				5АН315А-6 У3, Т3	132	380/660	900	2395
	2530	2100		-	700	1400	1200	715	630	1305				ВАО2-280L6 У2.5,Т2.5		380/660	1130	2725
1Д1600-90б	2605	2240	370	-	700	1500	1200	715	630	1345	800		6	5АН355А-4 У3, Т3	315	380/660	1290	2790
	3205	2615	250	700	1400	2100	1320	985	900	1670			8	ДАЗО4-400ХК-4М У1		6000	2190	3785
	3205	2615	370	-	700	1500	1200	985	900	1670				ВАО2-315L4-У2.5		660	1645	3980
	3205	2615	250	700	1400	2100	1320	985	900	1670				ВАО2-450-315-4-У2.5		6000	2505	4100
	2620	2100	370	-	700	1400	1200	715	630	1305	805		6	5АМ315S6 У3, Т2	110	380/660	960	2495
	2436	2065			700	1400	1200	690	630	1260				5АН280В-6 У3,Т3			732	2185
	2140	1830			700	1400	1200	715	630	1500	760			ВАО2-280М6 У2.5			1070	2315

Продолжение табл. К3.1

Типоразмер насоса	Размеры в мм n													n	Двигатель				Масса агре-гата, кг
	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	B	B_1	A	H	h	c	c_1		Типоразмер	Мощ-ность, кВт	Напря-жение, В	Масса, кг	
2Д630-90	2415	2150	310	-	700	1380	930	720	660	970	610	485	500	6	4АМН355-S2 У3	315	380/660	1200	1831
2Д630-90а	2225	1940	310	-	700	1200	855	600	540	885	610				4АМН280-М2 У3	200	380/660	825	1460
2Д630-90б	2185	1940	310	-	700	1200	855	600	540	885	610				4АМН280-S2 У3	160	380/660	715	1345
2Д630-125	2510	2200	310	-	700	1410	940	720	660	950	590				4АМН355-М2 У3	400	380/660	1350	2020
2Д630-125а	2450	2200	310	-	700	1410	940	720	660	950	590				4АМН355-S2 У3	315	380/660	1200	1840
2Д2000-21	2790	2345	485	-	800	1450	1200	765	670	1435	980			6	5АМН315-М6 У3	160	380/660	1005	2975
	2640									1485					5АН315В-6 У3,			980	2945
	2710	2300								1405					5АМ280-М8 У3, Т2	75		790	2710
	2710														5АМН280S8 У3			705	2625
	2605									1450					5АН280А-8 У3,Т3			743	2655
2Д2000-21а	2790	2345	485	-	800	1450	1200	765	670	1435	980				5АМ315-S6 У3, Т2	110	380/660	960	2930
	2605	2300								1450					5АН280В-6 У3,Т3			732	2645
															5АМ280-S8 У3, Т2	55		725	2640

Приложение Л

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Единицы измерения		Код завода иготовителя	Код оборудования, изделия, материала	Цена ед. оборудования, тыс.руб.	Количество	Масса единицы оборудования, кг
			наименование	код					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Оборудование								
1	Насос центробежный горизонтальный двустороннего	Д 800-57	шт.					5	1720
	входа Q = 800 м³/ч, H = 57 м								
2	Электродвигатель асинхронный N=110 кВт	4АН250М	шт.					5	880
3	Насос центробежный пожарный Q = 2500 м³/ч, H = 62 м	Д 2500-62						1	4720
4	Дренажный насос Q = 16 м³/ч, H = 25 м	ГНОМ 25-20	шт.					1	50
5	Вакуум - насос Q = 12 м³/мин	ВВН-12	шт.					1	1116
6	Кран подвесной однобалочный электрический г/п 5 т	ГОСТ 7890-73	шт.					1	2530
	Арматура								
7	Задвижка с выдвижным шпинделем стальная	ГОСТ 10194-78*	шт.					11	1975
	с электроприводом фланцевая Д $_у$=600, $P_у$=1,6МПа								
8	Задвижка с выдвижным шпинделем стальная	ГОСТ 10194-78*	шт.					11	800
	с электроприводом фланцевая Д $_у$=400, $P_у$=1,6МПа								
9	Клапан обратный однодисковый чугунный Д $_у$=400, $P_у$=1МПа	ГОСТ 19827-74*	шт.					8	381
	Фасонные части								
10	Отвод стальной с углом 90° Д=630×10, $P_у$=10МПа	ГОСТ 17375-83	шт.					2	163,5
11	Отвод стальной с углом 90° Д=426×10, $P_у$=10МПа	ГОСТ 17375-83	шт.					2	121,0
12	Переход сварной стальной эксцентрический 618×8 - 513×8	МН 2884-62	шт.					1	29,3

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	КП.14.14.013.108. НВ		
Разраб.						Спецификация оборудования ВНС-II	Стадия	Лист	Листов
Рук.пр.							У	1	2
							КГАСУ гр. 2ВВ-201		

Продолжение приложения Л

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	Переход сварной стальной эксцентрический 618×8 - 305×8	МН 2884-62	шт.					5	70,9
14	Переход стальной концентрический 426×10 - 325×8	ГОСТ 17378-83	шт.					1	26,0
15	Переход стальной концентрический 426×12 - 277×8	ГОСТ 17378-83	шт.					5	29,5
16	Тройник сварной проходной $Д_у$=630× 9, $Р_у$=10МПа	МН 2886-62	шт.					2	213,0
17	Тройник проходной Д=426×10, $Р_у$=10МПа	ГОСТ 17376-83	шт.					2	76,5
	Трубопроводы								
18	Труба стальная электросварная $Д_у$=630×7, $Р_у$=1,6МПа	ГОСТ 10704-91	п.м.					21,6	107,55
19	Труба стальная электросварная $Д_у$=426×7, $Р_у$=1,6МПа	ГОСТ 10704-91	п.м.					25,2	72,33