

ДВУХСТВОЛЬНАЯ ВОДОЗАБОРНАЯ СКВАЖИНА

Скважины применяются для добычи подземных вод в самых разнообразных гидрогеологических условиях и являются наиболее распространенными типами водоприемных сооружений. При проектировании подземных водозаборов для обеспечения бесперебойности подачи воды потребителям предусматривается устройство двух водозаборных скважин: основной и резервной с индивидуальными зданиями насосных станций [1]. Указанная схема размещения рабочей и резервной скважин требует значительных материальных ресурсов и трудозатрат на сооружение отдельных скважин с павильонами и сетями, а также отчуждения земель под территории зон санохраны.

С целью снижения капитальных затрат на строительство резервных скважин в БНТУ на кафедре «Гидротехническое и энергетическое строительство» предложена конструкция двухствольной водозаборной скважины, размещенной в одном кондукторе, и выполняющей функции рабочей и резервной скважин [2]. Каждая из колонн имеет собственный оголовок, обсадную трубу для размещения насоса, фильтр, отстойник. Колонны гидравлически связаны между собой выше и ниже фильтров посредством верхнего и нижнего соединительных патрубков, сообщающих надфильтровые и подфильтровые полости скважин. Это позволит снизить эксплуатационные затраты на подъем воды при работе одного насоса за счет снижения напора насоса, так как фильтры будут работать параллельно. Снизив расходы воды в каждом фильтре, можно уменьшить потери напора, которые обусловлены прохождением потока через боковую поверхность фильтра, внутри его перфорированной части и колоннах обсадных труб. Это приведет к уменьшению понижений уровней воды в скважинах и, следовательно, к снижению геометрического напора насоса и экономии электроэнергии. При выходе из строя одного из насосов, сразу же включается другой, чем обеспечивается бесперебойность подачи воды потребителю. При выходе из строя одного фильтра или его текущем или капитальном ремонте работает другой. Это существенно улучшает эксплуатационные характеристики и надежность работы предлагаемой скважины по сравнению с известной двухколонной конструкцией Ткаченко В. П., в которой фильтр установлен только в одной колонне, а обе колонны

соединены понизу обводной трубой [3]. При выходе из строя фильтра такая скважина выходит из строя.

Предлагаемая двухствольная скважина имеет затрубную систему реагентной регенерации каждого фильтра, состоящую из трех закачных пьезометрических трубок, установленных в гравийной обсыпке, что повышает ремонтпригодность конструкции и срок ее службы по сравнению с типовыми скважинами. В скважине конструкции Ткаченко В. П. применимы только традиционные методы регенерации, поэтому срок ее службы не превышает 18–20 лет, после чего ее тампонируют и перебуривают, что является дорогостоящим мероприятием и сужает область ее применения.

Исследования гидравлики скважины двухствольной конструкции

Лабораторные исследования фильтрационного потока проводились с целью установления влияния работы резервной скважины на основную на экспериментальной установке, представленной на рисунке 1.

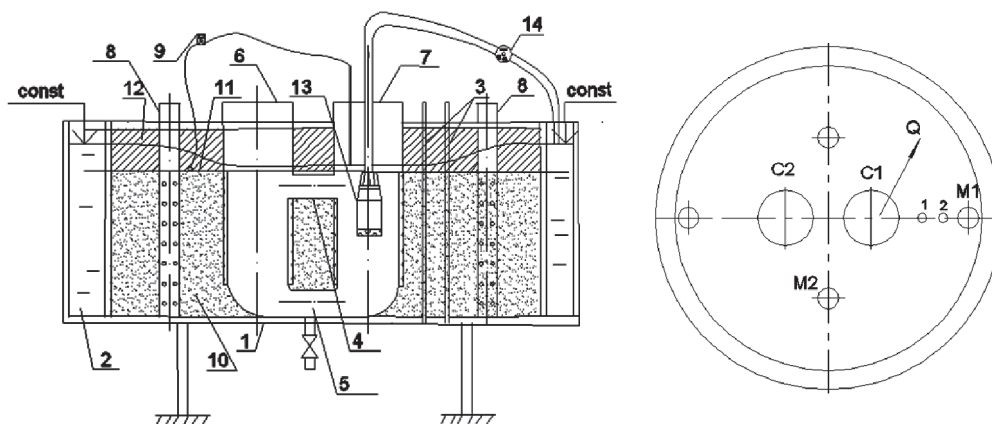


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки:

- 1 – фильтрационный лоток; 2 – кольцевой бьеф; 3 – пьезометры;
- 4 – верхняя соединительная трубка; 5 – нижняя соединительная трубка;
- 6 – резервная скважина (C2); 7 – основная водозаборная скважина (C1);
- 8 – мелкотрубчатые скважины (M1, M2); 9 – уровнемер;
- 10 – водовмещающий грунт; 11 – полиэтиленовая пленка;
- 12 – глиняный замок; 13 – насос; 14 – расходомер

Установка состояла из радиального фильтрационного лотка 1 диаметром 1,22 м и высотой 1,0 м с кольцевым бьефом 2. Внутри лотка 1 устанавливались модель резервной (C2) 6 и основной (C1) водозаборных 7 скважин. В прифильтровой зоне скважин 6, 7 были установлены четыре мелкотрубчатые скважины 8 и пьезометры 3. Бак засыпали на высоту 0,7 м кварцевым песком 10. Для обеспечения условий напорной фильтрации в грунте 10 при циркуляции, на его поверхности была уложена полиэтиленовая пленка 11 толщиной 2 мм с глиняным

замком 12, который был дополнительно пригружен. Таким образом, модель напорного пласта имела мощность $m = 0,3$ м. В основную скважину помещали насос 13, который откачивал из нее воду.

Фильтры основной и резервной скважин представляли собой трубчатый полиэтиленовый каркас внутренним диаметром 125 мм. Диаметр отверстий в каркасе составлял 10 мм. Отверстия располагались в шахматном порядке. Снаружи каркас обматывался полиэтиленхолстом толщиной $\delta = 7,5$ мм. В качестве водоподъемного оборудования использовался насос «Ручеек-1» (БВ-0.12-40-У5, ГОСТ 26287-84).

Установка работала следующим образом. Вода насосом забиралась из основного ствола С1 модели скважины с расходом Q_c и обратно поступала в кольцевой бьеф. Давление в пласте при фильтрации регистрировали с помощью уровнемера 9. Расход воды замерялся с помощью расходомера 14.

Параметры напорного фильтрационного потока в прифильтровой зоне модели скважины, оборудованной мелкотрубчатыми скважинами, исследовались путем определения напора h_n в водоносном пласте. При известном напоре h_n определялось понижение и повышение уровня воды в пьезометрах при откачке. Величина S определялась по формуле

$$S = h_n - h_c,$$

где h_c – статический напор в пласте.

Для установления влияния работы двух скважин опыт проводился для 4 схем:

- 1) Вода откачивается из скважины С1 (основная), верхняя и нижняя соединительные трубки закрыты (рисунок 2, а);
- 2) Вода откачивается из скважины С1, верхняя соединительная трубка открыта, нижняя – закрыта (рисунок 2, б);
- 3) Вода откачивается из скважины С1, верхняя соединительная трубка закрыта, нижняя – открыта (рисунок 2, в);
- 4) Вода откачивается из скважины С1, верхняя и нижняя соединительные трубки открыты (рисунок 2, г).

Результаты опытов приведены в таблице 1.

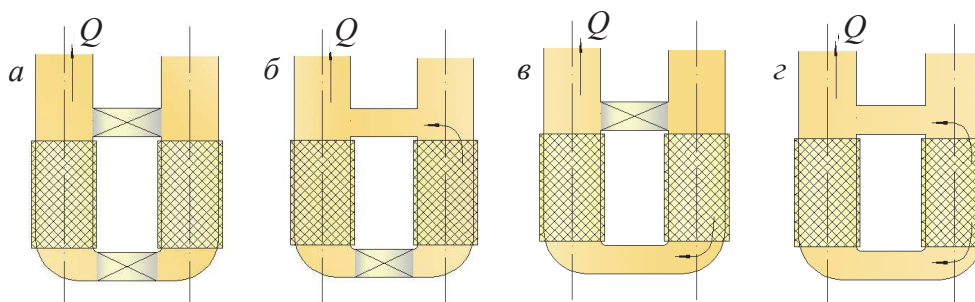


Рисунок 2. Опытные схемы

Таблица 1

Результаты измерений в двухствольной скважине

	Расход Q , л/с	Пониже- ние s , см	Уд. дебит, q , см ² /с
Схема а	0,14	5,7	24,5
	0,135	5,2	25,9
Схема б	0,17	5,2	32,7
	0,135	4,5	30
Схема в	0,19	7,5	25,3
	0,12	5	24
Схема г	0,19	6,3	30,2
	0,11	4	27,5

В результате измерений получено, что при одновременной работе фильтров двух стволов водозаборная скважина, при перекрытой нижней соединительной трубке (схема 2), имеет максимальный удельный дебит.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водозаборные сооружения. Строительные нормы проектирования=Водазаборныя збудаваанні. Будаўнічыя нормы праектавання : ТКП 45-4.01-30-2009. – Введ. 06.07.2009. – Минск : Минстройархитектуры, 2009. – 13 с.

2. Ивашечкин, В.В. Двухствольная фильтровая водозаборная скважина для эксплуатации одного водоносного горизонта / В. В. Ивашечкин, Ю. А. Медведева, А.Н. Курч // Мелиорация. – 2017. – № 3(81). – С. 36–41.

3. Водозаборная скважина: а.с. 1448002SU, МКИ Е ОЗВ 3/18 / В.П. Ткаченко; Гидрологическая экспедиция Министерства мелиорации и водного хозяйства УССР. - № 4235664/29-33; заявл. 24.02.87; опубл. 30.12.88 (не публик.).