

РЕАГЕНТНЫЙ МЕТОД РЕГЕНЕРАЦИИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН

А.Я. ТРЕТЬЯК, В.В. ШВЕЦ

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова
132, Просвещения ул. г. Новочеркасск, 346428, Ростовская обл.,
e-mail: 13050465@mail.ru*

Установлены временные рамки межремонтного периода эксплуатации гидрогеологических скважин. Приведены причины уменьшения дебита скважин в процессе их длительной эксплуатации. Описаны способы декольматации гидрогеологических скважин и прифильтровой зоны. Показано, что импульсно-регентные регенерации скважин являются наиболее распространенными. Приведен состав кольматации фильтра и обозначена причина выхода фильтра из строя. На специально разработанной установке выполнены лабораторные исследования, приведен её рисунок. Предложен на уровне изобретения раствор, состоящий из сульфаминовой и трехуксусной кислоты, ингибитора коррозии, поверхностно-активного вещества, триполифосфата натрия, адалиновой кислоты, воды. Применение таких химических реагентов позволило добиться синергетического эффекта. Разработан и приведен рисунок двойного сваб-пакера и промывочного устройства для регенерации скважин, описана технология их применения. Установлено оптимальное время регенерации закольматированного фильтра и результат лабораторных исследований приведен в таблице. Дано описание применяемого химического оборудования для транспортировки и хранения применяемых химических реагентов. Показано, что разработанный раствор для регенерации скважин является оптимальным, эффективность его применения на 40% выше, чем применение известного раствора. Разработанный раствор рекомендуется для применения в полевых условиях при регенерации гидрогеологических скважин.

Ключевые слова: регенерация гидрогеологических скважин; многокомпонентный кольматант; раствор; двойной сваб-пакер; эффективность регенерации.

DOI:10.32454/0016-7762-2018-5-78-82

THE REAGENT METHOD OF THE HYDROGEOLOGICAL WELLS REGENERATION

A.YA. TRET'YAK, V.V. SHWETS

*Platov South-Russian State Polytechnical University (NPI);
132 Prosveshcheniya street, Novocherkassk 346428, Rostov-na-Donu region, Russia
e-mail: 13050465@mail.ru*

The paper presents the timeframe of the under-stream period of hydrogeological well operation. The causes of the hydrogeological wells flowrate reducing while long operation have been indicated. The methods of the hydrogeological wells and near-filters zone decolmatation have been described. The pulse-reagent well recovery has been shown to be the most widely used method. The filter colmatant composition has been given and the possible filter failure cause has been shown. Laboratory investigations have been done with a special equipment that can be seen on the drawing. A solution of sulfamic and triacetate acid, corrosion inhibitor, surfactant, sodium tripolyphosphate, adalic acid and water has been suggested as an invention. Using of these chemicals allowed to achieve the synergistic effect. A double swab-packer and a washing device for wells regeneration has been designed, its description and drawing have been given. The optimal time for the colmated filter regeneration has been indicated. Laboratory investigations results are given in the table. The chemic equipment used for chemicals transportation and keeping of the reagents has been described. The created solution for hydrogeological wells regeneration has been shown to be the optimal and its using efficiency is forty percent more than that of the known one. The created solution is recommended for hydrogeological wells regeneration in field works.

Keywords: the hydrogeological wells regeneration; the mud; the multicomponent colmatant, the double swab packer; efficiency of the regeneration.

Каждая скважина имеет межремонтный период — время, в течение которого она обеспечивает постоянный дебит при допустимом понижении уровня воды. После его окончания удельный дебит скважины очень быстро уменьшается, так как интенсивность кольматации фильтра значительно ускоряется. Про-

должительность межремонтного периода по опыту эксплуатации многих скважин не превышает 3—4 года и зависит от конструкции фильтра и химического состава подземных вод. Поскольку нормативный срок эксплуатации скважин в зависимости от их конструкции и свойств подземных вод составляет 8, 15

и даже 20 лет, то очевидно, необходимо обязательно планировать работы по регенерации скважин.

Уменьшение дебита скважин в процессе её длительной эксплуатации возможно из-за колюматации фильтра и прифильтровой зоны, образования песчаной пробки внутри фильтра. Следовательно, способы регенерации скважин можно разделить на способы деколюматации фильтра и прифильтровой зоны и способы ремонта пескующих скважин.

Способы деколюматации фильтра и прифильтровой зоны по характеру воздействия на колюматант делятся на импульсные и реагентные. Импульсные способы деколюматации основаны на разрушении колюматанта ударными волнами и импульсными потоками жидкости [1, 4, 5].

Наиболее распространенными импульсными способами являются электрогидроударный и пневмоимпульсный. Реагентный способ деколюматации основан на растворении колюматанта различными кислотами или их солями. При обработке скважин применяются в основном жидкие или порошкообразные реагенты.

Импульсно-реагентные методы были разработаны ВНИИ ВОДГЕО для восстановления дебита скважин, эксплуатировавшихся длительное время или имеющих неоднородную в разрезе прифильтровую зону. Использование других методов на таких скважинах было малоэффективным.

Сочетание разрушения колюматанта с интенсивным гидродинамическим воздействием в прифильтровой зоне скважины улучшает извлечение колюматирующих образований. Различают три разновидности импульсно-реагентных методов: производство взрыва ТДШ, электрогидроудар, пневмовзрыв с последующей реагентной обработкой. Сочетание реагентной обработки с одновременным импульсным воздействием производится дискретно с импульсом небольшой интенсивности и характеризуется частотными (вибрационными) параметрами. К этой группе методов относят вибро-реагентные низкочастотные способы, основанные на использовании механических вибраторов типа ВУР-2, ВУР-3, электровибрирование и реагентно-акустические, [2, 3].

Выпадение осадков на фильтрах связано с нарушением химического равновесия в пласте и происходит при отборе подземных вод. Нарушение химического равновесия определяется десорбцией свободной углекислоты вследствие изменения её парциального давления. Колюматант многокомпонентный, в его составе присутствует кальцит $\text{Ca}(\text{CO}_3)$, сидерит $\text{Fe}(\text{CO}_3)$, магнезит $\text{Mg}(\text{CO}_3)$, пирит FeS_2 , пиролюзит MnO_2 и другие труднорастворимые соединения, которые забивают фильтрующую сетку, и скважины выходят из строя.

Применение технической воды в качестве жидкости для регенерации водоносного горизонта и фильтра не решает достаточно полно эту проблему.

Поэтому с целью выбора наиболее эффективной промывочной жидкости для регенерации скважин были проведены лабораторные работы. Процесс разрушения колюматанта при промывке скважины моделировался на специально разработанной лабораторной установке (рис. 1).

С целью определения оптимального состава раствора для регенерации гидрогеологических скважин было выполнено испытание целого ряда химических реагентов.

К недостаткам известных растворов относятся: слабая активность по отношению к карбонатным породам, низкая степень очистки фильтра гидроге-

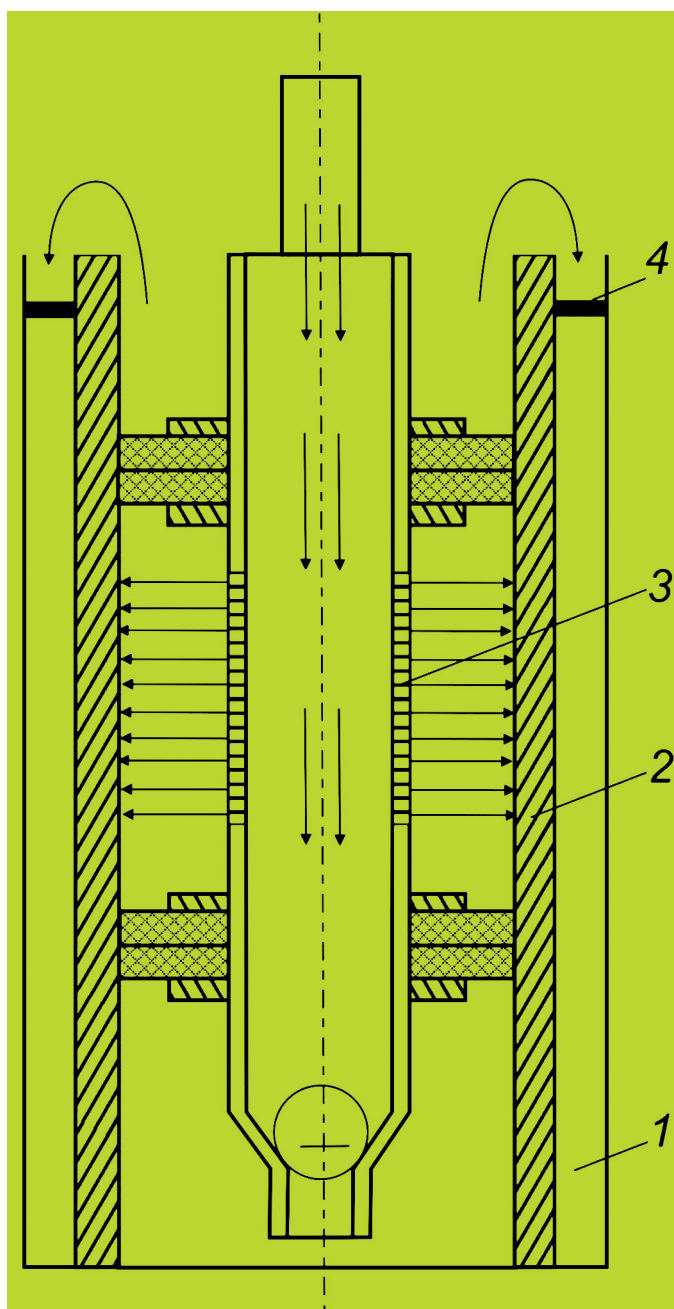


Рис. 1. Лабораторная установка для выбора эффективной промывочной жидкости: 1 – сосуд из оргстекла, 2 – сетчатый фильтр, 3 – сваб-пакер, 4 – манжетное уплотнение

ологических скважин. Была поставлена задача добиться получения синергетического эффекта и создать реагент с высокой растворимостью кольянта и с наименьшим воздействием на фильтр.

Поставленная задача была решена за счёт того, что в известный реагент для регенерации фильтров гидрогеологических скважин, содержащий сульфаминовую кислоту, трихлоруксусную кислоту, ингибитор коррозии КПИ-19, поверхностно-активное вещество — ПАВ ОП-10 — и воду [6] при следующем соотношении компонентов, мас. %: трихлоруксусная кислота 10–15; сульфаминовая кислота 8–10; ингибитор коррозии КПИ-19 0,3–0,5; поверхностно-активное вещество — ПАВ ОП-10 0,5–1,0, вода — остальное, вводят дополнительно триполифосфат натрия 8–12 и адипиновую кислоту 8–12.

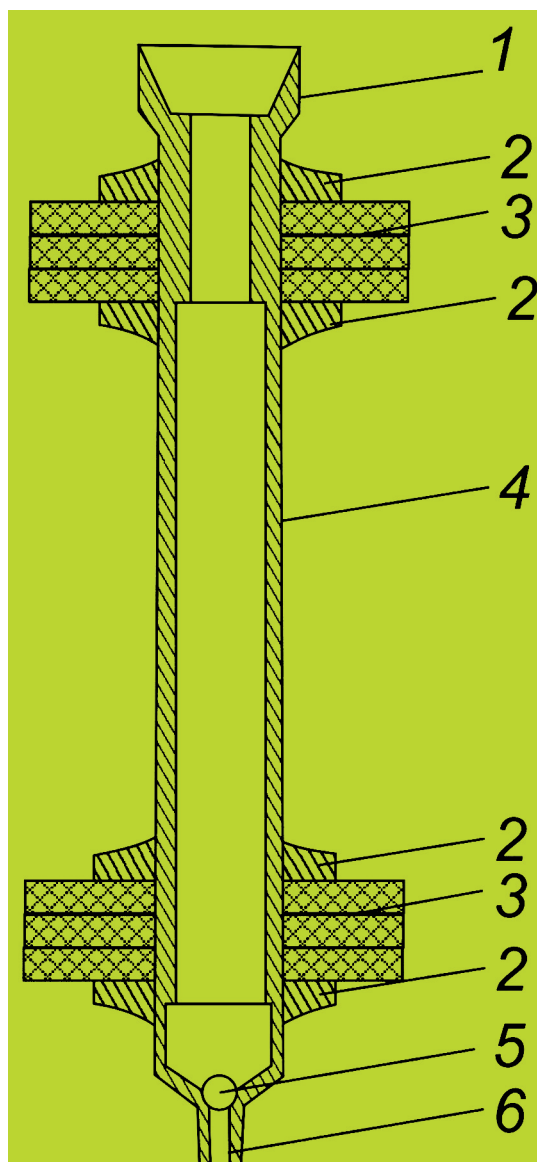


Рис. 2. Двойной сваб-пакер: 1 — переходник; 2 — шайба металлическая; 3 — резиновые манжеты; 4 — перфорированный патрубок; 5 — металлический шар; 6 — переходник

Для регенерации гидрогеологических скважин на Каменском водозаборе Ростовской области нами предложен реагентный метод восстановления дебита, заключающийся в применении двойного сваб-пакера и промывающего устройства для регенерации фильтра. Раствор, состоящий из трихлоруксусной кислоты (8–10%), сульфаминовой кислоты (6–8%), триполифосфата натрия (8–10%), адипиновой кислоты (8–10%); ингибитора коррозии — КПИ 19, поверхностно-активного вещества — ОП-10 (0,5–1,0%) и воды, прокачивают через двойной сваб-пакер (рис. 2).

Двойной сваб-пакер обладает самоуплотняющимися уплотнителями манжетного типа, в которых уплотнительные элементы в свободном состоянии имеют больший диаметр, чем внутренний диаметр фильтра и прижимаются за счёт внутренних упругих сил.

Принцип работы самоуплотняющихся элементов аналогичен принципу действия манжетных уплотнений, применяемых в гидравлических и пневматических устройствах. Контактное давление на их запирающих поверхностях подчиняется зависимости [1]:

$$P_k = aP + P_0, \quad (1)$$

где a — коэффициент пропорциональности; P — давление запираемой среды; P_0 — контактное давление при отсутствии перепада давлений.

Регенерация водоносного горизонта и наружной поверхности фильтра производится следующим образом. Двойной сваб-пакер опускается в отстойник фильтровой колонны и соединяется при помощи перехода 6 с замком 2 промывочного устройства (рис. 3).

После этого, буровым насосом прокачивают промывочную жидкость через двойной сваб-пакер и промывочное устройство. Промывочная-жидкость, поднимаясь, разглинизирует водоносный горизонт и фильтр. Промывка фильтровой колонны изнутри осуществляется после того, как по колонне буровых труб будет спущен стальной шар внутрь сваб-пакера. Стальной шар закрывает отверстие клапана и промывочная жидкость, пройдя через ёрш, декольматирует фильтр изнутри. После этого, поднимая и опуская сваб-пакер, производят периодическую промывку фильтра изнутри. После выполнения двух операций по декольматации производят заключительную операцию — свабирование в интервале фильтра двойным сваб-пакером.

В предлагаемой методике освоения гидрогеологических скважин существенную роль играет промывочное устройство (рис. 3). Замок диаметром 50 мм имеет левую резьбу для соединения с замком сваб-пакера. После спуска бурового снаряда со сваб-пакером и соединения последнего с промывочным устройством путём поворота бурового снаряда вле-

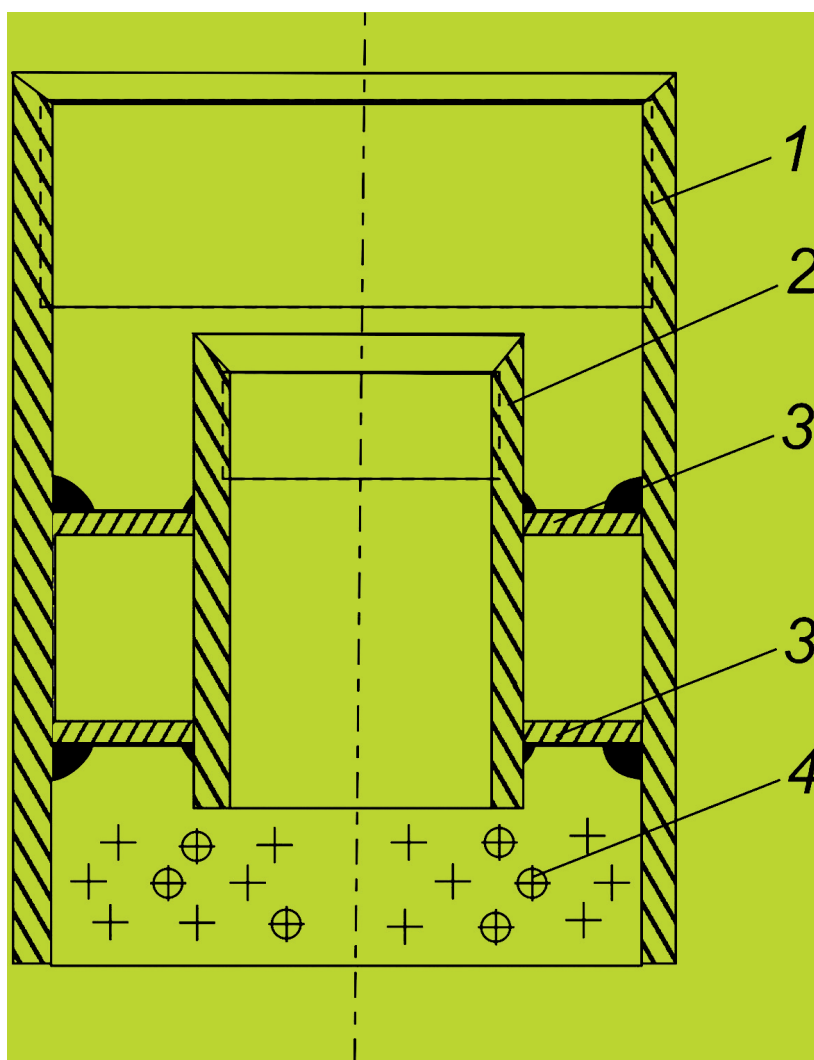


Рис. 3. Промывочное устройство: 1 — корпус; 2 — замок; 3 — центрирующие шайбы; 4 — отверстия

во нагнетают промывочную жидкость. При этом струя восходящего потока, выходя из промывочного устройства, будет непосредственно воздействовать на водоносный горизонт и поверхность фильтра. По окончании работ поворотом инструмента вправо производят освобождение бурового инструмента от промывочного устройства и выполняют следующую операцию по регенерации скважины.

Анализ эффективности применяемых способов регенерации гидрогеологических скважин показывает, что по степени достоверности разработанный способ в среднем даёт более высокие дебиты, чем применяемые до сих пор. Применение его на производственных объектах по ориентировочному расчёту позволит дополнительно получить значительное количество воды при общей экономии затрат за счет сокращения сроков работ по регенерации скважин».

Предложенные реагенты, наряду с защитой от коррозии, разрушают кристаллы солей CaCO_3 , MgCO_3 , CaSO_4 и предотвращают образование кристаллических структур этих солей.

За счёт предложенного состава химических реагентов удалось добиться синергетического эффекта, т. е. каждый последующий реагент усиливает растворимость отложений солей на фильтрующей поверхности фильтра. Экспериментальные исследования по влиянию каждого в отдельности предложенного химреагента на растворимость кольматанта не выполнялась. Технология регенерации фильтров гидрогеологических скважин заключается в следующем: смешивают сухокислотные компоненты — триполифосфат натрия, сульфаминовую, трихлоруксусную и адипиновую кислоты, полученную смесь растворяют в воде и перемешивают в растворомешалке, добавляя ингибитор коррозии и поверхностно-активное вещество ОП-10.

После этого с помощью бурового насоса прокачивают полученный раствор через гидроёрш, спущенный внутрь фильтра, при этом гидроёрш перемещается на буровых трубах с помощью лебедки бурового станка вверх — вниз по всей длине фильтра. Тонкие струи раствора размывают кольматант

Растворение образцов фильтра		
Номер раствора	Время растворения 45 мин.	
	Состав раствора, %	Растворение кольматанта, г
1	1. Трихлоруксусная кислота 17	
	2. Сульфаминовая кислота 11	9,7 (образец №1)
	3. Ингибитор коррозии КПИ-19 0,5	9,9 (образец №2)
	4. ПАВ — ОП-10 1,0	10,1 (образец №3)
	5. Вода — остальное	
2	1. Трихлоруксусная кислота 17	
	2. Сульфаминовая кислота 11	13,7 (образец №1)
	3. Ингибитор коррозии КПИ 19 0,5,	13,8 (образец №2)
	4. ПАВ-ОП-10 1,0	13,9 (образец №3)
	5. Триполифосфат натрия 12	14,0 (образец №4)
	6. Адипиновая кислота 12	
	7. Вода — остальное	

изнутри и он выносится потоком промывочного раствора на поверхность.

С целью подтверждения эффективности предлагаемого раствора в лабораторных условиях было выполнено растворение образцов закальматированного фильтра в течение оптимального времени — 45 мин. (таблица). Анализ таблицы позволил установить эффективность предлагаемого раствора для растворения кольматанта в среднем на 40% выше, чем эффективность известного раствора [5].

Для реагентной обработки скважин применяется следующее оборудование: ёмкости в кислотостойком исполнении для хранения и доставки реагента к скважине, заливочная ёмкость, устройство

для герметизации скважины, насос для перекачки кислоты, контрольно-измерительная аппаратура и эрлифт.

Выводы

1. Предложен, на уровне изобретения, эффективный раствор для регенерации фильтров гидрогеологических скважин.

2. Эффективность предлагаемого раствора в среднем на 40% выше, чем эффективность известного раствора [5].

3. Разработанный раствор рекомендуется для применения в полевых условиях при регенерации гидрогеологических скважин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилко В.М., Алексеев В. С. Фильтры буровых скважин. Р-н-Д: Феникс, М.: Недра, 2017. 358 с.
2. Трет'як А.Я., Чихоткин В.Ф., Павлунишин А.П. Техника и технология сооружения гидрогеологических скважин. Р/Д.: ЮНЦ РАН, 2006. 408 с.
3. Федоров Ю.С., Петров А.А. Предупреждение кольматации фильтров гидрогеологических скважин. // Разведка и охрана недр. 1974. №7. С. 56—58.
4. Фоменко В.И. Подбор и расчет фильтров дренажных и водозаборных скважин // Мелиорация, гидротехника и водоснабжение. 1975. Вып. 3, Горки: Изд-во БСХА. С. 241—247.
5. Трет'як А.Я., Бурда М.Л., Онофриенко С.А., Трет'як А.А. Патент РФ № 2482153, бюллетень № 14. опубликовано 20.05. 2013.
6. Black J.M., Kipp K.L. Observation well response time and its effect upon aquifer test results. // Hydrol., 1977. Vol. 34. P. 297—306.

REFERENCES

1. Gavrilko V.M., Alekseev V.S. *Filtry burovyyh skvazhin* [Well-bore filters.] Rostov-na-Donu, «Feniks», Publ, M., Nedra Publ., 2017, 358 p. (in Russian).
2. Tret'yak A.Ya., Chihotkin V.F., Pavlunishin A.P. *Tekhnika i tehnologiya sooruzheniya gidrogeologicheskikh skvazhin* [Technology and technique of hydrogeological wells constructing] YuNTs RAN, 2006, 408 p. (in Russian).
3. Fedorov Yu.S., Petrov A.A. *Preduprezhdenie kolmatatsii filtrov gidrogeologicheskikh skvazhin* [The prevention of the hydrogeological wells filters colmatation], *Razvedka i okhrana nedr* — [Mineral exploration and protection], 1974, no 7, pp. 56—58. (in Russian).
4. Fomenko V.I. *Podbor i raschet filtrov drenaznykh i vodozabornykh skvazhin* [Matching and calculation of the drain holes and water-supply wells filters] *Melioratsiya, gidrotekhnika i vodosnabzhenie* — [Melioration, hydrotechnics and water supply], 1975, no 3, Gorki, BSKhA Press, pp. 241—247, (in Russian).
5. Tret'yak A.Ya., Burda M.L., Onofrienko S.A., Tret'yak A.A. RF patent no 2482153, bulletin 14, published in 20.05, 2013.
6. Black J.M., Kipp K.L. [Observation well response time and its effect upon aquifer test results.] *Hydrol*, 1977, vol. 34, pp. 297—306.