



ISSN 1819-432X print / ISSN 1993-3495 online

СУЧАСНЕ ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО
СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION

ТОМ 3, N4, 2007, 197-202

УДК 628.112

ЗАСОБИ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕБІТУ ВОДЯНИХ СВЕРДЛОВИН

Лесной В.І.

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури
вул. Державіна, 2 м. Макіївка, Донецька область, Україна, 86123
e-mail: slavontchik@mail.ru*

Отримана 24 жовтня 2007; прийнята 23 листопада 2007.

Анотація. Останнім часом все частіше використовується таке альтернативне джерело водопостачання, як підземна вода. Найчастіше використовують водяні свердловини у сільських районах, віддалених від міських водопровідних мереж, а також у котеджних містечках, пансіонатах, санаторіях та інш. Через те, що під час експлуатації свердловин їх видобуток (дебіт) швидко зменшується, давно постало питання про засоби відновлення дебіту свердловин. В статті описано існуючі методи відновлення дебіту водяних свердловин. Визначено їх переваги та недоліки, виходячи з чого вибирається найбільш ефективний метод впливу на фільтр та прифільтрову область свердловини. Зроблено аналіз засобів, які належать до цього методу, та визначена оптимальна технологія відновлення дебіту свердловин.

Ключові слова: водяна свердловина, фільтр свердловини, прифільтрова область свердловини, кольматація, дебіт свердловини, відновлення дебіту, пневмовибух, гідроудар.

МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕБИТА ВОДЯНЫХ СКВАЖИН

Лесной В.И.

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры
ул. Державина, 2, г. Макеевка, Донецкая область, Украина, 86123.
e-mail: slavontchik@mail.ru*

Получена 24 октября 2007; принята 23 ноября 2007.

Аннотация. В настоящее время все чаще используется такой альтернативный источник водоснабжения как подземная вода. В частности, наиболее часто прибегают к использованию водяных скважин в сельских районах, отдаленных от городских водопроводных сетей, а также в коттеджных поселках, пансионатах, санаториях и др. Так как в процессе эксплуатации скважин их производительность (дебит) быстро уменьшается, давно стал вопрос о способах восстановления дебита скважин. В статье описаны существующие методы восстановления дебита водяных скважин. Определены их преимущества и недостатки, на основании чего выбирается наиболее эффективный метод воздействия на фильтр и прифильтровую область скважины. Произведен анализ способов, относящихся к данному методу, и определена оптимальная технология восстановления дебита водяных скважин.

Ключевые слова: водяная скважина, фильтр скважины, прифильтровая зона скважины, кольматация, дебит скважины, восстановление дебита, пневмовзрыв, гидроудар.

METHODS OF WATER WELL FLOW RECOVERY

Lesnoy V.I.

*The Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,
2, Derzhavin str., Makiyivka 86123, Ukraine.
e-mail: slavontchik@mail.ru*

Received 24 October 2007; accepted 23 November 2007.

Abstract. Now such an alternative source of water supply as underground water is even more often used. In particular, water wells are most frequently used in rural areas far from city water supply systems, as well as in cottage settlements, boarding houses, sanatoria, etc. When operated, the well output (flow) decreases quickly and long ago there raised a question on the ways of well flow recovery. The existing methods of water well flow recovery are described in the article. Their advantages and disadvantages are determined and on this basis the most effective method of influencing upon a well filter and a filter area is selected. There was made an analysis of the ways referring to the given method, and an optimum technology of water well flow recovery of water wells was determined.

Keywords: water well, well filters, well filter area, colmatation, well output (flow), recovery of output (flow), pneumo-explosion, stress.

Введение

Проблема восстановления дебита скважин на воду является в настоящее время весьма актуальной, поскольку скважины являются одним из источников питьевой и технической воды и воды, используемой для лечебных целей.

Опыт эксплуатации водяных скважин показал, что их производительность значительно снижается за 5-7 лет. В связи с чем встал вопрос о восстановлении дебита скважин. В настоящее время разработано и применяется много способов воздействия на фильтры и прифильтровые зоны скважин с целью удаления кольматанта.

1. Краткое описание методов

В настоящее время существует много востребованных технологий восстановления дебита скважин и проектов.

В практике эксплуатации водозаборных скважин находят применение физические, химические, физико-химические, механические, гидромеханические, взрывные, импульсные методы восстановления производительности водяных скважин.

Простейшими **механическими методами** восстановления производительности водяных скважин является использование

промывки скважин с применением щеток, ершей, поршней.

Химические методы основаны на растворении химическими реагентами частиц кольматанта. Примером могут служить *обработка ПАВ, солянокислотная обработка, глиноукислотная обработка.*

Физические методы основаны на воздействии на кольматант физических (акустических, электрических или электромагнитных) полей.

К физическим методам воздействия могут быть отнесены: *акустический; магнитомпульсный; метод ударно-вакуумной обработки.*

Акустический метод включает: а) разработку комплексного скважинного зонда, объединяющего два прибора, один из которых предназначен для обследования технического состояния обсадной трубы, второй, скomплексованный с первым, предназначен для определения расположения кровли и подошвы водоносного горизонта по стволу скважины; б) разработку сейсмоакустического вибратора, предназначенного для разрушения кольматирующей корки на сетке фильтра и фильтровой гравийной обсыпки, снижающих дебит скважины.

При очистке сетчатых фильтров, закольматированных плотными конгломератовидными структурами, с достаточно высокой

эффективностью используется аппарат для восстановления проницаемости фильтров *магнитоимпульсным способом*. При очистке фильтра аппарат опускается через ствол скважины и устанавливается в верхней части фильтра. От генератора импульсов тока (ГИТ), расположенного на поверхности земли, подается импульс тока высокого напряжения, в результате чего создается электромагнитное поле, индуктирующее ток. Вследствие этого производятся удары по внутренней боковой поверхности фильтра. Силы соударения можно регулировать в широких пределах, изменяя основные параметры ГИТ.

Ударное воздействие на фильтр вызывает упругие возмущения в материале фильтровой трубы, которые передаются на осадки, кольматирующие внешнюю поверхность фильтра, благодаря чему они разрушаются и отделяются от него. Фильтр очищается не только на участках, расположенных напротив перфораций, но также и на глухих участках.

После очистки первого пояса фильтра аппарат опускается ниже, ударным воздействием очищается следующая зона фильтровой трубы.

Интерес представляет также *метод ударно-вакуумной обработки* артезианских скважин, предложенный созданной при Объединенном институте физики Земли Российской академии наук, фирмой «РИУС». По этому методу скважина предварительно очищается от наносов песка и глины в области основного водопритока. Затем ближняя зона скважины (фильтры и прифильтровая зона водоносного горизонта 3-5 м от скважины) обрабатывается последовательным созданием в области обработки интенсивных импульсов давления определенной частоты и вакуумной полости. Импульсы давления разрушают кольматант, а вакуумная полость способствует смещению осколков последнего в сторону скважины и тем самым отрывает их от места привязки. Дальняя зона водоносного горизонта обрабатывается интенсивными продольными и поперечными сейсмоакустическими волнами с частотой, определенной для конкретной водоносной породы. В конце обработки скважина обрабатывается эрлифтом, а водоносный горизонт прокачивается насосом.

Сущность *гидромеханических методов* заключается в использовании сил давления для совершения полезной механической работы. Условия приложения и характер изменения этих сил в пространстве и времени обуславливают интенсивность деформации корки кольматанта и движение его частичек.

Гидромеханические способы воздействия на блокирующие отложения в условиях скважины используются, в частности, для повышения проницаемости призабойной зоны и улучшения гидродинамической связи пласта и скважины. Существенное значение здесь приобретает направление сил давления. Так, для разрушения корки блокирующего кольматанта в скважине необходимо создавать избыточное давление, при котором силы давления действуют в направлении «скважина-пласт» (репрессия). Для возбуждения притока с целью суффозионного выноса и удаления загрязняющих частиц из прифильтровой зоны в скважине понижается забойное давление - создается депрессия, вызывающая действие сил давления в направлении «пласт-скважина».

По характеру действия во времени силы давления жидкости различаются как постоянно действующие, то есть статические и переменные – динамические. При нестационарных процессах движения жидкости появляются условия для возникновения импульсных и ударных давлений, создаваемых волнами сжатия и разрежения.

Таким образом, с точки зрения силового воздействия жидкости на экранирующие преграды, гидромеханические способы воздействия можно подразделить на гидростатические, гидродинамические и гидроимпульсные.

В зависимости от условий приложения сил давления их можно подразделить на объемные силы и силы, сосредоточенные на небольших «точечных» участках (действие струй).

Исходя из изложенного, все существующие в настоящее время способы возбуждения давлений при гидромеханических методах воздействия можно подразделить на способы, создающие гидростатические, гидродинамические и гидроимпульсные репрессии и депрессии.

В дальнейшем под гидромеханическим воздействием будем подразумевать само явление

Таблица 1. Способы восстановления дебита водяных скважин.

Способы воздействия (1-я классификация)		Методы воздействия (2-я классификация)		Статическое	Динамическое	Импульсное	-----
Механические							Очистка механическими приспособлениями Повторная кумулятивная перфорация Обработка ПАВ
Химические					Обработка сухим льдом		Солянокислотная обработка Глиноукислотная обработка Акустическая
Физические						Магнитноимпульсный Ударновакуумный	
Гидромеханические	Гидростатические	Репрессия	Гидростатическое давление столба жидкости Нагнетание при небольших скоростях фильтрации Желонирование и свабиrowание Вакуумирование				
		Депрессия					
	Гидродинамические	Репрессия		Струйная промывка Пакерная промывка (продувка) Гидроразрыв пласта Затрубная промывка			
		Депрессия		Промывка эрлифтом Промывка перевернутым эрлифтом			
	Гидроимпульсное					Взрыв ТДШ Гидроудар МПД Имплозия Пневмовзрыв	

силового взаимодействия жидкости и объекта воздействия, а под способами возбуждения давлений – способы, с помощью которых в скважинной жидкости создаются репрессии и депрессии.

К способам воздействия, создающие *гидростатические* и *гидродинамические* депрессии путем откачек и понижения забойного давления, относятся: желонирование, свабиrowание, вакуумирование, прокачки эрлифтом и др.

Гидростатические и *гидродинамические репрессии* – нагнетания жидкости в пласт, в том числе гидроразрыв пласта, промывки (прямая и затрубная, пакерная и манжетная), продувка сжатым воздухом и др.

Гидроимпульсные репрессии и депрессии в результате волнового сжатия и разряжения – взрыв гремучей смеси, электровзрыв, пневмовзрыв, гидроудар, имплозия.

В таблице представлена классификационная схема методов воздействия и способов возбуждения давления.

2. Выбор наиболее эффективных методов очистки водяных скважин.

Оценка различных способов воздействия на кольтмант скважин осуществлена на основании опыта восстановления дебита скважин различными организациями, в том числе производственным объединением «Укрпромвод-

чермет», ЗАО «Пневмовзрыв», Инженерным центром «Пневмотехнологии» и др. На основании этого опыта можно сделать следующие выводы.

При сложном минеральном составе горных пород, слагающих продуктивный пласт, состав кольтманта характеризуется большим разнообразием. Поэтому недостатком **химического метода** является то, что при растворении в реагенте одних соединений кольтманта, другие могут реагировать с осадком. Общая проницаемость призабойной зоны может остаться при этом без изменения или даже уменьшиться. Так же недостатком этого метода является то, что раствор реагента не может проникнуть вглубь фильтра, а тем более в призабойную зону. Даже при растворении кольтманта на поверхности фильтра, этот метод не даст высокого и продолжительного эффекта.

Основным недостатком **механического метода**, как и **химического метода**, является частичное и поверхностное удаление кольтманта и малый межремонтный период.

Одним из главных недостатков **физических методов** является то, что при устранении воздействия физического поля на кольтмант исчезает и положительный эффект этого воздействия.

Акустический метод вызывает сомнения в части определения собственной частоты

фильтровой колонны и кольматанта, а, следовательно, и создания резонансных колебаний объекта, которые могут разрушить кольматант и очистить фильтр скважины. Кроме этого, если бы даже и удалось вызвать такие колебания обсадной трубы, фильтра и кольматанта, то неизвестно как бы это повлияло на состояние скважины и прифильтровой зоны. И третье: в дополнение к многим вопросам, возникающим при рассмотрении проекта следует отметить значительную дороговизну метода – около 200000 долларов.

Основным недостатком магнитоимпульсного метода является то, что он никак не влияет на кольматант прифильтровой области и скорей может быть отнесен к механическим методам воздействия. Также недостатком является то, что ударное воздействие не вызывает эффективного разрушения и удаления с поверхности фильтров осадков, имеющих значительную вязкость и пластичность, например глины. Действительно, в некоторых случаях этот метод можно применять, но только для поверхностной очистки фильтра.

Метод ударно-вакуумной обработки скважин можно отнести к импульсным методам, но при анализе этого метода возникают вопросы о сложности оборудования, с помощью которого осуществляется переменное давление в скважине и прифильтровой зоне, возможности многократного повторения импульсов и надежности декольматации прифильтровой зоны, особенно в области гравийной обсыпки. Недостатком метода следует также считать необходимость предварительной очистки скважины и прокачки ее эрлифтом на завершающем этапе. Эти операции увеличивают время и стоимость обработки скважины.

Рассмотрим недостатки *гидромеханических методов*.

Гидростатические методы не могут повлиять на призабойную зону скважины, а на кольматант фильтра оказывают слабое воздействие и могут удалять только мягкие осадки (гидрат окиси железа). К тому же эти способы требуют продолжительного времени.

Гидродинамические методы также могут помочь только в борьбе с мягкими осадками и требуют длительного воздействия, а их влияние на пласт (гидроразрыв) незначительно.

При откачках с понижением уровня воды в скважине на 10-20 м перепад давлений Δp , равный разности пластового и забойного давлений составляет 1 -2 бар. Возникающие при этом в кольматированном слое напряжения и деформации могут достичь критических значений местной прочности, в первую очередь, на наиболее «слабых» участках, где и происходит разрушение блокирующих отложений. Через образовавшиеся окна начинается интенсивное движение фильтрационного потока, которое способствует возникновению суффозионных явлений. Зачастую высокие скорости потока на локальных участках в результате неравномерной загрузки фильтра приводят к пескованию скважины не только в процессе ее освоения, но и в процессе эксплуатации.

Таким образом, одной из главных причин относительно низкой эффективности методов гидростатической и гидродинамической депрессии является неуправляемость процесса воздействия, приводящая к самопроизвольной раскольматации тех участков фильтра и прифильтровой зоны, которые подверглись наименьшей кольматации. Этим объясняется стремление придать воздействию на кольматант направленный характер за счет ограничения обрабатываемого пространства фильтра (пакерная промывка) и увеличения плотности и концентрации энергии (струйная промывка). Тот же опыт показал, что эффективность *гидроимпульсных депрессий и репрессий*, применяемых для разрушения кольматанта значительно выше, чем описанные выше, гидродинамические и, тем более, гидростатические способы возбуждения давлений.

Выводы

К более эффективным и, следовательно, перспективным методам, следует отнести импульсные методы восстановления производительности водяных скважин. Создание в кольматанте фильтра и призабойной зоне скважин упругих знакопеременных механических напряжений, возникающих в результате волнового процесса, приводит к очистке ячеек фильтров, образованию трещин в призабойной зоне, ускорению диффузионных и капиллярных процессов, перемещению зерен гравийной

обсыпки, что обеспечивает расколматацию скважин и восстановление их дебита.

Сравнение результатов применения на практике *гидроимпульсных* способов воздействия на кольматант таких, как электровзрывной, электрогидравлический, взрывы гремучей смеси и ТДШ, гидроудар и «пневмовзрыв» говорит в пользу последнего.

Технология «Пневмовзрыв» позволяет восстанавливать дебит водяных скважин при очень четко регулируемой энергии. При этом не требуется ни предварительная очистка скважины, ни последующая прокачка ее эрлифтом. Следовательно, снижается время и трудоемкость проведения комплекса работ по восстановлению дебита скважины. Кроме этого нами разработаны устройства, работающие с достаточной мощностью на больших глубинах, то есть при большом внешнем гидростатическом давлении.

Для увеличения межремонтного периода работы скважин путем снижения интенсивности кольматации целесообразно после импульсного воздействия на фильтр производить их реагентную обработку. В этом случае под действием динамических нагрузок разрушаются и размельчаются кольматирующие отложения, что способствует их быстрому растворению в химических реагентах.

Список литературы

1. Амиан В.А., Уголев В.С. Физико-химические методы повышения производительности скважин. Издательство «Недра», 1970 г.
2. Российские технологические экологии, Rius LTD, 2004
3. Анатольевский П.Г. Эксплуатация и ремонт

- водяных скважин. Издательство «Недра», 1964 г.
4. Электрогидроимпульсная установка ЗЕВС- 431, Internet, 2004 г.
5. Ремонт артезианских скважин, Бурводстрой, 2003 г.
6. Ловля С.А. Взрывные работы в водозаборных скважинах., М., 1971 г.
7. Ловля С.А. Торпедирование и перфорация скважин., М., 1959 г.
8. Слез Л.Г. Анализ работы пневмопатронов, предназначенных для восстановления дебита водяных скважин, Вісник ДонГАСА, 2001 р. (31)
9. Слез Л.Г., Лесной В.И. Получение воды из подземных источников, Вода і водоочисні технології, Київ, 2005 р.
10. Солоухин Р.И. Ударные волны и детонация в газах., М., 1963 г.
11. Рекомендации по восстановлению производительности скважин реагентными методами., М., Всесингео, 1975 г.
12. Бодунов В.С. Увеличение производительности водозаборных скважин методом пневмовзрыва. ЦБНТИ Минводхоза, серия 3, вып. 1, 1976 г.
13. Морозов Э.А., Мерций В.А. Сооружение и эксплуатация водозаборных скважин. Киев, Будивельник, 1979 г.
14. Киселев О.К. Повышение срока эксплуатации водозаборных скважин., М., 1975 г.
15. Гаврилко В.М., Алексеев В.С. Фильтры буровых скважин, М., 1985 г.
16. Сурьянец С.Я., Иванов А.П. Эксплуатация водозаборов подземных вод. М., 1989 г.
17. Романенко В.А. Электрофизические способы восстановления производительности водозаборных скважин. Л., 1980 г.

Лесной Вячеслав Иванович - ассистент, аспирант кафедры "Водопостачання і водовідведення та очищення водних ресурсів". Наукові інтереси: технології та методи очищення водних ресурсів.

Лесной Вячеслав Иванович - ассистент, аспирант кафедры "Водоснабжение и водоотведение и очистка водных ресурсов". Научные интересы: технологии и методы очистки водных ресурсов.

Lesnoy Vyacheslav Ivanovich - an assistant, a post-graduate student of the Department "Water Supply, Water Disposal, and Water Resources Conservation and Protection". Scientific interests: Technologies and methods of water resources purification.