

Выбор центробежного насоса

Центробежный насос выбирается, исходя из реальных рабочих характеристик системы, в которой он устанавливается.

Для определения нужных габаритов необходимы следующие данные:

Расход Q

Количество жидкости, перекачиваемой насосом за единицу времени. Обычно, выражается в куб.м/час.

Общая высота манометрического напора H_{mt}

Рассматривается как сумма геодезической (или геометрической) высоты между уровнями жидкости и потерь напора, возникающих из-за внутреннего трения при прохождении жидкости в трубах, насосе и соответствующих гидравлических приспособлениях.

Рассчитывается по следующей формуле:

$$H_{mt} = H_g + \Delta p_{сж} \text{ м жидкостного столба}$$

H_g = геодезический перепад на всасывании (H_{га}) + геодезический перепад на подаче (H_{гр}).

Δp_{сж} = сумма потерь напора в системе, получаемая на основе следующих данных:

- Диаметр, длина и конструкционный материал всасывающей и подающей труб (см. таблицу 1 на стр. 460).
- Количество и тип колен на пути прохождения жидкости и используемые гидравлические приспособления, такие как донные клапаны с фильтром, отсекающие заслонки, стопорные клапана, возможные фильтры (см. таблицу 2 на стр. 460).
- Тип жидкости (если это не вода), температура, вязкость и удельный вес.

Особое внимание следует обращать на манометрический напор на всасывании **H_{га} + Δp_{сж}**: данное значение должно быть сопоставлено со всасывающей способностью насоса.

Данная способность **NPSH_r** определяется как абсолютная высота напора нетто, требуемая на всасывании; данное значение определяется по кривой в зависимости от расхода. Для этой цели, после выбора насоса на основе требуемых расхода и напора, по возможности, в центре кривой, необходимо выполнить проверку по упрощенной формуле:

$$10 \text{ м} \pm H_{га} - \Delta p_{сж} > \text{требуемое значение } NPSH + 0,5 \text{ м}$$

H_{га} - это перепад между свободным уровнем воды и валом насоса; если насос находится ниже уровня воды этот параметр имеет отрицательное значение.

Δp_{сж} . представляет собой сумму остающихся потерь на всасывании двух типов: распределенных (трубы) и концентрированных (клапана, колена и т.д.);

Если проверка дает отрицательный результат, зачастую достаточно ограничить расход с помощью задвижки на подаче, что позволяет получить оптимальные рабочие условия насоса без кавитации.

Если жидкость имеет температуру выше средней оптимальной (около 20°C), всасывающая способность насоса снижается. Данные изменения, исходя из всасывающей способности насоса 7 метров при нормальной температуре, показаны в таблице 3 на стр. 461.

ТЕХ. ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСОВ

После определения расхода **Q** и общего манометрического напора системы **H_{mt}**, для определения потребляемой мощности **N** насоса следует использовать следующую формулу:

$$N = \frac{Q \times H \times \gamma}{367 \times \eta_p} \text{ в кВт}$$

где:

Q = Расход, выраженный в куб.м/ч

H = напор в м

γ = удельный вес жидкости (вода - 1 кг/куб.дм)

η_p = КПД насоса (например, при КПД насоса 68% **η_p** = 0,68)

Насосы, которые обычно соединены с электродвигателями, работают в режиме 2900 об./мин. (при двухполюсном двигателе с частотой 50 Гц) или 1450 об./мин. (при четырехполюсном двигателе с частотой 50 Гц).

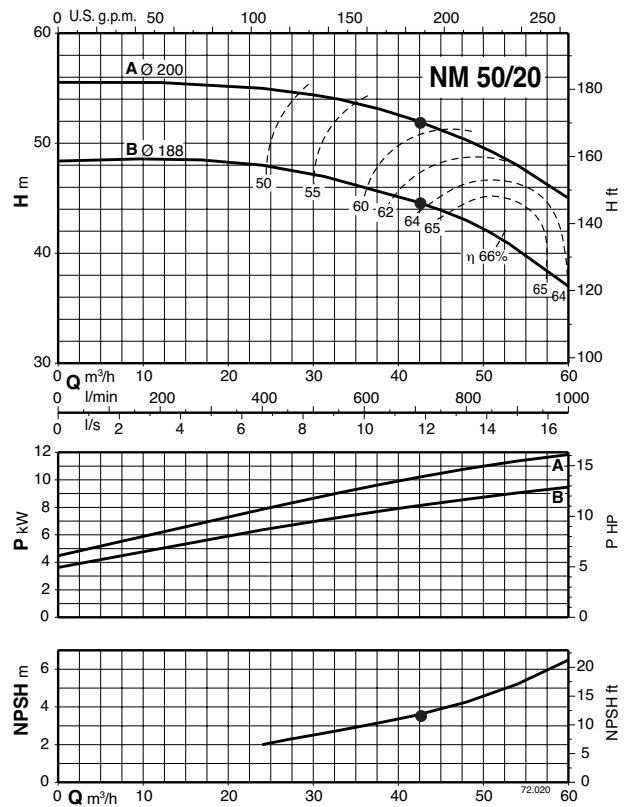
Тем не менее, они могут работать и в других режимах при условии, что соблюдаются их расчетные пределы.

Следовательно, при изменении числа оборотов тех. характеристики насосов меняются по следующим правилам:

- Расход пропорционально соотношению числа оборотов: $Q_2 = Q_1 \times (n_2:n_1)$

- Напор пропорционально числу оборотов в квадрате: $H_2 = H_1 \times (n_2:n_1)^2$

- Потребляемая мощность пропорционально числу оборотов в кубе: $N_2 = N_1 \times (n_2:n_1)^3$



Выбор центробежного насоса

Пример расчета для выбора центробежного насоса

Случай А

Данные системы

- Q (расход) = 42 куб.м/ч
- H_{га} (геодез. перепад на всасывании) = 3,5 м
- H_{гр} (геодез. перепад на подаче) = 39 м
- Всасывающая труба 5 м с диаметром DN 100 мм с одним коленом и 1 донным клапаном
- Подающая труба 70 м с диаметром DN 80 мм с 1 стопорным клапаном, 1 задвижкой и 3 коленами большого радиуса.

$$H_g = H_{гр} + H_{га} = 39 + 3,5 = 42,5 \text{ м (геодез. перепад в системе)}$$

Дрс = сумма потерь напора.

Всасывании

5 м трубы Δ 100	р _с = 0,12 м
1 колено	р _с = 0,045 м
1 донный клапан	р _с = 0,46 м

Подача

70 м трубы Δ 80	р _с = 5,25 м
1 стопорный клапан	р _с = 0,5 м
1 задвижка	р _с = 0,05 м
3 колена	р _с = 0,09 м

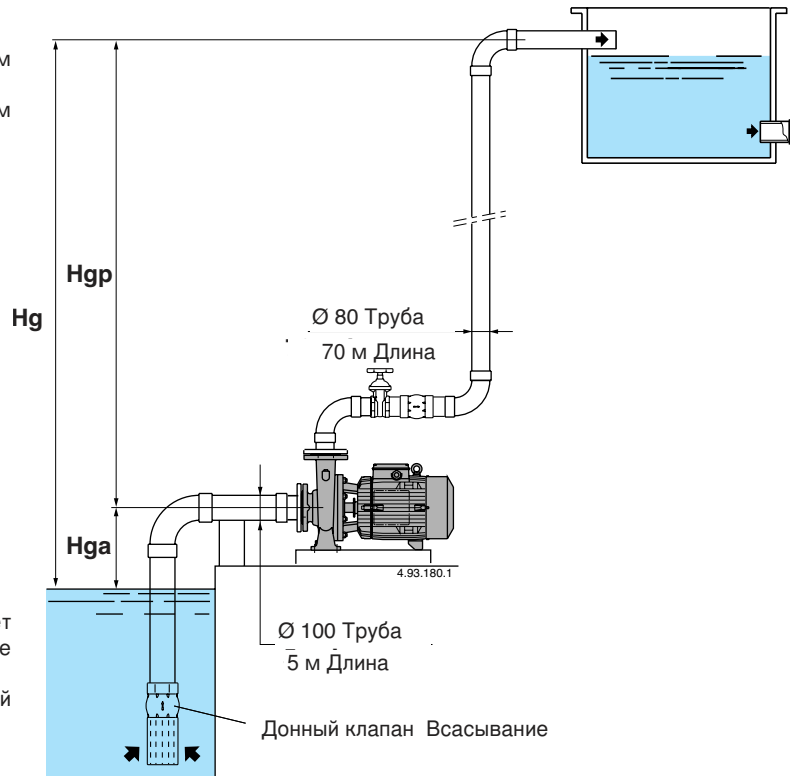
Всего Дрс = 6,5 м

Учитывая, что расчет был сделан для новых труб, следует добавить 15-20% на износ и образование отложений, в результате чего общие потери **Др** будут составлять примерно 8 м. Таким образом, общий манометрический напор, который должен обеспечить насос будет равняться:

$$H_{mt} = H_g + \mathbf{Др} = H_{гр} + H_{га} + \mathbf{Дрс} = 39 + 3,5 + 8 = 50,5 \text{ метров всего.}$$

Можно выбрать насос NM 50/20AE (см. график насоса).

А) Работа в положении выше уровня воды



Случай Б

Данные системы

- Q (расход) = 42 куб.м/ч
- H_{га} (геодез. перепад на всасывании) = 3,5 м
- H_{гр} (геодез. перепад на подаче) = 39 м
- Всасывающая труба 5 м с диаметром DN 100 мм с 1 задвижкой и 1 стопорным клапаном
- Подающая труба 70 м с диаметром DN 80 мм с 1 стопорным клапаном и 3 коленами большого радиуса.

$$H_g = H_{гр} - H_{га} = 39 - 3,5 = 35,5 \text{ м (геодез. перепад в системе)}$$

Дрс = сумма потерь напора.

Всасывании

5 м трубы Ø 100	р _с = 0,12 м
1 стопорный клапан	р _с = 0,5 м
1 задвижка	р _с = 0,05 м

Подача

70 м трубы Ø 80	р _с = 5,25 м
1 стопорный клапан	р _с = 0,5 м
1 задвижка	р _с = 0,05 м
3 колена	р _с = 0,09 м

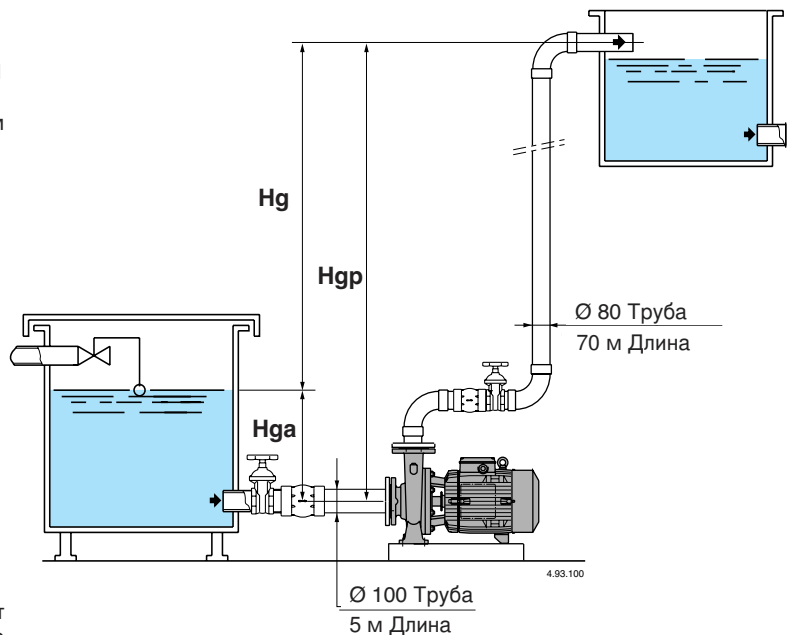
Всего Дрс = 6,5 м

Учитывая, что расчет был сделан для новых труб, следует добавить 15-20% на износ и образование отложений, в результате чего общие потери **Др** будут составлять примерно 8 м. Таким образом, общий манометрический напор, который должен обеспечить насос будет равняться:

$$H_{mt} = H_g + \mathbf{Др} = H_{гр} - H_{га} + \mathbf{Дрс} = 39 - 3,5 + 8 = 43,5 \text{ метров всего.}$$

Можно выбрать насос NM 50/20BE (см. график насоса).

Б) Работа под гидравлическим напором Всасывание



ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТРУБЫ

Донный клапан с фильтром - Тплотнительное приспособление, устанавливаемое на нижнем конце всасывающей трубы. Служит для предотвращения выхода воды из трубы и насоса при остановке системы. Должен быть погружен в жидкость на глубину установки, которая могла бы обеспечить четкую работу и предотвратить возможную кавитацию.

Рекомендуется устанавливать также поплавковый выключатель для автоматической остановки насоса при снижении воды ниже установленного уровня.

Стопорный клапан - Тстанавливается на подающем раструбе насоса, чтобы избежать обратного потока при внезапной остановке блока. Предпочтительно устанавливать модели с возвратной внутренней пружиной и обтюратором с наконечником, которые снижают воздействия гидравлических ударов.

Задвижка - следует устанавливать также задвижку, которая дает возможность разбирать насос, не сливая воду из системы и служит для пуска блока и регулировки расхода.

ТРУБЫ

Трубы выбираются, исходя из скорости воды. Оптимальной считается скорость 1,5 м в секунду на всасывании и 3 м/сек. на подаче. Следует обращать особое внимание на размер всасывающей трубы, чтобы избежать потерь силы напора и, следовательно, обеспечить максимально возможную всасывающую способность насоса. та труба должна быть абсолютно герметичной и не иметь обратного ската к раструбу насоса, чтобы избежать образование или задержку воздушных пузырьков или мешков.

Все трубы должны иметь свое отдельное крепление, чтобы не оказывать давление своим весом на раструбы насоса.

СБОИ В РАБОТЕ НАСОСОВ

Сбой	Возможная причина
Насос заблокирован	Может случиться после простоя определенной длительности из-за внутреннего окисления. Следует разблокировать насос. В небольших моноблочных насосах это можно сделать с помощью отвертки, используя специальную насечку на заднем конце вала. В случае больших блоков следует воздействовать на вал или на эластичную соединительную часть.
Насос не наполняется	В насосе и всасывающей трубе имеется воздух. Неполное наполнение и полное отсутствие наполнения. Возможное попадание воздуха через вентиля, сливные или наполнительные пробки, уплотнения и сальники. Донный клапан не полностью погружен в жидкость или засорен грязью или твердым мусором. Высота всасывания превышает всасывающую способность насоса. Неправильное направление вращения. Неправильное число оборотов.
Недостаточный расход	Трубы и приспособления имеют слишком маленький диаметр, что приводит к чрезмерным потерям силы напора. Рабочее колесо тормозится инородными предметами, попавшими между внутренними каналами. Рабочее колесо имеет коррозию или сломано. Поверхности контакта рабочего колеса и корпуса насоса изношены в результате трения. Присутствие в воде газа или чрезмерная вязкость жидкости (если это не вода).
Шум и вибрация в насосе	Вращающаяся часть разбалансирована, подшипники изношены. Насос и трубы закреплены не достаточно прочно. Слишком низкий расход для данного типа насоса. Работа с кавитацией.
Двигатель перегружен	Тех. характеристики насоса слишком высокие относительно параметров системы. Неподвижные и подвижные органы залипают из-за недостаточной смазки. Скорость вращения слишком высокая. Неправильное напряжение питания. Блок «насос-двигатель» выровнен плохо. Жидкость слишком тяжелая и ее вес превышает расчетные параметры.

Таблица 1
Потеря силы напора в стальных трубах

Труба		Q м³/ч	1	3	6	9	12	18	24	30	36	42	48	60	90	120	180	240	300	360	420	
G	Ø мм	Q л/мин.	16	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000	
G 1	DN 25	HL v м/100м м/сек.	2,7 0,6	21 1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
G 1 1/4	DN 32		0,7 0,35	5,5 1	22 2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 1 1/2	DN 40		-	1,8 0,7	7 1,35	14 1,9	23 2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 2	DN 50		-	0,5 0,4	2,2 0,8	4 1,25	8 1,5	17 2,5	28 3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 2 1/2	DN 65		-	-	0,6 0,5	1,2 0,75	2,1 1	4,2 1,4	8 2	12 2,5	17 3	22 3,4	28 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	DN 80		-	-	-	-	0,8 0,7	1,6 0,95	2,8 1,25	4,2 1,6	6,5 2	7,5 2,1	10,5 2,6	15 3,3	-	-	-	-	-	-	-	-
	DN 100		-	-	-	-	-	0,55 0,6	0,9 0,8	1,4 1,1	2 1,25	2,4 1,4	3,5 1,6	5 2	11 3,2	20 4	-	-	-	-	-	-
	DN 125		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9 0,95	1,2 1,1	1,8 1,4	4 2	6,5 2,7	15 4	-	-	-	-	-
	DN 150		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6 0,9	1,5 1,4	2,5 1,7	5 2,7	8 3,5	14 4,8	-	-	-
	DN 200		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4 0,8	0,6 1	1,3 1,6	2 2	3,5 2,6	4,6 3	6,5 3,5	-
	DN 250		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4 1	0,7 1,3	1,1 1,6	1,6 2	2 2,3
	DN 300		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3 0,9	0,45 1,25	0,7 1,4	0,9 1,6

Q Расход HL Потери силы напора в м на 100 м v = Скорость: макс. 1,5 м/сек. на всасывании и 3 м/сек. на подаче

Таблица 2
Потери силы напора в коленах, задвижках, донных и стопорных клапанах в см

Скорость воды м/сек.	Колена с острым углом α					$\alpha = 90$ Колена с округленным углом					Стандартные задвижки	Донные клапана	Стопорные клапана
	$\alpha = 30$	$\alpha = 40$	$\alpha = 60$	$\alpha = 80$	$\alpha = 90$	$\frac{d}{R} = 0,4$	$\frac{d}{R} = 0,6$	$\frac{d}{R} = 0,8$	$\frac{d}{R} = 1$	$\frac{d}{R} = 1,5$			
0,4	0,43	0,52	0,71	1,0	1,2	0,11	0,13	0,16	0,23	0,43	0,23	32	31
0,5	0,67	0,81	1,1	1,6	1,9	0,18	0,21	0,26	0,37	0,67	0,37	33	32
0,6	0,97	1,2	1,6	2,3	2,8	0,25	0,29	0,36	0,52	0,97	0,52	34	32
0,7	1,35	1,65	2,2	3,2	3,9	0,34	0,40	0,48	0,70	1,35	0,70	35	32
0,8	1,7	2,1	2,8	4,0	4,8	0,45	0,53	0,64	0,93	1,7	0,95	36	33
0,9	2,2	2,7	3,6	5,2	6,2	0,57	0,67	0,82	1,18	2,2	1,20	37	34
1,0	2,7	3,3	4,5	6,4	7,6	0,7	0,82	1,0	1,45	2,7	1,45	38	35
1,5	6,0	7,3	10	14	17	1,6	1,9	2,3	3,3	6	3,3	47	40
2,0	11	14	18	26	31	2,8	3,3	4,0	5,8	11	5,8	61	48
2,5	17	21	28	40	48	4,4	5,2	6,3	9,1	17	9,1	78	58
3,0	25	30	41	60	70	6,3	7,4	9	13	25	13	100	71
3,5	33	40	55	78	93	8,5	10	12	18	33	18	123	85
4,0	43	52	70	100	120	11	13	16	23	42	23	150	100
4,5	55	67	90	130	160	14	21	26	37	55	37	190	120
5,0	67	82	110	160	190	18	29	36	52	67	52	220	140

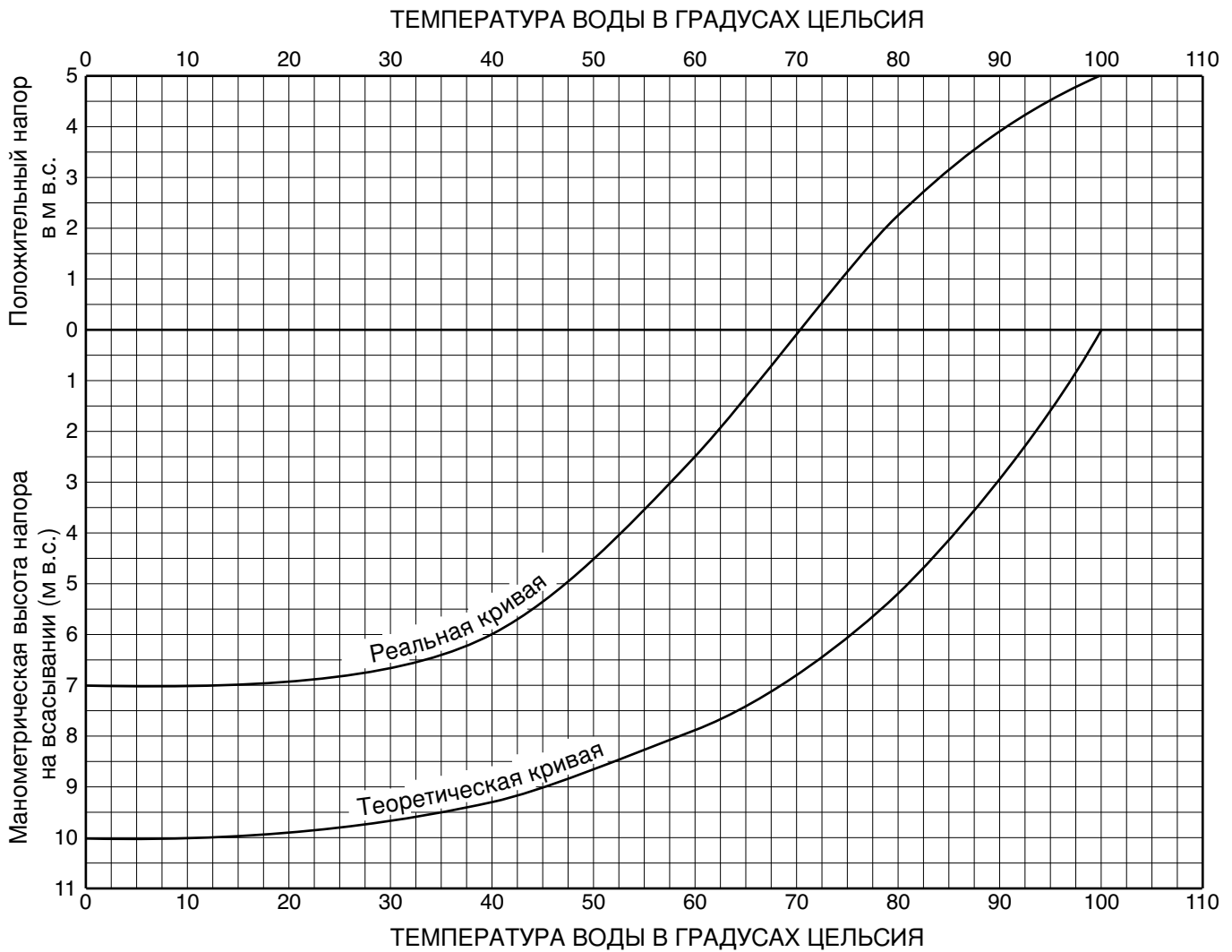
Таблица 3
График манометрической высоты напора на всасывании с водой с температурой до 100 °С


График составлен для насосов с манометрической высотой напора на всасывании 7 м в.с. при температуре воды 20 °С.