

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 23608

(13) С1

(46) 2021.12.30

(51) МПК

E 03B 03/06 (2006.01)

(54)

## ВОДОЗАБОРНАЯ СКВАЖИНА

(21) Номер заявки: а 20200110

(22) 2020.04.03

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Ивашечкин Владимир Васильевич; Медведева Юлия Александровна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ЕА 033351 В1, 2019.

ВУ 21423 С1, 2017.

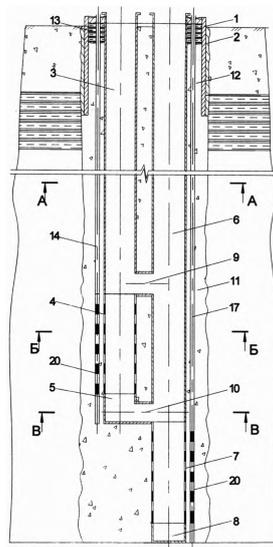
RU 2105251 С1, 1998.

US 6984316 В2, 2006.

US 5468097, 1995.

(57)

Водозаборная скважина, содержащая два ствола, каждый из которых включает эксплуатационную колонну с фильтром и отстойником, соединенную с общим водоприемным резервуаром, заполненным гравием, и расположенную в одном общем кондукторе с затрубной цементацией, заглушенные снизу закачные трубки, установленные в гравийной обсыпке снаружи соответствующих эксплуатационных колонн, выведенные на дневную поверхность и содержащие перфорированные участки, расположенные напротив фильтров эксплуатационных колонн, отличающаяся тем, что содержит верхний и нижний патрубки, упомянутые фильтры установлены в два яруса по высоте водоносного горизонта, причем верхний патрубок установлен над фильтром эксплуатационной колонны первого ствола и гидравлически соединяет ее с эксплуатационной колонной второго ствола, а нижний патрубок установлен над фильтром эксплуатационной колонны второго ствола и гидравлически соединяет ее с отстойником эксплуатационной колонны первого ствола.



Фиг. 1

Изобретение относится к водоснабжению и может быть использовано в качестве водозаборного сооружения для добычи подземных вод из подземных источников.

В качестве аналога используется конструкция водозаборной скважины [1], содержащая фильтровую колонну с надфильтровой трубой, фильтром и отстойником, вторую обсадную трубу с обводной трубой в нижней части, установленную параллельно фильтру и соединенную с отстойником фильтровой колонны, обсыпанных гравием.

К недостаткам указанной конструкции следует отнести то, что при капитальном ремонте такой скважины невозможно извлечь и заменить фильтр. В случае значительного снижения производительности скважины назначают текущие ремонты импульсными и реагентными методами, которые, несмотря на наличие двухколонной конструкции, можно осуществлять только изнутри фильтра. В итоге импульсные и реагентные обработки оказываются неэффективными, такую скважину тампонируют и перебуривают. Поэтому указанную конструкцию скважины следует считать недостаточно ремонтпригодной в части проведения эффективных текущих ремонтов.

Известна конструкция водозаборной скважины [2] (прототип), которая включает в себя два ствола, состоящие из двух эксплуатационных колонн с фильтрами и отстойниками у каждой колонны, установленных в одном кондукторе и соединенных с одним водоприемным резервуаром, заполненным гравием.

Недостатком данной конструкции является то, что фильтры установлены в общем водоприемном резервуаре напротив друг друга, что снижает их водозахватную способность, так как при такой установке фильтров при одновременной работе двух насосов формируется общий радиальный фильтрационный поток. Толщина фильтрационного потока равна длине одного фильтра. В этом случае два фильтра работают как один двухочковый фильтр с двумя водоприемными поверхностями. Средняя скорость фильтрации в гравийной обсыпке на подходе к двухочковому фильтру достаточно высока, так как численно равна суммарной подаче двух насосов, деленной на площадь боковой поверхности установленных рядом фильтров. Повышенная скорость в гравийной обсыпке создает условия для увеличения потерь напора и приводит к росту понижения в скважине, что в свою очередь приводит к росту удельных затрат на подъем кубометра воды и увеличивает его себестоимость. С другой стороны, повышенные скорости смещают химическое равновесие в подземной воде, что приводит к интенсификации выпадения из нее осадков и коагуляции гравийной обсыпки напротив фильтров. Это снижает надежность работы двухколонной одноярусной скважины. Те же недостатки имеют место при поочередной работе насосов. Коагуляция все равно будет концентрироваться в общей зоне напротив фильтров, так как они стоят на одном уровне. Отсутствие гидравлической связи между двумя колоннами также снижает водозахватную способность двухколонной одноярусной скважины, так как при работе одного из насосов приток воды происходит только через один фильтр, второй фильтр в работе не участвует. Если бы колонны были соединены между собой перемычкой, в работе участвовали бы два фильтра. В этом случае не только бы улучшились гидравлические характеристики двухколонной скважины, но и повысилась надежность ее работы: 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, что обеспечивает бесперебойную работу скважины и обеспечивает высокую степень надежности скважины как источника водоснабжения.

Задачей, решаемой изобретением, является повышение надежности и долговечности скважины, снижение удельных затрат на подъем воды.

Поставленная задача решается тем, что водозаборная скважина, содержащая два ствола, каждый из которых включает эксплуатационную колонну с фильтром и отстойником, соединенную с общим водоприемным резервуаром, заполненным гравием, и расположенную в одном общем кондукторе с затрубной цементацией, заглушенные снизу закачные трубки, установленные в гравийной обсыпке снаружи соответствующих эксплуатацион-

ных колонн, выведенные на дневную поверхность и содержащие перфорированные участки, расположенные напротив фильтров эксплуатационных колонн, при этом она содержит верхний и нижний патрубки, упомянутые фильтры установлены в два яруса по высоте водоносного горизонта, причем верхний патрубок установлен над фильтром эксплуатационной колонны первого ствола и гидравлически соединяет ее с эксплуатационной колонной второго ствола, а нижний патрубок установлен над фильтром эксплуатационной колонны второго ствола и гидравлически соединяет ее с отстойником эксплуатационной колонны первого ствола.

Сущность изобретения поясняется фигурами, где на фиг. 1 представлена конструкция предлагаемой скважины, на фиг. 2 показан разрез по двум эксплуатационным колоннам, на фиг. 3 - разрез по фильтру первого ствола и эксплуатационной колонне второго ствола, на фиг. 4 - разрез по нижнему соединительному патрубку. На фиг. 5 показана эксплуатация водозаборной скважины при заборе воды из предлагаемой конструкции одним насосом, находящимся в первом стволе, на фиг. 6 - при заборе воды из предлагаемой конструкции одним насосом, находящимся во втором стволе, на фиг. 7 - при заборе воды из предлагаемой конструкции двумя насосами, находящимися соответственно в первом и втором стволах.

Скважина состоит из кондуктора 1 с затрубной цементацией 2, первого ствола, имеющего в своем составе эксплуатационную колонну 3, фильтр 4 с рабочей частью и отстойник 5, второго ствола, имеющего в своем составе эксплуатационную колонну 6, фильтр 7 с рабочей частью 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.

Скважина может быть сооружена следующим образом. Отрывают отстойник и бурят долотом разведочный ствол на проектную глубину. Производят в разведочном стволе геофизические исследования с целью определения глубины залегания и мощности водовмещающих пород. После расшифровки каротажных диаграмм устанавливают направляющую колонну, производят ударно-канатным способом бурение ствола под кондуктор 1, выполняют затрубную цементацию 2 кондуктора 1 на всю его высоту до устья скважины. Срок твердения цемента для кондукторов обычно устанавливают 24 ч. Затем, опустив долото через кондуктор на забой, разбуривают цементную пробку в кондукторе 1, производят бурение ствола, вскрывают водоносный горизонт на нужную глубину. Так как бурение производится большим диаметром, его выполняют методом обратной промывки чистой водой.

На земле у устья скважины варивают нижний соединительный патрубок 10 одним концом в отверстие в отстойнике 5, а другим концом - в отверстие нижней части эксплуатационной колонны 6 (фиг. 1). Затем варивают верхний соединительный патрубок 9 одним концом в отверстие в эксплуатационной колонне 3, а другим концом - в отверстие эксплуатационной колонны 6 (фиг. 1). Полученную сварную конструкцию подвешивают на стреле автокрана, стыкуют и сваривают с фильтром 7, а затем спускают на забой, наращивая с помощью сварки эксплуатационные колонны 3 и 6. Для обеспечения равномерного слоя гравийной обсыпки вокруг фильтров 4 и 7 их снабжают специальными центраторами. К центраторам в процессе спуска закрепляют закачные трубки 14-19, имеющие перфорацию 20, выполненную напротив фильтров 4 и 7. Верх закачных трубок выводят к устью скважины. После этого производят засыпку гравия в пространство между закачными трубками 14-19, первым и вторым стволами с целью создания гравийной обсыпки 11 вокруг фильтров 4 и 7. Запас гравия над верхом фильтров 4 и 7 должен составлять не менее 5 м. В первый и второй стволы опускают эрлифты и производят освоение водоносного горизонта, путем пульсирующей прокачки, которую могут сочетать со свабированием. При необходимости гравий при прокачке досыпают. Затем наверх гравия за-

# BY 23608 C1 2021.12.30

сыпают непромытый песок 12 до устья скважины. Скважину снабжают оголовком и оснащают два ствола отдельными глубинными насосами.

Эксплуатация водозаборной скважины предлагаемой конструкции может осуществляться следующим образом.

При заборе воды из двухколонной конструкции одним насосом, находящимся в первом стволе (фиг. 5), основной расход поступает через фильтр первого ствола, к нему добавляется расход из фильтра второго ствола, который поступает в эксплуатационную колонну второго ствола и через верхний соединительный патрубок поступает в первую эксплуатационную колонну к насосу. Работают оба фильтра.

При заборе воды из двухколонной конструкции одним насосом, находящимся во втором стволе (фиг. 6), основной расход поступает через фильтр второго ствола, к нему добавляется расход, поступающий из фильтра первого ствола через верхний соединительный патрубок. Работают оба фильтра.

При заборе воды из двухколонной конструкции двумя насосами, находящимися соответственно в первом и втором стволах, также работают оба фильтра (фиг. 7). К каждому фильтру формируется свой фильтрационный поток из пласта. Поскольку фильтры находятся на разных отметках в толще водоносного горизонта, потоки жидкости разделяются и не оказывают существенного влияния друг на друга.

В процессе эксплуатации скважины в порах гравийной обсыпки 11 и в отверстиях фильтров 4 и 7 накапливаются отложения - продукты химического и биологического кольматажа. Снижается проницаемость прифильтровой зоны, уменьшается производительность скважины. Для регенерации фильтров 4 и 7 и их прифильтровых зон используют циркуляционно-реагентную промывку. Глубинные насосы из обоих стволов демонтируют. Устанавливают специальную емкость с реагентом на устье скважины (на фигурах не показана). Емкость оснащена заливочными шлангами для подачи реагента и эрлифтом для откачки продуктов растворения.

При регенерации фильтра 4 по заливочным шлангам реагент самотеком вначале подают в три закачные трубки 14, 15, 16, расположенные под углом  $120^\circ$  друг к другу. Реагент поступает через перфорацию 20 закачных трубок 14, 15 и 16 в прифильтровую зону фильтра 4. Одновременно из фильтра 4 первого ствола скважины, установленным здесь эрлифтом, откачивают продукты растворения в емкость с реагентом. Эрлифт создает депрессию внутри фильтра 4 и обеспечивает непрерывную циркуляцию реагента в фильтре 4 и гравийной обсыпке 11. Это позволяет обеспечить необходимую интенсивность растворения отложений.

При регенерации фильтра 7 по заливочным шлангам реагент самотеком вначале подают в три закачные трубки 17, 18, 19, расположенные под углом  $120^\circ$  друг к другу. Реагент поступает через перфорацию 20 закачных трубок 17, 18 и 19 в прифильтровую зону фильтра 7. Одновременно из фильтра 7 второго ствола скважины, установленным здесь эрлифтом, откачивают продукты растворения в емкость с реагентом. Эрлифт создает депрессию внутри фильтра 7 и обеспечивает непрерывную циркуляцию реагента в фильтре 7 и гравийной обсыпке 11. Это позволяет обеспечить необходимую интенсивность растворения отложений и качество обработки. Например, в качестве реагента для растворения отложений, могут быть использованы соляная кислота или кислотное чистящее средство "Дескам".

Преимуществом предлагаемой конструкции является то, что фильтры установлены в общем водоприемном резервуаре не напротив друг друга, как в прототипе, а на разных уровнях, что повышает их водозахватную способность. При такой установке фильтров при одновременной работе двух насосов и при работе любого из насосов по высоте пласта формируются два радиальных фильтрационных потока. Это позволяет уменьшить до двух раз скорость фильтрации на подходе к фильтрам. Пониженная скорость в гравийной обсыпке создает условия для снижения потерь напора и приводит к уменьшению понижения

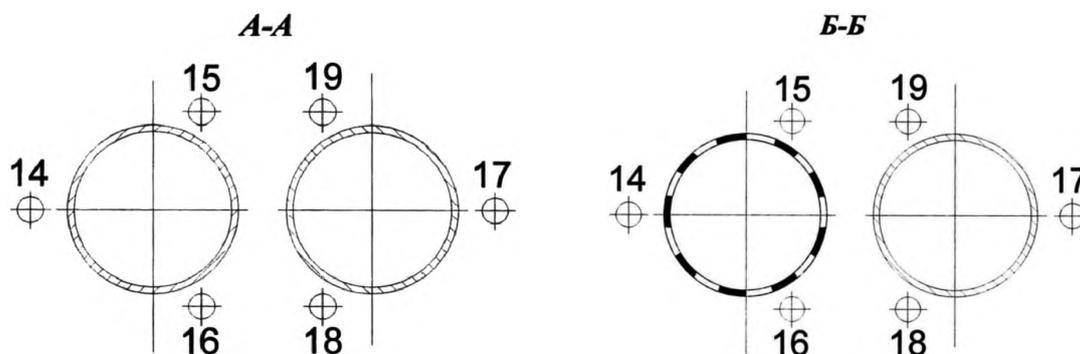
в скважине, обеспечивая снижение себестоимости добываемой воды. С другой стороны, низкие скорости фильтрации не интенсифицируют кольматацию гравийной обсыпки напротив фильтров. Это повышает надежность работы предлагаемой скважины. Наличие гидравлической связи между двумя колоннами, обеспечиваемой верхним и нижним соединительными патрубками, также повышает водозахватную способность предлагаемой скважины, так как при работе одного из насосов приток воды происходит через два фильтра. В этом случае не только улучшаются гидравлические характеристики двухколонной скважины, но и повышается надежность ее работы: 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.

Предлагаемая конструкция водозаборной скважины обеспечивает высокую эффективность проведения текущих ремонтов за счет качественной промывки всего объема гравийной обсыпки. По сравнению с прототипом предлагаемая конструкция обеспечивает более высокую успешность проведения капитальных ремонтов путем извлечения двух стволов из кондуктора. Захватные приспособления в виде двух буровых штанг с крюками могут быть опущены в оба ствола и зацеплены изнутри за соединительные патрубки. Оба ствола извлекают путем приложения к буровым штангам тяговых усилий с вибрацией.

Благодаря внедрению в системах водоснабжения скважины новой конструкции водозаборной скважины будет достигнут экономический эффект за счет снижения энергозатрат на подъем воды и повышения срока службы.

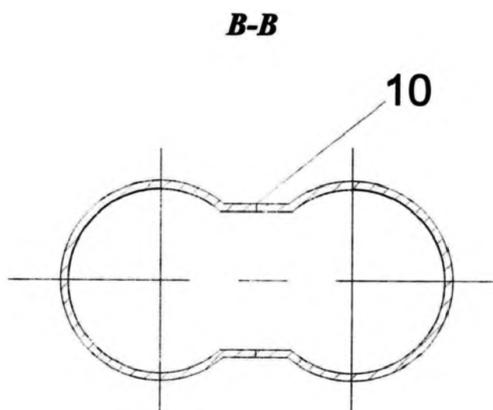
Источники информации:

1. SU 1448002, 1988 (не публик).
2. RU 03335, 2019.

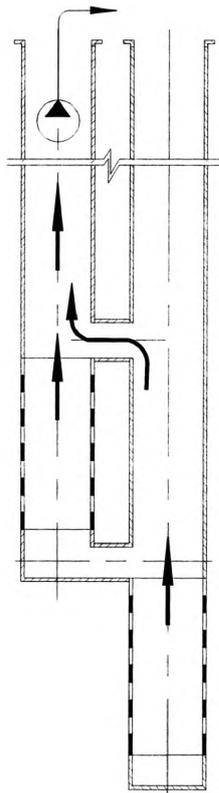


Фиг. 2

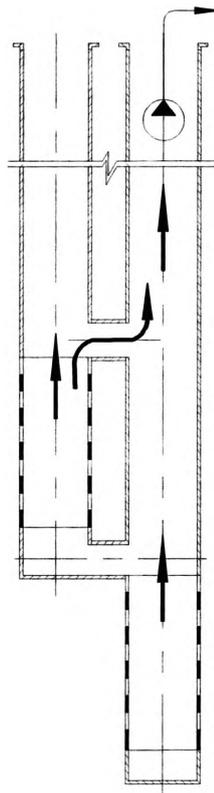
Фиг. 3



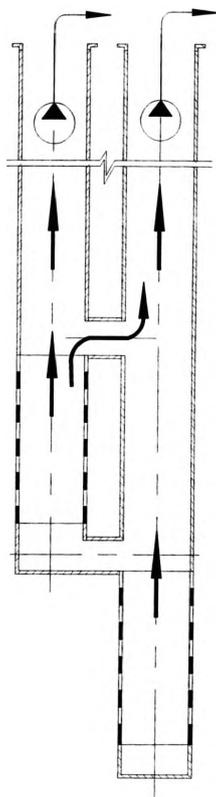
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7