

В. В. Ивашечкин, доктор технических наук, профессор,
декан факультета энергетического строительства БНТУ;
А. Н. Кондратович, старший преподаватель
кафедры «Кораблестроение и гидравлика» БНТУ.
УО «Белорусский национальный технический университет».
Республика Беларусь, 220027, г. Минск, просп. Независимости, 65.
А.В. Мезин, главный механик, начальник отдела
главного механика УП «Минскводоканал»
УП «Минскводоканал», Республика Беларусь,
г. Минск, 220088, ул.Пулихова, 15а.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ГАЗОИМПУЛЬСНОГО И ВИБРОРЕАГЕНТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИЗАБОЙНУЮ ЗОНУ СКВАЖИН В УП «МИНСКВОДОКАНАЛ»

Общее количество эксплуатационных скважин производства «Минскводопровод» УП «Минскводоканал» составляет порядка 350 штук. 245 скважин находятся в постоянной эксплуатации (работают более 30% времени в год).

Дебит этих скважин составляет 60–120 м³/час со средним сроком эксплуатации 10–25 лет. Более 95% скважин оборудовано проволочными фильтрами на трубчатом каркасе диаметром 325 мм, установленными на сплошной колонне. Эта конструкция не позволяет проводить капитальный ремонт вышедших из строя фильтров путем их извлечения, поэтому считается ремонтнопригодной только в плане проведения текущих ремонтов по регенерации фильтра и прифильтровой зоны от колюматрирующих отложений.

С целью восстановления производительности водозаборных скважин периодически, уже через 5-6 лет активной эксплуатации, необходимо проводить работы по очистке фильтра скважин и призабойной зоны от колюматрирующих отложений. Целью проведения ремонтных работ является улучшение показателя удельного дебита. Это позволяет снизить удельную норму энергопотребления за счет улучшения пропускной способности фильтровой части скважины и прифильтровой зоны.

В соответствии с требованиями Инструкции о порядке проведения планово-предупредительного ремонта на централизованных системах водоснабжения и водоотведения, Технологического процесса по ремонту скважин (разработано производством «Минскводопровод») и Технологической картой по демонтажу/монтажу насосных агрегатов и эрлифтной системы (разработана ремонтно-механическим цехом УП «Минскводоканал») ремонтно-механическим цехом периодически

проводятся ремонтные работы на артезианских скважинах, включающие чистку обсадных труб и фильтра ершом и ГДМ, прострелку фильтровой части электрогидроустановкой, прокачку компрессором с обратной промывкой. Скважины ставятся на ремонт если:

- 1) в процессе работы происходит быстрое снижение производительности;
- 2) наблюдается пескование скважины;
- 3) ухудшился бактериологический анализ воды и прокачка насосом не дает результата;
- 4) фильтр скважины не подвергался очистке более трех лет.

При электрогидравлической обработке декольматация фильтра и прилегающих к нему слоев гравийной обсыпки достигается в основном за счет ударной волны, акустических волн и гидротоков, возникающих при пульсациях парогазового пузыря [1]. Однако, учитывая малые размеры пузыря, имеющего диаметр не более 10 сантиметров, следует отметить, что фильтрационные потоки при этом методе незначительные, что снижает эффект регенерации особенно в скважинах большого диаметра.

Авторами разработана и внедрена на практике технология восстановления производительности скважин с использованием взрыва водородно-кислородной смеси.

При газодинамическом методе регенерации фильтр и призабойная зона подвергаются воздействию ударных волн, волн сжатия и разрежения, мощного гидротока в полости фильтра и знакопеременных фильтрационных потоков в пористой среде. Дополнительно имеет место имплозионное воздействие, которое проявляется на последней стадии движения продуктов взрыва водорода – водяных паров [2].

Регенерация фильтров скважин импульсными методами достаточно недорогое мероприятие, однако в большинстве своем обеспечивает разрушение цементирующих связей кольматирующего материала и частичное его удаление только из прилегающего к фильтру участка прифильтровой зоны. Поэтому продолжительность эффекта импульсной регенерации небольшая и составляет 6-8 месяцев.

В этой связи для длительно эксплуатирующихся скважин, становятся актуальными комбинированные обработки, представляющие собой сочетание импульсных, механических и реагентных методов восстановления их дебита.

Период стабильной работы скважин после таких обработок может достигать 3–4 лет. Стоимость обработок несколько возрастает за счет дополнительного использования реагентов, однако она на порядок меньше стоимости новой скважины. Это позволяет считать эти методы

ресурсосберегающими. Применение же правильно подобранных на стадии лабораторных исследований реагентов, не наносящих ущерба окружающей среде, позволяет считать эти методы экологически безопасными.

Авторами разработана и внедрена с 2003 года на водозаборах г. Минска технология комплексного импульсно-виброреагентного воздействия в виде последовательной обработки фильтра подводными взрывами водорода, механической очистки щетками, реагентной обработки с последующей виброимпульсной обработкой прифильтровой зоны, совмещенной с эрлифтной откачкой[3]. С 2003 по 2014 год в УП «Минскводоканал» с применением технологий газоимпульсного и виброволнового воздействия, комплексного импульсно-виброреагентного воздействия на фильтр и призабойную зону ежегодно обрабатывалось от 6 до 10 скважин. Экономический эффект достигался не только от дополнительного количества добытой воды, но и от снижения удельных затрат электроэнергии на один кубический метр добытой воды из-за повышения отметки динамического уровня.

В таблице приведены результаты обработки скважин с применением указанных технологий на различных водозаборах Минска.

Таблица

	Глубина скв., м	Стат., м	Диаметр, м	Пониж., м	Q, м ³ /ч	q, м ³ /ч/м	Увелич. уд. деб., раз	Экономич. эффект руб./год
В/з №1 «Новинки», скважина №37. Импульсно-виброволновая обработка								
До ремонта	33	3	23,5	20,5	78	3,8		
После рем.	33,3	3	12,75	9,75	78	8	2,11	10625
В/з №5 «Боровляны», скважина №21Г. Импульсно-виброволновая обработка								
До ремонта	65	20,5	42,5	22	65	3		
После рем.	65	20,5	23,45	2,95	65	22	7,3	15476
В/з №6 «Острова», скважина №5Б. Импульсно-виброволновая обработка								
До ремонта	74	11,8	16,5	4,7	110	23,36		
После рем.	74,2	11,8	14,27	2,47	110	44,44	1,9	2835
В/з №7 «Волма», скважина №38. Импульсно-виброреагентная обработка								
До ремонта	52	20,5	25,5	5	65	13		
После рем.	52	20,5	23,2	2,7	65	24	1,8	1995
В/з №2 «Зеленовка», скважина №18. Импульсно-виброреагентная обработка								
До ремонта	78,6	19	51,7	32,7	120	3,67		
После рем.	78,6	19	27	8	120	15	4,09	13376

Годовой экономический эффект при применении технологий газоимпульсного и виброволнового воздействия, комплексного импульсно-виброреагентного воздействия на фильтр и призабойную зону можно получить от экономии электроэнергии при работе погружного насоса за счет повышения отметки динамического уровня. Приведем для примера расчет для скважины №37, в/з «Новинки».

Работа насоса до обработки скважины:

Полезная, или гидравлическая мощность насоса определяется по формуле:

$$N_{\text{п}} = (\rho g \cdot Q \cdot H) / 1000 = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,0217 \cdot 23,5 / 1000 = 5 \text{ кВт.}$$

Мощность насоса определим через его к. п. д.:

$$N = N_{\text{п}} / \eta = 5 / 0,55 = 9,1 \text{ кВт.}$$

Потребляемую мощность электродвигателя получим через к.п.д. электродвигателя $\eta_{\text{э}}=0.83$ [4]:

$$N_{\text{э}} = N / \eta_{\text{э}} = 9,1 / 0,83 = 10,96 \text{ кВт.}$$

Работа насоса после обработки скважины:

Полезная, или гидравлическая мощность насоса определяется по формуле:

$$N_{\text{п}} = (\rho g \cdot Q \cdot H) / 1000 = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,0217 \cdot 12,75 / 1000 = 2,7 \text{ кВт.}$$

Мощность насоса определим через его к.п.д.:

$$N = N_{\text{п}} / \eta = 2,7 / 0,55 = 4,9 \text{ кВт.}$$

Потребляемую мощность электродвигателя получим через к.п.д. электродвигателя $\eta_{\text{э}}=0.83$ [4]:

$$N_{\text{э}} = N / \eta_{\text{э}} = 4,9 / 0,83 = 5,9 \text{ кВт.}$$

Разность затрат потребляемой мощности составит

$$\Delta N_{\text{э}} = 10,96 - 5,9 = 5,06 \text{ кВт.}$$

Стоимость 1кВт потребляемой энергии в УП «Минскводоканал» на 1.11.2018г. составляет 0.294 рубля с НДС. Годовой эффект от экономии электроэнергии с учетом коэффициента $n=0,8$ неравномерности работы скважины составит:

$$\text{Э} = 5,06 \cdot 0,294 \cdot 24 \cdot 31 \cdot 12 \cdot 0,8 = 10\,625 \text{ руб.}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Башкатов Д.Н., Драхлис С.Л., Сафонов В.В., Квашнин Г.П. Специальные работы при бурении и образовании скважин на воду. – Справочник.- М.: Недра, 1988. – 268 с.

2. Ивашечкин В.В., Технологические параметры декольматации фильтров скважин газоимпульсным методом.-Сооружение и эксплуатация водозаборов подземных вод. Материалы семинара. – Москва, 1991.

3. Ивашечкин В. В., Шейко А.М., Кондратович А.Н. Регенерация скважинных и напорных фильтров систем водоснабжения.-Мн.: БНТУ, 2008. – 276с.

4. Агрегаты электронасосные центробежные скважинные для воды. Каталог.Производственно-практическое издание.ОАО «Завод Промбурвод».-Мн.: Тирас-Н, 2003. – 63с.