

УДК 622.233:551.49

А. К. Судаков, канд. техн. наук

ГВУЗ «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина

Производственные испытания технологии оборудования гидрогеологической скважины криогенно-гравийным фильтром на участке Ждановка Магдалиновского района Днепропетровской области

Представлены результаты производственных испытаний технологии оборудования гидрогеологической скважины криогенно-гравийным фильтром. Определена экономическая эффективность испытанной технологии.

Ключевые слова: производственные испытания, гидрогеологическая скважина, криогенная технология, криогенно-гравийный фильтр, минераловязующий материал.

Постановка проблемы. На кафедре техники разведки месторождений полезных ископаемых Национального горного университета на протяжении ряда лет проводятся работы по разработки технологии создания криогенно – гравийных элементов (КГЕ) фильтров и технологии оборудования водоприемной части гидрогеологической скважины криогенно – гравийными фильтрами (КГФ) [1,2].

На заключительном этапе разработки технологий сотрудниками кафедры и ООО ПГГ «Днепрогидрострой» в период с 25 декабря по 29 декабря 2012 года были проведены производственные испытания технологии оборудования гидрогеологической скважины криогенно – гравийным фильтром на участке с. Ждановка Магдалиновского района Днепропетровской области.

Целью статьи является рассмотрение результатов производственных испытаний в задачи которых входило определение работоспособности технологии оборудования водоприемной части гидрогеологической скважины криогенно – гравийным фильтром и экономической эффективности выполнения работ по предлагаемой технологии.

Изложение основного материала. Объектом производственных испытаний являлись процессы: изготовления КГФ, транспортирования КГФ по стволу скважины, оборудования водоприемной части гидрогеологической скважины.

Участок ведения работ расположен в пределах Днепровско-Донецкого артезианского бассейна.

Водоносные горизонты распространены во всех стратиграфических комплексах пород, представленных на данной территории. При этом водоносные горизонты в отложениях межгорской свиты и ниже отличаются повышенной минерализацией ($>2 \text{ г/дм}^3$) и для организации централизованного хозяйственно – питьевого водоснабжения не рекомендуются.

Основными водоносными горизонтами, которые используются для организации автономного и централизованного водоснабжения, являются горизонты в четвертичных и неогеновых отложениях. Глубина залегания кровли водоносного горизонта 35 м, мощность водовместимых песков 14 м (рис. 1). Горизонт безнапорный.

Предполагаемый дебит скважины 3,6–12,0 м³/ч. Минерализация воды 1,2–1,6 г/дм³, жесткость 5–11 ммоль/дм³. Водоносный горизонт незащищен от проникновения поверхностных загрязнителей.

Бурение осуществлялось установкой УРБ-2А2.

Промывочная жидкость – нормальный глинистый раствор.

Конструкция скважины одноступенчатая. Интервал 0,0–33,0 м пробурен долотом диаметром 393,7 мм и перекрыт обсадной колонной диаметром 324 мм. Колонна зацементирована с выходом раствора на дневную поверхность.

Интервал 33,0–50,0 м пробурен долотом диаметром 244,5 мм и обсажен «впотай» фильтровой колонной диаметром 110 мм. Ее компоновка приведена в табл. 1.

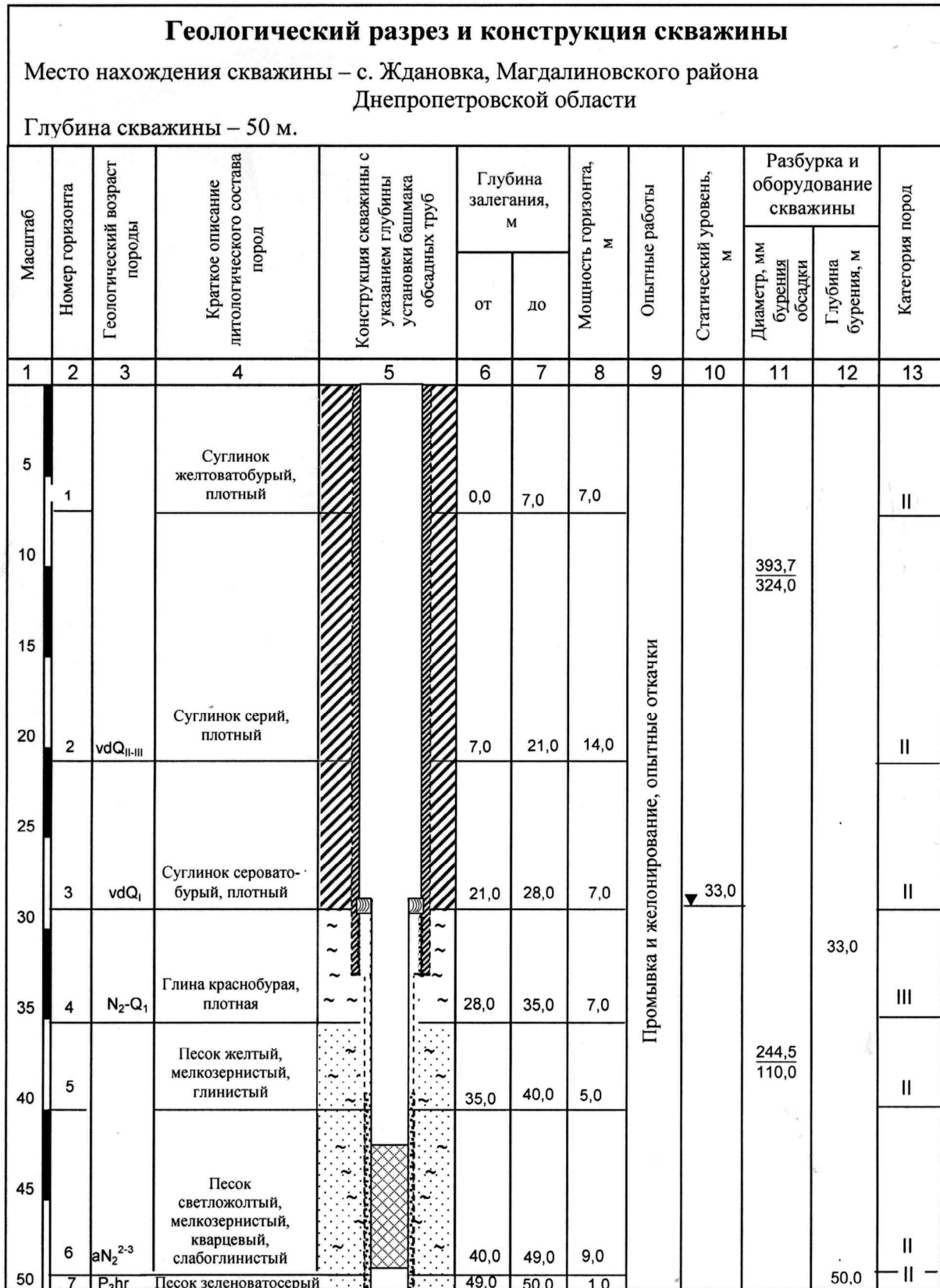


Рис. 1. Геологический разрез и конструкция скважины на участке с. Ждановка Магдалиновского района Днепропетровской области

Табл. 1 – Компоновка фильтровой колонны

Отстойник фильтровой колонны:	
наружный диаметр, м	0,110
длина, м	2,0
Рабочая часть фильтровой колонны:	
наружный диаметр, м	0,112
длина, м	6,0
Надфильтровая часть фильтровой колонны	
наружный диаметр, м	0,110
длина, м	13,0

Нижняя часть отстойника фильтровой колонны оборудована обратным клапаном.

Рабочая часть фильтровой колонны имела круглую перфорацию. Ее водоприемная поверхность выполнена из полимерной сетки квадратного плетения сечением 1 мм. Наружный диаметр рабочей части фильтровой колонны – 112 мм. Внутренний диаметр криогенно – гравийного элемента фильтра 118 мм, наружный – 180 мм.

Для данных геолого-технических условий производственных испытаний принято:

- суммарная длина криогенно-гравийных элементов фильтра, м..... 9,0;
- длина криогенно-гравийного элемента фильтра, м..... 0,5.

Для изготовления криогенно – гравийных элементов фильтра использовался неоднородный, плохо окатанный гравий карьера «Просьяное».

Между отстойником и рабочей частью фильтровой колонны установлена опора криогенно – гравийных элементов фильтра, которая имела наружный диаметр – 180 мм.

Длина фильтровой колонны составила 21 м.

Сборка и спуск фильтровой колонны осуществлялся с положения «на вынос».

Верх фильтровой колонны находится выше башмака обсадной колонны на 4 м. Межколонное пространство герметизировано деревянным сальником.

Сооружение скважины осуществлялось в зимний период. Среднесуточная температура воздуха – 3 °С.

Доставка гравия с базы предприятия осуществлена буровой УРБ-2А2.

Работы по изготовлению криогенно – гравийных элементов выполнялись перед бурением скважины на участке ведения работ. Омоноличивание криогенно – гравийных элементов фильтра проходило при температуре – 20 °С в морозильном ларе на протяжении 24 часов (рис. 2).



Рис. 2. Замораживание КГЭ фильтра

Для изготовления криогенно – гравийного фильтра длиной 9 м затрачено:

– масса гравия, кг.....	200;
– объем водного раствора желатина, л.....	63;
– масса желатина марки П-11, кг.....	2,3.

В результате получено:

– масса криогенно–гравийного элемента фильтра, кг.....	14,0;
– массовая концентрация в водном растворе желатина марки П – 11, %.....	3,0;
– толщина гравийной обсыпки криогенно – гравийного элемента фильтра, мм.....	30,0.

После вскрытия водоносного горизонта на всю мощность осуществлялось: замер температуры пластовой воды; извлечение криогенно – гравийных элементов из форм (рис. 3); подготовка фильтровой колонны; сборка криогенно – гравийного фильтра (рис 4), извлечение буровой колонны из скважины.

Температура скважинной жидкости + 6 °С.

С помощью муфты на буровой колонне осуществлена транспортировка криогенно – гравийного фильтра (рис. 5) по стволу скважины с посадкой его в ее водопримную часть.

При транспортировке осложнений не наблюдалось. Башмак фильтровой колонны установлен на глубине – 50 м.



Рис. 3. Извлечение криогенно – гравийных элементов из форм

После проверки щупом уровня гравия в скважине, надфильтровая часть колонны была герметизирована сальником с последующей промывкой скважины технической водой в течение 3 часов.

При испытании технологий изготовления и оборудования криогенно – гравийным фильтром гидрогеологической скважины вели хронометраж времени выполнения технологических операций. В результате которого установлены затраты времени на:

- 1) Извлечение криогенно – гравийных элементов из форм 30 мин.
- 2) Сборку криогенно – гравийного фильтра – 30 мин.
- 3) Спуск 3 м свечи в скважину – 10 с.
- 4) Нарращивание фильтровой колонны 7 мин.
- 5) Нарращивание буровой колонны – 1 мин.
- 6) Транспортировку криогенно – гравийного фильтра по стволу скважины с посадкой в ее водопримную часть – 60 мин.

В заключительный период сооружения скважины была осуществлена пробная откачка пластовых вод. В ее начальный период наблюдалось незначительное пескование скважины, но по прошествии 1 часа вода полностью осветлилась, а еще через 4 часа пескование прекратилось.



Рис. 4. Сборка криогенно-гравийного фильтра



Рис. 5. Спуск КГФ в скважину

Во время пробных откачек определялись дебиты и уровни жидкости в скважине. Установлено, что: дебит скважины составил – $9,8 \text{ м}^3/\text{ч}$; статический уровень – $33,0 \text{ м}$; динамический – $38,0 \text{ м}$; понижение 5 м ; удельный дебит – $1,96 \text{ м}^3/\text{м}\cdot\text{ч}$.

При определении экономической эффективности технологии оборудования гидрогеологической скважины КГФ пробуренной на участке с. Ждановка Магдалиновского района Днепропетровской области одинаковые затраты не учитывались.

Экономический эффект \mathcal{E} от внедрения новой технологии рассчитывались исходя из

$$\mathcal{E} = C^b - C^n,$$

C^b и C^n – себестоимость оборудования гравийными фильтрами, соответственно базовым и предлагаемым методом, тыс. грн.

В качестве базы сравнения при анализе экономической эффективности технологий выбрана технология создания гравийных фильтров в скважине при, которой гравий засыпается через устье и доставляется в водоприемную часть по межколонному пространству скважины.

В общем случае себестоимость C^b базовой технологии определится, как

$$C^b = C_{\text{п.в.}}^b + C_{\text{в.}}^b + C_{\text{в.в.}}^b + C_{\text{г.}}^b + C_{\text{г.тр.}}^b + C_{\text{о.о.}}^b,$$

где $C_{\text{п.в.}}^b$ – стоимость время промывки скважины водой, удаления глинистой корки, образования каверны, тыс. грн;

$C_{\text{в.}}^b$ – стоимость воды, необходимой для замещения раствора, промывки скважины, создания каверны, тыс. грн;

$C_{\text{в.в.}}^b$ – стоимость вывоза отработанной воды, тыс. грн;

C_{Γ}^6 – стоимость гравия, расходуемого при базовой технологии, тыс. грн;

$C_{\Gamma.тр.}^6$ – стоимость время, затрачиваемого на засыпку через устье и транспортирование гравия по стволу скважины, тыс. грн;

$C_{o.o.}^6$ – стоимость время опытных откачек, тыс. грн.

Себестоимость C^{Π} предлагаемой технологии определится, как

$$C^{\Pi} = C_{п.к.}^{\Pi} + C_{э.н.}^{\Pi} + C_{\Gamma}^{\Pi} + C_{ж}^{\Pi} + C_{п.в.}^{\Pi} + C_{в}^{\Pi} + C_{в.в.}^{\Pi} + C_{o.o.}^{\Pi},$$

где $C_{п.к.}^{\Pi}$ – стоимость время, затраченного персоналом для приготовления композита, формования, разборки форм и извлечения КГЭ фильтра, тыс. грн.

$C_{э.н.}^{\Pi}$ – стоимость энергоносителей, затраченных для приготовления и омоноличивания КГЭ фильтра, тыс.грн. Определится, как $C_{э.н.}^{\Pi} = C_{э.э.} + C_{п.}$

где $C_{э.э.}$ – стоимость электроэнергии, израсходованной ларем мощностью 0,5 кВт/ч за 24 ч омоноличивания КГЭ, тыс. грн; $C_{п.}$ – стоимость пропана, израсходованного для нагрева воды, тыс. грн;

C_{Γ}^6 – стоимость гравия, израсходованного по предлагаемой технологии, тыс. грн;

$C_{ж}^{\Pi}$ – стоимость желатина, израсходованного для приготовления КГЭ фильтра, тыс. грн;

$C_{п.в.}^{\Pi}$ – стоимость время промывки скважины водой, удаления глинистой корки, тыс. грн;

$C_{в}^{\Pi}$ – стоимость воды необходимой для замещения раствора, промывки скважины, тыс.грн;

$C_{в.в.}^{\Pi}$ – стоимость вывоза отработанной воды для тех же условий составило, тыс. грн;

$C_{o.o.}^{\Pi}$ – стоимость время опытных откачек, тыс. грн.

Сравниваемые затраты времени и средств по базовой и предлагаемой технологий оборудования водоприемной части гидрогеологической скважины приведены в табл. 2. Стоимость материалов и энергоносителей приняты на декабрь 2012 г. Стоимость 8 часовой станко-смены $C_{ст.см} = 3$ тыс. грн.

В результате оценки экономической эффективности установлено, что:

- технология изготовления криогенно – гравийных элементов фильтра позволяет уменьшить расход гравийного материала в 10 раз;
- испытанная технология оборудования водоприемной части гидрогеологической скважины криогенно – гравийным фильтром позволяет сократить непроизводительные затраты времени в 2,3 раза или на 1,75 ст. см;
- экономический эффект от применения технологии оборудования водоприемной части гидрогеологической скважины криогенно – гравийным фильтром составил 6138 грн. Это достигнуто за счет: снижения времени транспортировки гравия к водоносному горизонту на 0,13 ст. см., времени промывки на 1,0 ст.см., времени пробных откачек на 0,87 ст. см., а также существенного сокращения транспортных расходов на 900 грн., экономии топлива – 90 л за счет снижения потребления и утилизации технической воды расходуемой для промывки и образования каверны в водоносном горизонте буровой скважины в 5–6 раз.

Табл. 2 – Исходные данные для расчета экономической эффективности

показатель	Базовая технология		Предлагаемая технология		
	продолжительность операций, ст. см.	стоимость, тыс. грн.	показатель	продолжительность операций, ст. см.	стоимость, тыс. грн.
–	–	–	$C_{п.к.}^{\Pi}$	0,25	0,75
–	–	–	$C_{э.н.}^{\Pi}$	–	0,044
–	–	–	$C_{ж}^{\Pi}$	–	0,13
$C_{п.в.}^6$	1,50	4,50	$C_{п.в.}^{\Pi}$	0,5	1,5
$C_{в}^6$	–	0,60	$C_{в}^{\Pi}$	–	0,1
$C_{в.в.}^6$	–	0,50	$C_{в.в.}^{\Pi}$	–	0,1
C_{Γ}^6	–	0,18	C_{Γ}^{Π}	–	0,018
$C_{\Gamma.тр.}^6$	0,13	0,39	–	–	–
$C_{o.o.}^6$	1,50	4,50	$C_{o.o.}^{\Pi}$	0,63	1,89
Всего C^6	3,13	10,67	Всего C^{Π}	1,38	4,532

Примечание: « – » затраты отсутствуют.

Выводы. В результате проведения производственных испытаний на участке с. Ждановка Магдалиновского района Днепропетровской области установлено, что:

1. Производственные испытания технологии оборудования гидрогеологической скважины криогенно – гравийным фильтром установили работоспособность и эффективность исследуемой технологии и доказали, что:

– разработанная технология изготовления криогенно – гравийных элементов фильтра позволяет ее применять в условиях буровой;

– технология транспортирования криогенно – гравийного фильтра по стволу скважины с применением стандартного оборудования и инструмента не усложняет процесс оборудования водоприемной части гидрогеологической скважины гравийным фильтром, а упрощает его.

2. Технология изготовления криогенно – гравийных элементов фильтра позволяет уменьшить расход гравийного материала в 10 раз, улучшить процесс изготовления гравийного фильтра за счет формирования обсыпки на дневной поверхности.

3. Испытанная технология оборудования водоприемной части гидрогеологической скважины криогенно – гравийным фильтром позволяет сократить непроизводительные затраты времени в 2,3 раза или на 1,75 ст. см.

4. Экономический эффект от применения технологии оборудования водоприемной части гидрогеологической скважины криогенно – гравийным фильтром составил 6138 грн.

5. Разработанные технологии изготовления криогенно – гравийного фильтра и транспортирования криогенно – гравийного фильтра по стволу скважины могут применяться при сооружении гидрогеологических скважин.

Библіографічний список

1. Гравійний фільтр: Пат. 88726. UA, МКИ E21 B43/00 / Кожевников О.А., Судаков А.К., Пашенко О.А., Камішацький О.Ф., Тітов В.І., Лексиков О.А., Донцов В.П. (UA). – №а200803913; Замовлено 28.03.08; Друк. 10.11.09, Бюл. № 20.
2. Кожевников А.А. Технология оборудования криогенно–гравийными фильтрами водоприемной части буровой скважины / А.А. Кожевников, С.В. Гошовский, А.К.Судаков // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сборник научных трудов. – 2009. – Вып. 12. – С. 62–66.

Надійшла до редакції 23.07.2013

А. К. Судаков

ДВНЗ «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, Україна

Виробничі випробування технології обладнання гідрогеологічної свердловини криогенно-гравійним фільтром на ділянці Жданівка Магдалинівського району Дніпропетровської області

Наведено результати виробничих випробувань технології обладнання гідрогеологічної свердловини криогенно-гравійним фільтром. Визначена економічна ефективність розробленої технології.

Ключові слова: виробничі випробування, гідрогеологічна свердловина, криогенна технологія, криогенно–гравійний фільтр, мінералов'язучий матеріал.

A. Sudakov

National Mining University, Dnepropetrovsk, Ukraine

Production testing of the technology of cryogenic-gravel filter for hydrogeological wells on Zhdanovka site of Magdalinovskyi district of Dnipropetrovsk region

The results of production tests of technology of equipping a hydrogeological well with a cryogenic-gravel filter are presented. Economic efficiency of the tested technology is considered.

Keywords: production tests, hydrogeological well, cryogenic technology, cryogenic-gravel filter, mineral-astringent material.