

ПЕРЕБУРИВАНИЕ СКВАЖИН НА ВОДОЗАБОРЕ «ФЕЛИЦИАНОВО» Г. МИНСКА

В.В. Ивашечкин, доктор технических наук

М.П. Магарян, аспирант

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Беларусь

А.Н. Хаврукова, младший научный сотрудник
РУП «Центральный научно-исследовательский институт
комплексного использования водных ресурсов»
г. Минск, Беларусь

Аннотация

Рассмотрены новые конструкции водозаборных скважин с затрубными системами регенерации и засыпкой из керамзитового песка. Скважины были пробурены на водозаборе «Фелицианово» г. Минска в 2015 году. Выполнен расчет прочности циркуляционных трубок затрубных систем регенерации скважин на примере скважины № 31 от воздействия давления грунта при самом неблагоприятном случае эксплуатации скважины. Приведены результаты натурных гидравлических испытаний водопоглощающей способности трубок и рекомендации по технологии выполнения капитального ремонта скважин.

Ключевые слова: скважина, обсыпка, затрубная система регенерации, кольматант

Abstract

V.V. Ivashchkin, M.P. Magaryan, A.N. Khavrukova

WELLS RE-DRILLING AT WATER INTAKE “FELISTIANOVO” IN MINSK

The article describes water wells of new design which are equipped with pipe regeneration systems and backfilled with clay sand. The wells are drilled at the water intake "Felitsianovo" in Minsk in 2015. The strength of the circulation pipes of wells regeneration system under ground pressure is calculated for the worst case on the example of the well number 3. Water absorbing ability of pipes was tested during natural hydraulic experiment both results of this experiment and technological recommendations for wells repair are presented.

Keywords: well, filling, pipe regeneration system, mudding element

Из-за интенсивной эксплуатации в фильтрах высокодебитных скважинах достаточно быстро накапливаются кольматирующие отложения. Чем больше дебит скважины и ее время работы, тем больше объем выпадающего из воды кольматанта, который закупоривает отверстия фильтра и поры гравийной обсыпки. Уменьшается проницаемость фильтров – снижается дебит и увеличивается себестоимость добываемой воды. Скважины, недопустимо снизившие свою производительность, обычно тампонируют и перебуривают в существующих санитарных зонах строгого режима. Это обусловлено экономией средств на отчуждение новых участков и подводом туда коммуникаций. Однако значительно экологически чище и дешевле не тампонировать скважину, а провести ее капитальный ремонт путем извлечения и замены фильтра. Если фильтр установлен впотай внутри зацементированной эксплуатационной колонны и имеет диаметр порядка 168 мм, длину 5-6 м, а диаметр эксплуатационной колонны - 325 мм, то такая операция теоретически возможна и ее технология и технические средства

описаны в справочной литературе [1-2]. Однако подавляющее большинство высокодебитных скважин городских водозаборов Республики Беларусь – это скважины с гравийными фильтрами диаметром 325 мм, установленными на сплошной эксплуатационной (надфильтровой) колонне того же диаметра, выведенной внутри кондуктора на устье скважины. Такая конструкция не ремонтпригодна для проведения капитального и текущего ремонтов из-за значительных сил трения фильтра и эксплуатационной колонны о грунт при извлечении и возможности воздействия на кольматант только изнутри фильтров, что недостаточно эффективно [3]. Поэтому актуальной задачей является совершенствование конструкций высокодебитных скважин с фильтрами, установленными на сплошной колонне, обеспечивающими возможность эффективной регенерации и вынужденной замены при выходе из строя.

Целью настоящей работы являлась разработка конструкций ремонтпригодных скважин с фильтрами на сплошной колонне и их примене-

ние в гидрогеологических условиях водозабора «Фелицианово».

Основная часть

Водозабор «Фелицианово» является централизованным водозабором подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Минска. Он расположен в Пуховичском районе возле деревни Моторово. Эксплуатирует водозабор УП «Минскводоканал» с 1984 года. Отбор подземных вод здесь осуществляется из межморенного днепровско-сожского водоносного горизонта, залегающего на глубинах 30-70 м. Качество подземных вод ухудшают повышенное содержание железа и марганца.

В 2015 г. был разработан проект бурения новых скважин №№ 1¹, 2¹, 3¹, 4¹, 5¹, 11¹ в зонах строгого режима тампонируемых скважин №№ 1, 2, 3, 4, 5, 11 и проведены работы по их тампонажу и перебурированию. Все тампонируемые скважины были пробурены методом обратной промывки и оснащены каркасно-стержневыми фильтрами диаметром 325 мм с проволочной обмоткой и гравийной обсыпкой. За 30 лет эксплуатации они значительно снизили свой удельный дебит в результате кольматажа и песковали. В процессе их эксплуатации основными видами производимых текущих ремонтов было механическое и химическое воздействие на кольматант изнутри фильтров скважин: чистка ершом и гидродинамической машиной, обработка электрогидравлическими разрядами, взрывами водорода и реагентная обработка соляной кислотой. Несмотря на интенсивную обработку, кольматант постепенно накапливался в фильтрах и прифильтровой зоне. Следует отметить, что при электроразрядной обработке генерируются ударные волны высокого давления и существует высокий риск разрушения проволочной обмотки каркасно-стержневых фильтров, поэтому при проектировании новых скважин были приняты более защищенные от разрядов конструкции проволочных фильтров – на трубчатом каркасе диаметром 325 мм.

Все шесть новых скважин №№ 1¹, 2¹, 3¹, 4¹, 5¹, 11¹ были пробурены методом обратной промывки долотом диаметром 660 мм и имели усовершенствованные конструкции для проведения капитального ремонта. Кроме того, в скважинах №№ 1¹, 3¹ для повышения долговечности и ремонтпригодности при осуществлении текущих ремонтов дополнительно устанавливались затрубные системы реагентной регенерации, представляющие собой 4 циркуляцион-

ные трубки из полиэтилена с наружным диаметром $D=20$ мм и стенкой толщиной $\delta=3$ мм, смонтированные на расстоянии 6 см от наружной поверхности фильтра [4]. Трубки имели перфорацию напротив фильтра: по два диаметрально размещенных отверстия диаметром 1 мм с шагом 5 см. Они были заглушены снизу и закреплялись проволочными хомутами к п-образным скобам высотой 6 см, приваренным к глухим участкам фильтровой колонны. К эксплуатационной колонне циркуляционные трубки привязывались проволочными хомутами и выводились на поверхность. Для борьбы с кольматацией фильтров в трубки может быть подана рассчитанная заранее порция реагента, в дальнейшем зафиксированная в режиме «реагентной ванны» в прифильтровой зоне на сутки. После продукты реакции надо откачать. Можно также использовать режим «циркуляционной регенерации», когда реагент непрерывно подают из полиэтиленовой кубовой емкости в трубки самотеком или насосом и одновременно откачивают продукты реакции назад в бак из ствола скважины назад в емкость. Последняя технология регенерации более эффективна, так как растворение идет в более интенсивном режиме, и производится непрерывный отвод продуктов реакции от кольматанта с подводом свежего реагента из емкости. Возможность установки затрубной системы регенерации предусмотрена в ТКП 17.04-21-2010. Паспортный геолого-технический разрез скважины №3¹, оснащенной затрубной системой регенерации, представлен на рисунке 1.

Прочностной расчет циркуляционных трубок

Подбор поперечных размеров полиэтиленовых трубок осуществлялся на основе их расчета на прочность от воздействия грунта по СП 40-102-2000 [5]. В нем изложены основные принципы расчета труб, уложенных в горизонтальные траншеи, на вертикальное давление грунта. Методику расчета пришлось корректировать, так как циркуляционные трубки имеют вертикальное расположение и нагрузку от грунта $q_{гр}$, рассчитанное как боковое давление грунта в состоянии покоя (т.е. когда горизонтальное перемещение конструкции невозможно).

В проекте на бурение скважин рассматривалось 2 варианта трубок: газовая полиэтиленовая труба ПЭ100, SDR9 диаметром $D=20$ мм с толщиной стенки $s=3$ мм, соответствующая стандарту СТБ ГОСТ Р 50838 и труба ПЭ100, PN16, SDR11 диаметром $D=25$ мм с толщиной стенки $s=2,3$ мм для наруж-

| ОПИСАНИЕ ПОРОД | ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ И КОНСТРУКЦИЯ СКВАЖИНЫ | МОЩНОСТЬ СЛОЕВ, М | | | КРЕПЛЕНИЕ СКВАЖИНЫ | | УРОВЕНЬ ВОДЫ | | |
|----------------------------------|---|-------------------|------|-------|--------------------|-------------|----------------|-----------------|------|
| | | от | до | всего | диаметр, мм | глубина, мм | статический, м | динамический, м | |
| Суглинок | | 0 | 3,8 | 3,8 | 720 | 11,5 | 4,9 | 14,9 | 925 |
| Песок влажный гравелистый | | 3,8 | 7,8 | 4,9 | | | | | 6 |
| СУПЕСЬ | | 8,7 | 14,8 | 6,1 | | | | | 762 |
| ПЕСОК | | 14,8 | 28,2 | 13,4 | 325 | 39,5 | 14,9 | 11,5 | 11,5 |
| Песок глинистый | | 28,2 | 30,9 | 2,7 | | | | | 65 |
| Песок гравелистый водонасыщенный | | 30,9 | 53,7 | 22,8 | 325 | 53 | | | 660 |
| Песок глинистый | | | | | 53,7 | 55,0 | | | 1,3 |
| Песок гравелистый водонасыщенный | | 55,0 | 62,1 | 7,1 | 325 | 60,5 | | | 151 |
| Суглинок | | 62,1 | 66 | 3,9 | 325 | 62 | | | 65 |

Рисунок 1 – Паспортный геолого-технический разрез скважины №31 с затрубной системой регенерации на водозаборе «Фелицианово»

ного водопровода и транспортировки холодной воды под давлением (соответствует ГОСТ 18599-2001), поставляемые в бухтах по 100 м.

Наиболее неблагоприятный случай воздействия грунта на трубки будет иметь место при минимальном уровне воды в стволе скважины, т.е. если погружной насос выхватит всю воду, будучи установленным на глубине $h_1=53$ м на верхней отметке нижней секции фильтра (рисунок 1). Тогда гравийная обсыпка на участке (0-53) м будет осушенной, а на уча-

стке (53-65) м – водонасыщенной. Схема к расчету прочности трубок, выполненная по проектному геолого-техническому разрезу, представлена на рисунке 2.

При допущении о треугольной эпюре распределения горизонтальных напряжений по глубине от горного давления, нагрузка от давления грунта q_{zp} на нижней отметке трубки будет наибольшей

$$q_{zp} = K_0 \cdot \gamma_1 \cdot h_1 + K_0 \cdot \gamma_2 \cdot h_2, \quad (1)$$

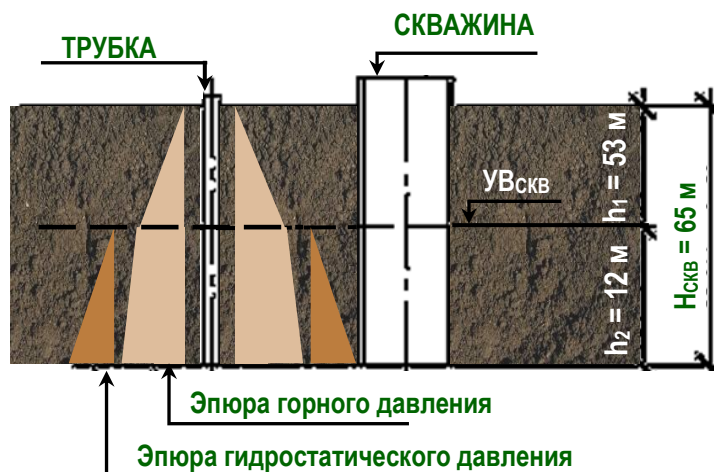


Рисунок 2 – Расчетная схема

где K_0 – коэффициент давления слоя осушенного грунта h_1 и удельным весом γ_1 в состоянии покоя; K_2, γ_2 – то же самое у водонасыщенного грунта напротив фильтра длиной h_2 .

Коэффициент давления грунта в состоянии покоя K_0 определяем в соответствии с п. 6.3.11 ТКП 45-5.01-237-2011 [6] по формуле Яки

$$K_0 = 1 - \sin \varphi, \quad (2)$$

где φ_1 – угол внутреннего трения грунта.

Удельный вес γ_1 осушенного грунта определяется по формуле

$$\gamma_1 = g \rho_n = g \rho_c (1 - n), \quad (3)$$

где ρ_n – плотность грунта пористостью n ; $\rho_n = \rho_c (1 - n)$; ρ_c – объемная масса скелета грунта.

Удельный вес γ_2 водонасыщенного грунта определялся с учетом взвешивающего влияния воды по формуле

$$\gamma_2 = g \rho_c (\rho_n - 1000) / \rho_n \quad (4)$$

Принимаем, что вокруг скважины находится однородный грунт с постоянными характеристиками: плотность скелета грунта $\rho_c = 2660 \text{ кг/м}^3$; пористость грунта $n = 0,3$; угол внутреннего трения грунта естественной влажности $\varphi_1 = 40^\circ$; угол внутреннего трения грунта насыщенного водой $\varphi_2 = 36^\circ$ [7, таблица П1]; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

Определяем ρ_n :

$$\rho_n = \rho_c (1 - n) = 2660(1 - 0,3) = 1860 \text{ кг/м}^3 \quad (5)$$

Согласно (3) удельный вес γ_1 осушенного грунта равен

$$\gamma_1 = g \rho_n = 9,81 \cdot 1860 = 18,3 \text{ кН/м}^3 \quad (6)$$

Согласно (4) удельный вес γ_2 водонасыщенного грунта

$$\begin{aligned} \gamma_2 &= g \rho_c (\rho_n - 1000) / \rho_n = \\ &= 9,81 \cdot 2660(1830 - 1000) / 1830 = 11,8 \text{ кН/м}^3 \end{aligned} \quad (7)$$

По выражению (1) определяем горизонтальную грунтовую нагрузку

$$\begin{aligned} q_{ep} &= K_0 \cdot \gamma_1 \cdot h_1 + K_0 \cdot \gamma_2 \cdot h_2 = \\ &= 18,3(1 - \sin 40^\circ) 53 + 11,8(1 - \sin 36^\circ) 12 = \\ &= 0,4 \text{ МПа}. \end{aligned} \quad (8)$$

Определяем кратковременную кольцевую жесткость оболочки трубки G_0 , МПа [5]

$$\begin{aligned} G_0 &= \frac{53,7 \cdot E_0 \cdot I}{(1 - \mu^2)(D - s)^3} = \\ &= \frac{53,7 \cdot 800 \cdot 0,003^3}{12(1 - 0,32^2) \cdot (0,02 - 0,003)^3} = \\ &= 21,9 \text{ МПа} \end{aligned} \quad (9)$$

где $E_0 = 800 \text{ МПа}$ – кратковременный модуль упругости при растяжении материала трубы [5, таблица А1]; $\mu = 0,32$ – коэффициент Пуассона материала трубы; $s = 0,003 \text{ мм}$; $D = 0,02 \text{ м}$; I – момент инерции сечения трубы на единицу длины, определяемый по формуле $I = s^3/12$.

Определяем относительное укорочение диаметра трубы $\Psi_{тр}$ под действием грунтовой нагрузки [5]

$$\psi_{ep} = K_{ок} \frac{K_T \cdot K_w \cdot q_{ep}}{K_{жк} \cdot G_0 + K_{ep} E_{ep}} = \quad (10)$$

$$= \frac{1 \cdot 1,25 \cdot 0,13 \cdot 0,4}{0,15 \cdot 21,9 + 0,06 \cdot 26} = 0,013,$$

где $K_{ок}$ – коэффициент, учитывающий процесс округления овализованной трубы под действием внутреннего давления p в трубопроводе, вычисляемый как $K_{ок} = (1 + 2P/q_c \Psi)^{-1}$, принимаем $p = 0$, тогда $K_{ок} = 1$; $K_T = 1,25$ – коэффициент, учитывающий запаздывание овальности поперечного сечения трубы во времени и зависящий от типа грунта, степени его уплотнения, гидрогеологических условий, геометрии траншеи; K_w – коэффициент прогиба, учитывающий качество подготовки ложа и уплотнения, принимается при бесконтрольном ведении работ $K_w = 0,13$; $K_{гр} = 0,06$ – коэффициент, учитывающий влияние грунта засыпки на овальность поперечного сечения трубопровода; $E_{гр} = 26$ МПа – модуль деформации грунта в пазухах затрубного пространства; $K_{жк} = 0,15$ – коэффициент, учитывающий влияние кольцевой жесткости оболочки трубки на овальность поперечного сечения трубопровода.

Определяем относительное укорочение Ψ диаметра трубы в грунте, как предельно допустимое значение [5]

$$\Psi = \Psi_{ep} + \Psi_T + \Psi_M = 0,013 + 0 + 0,01 = 0,023, \quad (11)$$

где Ψ_m – относительное укорочение диаметра трубы под действием транспортных нагрузок, принимаем $\Psi_T = 0$ – транспортная нагрузка отсутствует; Ψ_m – относительное укорочение диаметра трубы, образовавшееся в процессе складирования, транспортировки и монтажа, принимаем $\Psi_m = 0,01$ [5, табл. 1] при степени уплотнения грунта $> 0,95$ и кольцевой жесткости $G_0 = 21,9$ МПа.

Определяем ε_p – максимальное значение степени растяжения материала в стенке трубы из-за овальности поперечного сечения трубопровода под действием нагрузок

$$\varepsilon_p = 4,27 \cdot K_{\sigma} \cdot \frac{s}{D} \cdot \Psi \cdot K_{3\Psi} = \quad (12)$$

$$= 4,27 \cdot 1,5 \cdot \frac{3}{20} \cdot 0,023 \cdot 1 = 0,022.$$

где K_{σ} – коэффициент постели грунта для изгибающих напряжений, учитывающий качество уплотнения, при-

нимается $K_s = 1$; $K_{3\Psi}$ – коэффициент запаса на овальность поперечного сечения трубы, принимается равным 1,0 для самотечных трубопроводов, $K_{3\Psi} = 1$.

Определяем ε_c – степень сжатия материала стенки трубы от воздействия внешних нагрузок на трубопровод

$$\varepsilon_c = \frac{q_c}{2E_0} \cdot \frac{D}{s} = \frac{0,4}{2 \cdot 800} \cdot \frac{20}{3} = 0,0016, \quad (13)$$

где q_c – суммарная внешняя нагрузка на трубку, МПа; $q_c = q_{гр} + q_m$; $q_m = 0$ – транспортная нагрузка отсутствует, тогда $q_c = q_{гр} = 0,4$ МПа.

Определяем ε_{pp} – предельно допустимое значение деформации растяжения материала в стенке трубки, происходящей в условиях релаксации напряжений

$$\varepsilon_{pp} = \frac{\sigma_0}{E_T \cdot K_3} = \frac{20}{200 \cdot 3} = 0,033, \quad (14)$$

где σ_0 – кратковременная расчетная прочность при растяжении материала трубы, $\sigma_0 = 20$ МПа; $E_T = 200$ МПа долговременный модуль упругости при растяжении материала трубы на конец срока службы эксплуатации трубопровода; $K_3 = 3$ – коэффициент запаса.

Определяем ε_{pn} – предельно допустимую деформацию растяжения материала в стенке трубы в условиях ползучести

$$\varepsilon_{pn} = \frac{\sigma_0}{E_0 \cdot K_3} = \frac{20}{800 \cdot 3} = 0,0083. \quad (15)$$

Прочностной расчет трубопроводов из полимерных материалов, уложенных в земле, рекомендуется сводить к соблюдению следующего неравенства (для самотечных трубопроводов) [5]

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_{pp}} + \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{pn}} \leq 1,0; \quad (16)$$

$$\frac{0,022}{0,033} + \frac{0,0016}{0,0083} = 0,85 < 1,0.$$

Условие прочности выполняется – полиэтиленовая трубка 20 x 3 подходит для выбранных условий. Аналогичный расчет для трубки 25 x 2,3 показал, что ее прочность в этих условиях не обеспечивается.

Определение водопоглощающей способности циркуляционных трубок

Гидравлические испытания затрубных систем регенерации скважин №№ 11, 31 были проведены

после сдачи скважин в эксплуатацию. Вода в трубки подавалась по шлангу, подключенному к нагнетательной линии скважинного насоса через кран для забора проб воды. На шланге был установлен манометр (0-0,6) МПа и счетчик воды. Определялись характеристики водопоглощения одной отдельно взятой циркуляционной трубки. В скважинах были смонтированы погружные насосы ЭЦВ 10-120-90, При замерах по скважине № 11: дебит $Q_1=130$ м³/ч; удельный дебит $q_1= 12,9$ м²/ч; по скважине №31: $Q_3=130$ м³/ч; удельный дебит $q_3= 12$ м²/ч.

Напор H нагнетаемой в трубку воды определяли по формуле [8]

$$H = h_{ст} + h_{ман} \quad (17)$$

где $h_{ст}$ – расстояние от оси манометра, размещенного на перекрытии павильона, до статического уровня воды в скважине (трубке), $h_{ст1}=11$ м, $h_{ст3}= 7,9$ м; $h_{ман}$ – показание манометра в метрах водяного столба.

Расход закачки Q определяли по показанию счетчика воды, разделив его на время опыта. Полученные зависимости $Q = f(H)$ в испытуемом диапазоне расходов (0-0,3 л/с) имели вид прямых линий и были описаны линейными функциями вида

$$Q = aH, \quad (18)$$

где a – параметр уравнения, учитывающий проницаемость гравийной обсыпки и потери напора в нагнетательной трубке (трубках) л/(с·м).

Осредненные значения параметра a уравнения для трубок скважин №№ 11, 31 при закачке в них воды представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения параметра a уравнения

| Номер скважины | Значение параметра a при закачке в одну трубку, л/(с·м). | Значение параметра a при закачке во все трубки, л/(с·м). |
|----------------|--|--|
| № 11 | 0,0075 | 0,031 |
| № 31 | 0,0092 | 0,038 |

Анализ величины параметра a показывает его близкие значения для трубок скважин № 11 и №31. Зная a можно по уравнению (2) рассчитать напор насоса H в системе регенерации, необходимый для закачки воды или реагента с расходом Q . Технология гидродинамической и реагентной регенерации подробно описана в работах [4,8].

Рекомендации по проведению капремонта скважин

Для облегчения извлечения эксплуатационных колонн с фильтрами и отстойниками при проведении капитальных ремонтов скважин №№ 11, 21, 31, 41, 51, 111, каждая из них оснащена облегченной засыпкой из керамзитового песка снаружи эксплуатационной колонны и деревянной пробкой в отстойнике, песчаной подушкой мощностью 2 м под отстойником (рисунок 3).

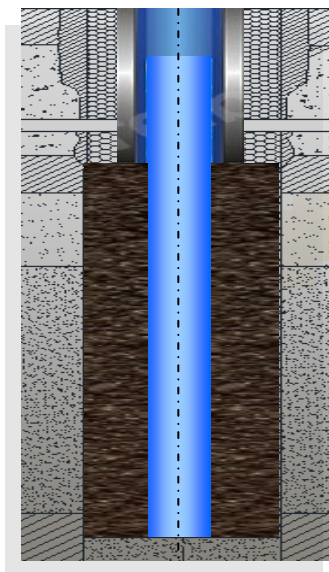
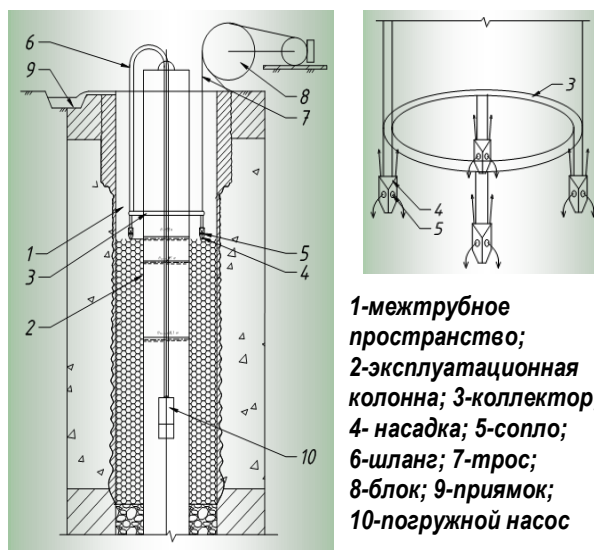


Рисунок 3 – Типовая конструкция скважины

Капитальный ремонт скважины рекомендовано производить в следующей последовательности.

1. Опускают в межтрубное пространство струйный размыватель и подают в него воду от погружного насоса (рисунок 4).



1-межтрубное пространство; 2-эксплуатационная колонна; 3-коллектор; 4- насадка; 5-сопло; 6-шланг; 7-трос; 8-блок; 9-прямой; 10-погружной насос

Рисунок 4 – Процесс удаления керамзитовой засыпки струйным размывателем

Насос забирает воду из скважины и подает её через гибкий шланг в струйный размыватель. Он состоит из коллектора и насадок с соплами. Вода распределяется по коллектору и попадает в насадки. Насадки имеют несколько отверстий, обращенных в разные стороны. Лобовые сопла, расположенные под углом от 15 до 45 градусов по отношению к оси, служат для размыва. Сопла, расположенные в обратном направлении служат для обеспечения движения насадка. Возникающая реактивная сила заставляет насадку двигаться вперед, при этом происходит взвешивание керамзитового песка мощными струями воды. Установлено четыре насадки на одинаковом расстоянии друг от друга. На поверхности земли установлена лебедка с ручным приводом. Она служит для спуска-подъема коллектора.

Расход, необходимый для промывки, находят из формулы

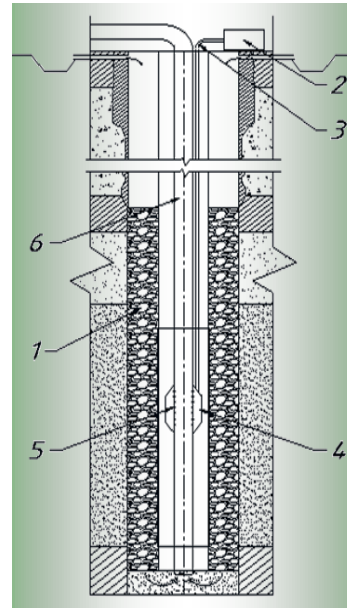
$$Q_{пр} = k \cdot w \cdot S, \quad (19)$$

где k – коэффициент запаса на поглощение воды; w – гидравлическая крупность керамзитового песка, $w \approx 0,92$ м/с для керамзитового песка с крупностью зерен (1-4) мм, выпускаемого Петриковским керамзитовым заводом Гомельской области; S – площадь поперечного сечения гравийной засыпки из керамзитового песка, равная $S = 0,785(D_{конд.}^2 - D_{кол.}^2)$; $D_{конд.}$, $D_{кол.}$ – внутренние диаметры кондуктора и эксплуатационной колонны, соответственно.

При подстановке $k = 1,2$; $w = 0,1$ м/с; $D_{конд.} = 0,7$ м; $D_{кол.} = 0,325$ м получили $Q_{пр} = 120$ м³/ч, который можно забрать только из сборного водовода водозабора.

Если расхода воды, необходимого для взвешивания и выноса керамзитового песка недостаточно, в межтрубное пространство опускают гидроэлеватор или эрлифт (на рисунке не показаны). Освободившееся затрубное пространство заливают сапропелевым буровым раствором, размешав сапропель в бетономешалке с водой.

2. Буровым долотом выбуривают деревянную пробку в отстойнике и песчаную подушку толщиной 2 м под фильтром. Поднимают инструмент. Устанавливают внутрь скважины эрлифт и откачивают песок из-под фильтра и часть гравийной обсыпки из-за фильтровой колонны, обжимающей ее (рисунок 5).



- 1 – гравийная обсыпка;
- 2 – компрессор;
- 3 – воздухопровод;
- 4 – смеситель;
- 5 – перфорация;
- 6 – водоподъемная труба эрлифта

Рисунок 5 – Схема удаления гравийной обсыпки с помощью эрлифта с подачей глинистого раствора из приямка в межтрубное пространство

При этом из кольцевого приямка скважины по мере удаления гравийной обсыпки непрерывно подают сапропелевый раствор, который создает водонепроницаемую корку на стенках ствола скважины и предотвращает их обрушение. Таким образом, пространство, освобождающееся от гравийной обсыпки, замещается буровым раствором.

Указанные технологические операции позволяют удалить часть обсыпки, обжимающей фильтр и создать полость под фильтром.

3. Ударным усилием или с помощью домкратов смещают фильтр вместе с эксплуатационной колонной вниз в полость под фильтром. Это позволяет срезать цементирующие связи между оставшейся гравийной обсыпкой и фильтром и облегчить его последующее извлечение. При смещении вниз все сварные швы эксплуатационной колонны и фильтра работают на сжатие, что исключает их разрушение. Затем в отстойник скважины опускают расклинивающее устройство и тяговым усилием за низ фильтра с вибрацией поднимают его вместе с эксплуатационной колонной на поверхность для замены. Наличие облегченной керамзитовой обсыпки снаружи эксплуатационной колонны позволяет снизить трение и тяговые усилия.

4. После извлечения в скважине остается зацементированный кондуктор, в который опускают долото большого диаметра или расширитель, выбуривают остатки закольматированной обсыпки и устанавливают новую фильтровую колонну, которую обсыпают заново. Капремонт закончен.

Заключение

Разработаны усовершенствованные конструкции высокодебитных водозаборных скважин повышенной ремонтпригодности, которые пробурены на водозаборе «Фелицианово» г. Минска.

Выполнен расчет прочности циркуляционных трубок затрубных систем регенерации скважин на примере скважины № 3¹ от воздействия давления грунта при самом неблагоприятном случае эксплуа-

тации скважины, когда динамический уровень в ней минимален. Проведены гидравлические испытания поглощающей способности трубок в натуральных условиях, которые подтвердили работоспособность трубок и их устойчивость в грунте.

Даны рекомендации по выполнению технологических операций капитального ремонта скважин №№ 1¹, 2¹, 3¹, 4¹, 5¹, 11¹ водозабора «Фелицианово».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волоховский, Г.А. Эксплуатация и ремонт систем сельскохозяйственного водоснабжения: справочник / Г.А. Волоховский. – М.: Россельхозиздат, 1982.– 224 с.
2. Специальные работы при бурении и оборудовании скважин на воду / Д.Н. Башкатов [и др.] – М.: Недра, 1988. – 268 с.
3. Магарян, М.П. Расчет тяговых усилий при извлечении фильтров водозаборных скважин /М.П. Магарян, В.В.Ивашечкин // Мелиорация. – 2016. – №1 (75). – С. 103-110.
4. Ивашечкин, В.В. Долговечные скважины со встроенными системами зафильтровой регенерации / В.В.Ивашечкин // Водоснабжение и санитарная техника.– 2014.– №12.– С.25-32.
5. СП 40-102-2000. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов.
6. ТКП 45-5.01-237-2011.Основания и фундаменты зданий и сооружений. Подпорные стены и крепления котлованов. Правила проектирования и устройства». –Минск: Минстройархитектуры. – 2011.
7. Гидротехнические сооружения комплексных гидроузлов: учебное пособие / Под ред. Г.Г. Круглова. – Мн.: БНТУ, 2006. – 584 с.
8. Ивашечкин, В.В. Экспериментальные исследования гидродинамической промывки фильтров скважин с затрубными системами регенерации /В.В.Ивашечкин // Мелиорация. – 2015.–№2 (74).– С. 48-57.

Поступила 6.09.2016