

Как подобрать скважинный насос для индивидуального водоснабжения

У нас в стране издавна была распространена дачная культура. Люди при малейшей возможности всегда стремились из душного города поближе к природе, земле. Времена меняются, но тяга, живущих в «каменных джунглях», к жизни за городом никуда не исчезла. Однако жизнь в сельской местности неизбежно несет с собой определенные проблемы и заботы, о которых горожанину просто не приходится задумываться. Одна из них - водоснабжение.

Одним из наиболее оптимальных решений этой проблемы в местностях, богатых чистыми подземными водами, видится артезианская скважина. Но тут возникает еще один вопрос - как и с помощью каких устройств качать воду наверх? К счастью, сейчас существует большое число всевозможных насосов, способных качественно решить подобную задачу.

Что выбрать? Насосы, качающие воду из скважин и колодцев, делятся на несколько разновидностей - скважинные, погружные, самовсасывающие. Мы поговорим о скважинных насосах, отличающихся повышенной мощностью, компактностью, большим потенциальным объемом перекачиваемой воды. Отличие этих механизмов от обычных наружных (поверхностных) насосов заключается в методике их монтажа: насос находится непосредственно в скважине, откуда он качает воду. Подобные насосы производят, как правило, из нержавеющей стали или композита, для них характерны небольшие размеры, позволяющие находиться в тесном подземном пространстве. При этом эти машины способны поднимать воду с глубин до 650 м!

Чтобы правильно выбрать насос, необходимо в первую очередь получить всю необходимую информацию о количестве воды, требуемой конкретному потребителю. Это зависит от количества точек водоразбора (душ, раковина, унитаз и др.). Прежде всего, определяется проектное значение максимального (секундного или часового) расхода по формуле:

$$Q_{\max} = EQ_n,$$

Где Q_n – значение расхода воды через конкретный санприбор (см. Таблицу 1)

Таблица 1. Нормативные расходы санитарных приборов

Точка водоразбора	Нормативный расход	
	л/с	м ³ /ч
Мойка	0,2	0,7
Посудомоечная машина	0,2	0,7
Ванна	0,3	1,1
Умывальник	0,1	0,4
Биде	0,1	0,4
Стиральная машина	0,2	0,7
Душ	0,2	0,7
Унитаз	0,1	0,4

При этом подбор насоса необходимо начинать после того, как скважина будет пробурена и будет получен паспорт скважины. Этот документ выдается организацией, которая занимается бурением на воду. В паспорте в обязательном порядке должны указываться следующие характеристики, необходимые для правильного подбора насоса:

- дебит (производительность скважины в м³/ч);
- статический уровень воды;
- динамический уровень воды;
- глубина скважины;
- размеры и глубина фильтровальной части скважины;
- диаметр скважины.

Имея эти данные, следует проверить источник водоснабжения (то есть скважину) на соответствие его гидравлических характеристик требуемому максимальному расходу. Максимальный расход не должен превышать дебит скважины. В идеале, максимальный расход подбирать на 5-10% меньше дебита. Если этого не сделать, работа насоса будет приводить к снижению динамического уровня воды ниже всасывающей части насоса, что чревато работой «всухую». Если на насосе нет защиты от «сухого хода» это приведет к поломке агрегата. Если же

защита установлена, он будет самопроизвольно отключаться при падении уровня ниже установленного значения, повторное же включение будет производиться только после восстановления уровня воды в скважине хотя бы до динамического уровня. Это может занять довольно большое время, в течение которого вы останетесь без воды. Есть и еще один негативный момент: возможный размыв породы в области зоны фильтрации и, как следствие, засорение фильтра скважины. Работа в таком режиме может привести к засорению и даже разрушению скважины!

Итак, после определения максимального расхода и соответствия его параметрам скважины, необходимо рассчитать требуемый максимальный напор. Это можно сделать по следующей формуле:

$$H = P_{\text{таp}} \times 10,2 + H_{\text{гeо}} + E_{H_f},$$

Где $P_{\text{таp}}$ – давление, которое необходимо создать в системе. Обычно берут 2-3 бара (привычное нам давление в городской сети);

$H_{\text{гeо}}$ - геодезический напор. Разность высот от динамического уровня до наивысшей точки водоразбора в метрах водного столба;

E_{H_f} - сумма потерь напора по длине трубопровода (см. Таблицу 2) и местных потерь (потери напора на поворотах, тройниках, задвижках и т.д.).

При этом местные потери можно принимать равными 15-20% от потерь по длине. Также необходимо учитывать наличие в системе фильтра. Потери напора на нем тоже относятся к местным потерям, но их значение может быть достаточно велико (в среднем, они колеблются от 0,5 до 1,5 бар) и зависят от типа и габаритов фильтра. Уточнить значение можно по паспортным данным на установленный фильтр.

Таблица 2*. Потери напора в трубопроводах из полимерных материалов

Расход			PELM / PEH PN 10														
м³/ч	л/мин	л/с	PELM				PEH										
			25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180			
0.6	10	0.16	0.49 1.8	0.30 0.66	0.19 0.27	0.12 0.085											
0.9	15	0.25	0.76 4.0	0.46 1.14	0.3 0.6	0.19 0.18	0.12 0.83										
1.2	20	0.33	1.0 6.4	0.61 2.2	0.39 0.9	0.25 0.28	0.16 0.11										
1.5	25	0.42	1.3 10.0	0.78 3.5	0.5 1.4	0.32 0.43	0.2 0.17	0.14 0.074									
1.8	30	0.50	1.53 13.0	0.93 4.6	0.6 1.9	0.38 0.57	0.24 0.22	0.17 0.092									
2.1	35	0.58	1.77 16.0	1.08 6.0	0.69 2.0	0.44 0.70	0.28 0.27	0.2 0.12									
2.4	40	0.67	2.05 22.0	1.24 7.5	0.80 3.3	0.51 0.93	0.32 0.35	0.23 0.16	0.16 0.063								
3.0	50	0.83	2.54 37.0	1.54 11.0	0.99 4.8	0.63 1.40	0.4 0.50	0.28 0.22	0.2 0.09								
3.6	60	1.00	3.06 43.0	1.85 15.0	1.2 6.5	0.76 1.90	0.48 0.70	0.34 0.32	0.24 0.13	0.16 0.050							
4.2	70	1.12	3.43 50.0	2.08 18.0	1.34 8.0	0.86 2.50	0.54 0.83	0.38 0.38	0.26 0.17	0.18 0.068							
4.8	80	1.33		2.47 25.0	1.59 10.5	1.02 3.00	0.64 1.20	0.45 0.50	0.31 0.22	0.2 0.084							
5.4	90	1.50		2.78 30.0	1.8 12.0	1.15 3.50	0.72 1.30	0.51 0.57	0.35 0.26	0.24 0.092	0.18 0.05						
6.0	100	1.67		3.1 39.0	2.0 16.0	1.28 4.6	0.8 1.80	0.56 0.73	0.39 0.30	0.26 0.12	0.2 0.07						
7.5	125	2.08		3.86 50.0	2.49 24.0	1.59 6.6	1.00 2.50	0.70 1.10	0.49 0.50	0.33 0.18	0.25 0.10	0.20 0.055					
9.0	150	2.50			3.00 33.0	1.91 8.6	1.20 3.5	0.84 1.40	0.59 0.63	0.39 0.24	0.30 0.15	0.24 0.075					
10.5	175	2.92				3.5 38.0	2.23 11.0	1.41 4.3	0.99 1.80	0.69 0.78	0.46 0.30	0.28 0.18	0.20 0.09				

Выделенным шрифтом обозначены скорости протекания потока в м/с (должна лежать в пределе от 1 до 2 м/с), обычным – потери напора в м на 100 м прямого трубопровода

*таблица основывается на диаграмме Г. Ланга.

Шероховатость: $K=0,01$ мм

Температура воды: $t=10$ °C

Как уже упоминалось, важным моментом при подборе скважинного насоса является выбор мембранного бака. Основное его назначение – обеспечить нормальную работу насоса в

автоматическом режиме. Это означает, что утечки в системе и малый расход воды не приведут к слишком частому включению-выключению агрегата. Кроме того, гидроаккумулятор компенсирует гидравлические удары в системе. Точно рассчитать требуемый объем мембранного бака можно по следующей формуле:

$$V = \frac{Q_{\max} * 250 * (1 + P_{\text{set}} + \Delta P)}{N_{\max} * \Delta P * k}$$

Где Q_{\max} - максимальный расход насоса, м³/ч;

P_{set} - давление включения насоса, бар;

P - разница между давлением включения/выключения, бар;

N_{\max} - допустимое число включений/выключений в час;

k – 0,9.

Определяя объем гидробака, следует учесть, что для насосов с регулируемой частотой вращения, таких как GRUNDFOS типа SQE, он в 5 раз меньше расчетного!

Для наглядности расчета приведем пример:

В двухэтажном загородном доме установлены следующие потребители воды:

На первом этаже – мойка и ванная комната (унитаз, умывальник и душевая кабина), на втором этаже – туалет с умывальником. В доме установлен фильтр на воду. По паспортным данным потери давления на фильтре составляют 1 бар.

На участке пробурена скважина. Ее паспортные параметры:

дебит – 5 м³/ч;

статический уровень – 25 м;

динамический уровень – 30 м;

верхняя отметка фильтровальной зоны – 45 м;

нижняя отметка – 50 м;

глубина скважины – 60 м;

глубина монтажа насоса – 40 м;

диаметр скважины – 121 мм.

Определены следующие геометрические параметры трубопроводов системы:

- диаметр напорного трубопровода в скважине – 40,0 мм;

- длина напорного трубопровода в скважине – 40 м;

- диаметр напорного трубопровода от скважины до дома – 32 мм;

- длина напорного трубопровода от скважины до дома – 20 м;

- отметка наивысшей точки водоразбора – 3 м;

- материал труб – полиэтилен.

Итак, пользуясь уже известными формулами, получаем:

1. Максимальный расход

$$Q_{\max} = 0,2 + 0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,1 + 0,1 = 0,8 \text{ л/с или } 3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

2. Требуемый напор

$$P_{\text{tap}} = 2 \text{ бара}$$

$$H_{\text{geo}} = 30 + 3 = 33 \text{ м}$$

$$H_f = H_d + H_{\text{мес}} + H_{\text{ф}}$$

Где H_d – потери напора по длине трубопровода,

$H_{\text{мес}}$ - потери напора на местных сопротивлениях,

$H_{\text{ф}}$ - потери напора на фильтре.

Пользуясь Таблицей 2, рассчитываем потери по длине:

$$H_d = \left(\left(\frac{4,8}{100} \right) * 40 \right) + \left(\left(\frac{11}{100} \right) * 20 \right) = 4,1$$

Для расчета принимаем потери на местных сопротивлениях равными 15% от потерь по длине.

$$H_{\text{мес}} = 4,1 * 0,15 = 0,6 \text{ м,}$$

$H_{\text{ф}} = 10 \text{ м}$ – потери на фильтре (1 бар равен 10 м водного столба),

$$H_f = 4,1 + 0,6 + 10 = 14,7 \text{ м.}$$

Таким образом, рассчитанный общий напор будет равен:
 $H = 2 \cdot 10,2 + 33 + 14,7 = 68,1 \text{ м}$

Теперь, зная все необходимые параметры, мы можем переходить к собственно выбору насоса. В традиционной автономной системе водоснабжения при увеличении расхода воды уменьшается давление в системе. На практике насос обычно используется в комплекте с реле давления и мембранным напорным баком. Такая система эксплуатируется в пределах, обозначенных установочными значениями реле давления, этот перепад обычно равен одной атмосфере (1 атм). Это означает, что если в доме открыто несколько кранов, напор в сети резко падает. Между тем, современная бытовая техника (водонагреватели, стиральные и посудомоечные машины, газовые колонки и др.) нуждаются в поддержании постоянного, оговоренного производителем давления в трубопроводе. Эта проблема легко решается, если в скважину установлен насос с электронной частотной регулировкой, такой как GRUNDFOS типа SQE. Установленное давление будет автоматически поддерживаться, даже если все краны в доме будут открыты. Это происходит благодаря встроенному в насос преобразователю частоты вращения. Контроль за работой насоса и корректировка необходимых рабочих параметров производятся с помощью очень простого в установке и использовании специального устройства управления и контроля CU301. Надо отметить, что, помимо этой опции, насосы серии SQ/SQE оснащены встроенной защитой от «сухого хода», перегрузки, скачков напряжения и перегрева.

Итак, на вычисленные нами параметры выбираем по каталогу насос GRUNDFOS SQE 3-65. Как и его собрат, этот агрегат имеет регулируемую частоту вращения и позволяет поддерживать постоянное давление в системе, независимо от количества одновременно работающих точек водоразбора.

Далее приступим к расчету мембранного бака. Как уже говорилось, регулируемые насосы позволяют сократить необходимый объем на 80%, поэтому в приведенной выше формуле мы используем коэффициент 0,2.

$$Q_{\max} = 3 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$P_{\text{set}} = 3 \text{ бара};$$

$$P = 1 \text{ бар};$$

$$N_{\max} = 100 \text{ (т.к. насосы типа SQ/SQE имеют плавный разгон и не имеют ограничений по числу включений, для расчетов принимаем } N_{\max} \text{ равным } 100).$$

Итак, объем мембранного бака равен 8,3 литра.

Естественно, что сам по себе насос работать не будет. Для нормального функционирования необходимо предусмотреть набор необходимых принадлежностей. Это, прежде всего, уже упомянутый мембранный бак расчетного объема, электронный блок управления, аналоговый датчик давления (для нашего насоса на диапазон от 0-6 бар, 4-20 мА), манометр, кабель, термоусадочная кабельная муфта, трос из нержавеющей стали (для подвешивания насоса в скважине), зажимы из нержавейки, 2 штуки на одну проушину, хомуты для крепления кабеля к напорной трубе, напорный трубопровод, переходник «труба-насос». Принадлежности можно приобретать как по отдельности, так и в комплекте с насосом.

Заметим, что для нормальной и безопасной работы насоса необходимо, чтобы подводящий электричество кабель соответствовал потребляемой мощности агрегата. Для расчета следует воспользоваться следующей таблицей (Таблица 3):

Таблица 3. Максимальные длины электрокабелей

Выходная мощность двигателя [кВт] (P2)	$I_{\text{н}}$ [А]	Максимальная длина [м]			
		1,5 мм ²	2,5 мм ²	4 мм ²	6 мм ²
0,1 – 0,63	4,15	86	144		
0,7 – 1,05	6,9	52	86	138	
1,1 – 1,73	11,1	32	53	86	129

Напряжение электропитания составляет 1x230В

Поскольку блок управления будет установлен в доме, необходимая длина кабеля составит 60 м. Пользуясь таблицей, определяем и сечение кабеля. У выбранного нами насоса мощность электродвигателя равна 0,7-1,05 кВт, следовательно, сечение кабеля при длине 60 м должно

составлять 2,5 мм². Для соединения выбранного кабеля с кабелем насоса необходимо будет дополнительно приобрести термоусадочную муфту типа КМ 3х(1,5-2,5).

Помимо прочих достоинств, скважинные насосы довольно просты и удобны в монтаже и эксплуатации. Сначала необходимо очистить скважину, откачивая воду специальным откачным насосом до тех пор, пока скважина не будет полностью очищена от песка и иных включений. Данная процедура должна проводиться бурильной организацией. Затем, надо опустить новый насос в скважину при помощи троса, закрепив трос посредством зажимов в верхней части колодца. После этого устанавливается пускозащитное устройство и производится настройка.. Если в насос не встроены обратный клапан, нужно установить его сразу после насоса во избежание «движения» воды назад. Затем следует отрегулировать давление в напорном баке, оно должно составлять 0,9 от давления выключения. После чего можно запустить насос, следя за тем, чтобы поступающая вода была чистой. Конечно, лучше доверить все эти действия специалисту – ведь добросовестная организация не только грамотно подберет и установит скважинный насос, но и возьмет его на гарантийное обслуживание.

...Жизнь за городом ныне – это не только возможность вырваться из духоты мегаполиса и отдохнуть на лоне природы. Это еще и вполне достойный комфорт, который обеспечивает современная техника. Однако, как и все сложные приборы и устройства, она требует определенных знаний и навыков, которые, впрочем, доступны всем желающим. И задача этой статьи – познакомить с методикой подбора такого важного устройства, как скважинный насос, чтобы сделать загородный отдых удобным и приятным.