

11. Эпштейн, Л. А. Методы теории размерностей и подобия в задачах гидромеханики судов [Текст] / Л. А. Эпштейн. – Л.: Судостроение, 1970. – 208 с.

12. The Experimental and Theoretical Investigations of the “GP-ice” Use in Ships Model Tests / V.A. Zuev, E.M. Gramuzov, Y.A. Dvoychenko, A. S. Sebin // Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 4. – № 459. – 042071.

УДК 628.112

Двухуровневая скважина для забора подземных вод

Медведева Ю. А., Ивашечкин В. В., Сацута Е. С.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В данной статье авторами представлена конструкция водозаборной скважины с фильтрами, расположенными в два уровня, способной одновременно выполнять функции рабочей и резервной скважин, применение которой позволит снизить энергозатраты на подъем воды, уменьшить капитальные затраты на строительство и обеспечить бесперебойное водоснабжение. Также приведены зависимости для определения функции понижения напора и особенности фильтрации при работе двухуровневой скважины в напорном водоносном пласте.

Для обеспечения бесперебойной подачи воды потребителю часто предусматривают устройство двух водозаборных скважин, основной и резервной, для обеспечения бесперебойной подачи воды водопотребителю, имеющих индивидуальные здания насосных станций, а также зоны санитарной охраны строгого режима с внешним ограждением, где устанавливается особый режим эксплуатации территории для защиты от загрязнения [1]. Такая компоновка размещения рабочей и резервной скважин предполагает значительные материальные затраты на сооружение отдельных скважин с павильонами и сетями, а также требует отчуждения значительных площадей под территории их зон санитарной охраны.

В БНТУ была предложена конструкция двухколонной двухуровневой скважины для повышения надежности и долговечности водозаборной скважины, а также снижения удельных затрат на подъем воды (рисунок 1). Скважина состоит из кондуктора 1 с затрубной цементацией 2, первого ствола, имеющего в своем составе эксплуатационную колонну 3, фильтр с рабочей частью 4 и отстойник 5, второго ствола, имеющего в своем составе эксплуатационную колонну 6, фильтр с рабочей частью 7 и отстойник 8, верхнего соединительного патрубка 9, нижнего соединительного патрубка 10,

гравийной обсыпки 11, песчаной засыпки 12, глиняного замка 13, закачных трубок 14-19 с перфорацией 20, выполненных напротив рабочей части фильтров 4 и 7.

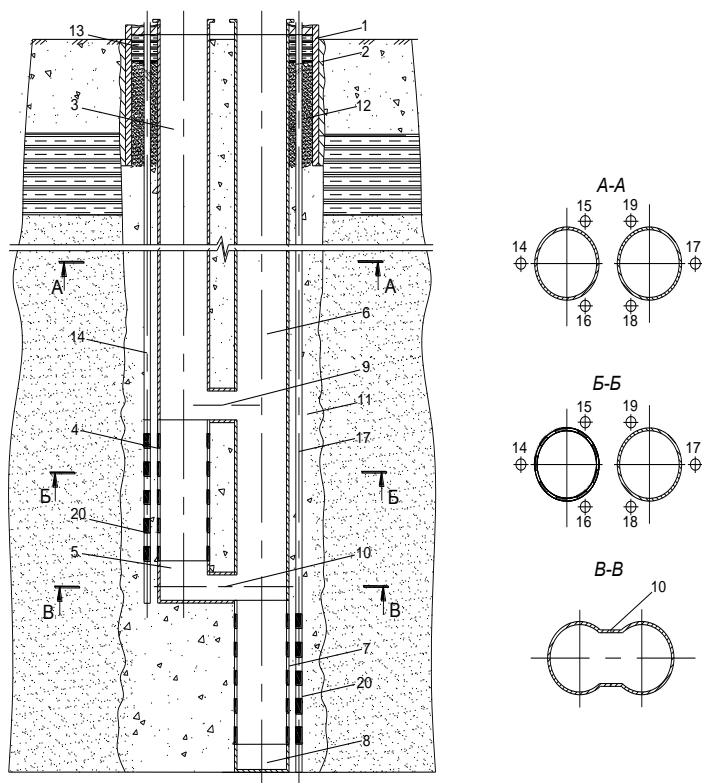


Рис. 1. Конструкция двухколонной двухуровневой водозаборной скважины

Преимуществом двухуровневой конструкции является то, что фильтры установлены в общем водоприемном резервуаре не напротив друг друга, как, например, в двухколонной скважине, предложенной авторами [2, 3], а на разных уровнях, что приведет к повышению водозахватной способности. При такой установке фильтров при одновременной работе двух насосов и при работе любого из насосов по высоте пласта формируются два радиальных фильтрационных потока. Это позволит уменьшить скорость фильтрации на подходе к фильтрам, что создаст условия для снижения потерь напора и

приведет к уменьшению понижения в скважине, обеспечивая снижение себестоимости добываемой воды. С другой стороны, предлагаемая конструкция более надежна, так как при наличии гидравлической связи между двумя колоннами при выходе из строя одного фильтра можно работать любым из насосов или двумя одновременно. При выходе из строя одного насоса до его замены работает другой насос.

Для описания работы двухколонной двухуровневой водозаборной скважины в напорном пласте, подстилаемом относительно менее проницаемыми породами, были получены зависимости для определения понижения напора в любой точке радиуса влияния откачки [4]. Для описания теоретических зависимостей, предлагаемая конструкция была приведена к расчетной схеме, приведенной на рисунке 2, где принимается, что фильтры скважин имеют общую вертикальную ось.

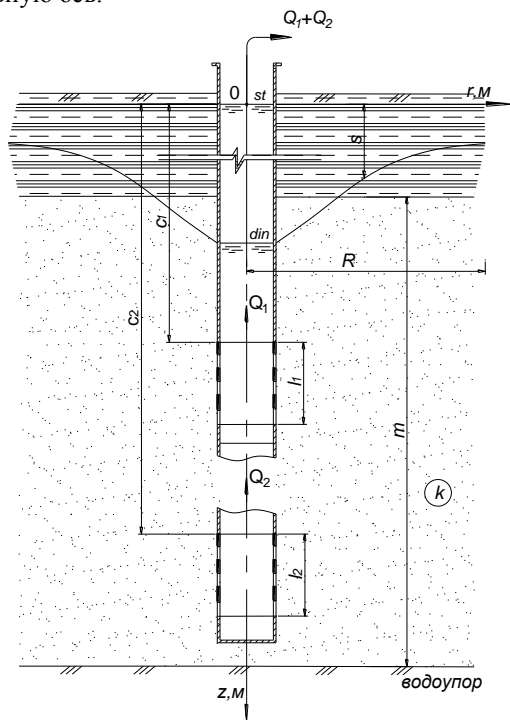


Рис. 2. Расчетная схема двухуровневой скважины

Рассмотрим работу двухуровневой скважины в напорном водоносном пласте, подстилаемом относительно менее проницаемыми породами.

Функцию понижения напора в заданной точке получим путем сложения понижений при работе верхней и нижней скважин:

$$s = \frac{Q_1}{4\pi k} \left[\frac{A_1}{l_1} + \frac{A_2}{\lambda l_2} - \frac{(1+\lambda)}{\lambda m} \left(\operatorname{arsh} \frac{2m-z}{r} + \operatorname{arsh} \frac{m+z}{r} \right) + \frac{2(1+\lambda)}{\lambda m} \ln \frac{R}{r} \right], \quad (1)$$

где Q_1 и Q_2 – дебит верхней и нижней скважин; k – коэффициент фильтрации водоносного слоя; m – мощность водоносного слоя; l_1 и l_2 – длина фильтра верхней и нижней скважины; $\lambda = \frac{Q_1}{Q_2}$ – отношение дебитов скважин; R – радиус влияния откачки; r и z – цилиндрические координаты точки, в которой определяется величина напора; c_1 – расстояние верхнего конца фильтра верхней скважины от кровли водоносного пласта; c_2 – то же для фильтра нижней скважины, A_1 и A_2 – коэффициенты

$$A_1 = f \frac{c_1+l_1-z}{r} + f \frac{c_1+l_1+z}{r} - f \frac{2m-c_1-l_1-z}{r},$$

$$A_2 = f \frac{c_2+l_2-z}{r} + f \frac{c_2+l_2+z}{r} - f \frac{2m-c_2-l_2-z}{r},$$

Функция $f \frac{c+l\pm z}{r} = \operatorname{arsh} \frac{c+l\pm z}{r} - \operatorname{arsh} \frac{c\pm z}{r}$.

Аналогично имеем $f \frac{2m-c-l\pm z}{r} = \operatorname{arsh} \frac{2m-c-l\pm z}{r} - \operatorname{arch} \frac{2m-c\pm z}{r}$.

Точка над l в функции f означает, что в аргумент вычитаемой функции arsh не входит l .

Для анализа особенностей фильтрации, используя зависимость (1), можно построить гидродинамические сетки фильтрации к скважине.

Применение конструкции двухколонной двухуровневой скважины позволит повысить водозахватную способность, так как при работе одного из насосов приток воды происходит через два фильтра, что обеспечит бесперебойную подачу воды потребителю, имея в каждом стволе отдельный насосный агрегат, и приведет к увеличению удельного дебита и срока службы по сравнению с одноколонной конструкцией.

Литература

1. Водозаборные сооружения. Строительные нормы проектирования / Водозаборныя збудаванні. Будаўнічыя нормы праектавання: ТКП 45-4.01-30-2009. – Введ. 06.07.2009. – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – 13 с.
2. Конструкция водозаборной скважины: пат. 033351 Российская Федерация, МПК Е 03 В 3/06 / В. В. Ивашечкин, Ю. А. Медведева, А. Н. Курч; заявитель Бел. нац. техн. ун-т. – № 201700325; заявл. 07.06.17; опубл. 30.09.19 // Бюл. № 9 – 3 с.
3. Ивашечкин, В. В. Двуствольная фильтровая водозаборная скважина для эксплуатации одного водоносного горизонта / В. В. Ивашечкин, Ю. А. Медведева, А. Н. Курч // Мелиорация. – 2017. – № 3(81). – С. 36–41.

4. Линзы пресных вод пустыни: Методы исследования, оценки ресурсов и эксплуатации / Акад. наук СССР. Ин-т географии. Упр. геологии и охраны недр при Совете Министров Туркм. ССР. Всесоюз. ин-т гидрогеологии и инж. геологии "ВСЕГИНГЕО" М-ва геологии и охраны недр СССР; [Ред. коллегия: д-р геогр. наук чл.-кор. Акад. наук Туркм. ССР В.Н. Кунин (отв. ред.) и др.]. – Москва: Изд-во Акад. наук СССР, 1963. – 380 с.

УДК 627.8-1

Разработка методики определения расстояния выпадения на дно взвешенных частиц при проведении дноуглубительных работ на водотоках (реках и каналах)

Афанасьев А. П., Шаталов И. М., Рабченя В. С., Пастушек О. А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В статье приводятся методики расчета расстояний выпадения на дно взвешенных частиц при проведении дноуглубительных работ на водотоках (реках и каналах) Республики Беларусь, которые позволяют определять границы зон вредного воздействия работающих землесосных снарядов, а также результаты расчетов размеров зон вредного влияния, проведенных в ОАО «Белсудопроект» на реке Сож.

В Республике Беларусь на больших и средних водотоках (реках и каналах) постоянно проводятся дноуглубительные работы с целью организации бесперебойного движения водного транспорта и работы по добыче сыпучих строительных материалов (песка, гравия и т.д.). Вышеуказанные работы связаны с постоянной эксплуатацией землесосных снарядов (земснарядов). При работе земснарядов (особенно при их включении) происходит интенсивное взвешивание частиц грунта, слагающих русло водотока. Далее взвешенные частицы переносятся потоком воды вниз по течению водотока (реки или канала), оказывая вредное воздействие на объекты животного мира и (или) среду их обитания.

За гибель ихтиофауны, снижение ее численности и продуктивности (прироста) при утрате или нарушении среды обитания, вследствие проведения дноуглубительных работ (и работ по добыче сыпучих стройматериалов) на водных объектах, предусмотрены компенсационные выплаты в соответствии с «Положением о порядке определения размеров компенсационных выплат и их осуществлении».

Размер компенсационных выплат зависит (в том числе) от размеров зон вредного влияния. Для определения размеров зон вредного влияния