

- металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2012. – С. 617–623.
7. Оценка качества порошков сверхтвердых материалов. Часть 1. Теоретические основы метода оценки характеристик качества / Н. В. Новиков, Г. Ф. Невструев, Г. Д. Ильницкая, и др. // Сверхтвердые матер. – 2006. – № 5. – С. 74–83. Ч. 2. Практическое применение нового метода оценки характеристик качества // Сверхтвердые матер. – 2006. – № 6. – С. 58–67.
 8. Синтетические алмазы в геологоразведочном бурении / Под ред. В. Н. Бакуля, – К.: Наук. думка, 1978. – 232 с.

Поступила 14.05.2013

УДК 622.233: 551.49

А. А. Кожевников, д-р техн. наук, А. К. Судаков, канд. техн. наук.

Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепрпетровск, Украина

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБОРУДОВАНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН КРИОГЕННО- ГРАВИЙНЫМИ ФИЛЬТРАМИ

Представлены результаты производственных испытаний технологии оборудования гидрогеологических скважин криогенно-гравийными фильтрами. Определена экономическая эффективность испытанной технологии.

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

Актуальность и состояние проблемы. Для оборудования водоприемной части скважин, водоносные горизонты которых представлены мелкозернистыми, тонкозернистыми и пылеватыми песками, необходимо использовать гравийные фильтры. С этой целью используются разные типы гравийных фильтров, которые изготавливаются как на дневной поверхности, так и в буровой скважине. Эти конструкции имеют ряд недостатков, приводящих к перерасходу времени и средств, отведенных на оборудование буровых скважин гравийными фильтрами [1; 2].

На кафедре техники разведки месторождений полезных ископаемых Национального горного университета на протяжении ряда лет проводятся работы по разработке технологии изготовления криогенно-гравийных фильтров (КГФ) и технологии оборудования ими водоприемной части скважин [3; 4].

В основе работы лежит идея создания технологии изготовления элемента гравийного фильтра блочной конструкции с соединением гравийного материала в монолит с помощью вяжущего вещества на водной основе по криогенной (низкотемпературной) технологии с последующим переходом гравийного материала в рыхлое состояние за счет приобретения вяжущим веществом реологических свойств воды, что происходит под воздействием положительной температуры пластовых вод после доставки КГФ в водоприемную часть скважины.

Цель работы – проанализировать результаты производственных испытаний по определению эффективности технологии оборудования водоприемной части гидрогеологической скважины КГФ и экономической эффективности выполнения работ по предлагаемой технологии.

Производственные испытания технологии оборудования гидрогеологических скважин КГФ проводили на следующих коммерческих предприятиях: ЧП «Азовнерудгеология» (Балково Токмакского района Запорожской области; Николаевка Васильковского района Днепропетровской области) и ООО Промышленно-геологической группе «Днепрогидрострой» (Ждановка Магдалиновского района и Мусиевка Криворожского района Днепропетровской области).

Условия и порядок оборудования скважин КГФ

Производственные испытания технологии оборудования гидрогеологических скважин криогенно-гравийными фильтрами проводили в сложных геологических условиях, обусловленных наличием в разрезах суглинков, глины большой мощности, в том числе водоносных горизонтах; засоленных вышележащих пластовых вод; безнапорных незащищенных водоносных горизонтов, представленных мелкозернистыми песками.

Для производственных испытаний применяли различные компоновки фильтровых колон. Диаметры и материалы колон также различны. Применяли трубы как металлические, так и изготовленные из ПВХ.

На каждой скважине производственные испытания проводили с учетом конкретных условий: размещения участка работ, глубины скважины, используемого оборудования и пр. Для испытаний приняли единый порядок выполнения технологических операций по сооружению гидрогеологической скважины. Этот порядок заключался в следующей последовательности выполнения работ:

- после прибытия на участок ведения работ размещали технологическое оборудование для бурения скважины и изготавливали опытные образцы криогенно-гравийных элементов КГЭ;
- после бурения под эксплуатационную колонну и ее цементирования изготавливали опытные образцы КГЭ расчетной длины. Этот процесс заключался в подготовке материалов КГФ, их смешивании (рис. 1), формовании (рис. 2) и замораживании (рис. 3) опытных образцов КГЭ. Замораживание КГЭ продолжалось на протяжении 24 часов [5]. При этом для определения экономической эффективности исследуемой технологии регистрировали затраты времени, материалов и энергоносителей;
- после вскрытия водоносного горизонта, его промывки, опытные образцы КГЭ извлекались из форм (рис. 4) с последующей сборкой КГФ. Одновременно осуществляли подъем бурильной колонны из скважины и замер температуры пластовых вод.



Рис. 1. Перемешивание композита



Рис. 2. Формование КГЭ

Сборка заключалась в соединении КГЭ с каркасом фильтровой колонны (рис. 5) и установлению нижнего и верхнего хомутов. Продолжительность сборки фиксировали в журнале;

– последним этапом работ являлись пробные откачивания. Продолжительность промывания и пробных откачиваний, дебит скважины, статический и динамический уровни, а также вещественный состав вышедшего из скважины потока фиксировали в журнале.

Результаты оборудования скважин КГФ

За этот период было проведено четыре испытания технологии изготовления КГЭ и оборудования КГФ водоприемных частей гидрогеологических скважин, глубина которых не превышала 100 м.

Сооружение скважин осуществляли в зимний период. Среднесуточная температура воздуха составляла от +1 °С до –3 °С, за исключением января 2012 г. В этот период температура снижалась до –20 °С и ниже, среднесуточная минус 15 °С.

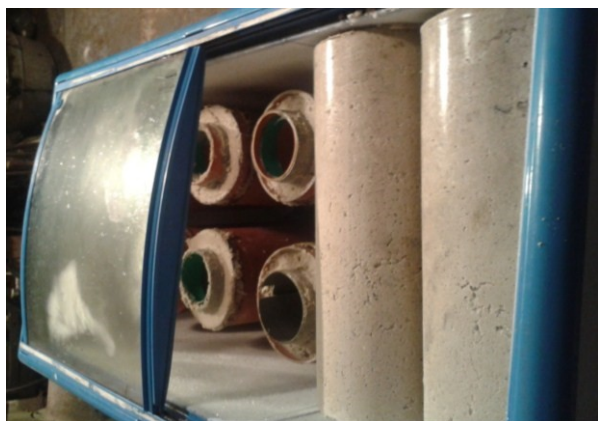


Рис. 3. Замораживание в ларе КГЭ



Рис. 4. Извлечение опытных образцов КГЭ из форм

На участке в Николаевке из-за низкой температуры окружающей среды КГЭ замораживали в атмосферных условиях. Материалы израсходованные для изготовления КГФ и их количество приведены в табл. 1.

Доставляли гравий с баз предприятий буровыми установками, воду водовозами из ближайших водоемов.

После вскрытия водоносного горизонта на всю мощность измеряли температуру пластовых вод. Температура скважинной жидкости составляла 5–7 °С.

Транспортировали КГФ по стволу скважин с посадкой в водоприемную часть на бурильных трубах (рис. 6).

Таблица 1. Материалы для изготовления КГФ

Показатель	Участок работ			
	Балково	Николаевка	Мусиевка	Ждановка
Длина КГФ, м	10	12	10	9
Масса гравия, т	0,28	0,334	0,23	0,2
Расход желатина марки П-11, кг	2,5	3,0	2,5	2,3
Объем воды, л	70	84	65	63

При транспортировании осложнений не наблюдалось. Башмак фильтровых колонн устанавливали на фактической глубине забоя скважин.

После проверки щупом уровня гравия в скважинах надфильтровые части колонн герметизировали сальниками с последующим промыванием скважин технической водой. Продолжительность промывания 3–4 ч.



Рис. 5. Процесс сборки КГФ



Рис. 6. Спуск КГФ в скважину

При испытании технологий изготовления и оборудования гидрогеологических скважин КГФ проводили хронометраж продолжительности выполнения технологических операций (табл. 2).

Таблица 2. Показатели технологических операций по оборудованию водоносных горизонтов КГФ

Показатель	Участок работ			
	Балково	Николаевка	Мусиевка	Ждановка
Буровая установка	1БА15В	1БА15В	УРБ-3А3	УРБ-2А2
Продолжительность извлечения КГЭ из форм, мин	27	40	30	30
Продолжительность сборки КГФ, мин	35	30	30	30
Длина фильтровой колонны, м	37	52	54	21
Длина свечи фильтровой колонны, м	12	12	12	3
Среднее продолжительность спуска одной свечи фильтровой колонны в скважину, с	25	25	25	10
Продолжительность наращивания фильтровой колонны, мин	6	6	7	7
Длина бурильной свечи, м	12	12	12	4,5
Среднее продолжительность спуска бурильной свечи в скважину, с	22	20	25	12
Продолжительность наращивания бурильной колонны, мин	2	2	1,5	1
Продолжительность транспортировки КГФ по стволу скважины, мин.	40	40	60	60

Из данных табл. 2, следует, что с увеличением высоты мачты, а следовательно, длины свечи, можно сократить продолжительность транспортирования КГФ по стволу скважины на одну треть.

На заключительном этапе сооружения скважин осуществляли пробные откачивания пластовых вод. Сначала наблюдалось незначительное пескование скважин, но после 1–2 ч вода полностью осветлялась, а еще через 3–6 ч пескование прекращалось.

Наиболее часто на практике используют гравийные фильтры, созданные в скважине с помощью гравия, который засыпают через устье и доставляют в водоприемную часть по межколонному пространству. В качестве базы для сравнения при анализе технико-экономических показателей технологии оборудования водоприемной части буровой скважины КГФ выбран этот способ.

При определении экономической эффективности сравниваемых технологий одинаковые затраты не учитывали.

Экономический эффект от внедрения новой технологии рассчитывали по формуле

$$\Delta = C^6 - C^п,$$

где C^6 , $C^п$ – себестоимость оборудования гравийными фильтрами, соответственно базовым и предлагаемым методом, тыс. грн (табл. 3).

Таблица 3. Результаты расчета экономической эффективности технологий оборудования гидрогеологических скважин КГФ

Базовая технология			Предлагаемая технология, участок работ								
			Показатель	Балково		Николаевка		Мусиевка		Ждановка	
показатель	продолжительность операций, ст.см	стоимость, тыс. грн		продолжительность операций, ст.см	стоимость, тыс. грн	продолжительность операций, ст.см	стоимость, тыс. грн	продолжительность операций, ст.см	стоимость, тыс. грн	продолжительность операций, ст.см	стоимость, тыс. грн
–	–	–	$C^п_{п.к}$	0,25	0,75	0,25	0,75	0,25	0,75	0,25	0,75
–	–	–	$C^п_{э.н.}$		0,044		0,02		0,044		0,044
–	–	–	$C^п_{ж}$		0,14		0,168		0,14		0,13
$C^6_{п.в.}$	2,00	6,00	$C^п_{п.в.}$	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5
$C^6_{в.}$		0,70	$C^п_{в.}$		0,1		0,1		0,1		0,1
$C^6_{в.в.}$		0,60	$C^п_{в.в.}$		0,1		0,1		0,1		0,1
$C^6_{г.}$		0,27	$C^п_{г.}$		0,025		0,031		0,021		0,018
$C^6_{г.тр.}$	0,25	0,75	–	–	–	–	–	–	–	–	–
$C^6_{о.о.}$	1,50	4,50	$C^п_{о.о.}$	0,75	2,25	1,0	3,0	0,63	1,89	0,63	1,89
Всего C^6	3,75	12,82	Всего $C^п$	1,5	4,909	1,75	5,569	1,38	4,545	1,38	4,532

Примечание: «–» затраты отсутствуют; $C^6_{п.в.}$, $C^п_{п.в.}$ – стоимость станко-смены промывки скважины водой, удаления глинистой корки, образования каверны, тыс. грн; $C^6_{в.}$, $C^п_{в.}$ – стоимость воды, необходимой для замещения раствора, промывки скважины, создания каверны, тыс. грн; $C^6_{в.в.}$, $C^п_{в.в.}$ – стоимость вывоза отработанной воды, тыс. грн; $C^6_{г.}$, $C^п_{г.}$ – стоимость гравия, тыс. грн; $C^6_{о.о.}$, $C^п_{о.о.}$ – стоимость станко-смены опытных откачек, тыс. грн; $C^6_{г.тр.}$ – стоимость станко-смены при засыпке гравия через устье и транспортирование по стволу скважины, тыс. грн; $C^п_{п.к.}$ – стоимость станко-смены изготовления КГЭ, тыс. грн; $C^п_{э.н.}$ – стоимость энергоносителей для изготовления КГЭ, тыс. грн. $C^п_{э.н.} = C_{э.э.} + C_{п.}$, где $C_{э.э.}$ – стоимость электроэнергии, израсходованной ларем мощностью 0,5 кВт/ч за 24 часа омоноличивания КГЭ, тыс. грн; $C_{п.}$ – стоимость пропана, израсходованного для нагрева воды, тыс. грн; $C^п_{ж}$ – стоимость желатина, израсходованного для приготовления КГЭ, тыс. грн.

Стоимость материалов и энергоносителей приняты на период выполнения работ. Стоимость восьми часовой станко-смены $C_{ст.см} = 3$ тыс. грн.

В результате оценки экономической эффективности установлено, что:

– технология изготовления КГЭ позволяет уменьшить расход гравийного материала, а также улучшить процесс изготовления фильтра за счет формирования гравийной обсыпки на дневной поверхности под визуальным контролем процесса;

– испытанная технология оборудования гидрогеологических скважин КГФ позволяет сократить затраты времени в 2,0–2,7 раза;

– экономический эффект от применения технологии оборудования водоприемной части гидрогеологических скважин КГФ составил 6–8 тыс. грн.

Выводы

Производственные испытания технологии оборудования гидрогеологических скважин криогенно-гравийными фильтрами подтвердили работоспособность и эффективность разработанной технологии и показали следующие ее преимущества:

- позволяет ее применять в условиях буровой;
- не усложняет процесс оборудования водоприемной части гидрогеологической скважины гравийным фильтром, а упрощает его;
- позволяет сократить затраты времени, уменьшить расход гравия и получить существенный экономический эффект.

The results of productive tests of technology of hydrogeological well equipping of cryogenic-gravel filter are presented. Economic efficiency of the tested technology is certain.

Key words: *productive tests, hydrogeological well, cryogenic technology, cryogenic-gravel filter.*

Представлено результати виробничих випробувань технології обладнання гідрогеологічних свердловин криогенно-гравійними фільтрами. Визначена економічна ефективність випробуваної технології.

Ключові слова: *виробничі випробування, гідрогеологічна свердловина, криогенна технологія, криогенно-гравійний фільтр.*

Литература

1. Гаврилко В. М., Алексеев В. С. Фильтры буровых скважин. – М.: Недра, 1976. – 345 с.
2. Кожевников А. А., Судаков А. К., Диденко Ю. Г. Конструкции и изготовление гравийных фильтров, эксплуатация и ремонт буровых скважин. – Днепропетровск: ЛізуновПресс, 2012. – 355 с.
3. Кожевников А. А., Судаков А. К., Гриняк А. А. Гравийные фильтры с использованием эффекта двухфазного инверсного перехода агрегатного состояния вяжущего вещества // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр.– К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2008. – Вып. 11. – С. 84–88.
4. Кожевников А. А., Судаков А. К. К вопросу об оборудовании водоприемной части буровых скважин криогенно-гравийными фильтрами // Науковий вісник НГУ. – № 7. – 2009. – С. 13–16.
5. Технологія виготовлення блочного криогенно-гравійного фільтра бурових свердловин / А. О. Кожевников, А. К. Судаков, О. Ф. Камишацький, и др. // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. «Гірничо-геологічна»; ДВНЗ «ДонНТУ». – 2011. – Вип. 14(181). – С. 83–86.

Поступила 06.06.13