**Безопасное водоснабжение из скважины.**

**Б. Ветров**

***Для подавляющего числа городских жителей вопросы водоснабжения решаются централизованно специализированными организациями. В сельской местности и индивидуальных домах часто применяются автономные системы, снабжающие водой конкретного потребителя или их группу. Выбор того или иного способа и источника водоснабжения зависит от местных особенностей, необходимого объема поступления воды, а также приемлемости для потребителя финансовых затрат.***

 С точки зрения надежности и качества водоснабжения скважины различных типов в ряде случаев оказываются вне конкуренции. Однако срок их эксплуатации, варьирующий в широком диапазоне (5…10…50 лет), ограничен и его длительность зависит не только от типа скважины, технологически грамотного ее обустройства, но и корректной эксплуатации и установленного оборудования.

В зависимости от того, до какой породы производилось бурение можно выделить различные типы скважин – песчаные, глинистые и известняковые. Самые лучшие – известняковые, так как они забурены в известняковый массив, лежащий на глубине 50–700 м. Сюда вода проникает с поверхности спустя годы, проходя по слоям глины и песка. В результате этого она хорошо очищается. Один раз хорошо прокачанная скважина может поставлять чистую воду 20–30 и более лет.

После того как скважина пробурена, путем опытной откачки определяется ее производительность, глубина залегания зеркала воды до и в процессе откачки, и по полученным параметрам подбирается насос, который обеспечит необходимый объем воды.

Песчаные и глинистые скважины капризнее известняковых. В получаемой из них воде часто присутствуют оксиды железа и другие нежелательные элементы, ухудшающее ее качество. Эти скважины требуют регулярной прокачки (промывки), предотвращающей засорение подводящих воду проток и снижение дебита. Значительное снижение или прекращение водопотребления может за небольшой срок (1–1,5 года) вывести песчаную или глиняную скважину из строя. Длительность ее эксплуатации также зависит от обеспечения регламентированной технологии бурения.

**Источники воды**

Скважины могут быть пробуренными, забивными, промывными или забитые с подмывом. Пробуренная скважина – это канал, доходящий до глубины водоносного пласта, облицованный стальным или ПВХ корпусом (*рис. 1*). Если содержание чистой воды покрывает потребность, то устанавливается гравийный фильтр, предварительно очищающий ее. В том случае, если скважина проходит несколько пластов с ограниченным содержанием воды, он устанавливается в каждом из них. Буровые скважины, которые могут обустраиваться как на обычных почвах, так и на каменистых или горных породах, обычно имеют диаметр 4–10" и глубину до 50 м. Но при необходимости она может достигать 700 м.



***Рис. 1. Скважина «на воду»***

Обязательные элементы забивной скважины (пройденной способом забивки труб) – игло- и скважинный фильтры (*рис. 2*). Оцинкованная труба диаметром 1,5–2" с навинченным фильтром забивается в грунт так, чтобы он оказался ниже уровня грунтовых вод. Такие скважины применяются в том случае, если глубина расположения грунтовых вод не превышает 8 м. Объем воды в них обычно ограничен, и максимальный расход составляет не более 1–2 м3/ч. Здесь также нет гравийного фильтра, защищающего скважинный от проникновения механических частиц. Поэтому часто оборудуют две скважины, одна из которых находится в резерве, на случай засорения другой.



***Рис. 2. Скважинные фильтры – заилившийся (справа)***

Чтобы очистить фильтр и привести в рабочее состояние источник воды, необходимо прокачать ее под высоким напором обратно, смыв все блокирующие частицы. Такие скважины не могут быть устроены в каменистых горных породах.

«Промывная» (забитая с подмывом) скважина обычно имеет скважинный фильтр с центральной и обсадной (кожухом) трубами и шаровым клапаном. Во время прохождения скважины вода под высоким давлением поступает по центральной трубе. Ее струя вымывает и выносит на поверхность через зазоры между трубами грунт, находящийся под нижним концом фильтра. Такие скважины имеют глубину до 40 м и диаметр 3–4". При правильной установке кожуха центральная труба проходит глубже него, в самый низ, обеспечивая при этом пространство для скважинного фильтра, который затем устанавливается на конце кожуха. Фильтр представляет собой устройство телескопического типа с эластичным уплотнением. Его внешний диаметр меньше, чем внутренний кожуха, поэтому такие фильтры легко раздвигаются вдоль него.

Буровые скважины-колодцы можно проходить вручную, но в настоящее время бурение осуществляется с помощью механического привода. Обычно диаметр такой скважины 6–14", а глубина не превышает 40 м. Корпус состоит из бетонных или коротких стальных труб, соединенных между собой с помощью резьбы и установленных после окончания проходки. Долго эксплуатировавшийся традиционный колодец часто включает в себя также буровую скважину, так как постепенное осушение из-за понижения уровня подземных вод требует проходки до нового водоносного слоя.

Скважина «на песок» – неглубокая – бурится на глубину 10–30 м. Качество воды в ней, как правило, лучше чем в колодцах. Минусом является малая производительность –0,3–0,8 м3/ч. Срок службы зависит от качества фильтрующей сетки на обсадной трубе скважины и от правильного подбора насоса. Такую систему можно рассматривать для дачного участка с одним, максимум двумя кранами при поочередном пользовании.

Скважина «на известняк» –  артезианская, обеспечивает в среднем 3–15 м3/ч воды (зависит от диаметра обсадной трубы). Глубина скважины в среднем по Московской области колеблется от 30-40 м (юг ) до 200 м (север). Среди минусов воды, полученной из такой скважины – возможные превышение нормативов растворенного железа и жесткости, требующие применения систем водоочистки.  Бурение такой скважины обычно занимает одну-две недели.

Производительность артезианской скважины зависит от ее диаметра, долговечность – от качества обсадки. Выбор обсадных труб и технология обсадки значительно различается в разных компаниях, также как и расценки на бурение.

Последние 12–15 лет при производстве работ по водоснабжению коттеджей из артезианских скважин применяются конструкции с обсадкой пластиковыми трубами. Сначала скважина обсаживается стальной трубой большего диаметра, затем пластиковой трубой, что позволяет  увеличить срок эксплуатации.

**Ввод в эксплуатацию**

Для операции прокачки сравнительно неглубокой (до 40 м) скважины могут использоваться погружные насосы вибрационного типа, например, «Малыш». Но в общем случае использование таких насосов в скважинах нежелательно. Вибрации, распространяющиеся в грунте, негативно влияют на производительность скважины из-за возможного механического засорения водоносных протоков.

Для прокачки более глубокой скважины необходим центробежный насос с производительностью более 4 м3/ч. Он позволяет  удалять остаточный грунт и активизировать водоподводящие протоки. Кроме того, возможно определение дебита скважины.

На нее обязательно должен быть выдан паспорт, в котором указывается организация, пробурившая ее, глубина, дебит, типы пройденных пород, схема  с указанием сечения труб, глубин их сужения, статический и динамический уровни воды, рекомендованная глубина установки насоса.

**Защита качество воды**

Загрязнение подземных вод обусловлено одной или несколькими действующими вместе причинами: протечка канализационных труб; утечка из сточных колодцев; открытые корпуса колодцев (загрязнение животными); отсутствие уплотнения вокруг скважины (доступ неотфильтрованной воды с поверхности в скважинный фильтр); проникновение нефтепродуктов (0,001 м3 нефти делает непригодным для употребления 10 м3 воды) или других химических веществ.

Обычно диаметр пробуренной скважины больше диаметра ее обсадной трубы, вследствие чего образуется зазор – кольцевое пространство скважины. Оно может быть причиной загрязнения скважины с поверхности или от других водоносных слоев, расположенных выше эксплуатируемого. Кольцевое пространство заполняют цементным раствором из двух весовых частей цемента и одной воды, с добавками глины и веществ, уменьшающие усадку. Для защиты используется также армированная бетонная крышка, устанавливаемая вверху скважины.

Верхняя часть обсадной трубы скважины должна выступать над поверхностью земли на 0,3 м и иметь герметичную защиту – уплотнение оголовка, через которое проходят напорная труба и кабель. А уровень земли должен быть сформирован таким образом, чтобы имелся конусообразный спуск вниз от скважины.

Если место забора воды представляет собой сочетание источников (колодец, из которого пробурена скважина до эксплуатируемого водоносного слоя), то необходимо установить в колодец дренажный насос для удаления влаги, попадающей с поверхности.

Иногда в воде скважин содержится большое количество растворенного газа, что сообщает ей неприятный запах и вкус. В отдельных случаях газ может даже заблокировать работу насоса. Эту проблему обычно решают путем установки кожуха, который начинается ниже всасывающего отверстия и продолжается вверх насколько возможно. В герметично уплотненной обсадной трубе можно также создать разрежение. Для этого к вентиляционной трубе подсоединяется вакуумный насос.

Диаметр колодца чуть больше диаметра обсадных бетонных труб, и кольцевое пространство вокруг нижнего их участка ликвидируется за счет обрушения грунта. Вокруг труб до глубины промерзания почвы (примерно 0,75 м) заливается цементный раствор низкой вязкости. При достижении им уровня воды, формируется уплотнение (корка). Между непромораживаемой глубиной и бетонной плитой снаружи необходимо запрессовать пластичную глину (бентонит), которая в незначительной степени подвержена замерзанию.

При герметизация забивных или «промывных» скважин в случае, когда игольчатый фильтр забит или промывается через плотные слои грунта, возможно возникновение повреждений. Чтобы этого избежать, необходимо вдоль трубы пролить жидкий цементный раствор, образующий уплотняющую корку на уровне первого водоносного слоя. Расстояние между бетонной плитой и уровнем промерзания почвы заполняется и запрессовывается пластичной глиной.

**Система водоснабжения из скважины**

Для последующего обслуживания скважины и соединения ее с водоподающей трубой, проложенной ниже глубины сезонного промерзания, скважина оборудуется кессоном – заглубленным герметичным смотровым колодцем.

Система водоснабжения из скважины обычно состоит из насоса, погружаемого на определенную глубину (погружной) или находящегося снаружи (поверхностный), и накопительного бака – гидроаккумулятора, в который закачивается вода, поступающая далее в водопровод и к точкам разбора. Кроме того, в систему входят необходимая автоматика и пульт управления (*рис. 4*).



***Рис. 4. Схема водоснабжения частного дома из скважины***

Поверхностные самовсасывающие насосы оптимально использовать для забора воды еслм глубина до поверхности воды в источнике не превышает 7 м, так как большинство из них предназначено для закачки с глубины максимум – 8 м.  Перед запуском самовсасывающие насосы необходимо заполнять водой (предусмотрено отверстие с пробкой).

Если глубина скважины превышает 8 м, для забора воды используется погружной скважинный насос, который подвешивается в скважине на тросе. Различают погружные колодезные насосы и скважинные. Колодезные имеют внутреннюю рубашку охлаждения двигателя и поэтому могут размещаться в колодце или скважине большого диаметра. Скважинные – не имеют встроенной рубашки охлаждения, и поэтому место их эксплуатации – скважина соответствующего диаметра.

В качестве гидроаккумулятора в современных системах автономного водоснабжения применяются гидропневмоакумуляторы, обеспечивающие напор в трубопроводе после подъема воды из скважины. Их применение позволяет поддерживать необходимое давление в  трубопроводе, одновременно предохраняя насос от излишне большого числа циклов включение/выключение. У колодезных и скважинных насосов есть ограничение по количеству включений (обычно не более 20 в час), из-за возникающего при запуске насоса скачка тока, при котором изнашиваются обмотки (разрушается изоляцию между витками). Автоматическим средством, обеспечивающим включение и выключение насоса, служит в таком случае реле давления, устанавливающееся на выходе с  гидропневмоаккумулятора. Чем больше объем гидропневмоаккумулятора, тем меньше потребуется включений.

В то же время производительность насоса и емкость гидроаккумулятора подбираются по параметрам скважины и планируемого количества потребляемой воды. Каждая точка водоразбора должна обеспечивать примерно 12–15 л/мин при среднем давлении 2–3 бара. При трех одновременно работающих точках насос должен давать примерно 45 л/мин при соответствующем напоре (3 бара). Минимальный объем гидропневмоакккумулятора для восьми точек  разбора должен составлять 180–200 л (масса воды до 200 кг). При необходимости можно устанавливать два или даже три параллельно соединенных бака.

Водоснабжение из скважины с использованием гидроаккумулятора не только снижает частоту включения насоса, но и защищает систему водоснабжения от гидроударов, а также позволяет всегда иметь в наличии определенный запас воды (например, на случай отключения электричества).

Кроме того, контроль по уровню применяется при работе насоса на водонапорную башню, или для наполнения емкости, откуда к потребителю вода уже подается насосами второго подъема. Внутри емкостей устанавливаются специальные датчики уровня (электроды), которые с помощью реле контроля уровня отслеживают нижний уровень (включение насоса) и верхний уровень (отключение насоса при заполнении резервуара). Применение в данной схеме поплавковых выключателей вместо электродов менее надежно, что обусловлено их небольшим рабочим ресурсом. Обязательно предусматривается устройство аварийного слива при переполнении резервуара (сигнализации переполнения при этом обычно не применяется). Данная схема характерна для крупных поселковых скважин, когда от одной емкости осуществляется водоснабжение целого дачного поселка, села, деревни. Главное преимущество, которое достигается при таком подходе – стабильный режим работы насоса. Гидравлика постоянна: номинальный расход подается на высоту, определяемую глубиной скважины, высотой башни и дополнительно предусматривает еще 1 - 2 м - на излив. Один цикл соответствует по расходу полному объему башни с учетом расхода текущего водоразбора. Исключена возможность кратковременных пусков-остановов, что продлевает срок эксплуатации оборудования. Достаточно грамотно подобрать насос под требуемые параметры, один раз квалифицировано произвести пуско-наладку и стабильная работа системы обеспечена. Главный минус такой схемы – возможный недостаточный напор в отдаленных участках сети при залповом водоразборе.

**Защита насоса**

Как показывает практика, основными причинами выхода скважинного насоса из строя являются: работа в режиме «сухого хода», т.е. без воды, перегрузка электродвигателя и работа при повышенном или пониженном напряжении питания в электрической сети. Любой европейский производитель указывает в технической документации насоса требования по питающему напряжению и допустимые отклонения относительно номинала (в Европе стандартно это 1х230 или 3х400 В).

Защититься от повышенного и пониженного напряжения в сети можно с помощью применения стабилизаторов напряжения (если есть средства и возможность) или путем установки в систему автоматики реле контроля напряжения. Данные реле могут отключать насос при падении напряжения и перенапряжении, контролировать последовательность и асимметрию фаз (для трехфазных моторов). Наличие в реле временной задержки по включению обеспечивает защиту от частых скачков напряжения в сети.

Защита электродвигателя от перегрузки осуществляется с помощью тепловых токовых реле, отключающих его при достижении установленного значения тока. Очень важно, чтобы диапазон настройки токового реле соответствовал номинальному току насоса.

Защита насоса от «сухого хода» может осуществляться двумя способами: непосредственный контроль уровня воды в скважине с помощью датчиков (электродов) или поплавков и косвенная защита по значению минимальной нагрузки или тока электродвигателя с помощью специальных реле. В некоторых двигателях, например MS 3 насосов SQ фирмы «GRUNDFOS», эта защита уже стандартно встроена. Недостатком косвенной защиты является именно ее «вторичность», то есть, защита срабатывает только тогда, когда проточная часть и подшипники остались без воды, которая смазывает и охлаждает их. В случае, если производительность насоса превышает производительность самой скважины, подобная ситуация может возникать несколько раз в сутки, что негативно сказывается на сроке службы насоса. В этой ситуации настоятельно рекомендуется использовать электродное реле контроля уровня, которое позволяет отключить насос еще до возникновения аварийной ситуации.

В зависимости от конкретной ситуации для управления и защиты скважинным насосом может использоваться различная комбинация и тип защитных устройств. Эти устройства выпускаются как самими заводами - изготовителями насосного оборудования, так и другими производителями.

Вода в скважине может содержать механические включения (песок, частицы глины), которые также могут привести к выходу из строя скважииного насоса. Для защиты от крупных механических частиц, способных быть затянутыми внутрь рабочей камеры и вызвать повреждение насоса, устанавливается механический фильтр, препятствующий проникновению крупных твердых частиц. Однако песок и мелкие частицы шлама свободно проникают через этот фильтр с током воды.

Наибольшему повреждающему воздействию присутствующего в воде песка подвергаются подвижные трущиеся детали механизма насосов – подшипники и рабочие колеса. Чтобы песок не скапливался в подшипниках, они имеют угловатую форму, благодаря чему образуются «каналы для песка» и подшипники приобретают способность к самопромыванию. Вода является также смазкой для подшипников.

Колеса насосов часто изготавливают из износостойких пластиков, чем достигается также их защита от коррозии.

Обычно использование скважинного насоса допускается при содержании в воде твердых частиц не более 50 г/м3. Однако современные разработки с применением долговечных износостойких материалов позволяют забирать некоторыми скважинными насосами воду с содержанием песка и до 150 г/м3.