

РЕМОНТОПРИГОДНАЯ ВОДОЗАБОРНАЯ СКВАЖИНА С ФИЛЬТРОМ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ

Питьевое водоснабжение Минска, в основном базируется на подземных водах. Добыча подземных вод осуществляется с помощью высокодебитных водозаборных скважин. В г. Минске средний срок службы высокодебитных водозаборных скважин типовых конструкций составляет 18-22 года [1]. Основными причинами выхода скважин из строя является пескование и кольматация фильтров.

Пескование – это суффозия пластового песка через фильтр при неправильном подборе гравийной обсыпки или в результате коррозии и физического разрушения фильтра. Пескование также имеет место у скважин с фильтрами, установленными «впотай», при выходе из строя сальника [2]. Для снижения выноса песка производят периодические эрлифтные прокачки, снижают забор воды из скважины, уменьшая подачу насоса.

Кольматация – это отложение в отверстиях фильтров, порах гравийной обсыпки и водоносных пород осадков химического и биологического происхождения. Для декольматации используют различные методы: от механических (свабирование) до импульсных и химических воздействий на фильтры. Тем не менее, кольматант не извлекается полностью, и дебит скважины неуклонно снижается.

Если дебит скважины становится недопустимо низким, при котором эксплуатация скважины становится экономически нецелесообразной, ее тампонируют или, если это возможно, проводят капитальный ремонт путем извлечения и замены фильтра и гравийной обсыпки.

К сожалению, скважины типовых конструкций недостаточно ремонтнопригодны в части обеспечения успешного капитального ремонта, так как растягивающие усилия при извлечении фильтров, согласно проведенных расчетов, могут превышать прочность фильтров, что приводит к их разрыву [3]. В этой связи, для уменьшения тяговых усилий при извлечении фильтровой колонны на поверхность, в БНТУ разработана новая конструкция водозаборной скважины с телескопическим фильтром, защищенная патентом ЕП №028091 (рисунок 1).

В предлагаемой конструкции скважины фильтровая колонна выполнена из нескольких фильтровых секций, телескопически соеди-

ненных между собой. Это позволяет снизить трение при извлечении, так как фильтр извлекается посекционно, начиная с нижней секции. Между секциями устанавливают сальник, например, в виде кольцевого цилиндра из эластичного материала. Наиболее подходящие соотношения диаметров верхней и нижней секций фильтровой колонны: 273/168; 219/114; 168/89 мм, при длине фильтровых секций не более 5–6 м. [2].

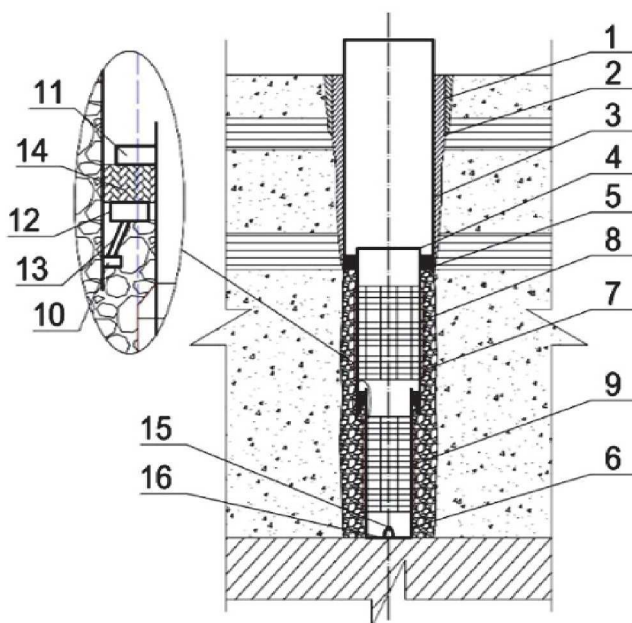


Рисунок 1. Водозаборная скважина с фильтром телескопической конструкции:
 1 – кондуктор; 2 - затрубная цементация;
 3 – эксплуатационная колонна; 4 – надфильтровая труба;
 5 – сальник; 6 – отстойник; 7 – гравийная засыпка;
 8, 9 – секции фильтровой колонны; 10 – внутренний фланец;
 11 – наружный фланец; 12 – подвижное кольцо;
 13 – упор подвижного кольца; 14 – кольцевой цилиндр из эластичного материала; 15 - захватная скоба; 16 – днище.

Для сравнения дебитов скважин новой конструкции и типовой с фильтром, установленным впотай, воспользуемся известным выражением для расчета понижения уровня S в скважине и решим его относительно удельного дебита Q/S [4]:

$$Q / S = 2\pi T / \ln(R / r_0) \quad (1)$$

где Q – дебит скважины, м³/сут; S – понижение уровня, м; T – водопроводимость пласта м²/сут.; R – радиус влияния скважины, м; r_0 – радиус скважины, м.

Предположим, что скважины пробурены в идентичных условиях, являются совершенными по степени и характеру вскрытия пласта, в одних будут установлены сплошные фильтры диаметром 273, 219 и 168 мм, в других – телескопические: 273/168, 219/114, 168/89 мм. Водопроницаемость пласта $1000 \text{ м}^2/\text{сут}$, радиус влияния – 1000 м.

Расчеты показывают, что удельный дебит скважин с фильтрами 273, 219 и 168 мм составит соответственно 29,4, 28,7 и 27,9 $\text{м}^3/\text{ч} \cdot \text{м}$, а у скважин с фильтрами телескопической конструкции – 28,6, 27,7 и 27 $\text{м}^3/\text{ч} \cdot \text{м}$, т.е. удельный дебит при переходе к новой конструкции уменьшится всего на 2,6–3,4%, что несущественно по сравнению с высокой успешностью проведения капитальных ремонтов [5].

Для экспериментального изучения новой конструкции фильтра водозаборной скважины в лаборатории кафедры «Гидротехническое и энергетическое строительство» БНТУ был собран стенд для гидравлических испытаний фильтров (рисунок 2).

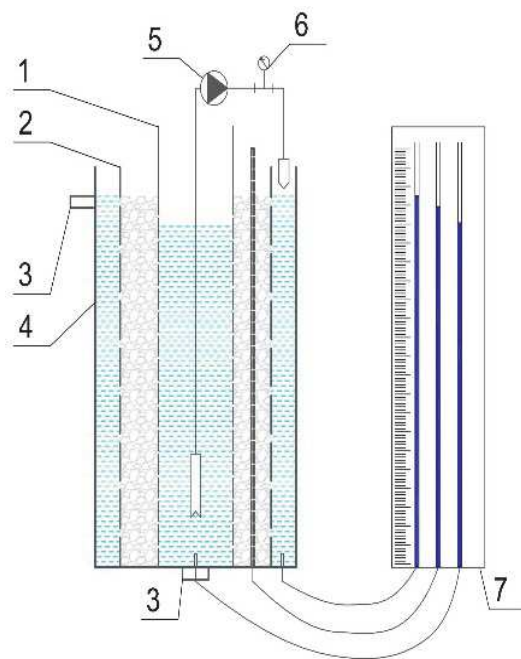


Рисунок 2. Схема стенда для гидравлических испытаний фильтров:
 1 – рабочий фильтр; 2 – труба перфорированная $d = 420 \text{ мм}$;
 3 – сливной патрубок; 4 – бак $d = 670 \text{ мм}$;
 5 – центробежный насос;
 6 – счетчик воды; 7 – пьезометры

Эксперименты, проведенные в лабораторной установке с фильтром типа ФТП $d218 \text{ мм}$ длиной фильтрующей части 600 мм и фильтром ФТП телескопической конструкции с двумя секциями по 300 мм:

верхней $d218$ мм и нижней – $d127$ мм, показали, что при переходе на новую конструкцию фильтров удельный дебит уменьшается на 5–7%, что является достаточно близким к расчетным значениям.

Для натуральных экспериментов на опытном полигоне в деревне Приморье Минского района были сооружены 2 скважины (с обычным фильтром постоянного диаметра и фильтром телескопической конструкции). Геологический разрез следующий: в интервале (0 – 5)м – переслаивание супесей и суглинков; (5,0 - 14,4)м - водоносный разнородный песок; (14,4 - 16)м – плотная глина. Водоносный горизонт напорный: статический уровень располагается на глубине 2 м от поверхности земли. Фильтр типовой конструкции имеет 2 секции длиной $l = 1$ м каждая и диаметром $d = 127$ мм. Фильтр телескопической конструкции имеет две секции: $d = 127$ мм и $l=1$ м (верхняя секция) и $d = 76$ мм и $l = 1$ м (нижняя секция). Интервал установки фильтров 12–14 м. Скважность фильтров 10,5%. Тип фильтров – трубчатый дырчатый каркас с покрытием из полиамидной сетки (рисунки 3,4).



Рисунок 3. Фильтра экспериментальных скважин д. Приморье



Рисунок 4. Оборудование для прокачки экспериментальных скважин в д. Приморье

На полигоне проводятся экспериментальные исследования зависимости скоростей потока в фильтре, потерь напора по длине водоприемной части и удельного дебита скважины от диаметра используемых фильтров. Подбираются оптимальные длины и диаметры секций ремонтпригодной водозаборной скважины с фильтром телескопической конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шейко, А.М. Анализ долговечности водозаборных скважин г. Минска / А.М. Шейко, В.В. Ивашечкин, Н.В. Холодинская, Э.А. Макарова // Вестник БНТУ. – 2006. – № 1. – С. 27–32.
2. Башкатов, А.Д. Предупреждение пескования скважин/ Башкатов, А.Д. – М.: Недра, 1991. - 176 с.
3. Магарян, М.П., Ивашечкин В.В. Расчет тяговых усилий при извлечении фильтров водозаборных скважин/ Мелиорация – 2016. – №1(75). – С.103-111.
4. Тесля, В.Г. Обоснование длины и диаметра фильтра при проектировании скважин на воду/ Водоснабжение и санитарная техника №10, ч.2, 2009. – стр. 32–36.
5. Магарян, М.П. Новые конструкции ремонтпригодных водозаборных скважин/ Проблемы недропользования: Сборник научных трудов. Часть 1/Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2017. 240 с. – стр. 163–165.