

**Министерство образования Республики Беларусь
Белорусская государственная политехническая академия
Кафедра «Водоснабжение и водоотведение»**

Методическое пособие

**По разделу «Эксплуатация водозаборных скважин» курса «Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения» для студентов 4 курса специальности
I 70.04.03.01. «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»**

Минск, 2002

УДК 628.112

В методическом пособии содержатся сведения об основных параметрах водозаборных скважин, правилах их эксплуатации и основных видах работ при ремонтах. Пособие предназначено для использования при изучении курса «Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения» и при выполнении дипломных проектов студентами специальности 70.04.03.01. «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»
Составители: Ануфриев В.Н., Майорчик А.П.

Рецензент: доцент кафедры гидравлики, к.т.н. Ивашечкин В. В

Введение

Подземные воды используются для водообеспечения большей части населенных пунктов и промышленных предприятий в Республике Беларусь. Наиболее распространенным водозаборным сооружением для добычи подземной воды являются буровые скважины. Так в настоящее время эксплуатируются 13800 водозаборов подземных вод как источников централизованного водоснабжения, в том числе 132 групповых водозабора.

В связи с чем, все более актуальным становятся задачи поддержания стабильного режима работы скважинных водозаборов, удлинения срока их эксплуатации, обеспечения высокого качества подаваемой воды, а также снижения степени загрязнения окружающей среды, сопутствующего эксплуатации скважин.

1. Общие сведения о конструкции водозаборных скважин и их характеристиках

Водозаборные скважины (трубчатые колодцы) предназначены для добычи подземной воды в различных гидрогеологических условиях. Скважины сооружаются бурением в грунте вертикальных цилиндрических выработок с последующим укреплением стенок выработок обсадными трубами. Большая часть водозаборных скважин сооружается ударно-канатным и вращательным (роторным) способами.

При ударно-канатном способе разрушение пород производится сбрасыванием в забой специальных долот и желонки. Желонками разрушенная порода извлекается из забоя. Одновременно по мере извлечения породы производится вдавливание обсадных труб.

При вращательном (роторном) способе бурения порода разрушается при вращательном движении буровых долот. Извлечение измельченной породы из забоя производится за счет нагнетания в скважину буровых растворов (глинистых или композиционных) либо чистой воды. Глинистый раствор выносит на поверхность земли разрушенную породу и закрепляет стенки скважины, препятствуя их обрушению в течение времени до монтажа обсадных труб.

При достижении буровым снарядом заданной глубины его извлекают, а в скважине монтируется обсадная труба, и производится затрубная цементация кольцевого зазора между наружной поверхностью смонтированной обсадной трубы и стенкой пробуренной скважины.

Глубина скважины определяется глубиной залегания водоносного горизонта. Для гидрогеологических условий Республики Беларусь глубины большей части водозаборных скважин находятся в пределах 40-300 м. В зависимости от мощности водоносного горизонта, его водообильности, требуемой производительности и конструкции скважины водоносный горизонт вскрывается на всю мощность (совершенные скважины), либо частично (несовершенные скважины). В зависимости от конструкции водозаборные скважины подразделяются на два основных типа – фильтровые и бесфильтровые.

Скважинные фильтры предназначены для предохранения от обрушения стенок скважин, пробуренных в неустойчивых породах, а также для предотвращения выноса частиц породы водоносного горизонта с потоком забираемой воды. Работа скважинных фильтров основана на подборе отверстий в элементах фильтра относительно размеров

частиц водоносных горизонтов, при которых наблюдается так называемая геометрическая непроницаемость (фильтры с частицеудерживающими отверстиями), либо частицы породы удерживаются от выноса за счет действия силы тяжести (гравитационные фильтры).

Бесфильтровые скважины могут сооружаться в водоносных горизонтах, сложенных из скальных и полускальных пород не склонных к обрушению. Кроме того, бесфильтровые скважины сооружаются и в случае если водоносные горизонты сложены из рыхлых пород и имеют кровлю из пород устойчивых к обрушению. В последнем случае в водоносном горизонте устраивают водоприемные полости, через поверхность которых происходит фильтрация воды и ее приток к скважине.

К основным параметрам водозаборных скважин относятся статический, динамический уровни, понижение, дебит, удельный дебит, глубина. При этом понижение и удельный дебит являются расчетными параметрами, а остальные измеряются при обследовании.

Статическим уровнем воды ($H_{ст}$) - называется отметка поверхности воды в скважине при отсутствии из нее водоотбора. В ряде случаев величина статического уровня может быть подвержена сезонным, а иногда суточным колебаниям, например, при гидравлической связи с поверхностными водами. При длительной эксплуатации водозаборов, как правило, происходит снижение статического уровня из-за снижения пьезометрического напора.

Динамическим уровнем воды ($H_{д}$) – называется отметка поверхности воды в скважине при водоотборе из нее. Уровень воды в скважине снижается с увеличением величины водоотбора воды из скважины.

Понижением (S) - называется разность между статическим ($H_{ст}$) и динамическим ($H_{д}$) уровнем воды в скважине при определенных значениях величины водоотбора из нее

$$S = H_{ст} - H_{д} \quad (1.1)$$

Дебитом скважины (Q , м³/ч) – называется количество воды забираемой из скважины при установившемся динамическом уровне в единицу времени.

Удельным дебитом (q , м³/ч м) – называется отношение дебита скважины к понижению, полученному при данной величине водоотбора.

$$q = Q / S \quad (1.2)$$

Удельный дебит характеризует водоотдачу вскрытого водоносного горизонта, и гидравлические характеристики скважины.

Теоретически считается, что для напорных водоносных горизонтов величина удельного дебита постоянна. Практически, с увеличением водоотбора и понижением уровня в скважине возрастают сопротивления движению воды в водоносном горизонте, на входе в фильтр и далее в обсадных и водоподъемных трубах, и соответственно при увеличении водоотбора значение удельного дебита имеет тенденцию к понижению.

2. Оборудование водозаборных скважин

Водозаборные скважины устраиваются в павильонах, которые предназначены для размещения оборудования скважины, предотвращения несанкционированного доступа к скважине и оборудованию, защиты от неблагоприятных погодных условий

Павильоны скважин могут устраиваться наземного, подземного и полузаглубленного типа. Павильоны наземного и полузаглубленного типа должны быть оборудованы системами отопления. Как правило, отопление производится путем использования электрообогревателей. Необходимость отопления подземных павильонов определяется исходя из конструкции павильона и характера эксплуатации скважины. Павильоны скважин должны иметь наружное и внутреннее освещение.

Заглубленные и полузаглубленные скважинные павильоны должны быть изолированы от поступления в них грунтовых вод, а также от затопления поверхностным стоком. Для удаления воды, попадающей в павильон, полы должны устраиваться с уклоном к сборным приямкам, отводящим воду. При невозможности удаления воды самотеком, предусматривается удаление воды насосами.

В павильонах размещаются оголовки скважин, электродвигатели, если скважина оборудуется насосом с трансмиссионным валом, горизонтальные центробежные насосы, приборы отопления, пусковая и контрольно-измерительная аппаратура, приборы автоматики, а также элементы напорного трубопровода, на котором устанавливаются задвижки, обратный клапан, вантуз, кран для отбора проб, и трубопровод с задвижкой для сброса воды при пуске и промывке скважины. Павильон должен быть оборудован люком, располагаемым над устьем скважины. Размеры люка должны обеспечивать возможность монтажа и демонтажа водоподъемного оборудования скважины с использованием средств механизации.

В опорной плите оголовка скважины устраивается отверстие для замера уровней воды. Отвод опорной плиты оснащается патрубком со штуцером для монтажа трехходового крана и манометра.

Для предотвращения попадания загрязнений через устье скважины оголовки герметизируются. Герметизация оголовков осуществляется сальниками, устанавливаемыми в отверстиях опорной плиты для ввода кабеля, проводов датчиков и трубки для замера уровней воды, а также резиновой прокладкой между опорной плитой и фланцем устьевого патрубка. Проверка герметичности осуществляется путем создания избыточного давления в полости скважины компрессором, при предварительно заглушенном фланце на опорной плите. Герметичность считается обеспеченной при отсутствии пузырьков воздуха, на смазанном мыльном растворе, стыке между опорной плитой и устьевым патрубком при давлении в полости скважины 0,3 МПа. Нагнетание воздуха в полость скважины осуществляется через патрубок для измерения уровней в скважине. При испытаниях на герметичность не допускается понижение уровня воды в скважине, вызванное нагнетанием воздуха, ниже 2 м от верха фильтра. Для измерения подачи воды из скважины, как правило, устанавливаются турбинные водомеры. Водомеры устанавливаются на обводной линии для обеспечения возможности их ремонта без прекращения подачи воды. В случае если параметры турбинных водомеров недостаточны для измерения расхода или требуется передача информации о расходе воды на расстоянии, следует предусматривать установку дифференциальных манометров, подключаемых к сужающим устройствам

Для забора воды из водозаборных скважин могут использоваться водоподъемники различных типов: эрлифты, горизонтальные центробежные насосы, глубинные артезианские насосы с вертикальным валом, глубинные насосы с погружными электродвигателями и другие водоподъемники. Выбор типа водоподъемного оборудования должен осуществляться исходя из конструкции скважины и ее технических характеристик, характера ее эксплуатации, при условии минимизации затрат на подъем

воды. Преимущественно для забора воды из скважин используются электромеханические водоподъемники (насосы), в большей части случаев погружные насосы типа ЭЦВ. Для строительных откачек из скважин при наличии механических примесей в откачиваемой воде могут применяться эрлифты.

Горизонтальные центробежные насосы могут использоваться для забора воды из скважин с положением динамического уровня не ниже 5 м от отметки оси установки насоса. Насосные установки с трансмиссионным валом (типа УЦТВ, АТН, А) предназначены для забора и подачи воды общей минерализацией до 2000 мг/л, pH 6,0-9,5, температурой не выше 35°C, содержанием хлоридов до 350 мг/л, сульфатов до 500 мг/л, сероводорода до 1,5 мг/л. Содержание твердых механических примесей допускается для установок типа УЦТВ до 1000 мг/л (0,1% по массе), для установок АТН до 5000 мг/л (0,5% по массе). Производительность насосов типа УЦТВ, АТН, А - 30-200 м³/ч. Максимальная глубина оборудуемых скважин 100 м. В среднем данные типы насосов используются при глубинах скважин 30-40м. Монтаж насоса типа АТН производится путем присоединения всасывающей трубы к нижнему фланцу насоса, после чего насос опускается в скважину. Монтаж водонапорных труб и элементов трансмиссии осуществляется посекционно. Трансмиссионный вал насоса соединяется с ротором вертикального электродвигателя через сальниковое уплотнение. Болты фланцевых соединений напорного трубопровода для предотвращения самоотвинчивания оснащаются контрагайкой или стопорной шайбой.

Насосы ЭЦВ предназначены для подачи воды с общей минерализацией не более 1500 мг/л, pH - 6,5-9,5, концентрацией хлоридов не более 350 мг/л, сульфатов не более 500 мг/л, сероводорода до 1,5 мг/л, температурой до 25°C, содержанием твердых механических примесей не более 0,01% по массе. Производительность насосов типа ЭЦВ 0,7-300 м³/ч. Максимальная глубина оборудуемых скважин до 700 м.

Насос скважины подключается к электрической сети через систему управления и защиты (т. н. станция управления), которая должна обеспечивать:

- автоматический пуск и остановку насоса в режиме «дренаж» или «водоподъем» в зависимости от уровня воды в скважине или водонапорной башне (резервуаре),
- ручной пуск и остановку насоса;
- дистанционный пуск и остановку насоса;
- отключение электронасоса при перегрузках, коротких замыканиях и неполнофазного режима работы;
- защиту от "сухого хода" - отключение электронасоса при понижении уровня воды в скважине ниже контролируемого значения;
- световую сигнализацию аварийного отключения электронасоса;
- контроль токовой нагрузки насоса в одной из фаз;

Во время эксплуатации скважинных насосных установок контролируется показание давления на манометре и сила тока на амперметре станции управления. Раз в месяц измеряется сопротивление изоляции системы кабель-двигатель, а также производится осмотр и техническое обслуживание станции управления.

При эксплуатации скважины должны соблюдаться режим водоподъема определенный при сооружении скважины. Не допускается установка в скважину водоподъемного оборудования с подачей превышающей эксплуатационный дебит. Дебит скважины должен быть на 10-15% выше максимальной производительности насоса, устанавливаемого в скважину.

Подача скважины каптирующей песчаные водоносные горизонты при запуске в эксплуатацию должна составлять не более 60% от проектной производительности с постепенным ее увеличением до проектной в течение 6-8 часов работы.

При наличии резервных скважин, они должны использоваться для забора воды не менее 2-3 суток в течение месяца. При эксплуатации рекомендуется поддерживать равномерный режим забора воды с остановками насоса не чаще 2 раза в час.

3. Обследование водозаборных скважин

Обследование скважины проводится для восстановления или уточнения технических характеристик скважины, требующихся для оценки возможности дальнейшей эксплуатации, необходимости и степени сложности ремонта или реконструкции, необходимости ликвидации.

Обследование действующих водозаборных скважин производится в несколько этапов.

Этап 1. Сбор и анализ исходной документации (устанавливается местоположение скважины, организация, соорудившая скважину, год сооружения, способ бурения, проектная конструкция скважины, проектный геологический разрез, материал и диаметры обсадных труб, тип и длина фильтра, собираются и анализируются сведения о эксплуатации скважины, период эксплуатации, перерывы в работе водоподъемного оборудования, причины остановок, наличие пескования, виды и сроки проведенных ремонтных работ, данные о дебите и удельном дебите скважины, химическом составе забираемой воды в процессе эксплуатации скважины;

Этап 2. Натурное обследование скважины.

- Определение основных параметров скважины (производятся замеры статического и динамического уровней, дебита и глубины скважины);
- Проведение дополнительных специализированных работ по обследованию скважины (динамики понижения и восстановления уровня, отбор проб воды на анализ, осмотр и ревизия наземного и водоподъемного оборудования, каротаж, расходомерия и т.д.).

Этап 3. Обработка результатов обследования (анализ данных, полученных при обследовании, с разработкой рекомендаций).

Если обозначить данные, полученные в результате обследования следующим образом:

Q_0, Q'_1 – начальный и измеренный при обследовании дебит скважины, м³/ч;
 $H^0_{ст}, H'_{ст}$ – начальный и, измеренный при обследовании, статический уровень воды в скважине, м;
 $H^0_{д}, H'_{д}$ – начальный и, измеренный при обследовании, динамический уровень воды в скважине, м;
 S^0, S' – начальное и, полученное при обследовании, значение понижения в скважине, м;
 q_0, q' – начальный и полученный при обследовании удельный дебит скважины, м³/ч.м
 H^0_g, H'_g – глубина скважины начальная и измеренная при обследовании, м.

При анализе соотношений данных величин можно сделать некоторые выводы о техническом состоянии обследуемой скважины

$$а) Q_0 = Q', \quad H^0_g = H'_g, \quad S^0 = S', \quad q_0 = q', \quad H^0_{ст} = H'_{ст};$$

Производительность скважины не изменилась, кольматация отсутствует, и проведения каких-либо ремонтных работ не требуется.

$$б) Q' < Q_0, \quad H'_{ст} < H^0_{ст}, \quad H^0_{д} = H'_{д}, \quad S^0 = S', \quad q_0 = q', \quad H'_g = H^0_g;$$

Снижение статического и динамического уровня при неизменных значениях понижения и удельного дебита свидетельствуют о сработке пьезометрического уровня по району водозабора. В отдельных случаях может потребоваться увеличение глубины загрузки насоса.

$$в) Q' < Q_0, \quad H'_{ст} = H^0_{ст}, \quad H'_{д} > H^0_{д}, \quad S'_1 < S^0, \quad q' = q_0, \quad H^0_g = H'_g;$$

При уменьшении дебита и понижения при постоянстве значений удельного дебита и статического уровня наиболее вероятной причиной такой ситуации является

неисправность насоса.

$$\text{г) } Q' = Q_0, \quad H'_{\text{ст}} = H^0_{\text{ст}}, \quad H'_d > H_d, \quad S' > S^0, \quad q' < q_0, \quad H^0_g > H'_g;$$

В случае уменьшения удельного дебита и глубины скважины высока вероятность образования песчаных пробок в скважине с занесением части рабочего объема полости фильтра вследствие пескования.

$$\text{д) } Q' = Q_0, \quad H'_{\text{ст}} = H^0_{\text{ст}}, \quad H'_d > H_d, \quad S' > S^0, \quad q' < q_0, \quad H^0_g = H'_g;$$

Снижение удельного дебита при неизменных значениях глубины скважины предполагает наличие колюматации фильтра и прифильтровой зоны скважины.

Для проведения обследования используются приборы и оборудование для измерения уровней воды в скважине, глубины скважины, расхода воды при водоподъеме.

Для замера уровней могут применяться рулетки с метрированным проводом или стальным канатиком, электроуровнемеры, работающие за счет измерения сопротивления между датчиком, опускаемым в скважину, и обсадной колонной, а также другие типы электроуровнемеров (манометрические, самопишущие и т.д.). Не допускается замер уровней приборами, измерительные нити или шнуры которых, изменяют свою длину под воздействием сырости, намокания либо натяжения. В механических уровнемерах используются специальные насадки, издающих характерный звук (свист, хлопок) при достижении уровня воды. Замеры уровней воды в скважине и глубины скважины должны производиться от одной и той же отметки у устья скважины

Для измерения расходов воды при откачках из скважин могут применяться емкости с оттарированным объемом, водосливы, камерные и безкамерные диафрагмы, сопла Вентури, ротаметры, электромагнитные, индукционные, крыльчатые и турбинные водомеры. При измерении дебита скважины с помощью емкостей с оттарированным объемом, заполнение емкости должно производиться за отрезок времени не менее 30 секунд, для обеспечения точности замера. Тарировка емкости производится с помощью мерных цилиндров. При измерении расхода водомерами, длина горизонтального прямолинейного участка трубопровода должна быть не менее 5 диаметров трубопровода перед водомером и 2-5 диаметров за водомером. При определении расходов при откачках из скважин на сброс, к концу трубопровода, из которого производится слив жидкости, присоединяется отвод для того, чтобы трубопровод с водомером работал полным сечением. Результаты произведенных замеров и определений, полученных при обследовании, оформляются в виде актов с заключением о техническом состоянии скважины.

Специальные работы по обследованию скважин проводятся при потребности получения дополнительной информации о техническом состоянии скважины. Необходимость их проведения устанавливается при анализе данных предварительного обследования скважины.

К одному из видов специальных работ на скважинах относится проведение их обследования с использованием "печати" (отрезка трубы с деревянной пробкой, низ которой покрывается слоем мастики или пластилина). Такое обследование скважин предназначено для определения уровня верха и диаметра срезанной или вывернутой колонны труб, уровня установки верха и диаметра надфильтровой трубы, глубины нахождения и формы, упавшего в скважину инструмента, водоподъемного оборудования. Уровень верха установки надфильтровой трубы, глубина нахождения упавшего оборудования определяется по резкому нарастанию сопротивления прохождению "печати" по полости скважины. Диаметр надфильтровой трубы (срезанной или вывернутой колонны труб) форма упавшего в скважину инструмента определяется при анализе отпечатка на нижнем срезе "печати" полученной при ее прохождении по полости скважины.

Резистивиметрия скважин используется для установления мест притока воды в скважину с определением относительной интенсивности притока воды, уточнения места установки рабочей части фильтра, определение мест нарушения герметичности обсадных труб. Резистивиметрия основана на определении скорости изменения концентрации

солевого раствора, которым заполняется полость скважины, в зависимости от скорости фильтрации воды. При проведении такого рода работ первоначально скважинным резистивиметром определяется удельное сопротивление воды в скважине. После удельное сопротивление столба воды снижают путем заполнения полости скважины солевым раствором. Повторно производят замеры удельного сопротивления столба воды скважины резистивиметром с регистрацией данных в виде диаграммы. В местах повреждения труб и в зоне установки фильтра регистрируются зоны высокого удельного сопротивления за счет притока свежей воды.

Обследование скважин электронно-каротажными станциями предназначено для уточнения геологического разреза в месте сооружения скважины, выделения в геологическом разрезе водоносных пород, определения мест повреждения обсадной колонны труб, оценки качества цементирования затрубного пространства скважины, определения наличия перетока воды по затрубному пространству скважины, определения интервала установки рабочей части фильтра. Глубина залегания геологических пород и их состав определяется по результатам сопоставления: кажущихся удельных сопротивлений пород, (КС - каротаж); естественной радиоактивности пород (гамма-каротаж); интенсивности вторичного гамма-излучения, возникающего в породах при облучении потоком быстрых нейтронов (нейтронный гамма-каротаж). Пористость пород, наличие воды в горизонтах и степень ее минерализации определяются по сопоставлению значения потенциала электрического поля, самопроизвольно возникающего в геологическом горизонте (ПС-каротаж) и значениями кажущихся удельных сопротивлений пород (КС-каротаж).

Наличие и положение в обсадных трубах каверн, трещин и свищей определяется по-интервальным перекрытием полости скважины пакером с нагнетанием воды в скважину. Положение каверн, трещин и свищей на обсадных трубах, а также оценка величины их площади производится по интенсивности поглощения нагнетаемой в скважину воды.

Проведение расходомерии скважин предназначено для оценки пропускной способности фильтра, получение информации о притоке или ее поглощении через обсадные трубы или сальники. Расходомерия скважины может производиться с помощью приборов РЭТС-2 или им подобных в скважинах с температурой воды в пределах 3-80°C и содержание хлоридов до 30 г/л. Пропускная способность фильтра оценивается путем анализа величин скоростей осевого потока воды измеряемых расходомером по длине фильтра при нагнетании воды в скважину либо при ее откачке из скважины. Расход измеряется по частоте вращения крыльчатки расходомера.

Обследование водозаборных скважин телевизионными установками предназначено для определения типа, длины, технического состояния фильтра и обсадных труб путем визуального контроля. Телевизионные установки могут применяться для обследования скважин с абсадными трубами диаметром от 80 до 1000 мм, глубиной столба воды до 400 м.

4. Техническое обслуживание и ремонт водозаборных скважин

Техническое обслуживание водозаборных скважин проводится для поддержания данных сооружений в работоспособном состоянии и надлежащем санитарно-техническом уровне. При проведении технического обслуживания осуществляется проверка технического состояния оборудования скважины и павильона, режима территорий зон санитарной охраны, технических параметров скважин. Периодичность проведения технического обслуживания скважин устанавливается в зависимости от срока эксплуатации и состояния скважин, но не менее 2-х раз в год.

Ремонт скважин производится для восстановления и поддержания работоспособности источника водоснабжения, устранение отказов-неисправностей возникающих при эксплуатации или выявленных при техническом обслуживании. Текущий ремонт скважин проводится для устранения мелких неисправностей и восстановления частично утраченной работоспособности водозаборных сооружений. Капитальный ремонт проводится с целью реконструкции или полного восстановления утраченной работоспособности водозаборного сооружения.

На пескующих скважинах распространенным видом ремонтных работ является извлечение песчаных пробок. Для извлечения песчаных пробок из скважин может применяться прокачка эрлифтом, водоструйным насосом или погружным электронасосом.

При прокачке эрлифтом воздушная и водоподъемная труба монтируются на небольшом расстоянии от верха песчаной пробки, затем по мере размывания и выноса песка из скважины трубы эрлифта опускают ниже. В случае недостаточности притока воды к скважине для обеспечения интенсивности прокачки, вода в обрабатываемую скважину подается извне. При прокачке водоструйным насосом специальная конструкция такого насоса на трубах опускается в скважину. По нагнетательному трубопроводу подается вода с повышенным давлением. Во всасывающей патрубке водоструйного насоса создается разрежение и туда увлекается песок. Затем песок вместе с подаваемой водой по отводящему трубопроводу выносится из скважины. Аналогично предыдущему случаю по мере удаления песчаной пробки насос по-интервально перемещается по полости скважины. Прокачка скважин погружными электронасосами возможна только теми типами насосов, которые допускают повышенное содержание механических примесей в воде. Обработка скважины заканчивается после того, когда вода не будет содержать песка при максимальном дебите. Эксплуатационный дебит назначается ниже максимального на 10-20%.

Очистка полости скважин от песка может производиться желонированием. В данном случае скважина обрабатывается путем сбрасывания специального снаряда – желонки. Процесс аналогичный применению желонки в ударно-канатном либо ручном бурении. При попадании желонки на песчаную пробку клапан в ней открывается и внутрь поступает песок. Такие манипуляции повторяются при возвратно-поступательном движении желонки в скважине, которое передается по несущим канатам. После забора песка желонка извлекается из скважины и песок из желонки удаляется. Затем операция повторяется до полного удаления песчаной пробки.

Работа с желонкой может осуществляться с помощью механизмов ударно-канатного

бурения, лебедок, а в отдельных случаях и вручную. В последнем случае объем песка в скважине должен быть небольшим. В противном случае трудоемкость данной работы окажется слишком высокой.

Также одним из распространенных видов ремонта скважин является монтаж и демонтаж водоподъемного оборудования. Перед монтажом насоса производится обследование скважины. Измеряется глубина скважины, проверяется наличие выступов и сужений, которые могут препятствовать монтажу насоса в скважине. Монтаж погружных насосов не рекомендуется производить при температуре воздуха окружающей среды ниже -30°C . Если электронасос находился в условиях низких температур (ниже 0°C), перед монтажом насос должен выдерживаться в помещении с температурой не более 45°C не менее 24 ч.

Перед установкой в скважине электронасос проверяется на отсутствие заеданий и перекосов проворачиванием соединительной муфты через отверстия во всасывающем патрубке. При этом муфта должна поворачиваться плавно. Электронасос не допускается к эксплуатации и должен быть направлен в капитальный ремонт при обнаружении межвитковых замыканий в обмотках, замыкания обмоток на корпус или между фазами, обрыва обмоток, изгиба вала, износа или повреждения посадочных мест в подшипниковых щитах, трещин в подшипниковых щитах, дисбаланса ротора или снижения сопротивления изоляции.

Перед монтажом насоса ЭЦВ, внутреннюю полость электродвигателя заполняется чистой профильтрованной водой с температурой не выше 25°C . Включение насоса ЭЦВ, без предварительного заполнения электродвигателя водой, запрещается.

Установка насоса ЭЦВ в скважину осуществляется при помощи водоподъемных труб. Возможен водоподъем по абсадным трубам с применением специальных герметизирующих и опорных устройств (т. н. «беструбных подвесок» насоса). Диаметр водоподъемных труб определяется производительностью насоса. Соединение водоподъемных труб осуществляется с помощью стальных резьбовых муфт или фланцев. Применение чугунных резьбовых муфт для соединения водоподъемных труб не допускается. При использовании фланцевых соединений на периферийной части фланца производится выемка. Форма и размеры выемки должен обеспечивать размещение в ней кабеля или проводов электрического питания электронасоса. При монтаже фланцевых соединений крепежные болты устанавливаются на верхнем фланце, для предотвращения их попадания в скважину. Длина секций водоподъемных труб должна определяться удобством и безопасностью проведения работы по монтажу и демонтажу водоподъемного оборудования и принимается исходя из конструкции павильона и технических параметров грузоподъемных механизмов используемых для техобслуживания скважин.

Кабель или провода соединяются с выводными концами электродвигателя пайкой. Места пайки изолируются полихлорвиниловой лентой. Токоподводящий кабель при монтаже насоса по мере опускания колонны водоподъемных труб в полость скважины крепится хомутами к трубам через 3-4 м. Провисание кабеля не допускается. При монтаже электронасоса не следует удерживать его за кабель. Электронасос соединяется с водоподъемной трубой резьбовым соединением с конусной резьбой.

Электронасос с водоподъемными трубами опускаются в скважину при

помощи грузоподъемных механизмов с использованием специальных приспособлений (монтажных хомутов, элеваторов и т. д.), предотвращающих самопроизвольное опускание или падение колонны труб в скважину.

Количество водоподъемных труб должно обеспечивать необходимую глубину погружения насоса в скважину. При установке насоса в скважине, его верхний фланец должен находиться на глубине не менее, чем на 1 м ниже отметки динамического уровня воды при максимальной подаче насоса для насосов производительностью до 200 м³/ч и 6 м при производительности более 200 м³/ч. Нижний торец электронасоса должен находиться выше отметки верха рабочей части фильтра не менее 1 м. Установка электронасоса в рабочей части фильтра не рекомендуется.

После завершения работ, связанных с установкой электронасоса в скважине производится монтаж наземного оборудования и аппаратуры: оголовка, задвижки, обратного клапана, манометров, станции управления, водомера, вантуза и т.д.

При пуске электронасоса задвижка на нагнетательном трубопроводе должна быть закрыта не полностью. Подъем воды при нормальной работе электронасоса должен быть отмечен через 1-2 минуты после пуска. Определение правильного направления вращения электронасоса производится изменением направления вращения ротора двигателя путем переключения двух из трех проводов. В каждом случае, при закрытой задвижке регистрируется на манометре значение давления в водоподъемных трубах. Большее из этих значений указывает на правильное направление вращения насоса.

Демонтаж насоса для осмотра и ревизии производится в случае уменьшения подачи более чем на 25% и увеличения силы тока более чем на 20% от номинальных значений. При появлении в воде примесей песка или глинистых частиц при пуске насоса уменьшают подачу воды, регулируя ее задвижкой на нагнетательном трубопроводе. Работа на пониженной подаче насоса продолжается до снижения содержания твердых механических примесей ниже установленных техническими характеристиками насоса. В это время не рекомендуется останавливать работу насоса во избежание осаждения механических частиц в полостях насоса. Аварийное выключение насоса персоналом должно производиться при сильной вибрации насоса, появлении стуков, при появлении в воде значительного количества песка, возникновения пожара в павильоне

Одним из видов ремонтных работ проводимых на скважинах является декольматация фильтров. В процессе эксплуатации водозаборных скважин, как правило, происходит снижение их производительности из-за кольматационных процессов в фильтрах и прифильтровых зонах водоносных горизонтов. Снижение проницаемости скважинных фильтров может вызываться:

- закупоркой отверстий частицами пород водоносного горизонта (механический кольматаж),
- выделением из подземной воды с последующим отложением на конструктивных элементах фильтра и частицах прифильтрационной зоны карбонатных, силикатных, железистых и других химических соединений, переходящих из растворимых форм в нерастворимые, при изменении физико-химических условий в воде (физико-химический кольматаж).
- отложением нерастворимых органических и неорганических соединений на

элементах скважин в результате жизнедеятельности железистых, марганцевых, сульфатопродуцирующих и других видов бактерий (биохимический коломатаж).

Методы деколоматации скважинных фильтров различают по характеру воздействия на коломатирующие образования. Очистка фильтров может осуществляться растворением коломатанта различными химическими веществами (реагентный метод) либо его разрушением физико-механическим воздействием (механические и импульсные методы). В некоторых случаях для достижения необходимого эффекта названные методы комбинируются.

Реагенты, используемые для регенерации скважинных фильтров, различаются как по своему агрегатному состоянию (жидкие, порошкообразные и газообразные), так и по характеру взаимодействия с веществами коломатанта (нейтрализаторы, восстановители и комплексообразователи). Наиболее широкое распространение получили так называемые реагенты-нейтрализаторы. Механизм взаимодействия таких химикатов с коломатантом заключается в протекании реакций нейтрализации с переводом нерастворимых гидроксидов и карбонатов металлов в растворимые соли. Наиболее эффективным реагентом данной группы является соляная кислота. Высокая эффективность обработки скважины соляной кислотой связана с хорошей растворимостью в воде хлоридов, образующихся в результате взаимодействия кислоты с веществами коломатанта. Для предотвращения коррозии металлических частей скважины в ходе кислотных обработок в кислоту вводят ингибиторы катапин –А, катапин –Б, уникол и другие.

При обработке заколоматированных фильтров реагентами-восстановителями происходят реакции химического восстановления веществ коломатанта с переводом их в растворимое состояние. Например, при взаимодействии соединений трёхвалентного железа с дитионитом натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) происходит восстановление железа до растворимых двухвалентных форм.

Процесс растворения коломатирующих соединений при их взаимодействии с реагентами-комплексообразователями заключается в образовании комплексных соединений железа и кальция, которые хорошо растворимы в воде. В качестве реагентов-комплексообразователей применяются триполифосфат натрия ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$), гексаметафосфат натрия ($\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$) и другие.

Все типы реагентов, используемые для обработки водозаборных скважин должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать максимальное восстановление проницаемости фильтров скважин;
- должны быть разрешены к использованию в хозяйственно-питьевом водоснабжении на территории РБ;
- продукты реакции реагентов с коломатантом должны легко удаляться из скважины при послеремонтных откачках на сброс;
- при взаимодействии с подземной водой реагенты не должны образовывать соединений, способных ухудшать качество воды при дальнейшей эксплуатации скважины;
- не должны оказывать токсикологического воздействия на обслуживающий

скважину персонал;

- не должны содержать примесей загрязняющих водоносный горизонт и неудаляющихся при послеремонтных откачках из скважин на сброс.

Выбор реагента должен осуществляться на основании данных обследования скважин, лабораторных исследований колюматирующих веществ, а также данных полученных при проведении деколюматационных работ на скважинах данного водозабора.

Область применения отдельных реагентов приведена в таблице 4.1

Таблица 4.1

Реагенты для деколюматации водозаборных скважин

Характеристики обрабатываемых скважин	Реагенты и их Композиции	Концентрации применяемых реагентов, %
1	2	3
Фильтр скважины и прифильтровая обсыпка кислото-устойчивы. Колюматирующие соединения представлены $\text{Fe}(\text{OH})_3$; FeS ; FeCO_3 ; CaCO_3	$\text{HCl} + \text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	20-25 + 0.5-0.8
	$\text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{HCl} + \text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	8-10 + 0.1
	$\text{NH}_3\text{O}_3\text{H} + \text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	5-7 + 0.1
	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 + \text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	6-8 + 1.0
	$\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$	7-10
Фильтр скважины и прифильтровая обсыпка устойчивы к разбавленной кислоте. Колюматирующие соединения представлены $\text{Fe}(\text{OH})_3$; FeS ; FeCO_3 ; CaCO_3	$\text{HCl} + \text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	5-10 + 2.5
Фильтр и прифильтровая обсыпка неустойчивы к кислоте. (Обсыпка содержит известковые включения). Колюматирующие соединения представлены $\text{Fe}(\text{OH})_3$; FeS ; FeCO_3 ; CaCO_3 .	$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	5-8
	$(\text{NaPO}_4)_6$	5-8
Фильтр и прифильтровая обсыпка неустойчивы к кислоте. Колюматирующие соединения с преобладанием $\text{Fe}(\text{OH})_3$.	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$	5-10
	$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	1

Дитионит натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) обычно применяется при повторных регенерациях водозаборных скважин и его использование при первичных обработках не рекомендуется.

Не допускается использование бисульфата натрия в качестве реагента для регенерации фильтров, заколюматированных преимущественно соединениями кальция из-за опасности выпадения вторичного осадка гипса.

Количество реагента, требующегося для обработки скважины определяется на

основании ее конструктивных характеристик и данных лабораторных исследований кинетики растворения кольматирующих в реагенте по формуле:

$$P_p = 1,2 K_c P_k. \quad (4.1)$$

где P_p - масса реагента, кг;

K_c - коэффициент удельного расхода реагента, требуемого для растворения 1 кг кольматанта, определяется на основании данных лабораторных исследований. Для дитионита натрия и соляной кислоты значение коэффициента K_c может приниматься по таблице 4.2

Таблица 4.2

Значение коэффициента K_c для соляной кислоты и дитионита натрия.

Реагент	Концентрация, %	K_c
1	2	3
Соляная кислота	5,0	20,5
	10,0	10,2
	20,0	5,1
	27,0	3,1
Дитионит натрия	5,0	16,3
	8,0	11,6

P_k – масса кольматанта, кг, которая рассчитывается по зависимости:

$$P_k = K_n W_{\text{пор}} \rho_k. \quad (4.2)$$

где $W_{\text{пор}}$ – объем пор гравийной обсыпки обрабатываемой части прифилтровой зоны, м³;

ρ_k - плотность кольматанта, кг/м³.

Плотность кольматанта определяется на основании данных лабораторных исследований при их отсутствии значение ρ_k принимается в диапазоне 2100-3700 кг/м³.

K_n - коэффициент насыщенности пор гравийной обсыпки (обрабатываемой части прифилтровой зоны) кольматантом. Коэффициент насыщенности пор гравийной обсыпки кольматантом определяется по зависимости:

$$K_n = 1 - (K_1/K_0)^{1/3} \quad (4.3)$$

где K_0 - коэффициент фильтрации гравийной обсыпки (прифилтровой зоны радиусом 0,5 м) в момент сдачи скважины в эксплуатацию, м/с.

K_1 - коэффициент фильтрации гравийной обсыпки (прифилтровой зоны радиусом 0,5 м) на момент обследования скважины перед проведением работ по

декольматации, м/с.

При отсутствии данных о составе кольматанта и кинетике его растворения в реагенте, расход соляной кислоты для регенерации фильтра может приниматься по таблице 4.3

Таблица 4.3

Расход кислоты HCl концентрацией 25% для декольматации 1 м.п. фильтра

Внутренний диаметр обрабатываемого фильтра, мм	Расход кислоты HCl, л	
	Для обработки скважин периодически подвергавшихся реагентным обработкам	Для обработки скважин находившихся длительное время в эксплуатации без декольматации
1	2	3
100	30	100
150	45	125
200	60	150
250	80	180
300	100	200
350	150	250

Обработка водозаборных скважин реагентами может осуществляться свободным наливом растворов реагентов в скважину (метод реагентной ванны) или циклическим задавливанием реагента в скважине сжатым воздухом. Регенерация фильтров водозаборных скважин способом реагентной ванны производится при уровне залегания подземных вод более 30 м. В данном случае раствор реагента подаётся в полость фильтра и выдерживается в течение определенного времени (10-12 часов).

Реагентная обработка скважины с циклическим задавливанием реагента производится путем последовательного повышения и снятия давления или вакуумированием скважин с последующей разгерметизацией. При этом создаётся возвратно-поступательное движение столба воды в скважине и увеличивается глубина проникновения реагента за пределы фильтра в профильтровую зону и повышается интенсивность взаимодействия реагента с кольматантами. Превышение давления над естественным пластовым при циклической реагентной обработке скважин должно составлять 0,13-0,2 МПа при продолжительности задавливания 10 минут и снятии давления до 5 минут. Общая продолжительность реагентной обработки скважин циклическим задавливанием реагента снижается до 2 часов. Повышение давления в полости скважины создается за счет нагнетания сжатого воздуха или азота. При этом максимальное понижение уровня жидкости в скважине не должно быть не более 2 м.

При обработке водозаборных скважин, каптирующих водоносные горизонты сложенные известняками, реагентами с сильной кислотной реакцией должны предусматриваться мероприятия по предотвращению газлифтного выноса раствора реагента из скважины, Оголовки обрабатываемых скважин должны герметизироваться, на трубопроводах для подачи кислоты в скважину монтироваться обратные клапаны. При

проведении работ по реагентной декольматации водоподъемное оборудование скважины демонтируется. Растворы жидких реагентов должны подаваться в полость фильтра скважины по специальной заливочной трубе или шлангу. При этом нижний конец трубы, устанавливается в нижней части фильтра, и в процессе подачи раствора реагента трубы поднимают таким образом, чтобы к окончанию подачи раствора реагента нижний срез заливочной трубы находился на отметке верха фильтра. После проведения реагентной декольматации фильтра из скважины удаляются продукты реакции реагента и кольматанта, а также и остаточное количество реагента откачкой на сброс. Продолжительность таких откачек после определяется периодом, в течение которого электрическое сопротивление в откачиваемой жидкости становится равным (или выше) электрическому сопротивлению воды скважины до обработки. В случае декольматации скважины кислотными реагентами время окончания откачки может определяться по значению активной реакции среды (pH) откачиваемой воды.

Процесс растворения кольматанта при реагентной обработке (особенно при использовании соляной кислоты) ускоряется при повышении температуры в зоне реакции до 50-60 °С. Разогрев зоны реакции реагента с кольматантом может осуществляться различными способами:

введением в скважину дополнительных реагентов, при растворении которых в воде, выделяется большое количество теплоты (например, хлористого алюминия);

введением в скважину дополнительных реагентов, которые вступают в экзотермическую реакцию с реагентом (например, при обработках соляной кислотой могут добавляться безводный хлорид алюминия или магния);

разогревом реагента в скважине специальными нагревательными приборами.

Предложены и другие способы увеличения температуры реагента. Например, разогрев соляной кислоты может производиться за счёт её электролиза. При этом кроме увеличения температуры реагента в нём образуется раствор активного хлора, который позволяет одновременно производить подавление биохимического кольматажа в скважинах.

Биохимический кольматаж фильтров и прифильтровых зон водозаборных скважин обуславливается жизнедеятельностью железистых, марганцевых, сульфатопродуцирующих бактерий, переводящих растворенные в подземных водах в нерастворимые органические либо неорганические соединения.

Наличие процесса биохимического кольматажа в скважине может быть определено на основании данных микробиологических анализов при обнаружении штампов микроорганизмов, которые вызывают появление кольматирующих соединений. Кроме того, о наличии биохимического кольматажа можно судить по косвенным признакам - резкому снижению дебита скважин после проведения восстановительных мероприятий в течение короткого отрезка времени, наличии на конструктивных элементах скважин пенообразных образований и суспензий охристого, светло-коричневого либо черного цвета.

Основным способом борьбы с биохимическим кольматажом фильтров является хлорирование в сочетании с кислотной обработкой. Применение одного хлорирования не даёт долговременного эффекта, так как уничтожаются только микроорганизмы находящиеся на поверхности кольматанта. В то же время микроорганизмы внутри

кольматанта или же в прифильтровой зоне остаются жизнеспособными. Поэтому вначале, скважина обрабатывается кислотой, которая растворяет отложения и открывает доступ к микроорганизмам, после чего скважина хлорируется. При проведении обработок скважин не должны смешиваться растворы кислотных реагентов и хлорсодержащих дезинфектантов из-за опасности выделения газообразного хлора. Поскольку железобактерии и другие микроорганизмы, которые являются причиной биохимического кольматажа, достаточно устойчивы к действию растворов активного хлора, то биоцидная концентрация в полости фильтра должна быть достаточно высокой 200-1000 мг/л активного хлора. В целях снижения расхода дезинфектанта раствор активного хлора должен вводиться непосредственно в полость фильтра по заливной трубе.

Механические и импульсные методы декольматации фильтров водозаборных скважин весьма разнообразны. К наиболее простым приспособлениям для очистки фильтров от кольматанта. относятся механические ерши, щетки, свабы, гидроерши, которые перемещают во время очистки по полости скважин с помощью штанг. Для механической очистки фильтров скважин также могут применяться такие способы как нагнетание воды в скважину с поинтервальной промывкой фильтра, откачка воды из скважины эрлифтом с изменяющимся расходом, подача в полость фильтра сухой углекислоты, желонирование, сбрасывание грузов в скважину, и т. д.. У вышеперечисленных способов обработки скважин основным недостатком является их небольшая эффективность очистки из-за относительно низкой интенсивности воздействия на кольматирующие образования.

К настоящему времени разработаны способы импульсной декольматации скважин с более мощным воздействием на фильтр. Одним из таких способов является очистка фильтров с помощью взрыва торпед из детонирующего шнура (ТДШ). В данном случае для обработки фильтра используется взрыв твёрдых взрывчатых веществ в полости фильтра. При взрыве возникает ударная волна, распространяющаяся в радиальном направлении. Встречаясь со стенками фильтра, ударная волна, частично отражается, а частично переходит в затрубное пространство. Гидродинамические и фильтрационные потоки воды, сопровождающие взрывы, способствуют удалению разрушенного кольматанта с поверхности фильтра, а также из пор и трещин прифильтровой зоны.

При взрыве 1 м ТДШ выделяется энергии до 70 кДж, в фильтрах создаётся избыточное давление до 30-40 МПа. Недостатком способа являются трудность регулирования интенсивности воздействия на фильтр, из-за чего существует опасность разрушения фильтра и, соответственно выхода скважины из строя. При применении этого метода в фильтрах скважин эксплуатирующихся продолжительное время вероятность разрушения фильтра резко возрастает. Не рекомендуется обработка взрывом ТДШ скважин, оборудованных фильтрами с сетчатой водоприемной поверхностью, блочными, керамическими и пластмассовыми фильтрами.

Более широкое распространение получили способы импульсной обработки скважин, предполагающие регулирование величины импульсного воздействия на поверхность обрабатываемого фильтра. Например, электрогидравлическая обработка скважины, которая основана на импульсном выделении электроэнергии при высоковольтном искровом разряде между двумя электродами разрядника. Для реализации

способа используется оборудование включающее генераторы импульсов, накопители электроэнергии (конденсаторные батареи), разрядник с коаксиальным высоковольтным кабелем. При обработке скважины разрядник устанавливается в полости фильтра, по коаксиальному кабелю к нему через короткие промежутки времени в доли секунды подводится напряжение от конденсаторных батарей. При создании высоковольтного электрического разряда в полости фильтра создаётся ударная волна, воздействующая на закольматированный фильтр. Энергетические возможности способа в сравнении с взрывом ТДШ ниже. При единичном разряде ЭГУ выделяется около 1,25 кДж энергии. Однако здесь возможно многократное воспроизведение разрядов, а также регулирование интенсивности импульсного воздействия путём изменения расстояния между электродами разрядника и величины рабочего напряжения.

При декольматации электрогидравлическим способом водозаборных скважин оборудованных трубчатыми и каркасно-стержневыми фильтрами с водоприемной поверхностью из штампованного листа или проволоки рекомендуется производить 300-500 импульсов на 1 м. Для фильтров с сетчатой водоприемной поверхностью - 100-200 импульсов на 1 м. Для фильтров из перфорированных труб, установленных в скальных или полускальных водоносных породах и в скважинах каптирующих скальные или полускальные водоносные горизонты без установки фильтров - не менее 500 импульсов на 1 м.

Способ достаточно эффективен, однако использование высоких напряжений (до 60 кВ) требует применения определённых мер безопасности для обслуживающего персонала.

Другим известным способом импульсной очистки фильтров, оборудование, для реализации которого выпускается серийно, является пневмовзрыв. Очистка фильтра пневмовзрывом основана на мгновенном преобразовании энергии выхлопа сжатого воздуха в механическую работу. Возникающая при пневмоимпульсе ударная волна и пульсация образовавшегося воздушного пузыря разрушает осадок и очищает фильтр. В состав установок для регенерации фильтров пневмовзрывом (АВПВ-150; АСП-Т) входят ресивер, компрессор высокого давления (до 15 МПа), шланги с пневмоснарядом. Перед обработкой скважины в ресиверы компрессором накачивается воздух. Затем в скважину опускается пневмоснаряд, к которому подаётся воздух из ресиверов. Обработка производится поинтервальным перемещением пневмоснаряда по полости фильтра до срабатывания давления в ресиверах. Пневмовзрывная установка АСП-Т обладает энергией около 25 кДж на 1 дм³ сжатого воздуха при давлении 10 МПа. Предельная глубина обработки скважин 150 м. При обработке пневмоимпульсным способом скважин и каптирующих водоносные горизонты сложенные рыхлыми породами количество импульсов определяется с учетом типа и размеров фильтра.

Подобный пневмовзрыву характер воздействия на обрабатываемый фильтр имеет взрыв горючих газовых смесей в полости фильтра. Большая часть энергии расходуется на расширение продуктов взрыва и создание гидротока жидкости в фильтре, меньшая на воздействие ударной волной. В качестве горючих газов предлагалось применение пропана, метана, ацетилена, водорода в качестве окислителя кислорода, воздуха, хлора. Например, разработано несколько типов устройств, для очистки фильтров ацетиленовыми газогенераторами, в которых газовая смесь образуется при взаимодействии твёрдого карбида кальция с водой. Однако необходимость перезарядки газогенератора после

каждого взрыва и, связанные с этим большие затраты времени на обработку фильтра явились серьёзным препятствием для широкого применения такого рода устройств.

В этом отношении более практичны устройства, разработанные в БГПА, в которых сжигается водородно-кислородная газовая смесь. В комплект установки входят скважинные снаряды, грузоподъёмная лебёдка с электроприводом и кабель-тросом, пульт управления с выпрямителями. Скважинный снаряд содержит электролизер, в котором из воды получают газовую смесь водорода и кислорода. Газовая смесь накапливается в камере сгорания и при её заполнении поджигается свечой. При взрыве 1 дм³ водородно-кислородной смеси выделяется порядка 7,7 кДж энергии, что позволяет производить достаточное воздействие на обрабатываемый фильтр. Регулирование интенсивности импульсной обработки фильтра возможно путём изменения объёма сжигаемой газовой смеси. Предельное давление создаваемое в полости фильтра при импульсных обработках не должно превышать допустимых давлений на фильтр, обусловленных его видом сроком и условиями эксплуатации (таблица 4.4).

Таблица 4.4

Допустимые давления на поверхность фильтра при импульсивной регенерации водозаборных скважин

Тип каркаса	Тип водоприемной поверхности	Допустимые значения давления на фронте ударной волны, МПа.
1	2	3
Трубчатый	Без дополнительной водоприемной поверхности	60
	Проволочная	50
	Штампованный лист толщиной 0,8-1,0 мм	20
	Сетчатая	10
Каркасно-стержневой	Без дополнительной водоприемной поверхности	40
	Проволочная	30
	Штампованный лист толщиной 0,8-1,0 мм	20
	Сетчатая	10
Штампованный стальной лист	Без дополнительной водоприемной поверхности	30
	Проволочная	30
	Сетчатая	10
Трубчатый винипластовый		2
Блочный		2

Кроме импульсных методов декольматации скважинных фильтров к настоящему

времени разработаны методы декольматации, предполагающие различные способы физического воздействия на фильтр и прифилтровую зону. Например, вибрацию, акустические волны и т. д. Сущность вибрационного метода заключается в том, что при откачках из скважин в ней периодически возбуждается интенсивная вибрация с помощью рабочего органа, находящегося в зоне фильтра. Кольматант выносится из скважины с откачиваемой водой. Прокачка осуществляется путем подачи в скважину из-вне воды либо эрлифтом. Вибрационная декольматация заканчивается при прекращении выноса шлама из скважины.

Для повышения эффективности восстановительных мероприятий могут применяться комбинированные способы декольматации фильтров водозаборных скважин. Комбинированные импульсно-реагентные и виброреагентные обработки фильтров скважин проводятся сочетанием вибрационного или импульсного (пневмовзрыв, взрыв ТДШ, газовый взрыв, электрогидроудар) воздействия на фильтр с последующим или параллельным введением в скважину растворов реагентов. При использовании совместного воздействия электрогидроудара и реагентов на декольматированный фильтр применяются специальные типы разрядников, обеспечивающих изоляцию разрядного устройства от реагента.

Дезинфекция скважин является одним из видов работ проводимых при техническом обслуживании и ремонте. Дезинфекция водозаборных скважин проводится:

- в случае возникновения эпидемий, при которых инфекция передается через воду или же при наличии данных, указывающих, что причиной возникновения эпидемии явилось загрязнение сооружений системы водоснабжения:
- при ухудшении санитарного качества воды в эксплуатационной скважине;
- после ремонтов и работ по техническому обслуживанию скважин, при проведении которых нарушается их герметичность;
- перед приемом в эксплуатацию.

При постоянном внесении микробиологических загрязнений в эксплуатируемый водоносный пласт, которое не может быть устранено, вода, забираемая из скважин должна подвергаться постоянному обеззараживанию, или же должно быть исключено ее использование для хозяйственно-питьевых целей. Если проникновение загрязнений в водоносный пласт по эксплуатируемой скважине можно устранить то проводится комплекс профилактических работ: цементация обсадных труб, герметизация устья скважины исключение возможности затопления скважинных павильонов и т. д.

Дезинфекция скважин проводится путем обработки сооружения раствором активного хлора. Раствор активного хлора получают растворением в воде хлорсодержащих дезинфектантов, разрешенных к применению в хозяйственно-питьевом водоснабжении. Газообразный хлор для получения растворов для дезинфекции скважин не применяется, а подача газообразного хлора в скважину с целью дезинфекции не допускается. При использовании для приготовления раствора активного хлора хлорной извести и гипохлорита кальция в скважину должен вводиться отстоянный раствор без комков и нерастворимых примесей. Засыпка сухой порошкообразной хлорной извести с целью дезинфекции в скважину не допускается

Скважина должна обрабатываться раствором активного хлора после механической

очистки с промывкой на сброс. Непосредственно обработка скважин раствором активного хлора с целью дезинфекции производится в два этапа. Вначале хлорируется полость скважины от устья до статического уровня путем ее заполнения раствором активного хлора концентрацией 50-100 мг/л, при предварительно установленном ниже 1-2 м статического уровня пневматическом пакере (пробке). Продолжительность выдержки раствора активного хлора должна быть не менее 3-6 часов в зависимости от используемой концентрации. После обработки верхней части, хлорируется полость скважины от статического уровня до забоя. Обработка должна производиться введением раствора активного хлора в столб воды по заливной трубе (шлангу) с таким расчетом, чтобы после смешения концентрация активного хлора была не меньше 50 мг/л. Продолжительность выдержки раствора активного хлора не менее 6 часов.

После хлорирования производится откачка на сброс до снижения концентрации остаточного активного хлора в воде до 0,3 мг/л и проводится бактериологический анализ воды. При результатах анализа, соответствующих нормативным санитарным требованиям, скважина допускается к эксплуатации. При отрицательных результатах анализа дезинфекция скважины повторяется использованием повышенных концентраций активного хлора, увеличенных в 1,5-2 раза в сравнении с первоначальными дозами.

Литература

1. СНиП 2 04 01-84 Водоснабжение Наружные сети и сооружения. Госстрой СССР. М.: Стройиздат 1985 г, 136 с.
2. ГОСТ 2761-84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические технические требования и правила выбора.
3. ГОСТ 2874-82 Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством
4. Правила технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест. Минжилкомхоз РБ. Минск -1993 - 239 с.
5. Санитарные правила для хозяйственно-питьевых водопроводов (СанПиН • № 11-05.93) Минздрав РБ Минск 1993, 27 с.
6. СанПиН № 8-83-98 Требования к качеству воды при нецентрализованном водоснабжении. Санитарная охрана источников. Минздрав РБ. Минск 1998 с 21
7. СанПиН 10-113 РБ Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения. Минздрав РБ. Минск 1999 г. с.22
8. Э.А. Морозов А В Стецюк Справочник по эксплуатации и ремонту водозаборных скважин. Киев, «Будівельник», 1984. 96 с.
9. Н.А. Плотников, В.С. Алексеев "Проектирование и эксплуатация водозаборов подземных вод М.: «Стройиздат», 1990. 254 с.
10. Алексеев В.С., Гребенников В.Т. Восстановление дебита водозаборных скважин. М.: «Агропромиздат» 1987. 283с.
11. Плотников Н. А., Алексеев В.С. Проектирование и эксплуатация водозаборов подземных вод. М.: «Стройиздат» 1990. 256с.
12. Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод. ВНИИВОДГЕО М.: «Стройиздат» 1989. 272с.

13. Гребенников В.Т. Критерии восстановительных мероприятий //Сб. ст. Экспресс-информация», М.: ЦБНТИ Минводхоза СССР, сер. 3 вып. 3 1987. с 20-27.
14. Гуринович А.Д. Питьевое водоснабжение из подземных источников: проблемы и решения. Минск: «Технопринт»- 2001.-305с.
15. Ануфриев В.Н., Гуринович А.Д. Термореагентный метод очистки водозаборных скважин. «Мелиорация и водное хозяйство» 1992. N7-8 с.32-34.
16. S. Smith. Iron bacteria problems in wells. A new look. «Water wells journal» 1984 N1 p 76-78.
17. Тугай А. М., Прокопчук И.Т. Водоснабжение из подземных источников. Киев «Ураджай», 1989. 262с.
18. Суреньянц С.Я., Иванов И.П. Эксплуатация водозаборов подземных вод. М.: «Стройиздат» 1989. 80с.
19. Романенко В.А. Электрофизические способы восстановления водозаборных скважин. Л.: «Недра»,- 1980. 79 с.
20. Волоховский Г.А. Эксплуатация и ремонт систем сельскохозяйственного водоснабжения. М.: «Россельхозиздат»- 1982. 224с.
21. Романенко В.А., Вольницкая Э.М. Восстановление производительности водозаборных скважин. Л.: «Недра» 1987. 112с.
22. Ивашечкин В.В. и другие Техника и технология газоимпульсной регенерации фильтров и дезинфекции водозаборных скважин. «Вода», - N11 1998 с 13-14

H_{CT}	H_d	S
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		