

А.К. Судаков¹, В.Т. Ратов², А.Ю. Дреус³, доктора технических наук,
Д.А. Судакова, канд. техн. наук

¹Национальный технический университет «Днепровская политехника»,
пр. Дмитрия Яворницкого, 19, 49005, Днепр, E-mail: sudakovu@ukr.net

²Каспийский университет, пр. Сейфулина 521, 050000, г. Алматы, Казахстан, E-mail:
ratov69@mail.ru,

³Днепровский национальной университет им. О. Гончара, пр. Гагарина, 72, 49005, Днепр,
Украина, dreus.a@dnu.dp.ua

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБОРУДОВАНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СКВАЖИНЫ КРИОГЕННЫМ БЛОЧНЫМ ГРАВИЙНЫМ ФИЛЬТРОМ

Целью работы является рассмотрение результатов производственных испытаний, в задачи которых входило определение работоспособности технологии оборудования водоприемной части гидрогеологической скважины криогенно-гравийными фильтрами и экономической эффективности выполнения работ по предлагаемой технологии.

Методология и научные подходы. Поставленные задачи решались комплексным методом исследования, включающим анализ и обобщение литературных и патентных источников, проведение аналитических, экспериментальных исследований.

Научное значение работы состоит в научном обосновании параметров эффективной технологии создания гравийных фильтров буровых скважин, водоприемная часть которых представлена тонкозернистыми песками.

Возможность использования результатов. Разработанная технология предназначена для сложных геолого-технических условий оборудования и эксплуатации буровых скважин. Областью применения предлагаемой технологии является оборудование буровых скважин различного целевого назначения криогенно-гравийными фильтрами в интервале продуктивных горизонтов, представленных тонкозернистыми песками с глубиной их залегания до 200 м.

Практическое значение. Результаты выполненного комплекса теоретических и экспериментальных исследований нашли практическое применение при проведении опытно-промышленного внедрения технологии оборудования гидрогеологических скважин криогенно-гравийными фильтрами, проведенных в условиях коммерческого предприятий и ООО Промышленно-геологической группы «Днепрогидрострой».

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

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

Постановка проблемы

Проблема питьевой воды в мире приобретает все большую остроту. Это связано с тем, что практически все пресные источники стали в той или иной степени загрязненными продуктами жизнедеятельности человека.

Выход один – бурение гидрогеологических скважин. Более 60% скважин на воду создаются в водоносных горизонтах, представленных рыхлыми отложениями. Самыми тяжелыми условиями считается оборудование гравийными фильтрами буровых скважин, водоприемная часть которых представлена тонкозернистыми песками.

Решению этой актуальной научной проблемы, состоящей в научном обосновании параметров эффективных технологий создания гравийных фильтров буровых скважин и имеющей важное практическое значение, и посвящены работы, которые на протяжении последних десятилетий выполняются на кафедре нефтегазовой инженерии и бурения НТУ «Днепровская политехника» (до 1.09.2020 г. техники разведки месторождений полезных ископаемых ДВНЗ «Национальный горный университет») [1–7].

Анализ исследований

На сегодняшний день разработаны технологии оборудования водоприемной части скважин гравийными фильтрами со съемным кожухом [8–12], манжетными гравийными фильтрами [5, 7]. В более поздний период разработана технология изготовления и оборудования продуктивных горизонтов буровых скважин криогенно-гравийными фильтрами (КГФ) [13–21]. Обоснованы рецептуры минераловязущего вещества и криогенно-гравийного композита, установлена закономерность влияния физических полей на изменение свойств минераловязущего вещества, криогенно-гравийного композита и элемента фильтра. Установлены закономерности влияния технологических операций по оборудованию водоприемной части буровой скважины на изменение физико-механических, теплофизических и технологических свойств экспериментального криогенно-гравийного элемента фильтра. Теоретически обоснованы и экспериментально, в стендовых условиях, отработаны параметры технологии доставки к водоприемной части буровой скважины криогенно-гравийного фильтра [22–43]. Это дало возможность оборудовать на территории Днепропетровской и Запорожской областей ряд гидрогеологических скважин глубиной от 50 до 100 м [44–47].

На заключительном этапе разработки технологии сотрудниками кафедры и ООО ПГГ «Днепрогидрострой» были проведены производственные испытания технологии оборудования гидрогеологической скважины КГФ на участке с. Мусиевка Криворожского района Днепропетровской области.

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

Объектом производственных испытаний являлись процессы: изготовления криогенно-гравийных элементов (КГЭ) КГФ, транспортирования КГФ по стволу скважины, оборудования водоприемной части гидрогеологической скважины.

В геоструктурном отношении участок находится в пределах Украинского кристаллического массива. В геологическом строении участка участвуют докембрийские кристаллические породы, перекрытые корой выветривания и отложениями палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем.

В целом участок характеризуется неблагоприятными условиями формирования пресных подземных вод. Отбираемая вода часто минерализована, водоносные горизонты, особенно четвертичных отложений, испытывают техногенное влияние, значительные площади засоления связаны с фильтрацией соленых вод из накопителей шахтных и карьерных вод.

Целевым водоносным горизонтом для бурения эксплуатационных скважин является водоносный горизонт в докембрийских породах. Глубина залегания кровли водоносного горизонта 80 м, мощность водовместимых песков 15 м (рис. 1). Предполагаемый дебит скважины 1,1–7,2 м³/ч. Минерализация воды 1,1–1,5 г/дм³, жесткость 11–15 ммоль/дм³. Водоносный горизонт защищен от проникновения поверхностных загрязнителей.

Бурение осуществлялось установкой УРБ-3А3. Промывочная жидкость – нормальный глинистый раствор. Конструкция скважины – одноступенчатая.

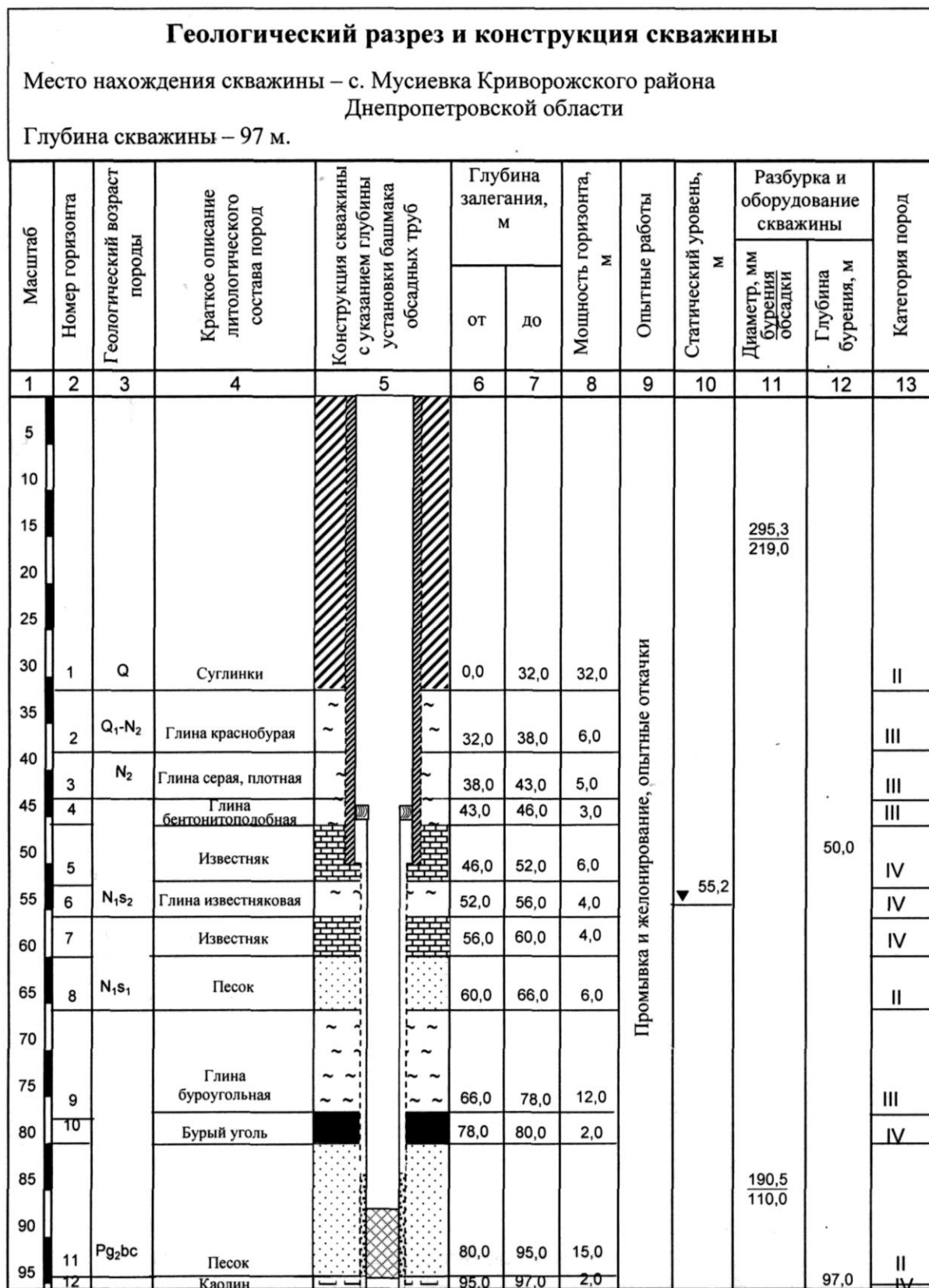


Рис. 1. Геологический разрез и конструкция скважины на участке с. Мусиевка Криворожского района Днепропетровской области

Интервал 0,0–50,0 м пробурен долотом 295,3 мм и перекрыт обсадной колонной диаметром 219 мм. Колонна зацементирована с выходом раствора на дневную поверхность. Интервал 50,0–97,0 м пробурен долотом 190,5 мм и обсажен «впотай» фильтровой колонной диаметром 110 мм. Сборка и спуск фильтровой колонны осуществлялся с положения «на вынос». Ее компоновка приведена в табл. 1. Нижняя часть отстойника фильтровой колонны оборудована обратным клапаном.

Таблица 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	7,0
Надфильтровочная часть фильтровой колонны:	
наружный диаметр, м	0,110
длина, м	45,0

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



Рис. 2. Омоноличивание КГЭ фильтров в морозильном ларе

Омоноличивание КГЭ фильтра проходило при температуре -20°C в морозильном ларе на протяжении 24 часов (рис. 2).

Для изготовления КГФ длиной 10 м затрачено:

- масса гравия, кг.....	230;
- объем водного раствора желатина, л.....	65;
- расход желатина марки П-11, кг.....	2,5.

В результате получено:

- масса КГЭ фильтра, кг.....	14,0;
- массовая концентрация в водном растворе желатина, %.....	3,5;
- толщина гравийной обсыпки КГЭ фильтра, мм.....	30,0.

Для данных геолого-технических условий производственных испытаний принято: суммарная длина КГФ – 10 м; длина КГЭ фильтра – 0,5 м. Длина фильтровой колонны составила 54 м. Верх фильтровой колонны находился выше башмака обсадной колонны на 7 м.

Для изготовления КГЭ фильтра использовался неоднородный, плохо окатанный гравий карьера «Просьяное». Доставка гравия с базы предприятия осуществлялась буровой установкой УРБ-3А3.

Работы по изготовлению КГЭ выполнялись параллельно с бурением скважины на участке ведения работ. Среднесуточная температура воздуха -2°C .

После вскрытия водоносного горизонта на всю мощность осуществлялось: замер температуры пластовой воды; извлечение КГЭ из форм; подготовка фильтровой колонны; сборка КГФ (рис. 3), извлечение бурильной колонны из скважины.



Рис. 3. Сборка криогенно-гравийного фильтра

промывкой скважины технической водой в течение 3 часов.

При испытании технологий изготовления и оборудования КГФ гидрогеологической скважины вели хронометраж времени выполнения технологических операций, в результате



Рис. 4. Спуск КГФ в скважину

которого установлены затраты времени на: извлечение КГЭ из форм – 30 мин; сборку криогенно-гравийного фильтра – 30 мин; спуск 12 м свечи в скважину – 25 с; наращивание фильтровой колонны – 7 мин; наращивание бурильной колонны – 1,5 мин; 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 скважин, но по прошествии 1 часа вода полностью осветлялась, а еще через 3 часа пескование прекратилось.

Во время пробных откачек определялись дебиты и уровни жидкости в скважине. В результате установлено, что: дебит скважины составил – 7,0 м³/ч; статический уровень – 55,2 м; динамический – 65,5 м; понижение – 10,3 м; удельный дебит – 0,68 м³/м·ч.

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 водопримную часть по межколонному пространству скважины.

При определении экономической эффективности технологии оборудования гидрогеологической скважины КГФ, пробуренной на участке с. Мусиевка Криворожского района Днепропетровской области, одинаковые затраты не учитываются.

Экономический эффект (Э) от внедрения новой технологии рассчитывается исходя из $\Delta = C^6 - C^п$, где C^6 и $C^п$ – себестоимость оборудования гравийными фильтрами соответственно базовым и предлагаемым методом, тыс.грн (табл. 2).

В табл. 2: $C_{п.в.}^6, C_{п.в.}^п$ – стоимость станко-смены промывки скважины водой, удаления глинистой корки, образования каверны, тыс.грн; $C_{в.}^6, C_{в.}^п$ – стоимость воды, необходимой для замещения раствора, промывки скважины, создания каверны, тыс.грн; $C_{в.в.}^6, C_{в.в.}^п$ – стоимость вывоза отработанной воды, тыс.грн; $C_{г.}^6, C_{г.}^п$ – стоимость гравия, тыс.грн; $C_{о.о.}^6, C_{о.о.}^п$ – стоимость станко-смены опытных откачек, тыс.грн; $C_{г.тр.}^6$ – стоимость станко-смены при засыпке гравия через устье и транспортирование по стволу скважины, тыс.грн; $C_{п.к.}^п$ – стоимость станко-смены изготовления КГЭ, тыс.грн; $C_{э.н.}^п$ – стоимость энергоносителей для изготовления КГЭ, тыс.грн. $C_{э.н.}^п = C_{э.э.} + C_{п.г.}$, где $C_{э.э.}$ – стоимость электроэнергии, израсходованной ларем мощностью 0,5 кВт/ч за 24 часа омоноличивания КГЭ, тыс.грн; $C_{п.г.}$ – стоимость пропана, израсходованного для нагрева воды, тыс.грн; $C_{ж.}^п$ – стоимость желатина, израсходованного для приготовления КГЭ, тыс.грн.

Таблица 2. Результаты расчета экономической эффективности технологий оборудования гидрогеологических скважин КГФ, в ценах декабря 2012 г.

Базовая технология			Разработанная технология		
Показатель	продолжительность операций, ст.см.	стоимость, тыс. грн.	показатель	продолжительность операций, ст.см.	стоимость, тыс. грн.
-	-	-	$C_{п.к.}^п$	0,25	0,75
-	-	-	$C_{э.н.}^п$		0,044
-	-	-	$C_{ж.}^п$		0,14
$C_{п.в.}^6$	2,00	6,00	$C_{п.в.}^п$	0,5	1,5
$C_{в.}^6$		0,70	$C_{в.}^п$		0,1
$C_{в.в.}^6$		0,60	$C_{в.в.}^п$		0,1
$C_{г.}^6$		0,27	$C_{г.}^п$		0,021
$C_{г.тр.}^6$	0,25	0,75	-	-	-
$C_{о.о.}^6$	1,50	4,50	$C_{о.о.}^п$	0,63	1,89
Всего C^6	3,75	12,82	Всего $C^п$	1,38	4,545

Примечание: «-» затраты отсутствуют.

Стоимость материалов и энергоносителей приняты на период выполнения работ. Стоимость 8-часовой станко-смены $C_{ст.см} = 3$ тыс. грн.

В результате оценки экономической эффективности установлено, что: технология изготовления КГЭ фильтра позволяет уменьшить расход гравийного материала; испытанная технология оборудования водоприемной части гидрогеологической скважины КГФ позволяет сократить непроизводительные затраты времени в 2,4 раза или на 1,87 ст.см; экономический эффект от применения технологии оборудования водоприемной части гидрогеологической скважины КГФ составил 6485 грн. Это достигнуто за счет снижения времени транспортировки гравия к водоносному горизонту на 0,25 ст. см, времени промывки на 1 ст.см, времени пробных откачек на 0,87 ст.см, а также 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.

Выводы

В результате проведения производственных испытаний на участке с. Мусиевка Криворожского района Днепропетровской области установлено, что: разработанная технология изготовления КГЭ фильтра позволяет ее применять в условиях буровой;

технологія транспортування КГФ по стволу скважини з використанням стандартного обладнання і інструмента не ускладнює процес обладнання водоприймальної частини гідрогеологічної скважини гравійним фільтром, а упрощає його; технологія виготовлення КГФ фільтра дозволяє зменшити витрати гравійного матеріалу, покращити процес виготовлення гравійного фільтра; випробувана технологія обладнання водоприймальної частини гідрогеологічної скважини КГФ дозволяє скоротити непродуктивні витрати часу в 2,4 рази або на 1,87 ст.см; економічний ефект від використання технології обладнання водоприймальної частини гідрогеологічної скважини КГФ становить 6485 грн; розроблені технології виготовлення КГФ і транспортування КГФ по стволу скважини можуть застосовуватися при спорудженні гідрогеологічних скважин.

А.К.Судаков¹, В.Т. Ратов², А.Ю. Дреус³, Д.А. Судакова

¹Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

²Каспійський університет, м. Алмати, Казахстан

³Дніпровський національний університет ім. О. Гончара

ВИРОБНИЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБЛАДНАННЯ ГІДРОГЕОЛОГІЧНОЇ СВЕРДЛОВИНИ КРІОГЕННИМ БЛОЧНИМ ГРАВІЙНИМ ФІЛЬТРОМ

Метою роботи є розгляд результатів виробничих випробувань, в завдання яких входило визначення працездатності технології обладнання водоприймальної частини гідрогеологічної свердловини кріогенно-гравійними фільтрами і економічної ефективності виконання робіт запропонованою технологією.

Методологія та наукові підходи. Поставлені завдання вирішувалися комплексним методом дослідження, що включає аналіз і узагальнення літературних і патентних джерел, проведення аналітичних, експериментальних досліджень.

Наукове значення роботи полягає в науковому обґрунтуванні параметрів ефективної технології створення блокових гравійних фільтрів бурових свердловин, водоприймальна частина яких представлена тонкозернистим пісками.

Можливість використання результатів. Розроблена технологія призначена для складних геолого-технічних умов обладнання та експлуатації свердловин. Областю застосування запропонованої технології є обладнання свердловин різного цільового призначення кріогенно-гравійними фільтрами в інтервалі продуктивних горизонтів, представлених тонкозернистим пісками з глибиною їх залягання до 200 м.

Практичне значення. Результати виконаного комплексу теоретичних і експериментальних досліджень знайшли практичне застосування при проведенні дослідно-промислового впровадження технології обладнання гідрогеологічних свердловин кріогенно-гравійними фільтрами, проведених в умовах комерційного підприємств і ТОВ Промислово-геологічної групи «Дніпрогідробуд».

Оригінальність / цінність. Наведені результати виробничих випробувань технології обладнання гідрогеологічної свердловини кріогенно-гравійним фільтром. Визначено економічну ефективність випробуваної технології.

Ключові слова: виробничі випробування, гідрогеологічна свердловина, кріогенна технологія, гравійний фільтр.

A. Sudakov¹, B. Ratov², A. Dreus³, D. Sudakova¹

¹National technical university «Dnipro Polytechnic», Ukraine

²Caspian University, Kazakhstan

³Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine

FIELD STUDIES OF EQUIPMENT TECHNOLOGY OF A HYDROGEOLOGICAL WELL BY A CRYOGENIC BLOCK GRAVEL PACK

The purpose of the work is analysis of the outputs of field tests to establish of operability of the cryogenic gravel-packed filters technology for hydrogeological wells, as well as for economic efficiency of proposed technology.

Methodology and scientific approaches. For solution of considered tasks the integrated methods were used, including analysis and generalization of publications and patents, analytical and experimental studies.

The scientific value of the work. The scientific basis of choice of effective parameters of cryogenic gravel-packed filters was created. Proposed technology can be used with fine-grained sands.

The results usage. The proposed technology is intended for wells with complex conditions of drilling and completing. The application area of described technology is wells of various purposes with cryogenic gravel-packed filters at up to 200 m deep producing intervals, represented with fine-grained sands.

The practical value. The cryogenic gravel-packed filters have been implemented at hydro-geological wells, drilled for a Joint stock company «Industrial and geological group «Dnieprohydrostroï».

Originality/worthiness. The results of field tests related to a new gravel-packed filters technology were presented. The cost effectiveness of the tested technology was established.

The key words: industrial tests, hydro-geological well, cryogenic technology, gravel-packed filter.

Литература

1. Кожевников А.А., Судаков А.К., Дреус А.Ю., Лисенко Е.Е. Исследование теплопереноса в криогенно–гравийном фильтре при его транспортировке по стволу скважины // Науковий вісник НГУ. – 2013. – №. 6. – С. 49–54.
2. Kozhevnikov A.A., Ratov B.T., Sudakov A.K., Mostinets O.N. Experience of equipment of hydrogeological well of cryogenic-gravel filter // Mining of mineral deposits. – 2015. – Vol. 9, N 4. P. 493–499.
3. Кожевников А.А., Судаков А.К. Гравийные фильтры буровых скважин: монография. – Д.: НГУ, 2011. – 186 с.
4. Кожевников А.А., Судаков А.К., Диденко Ю.Г. Конструкции и изготовление гравийных фильтров, эксплуатация и ремонт буровых скважин: монография. – Д.: ТОВ «ЛізуновПрес», 2012. – 346 с.
5. Кожевников А.А. Соловьев В.Н., Куликов В.В., Судаков А.К., Бронников И.Д. Эффективные технологии бурения и оборудования скважин на воду: монография. – М.: РГГРУ им. С.Орджоникидзе. 2013. – 350 с.
6. Кожевников А.А. Судаков А.К. Криогенно-гравийные фильтры буровых скважин: монография. – Д.: Литограф, 2014. – 305 с.
7. Кожевников А.А., Отебаев М., Судаков А.К., Ратов Б.Т. Гравийные фильтры буровых скважин на жидкие и газообразные полезные ископаемые: монография. – Алматы: КазНТУ, 2015. – 346 с.
8. Кожевников А.О. Гошовський С.В., Судаков А.К., Кононенко А.А., Гриняк О.А. Гравійний фільтр зі знімним захисним кожухом для обладнання водоприймальної частини гідрогеологічних свердловин // Наукові праці ДонНТУ. – 2006. – Вип. 105. – С. 42–45.
9. Кожевников А.О., Гошовський С.В., Судаков А.К., Гриняк О.А. Технологічні і технічні особливості застосування опускового двошарового гравійного фільтру зі знімним захисним кожухом // Породоразрушающий и металлообрабатывающий

- інструмент – техніка і технологія його виготовлення і застосування: Сб. науч. труд. – Вип. 8. – К.: ІСМ ім. В.Н. Бакуля НАН України, 2005. – С. 49–51.
10. Кожевников А.А., Гошовський С.В., Судаков А.К., Пашенко А.А., Гриняк О.А., Колесников М.А. Аналіз технологічних і технічних особливостей застосування опускаючих двохшарових гравійних фільтрів зі знімним захисним кожухом // Породорозрушаючий і металлооброблювальний інструмент – техніка і технологія його виготовлення і застосування: Сб. науч. труд. – Вип. 10. – К.: ІСМ ім. В.Н. Бакуля, НАН України, 2007. – С. 47–50.
 11. Гошовський С.В., Кожевников А.А., Судаков А.К., Гриняк О.А. Аналіз технологій обладнання водоприймальної частини гідрогеологічних скважин опускаючими гравійними фільтрами зі знімним захисним кожухом // Неділя горняка – 2007: матеріали міжун. конф., 22–26 янв. 2007 г., г. Москва. – М.: Горняк книга. 2008. – Вип. 11. – С. 287–290.
 12. Кожевников А.О., Гошовський С.В., Судаков А.К., Гриняк О.А. Технологія обладнання водоприймальної частини гідрогеологічних свердловин опускаючими гравійними фільтрами // Форум гірників – 2006: матеріали міжнар. конф., 11–13 жовт. 2006 р., м. Дніпропетровськ. – Д.: Нац. гірн. ун-т, 2006. – С. 263 – 266.
 13. Кожевников А.А., Судаков А.К., Сушко С.М., Бегун А.Д. Нова технологія створення гравійних фільтрів бурових скважин // Горний журнал Казахстану. – 2011. – № 10. – С. 4–8.
 14. Кожевников А.А. Судаков А.К. Нове напрямлення створення гравійних фільтрів гідрогеологічних скважин // Природні ресурси. – 2013. – № 2. – С. 93–99.
 15. Судаков А.К. Результати розробки технології обладнання бурових скважин криогенно–гравійними фільтрами // Горняк промисловість. – 2013. – № 4 (110). – С. 111–112.
 16. Кожевников А.А., Судаков А.К. К вопросу об оборудовании водоприемной части буровых скважин криогенно–гравійними фільтрами // Науковий вісник НГУ. – 2009. – № 7. – С. 13–16.
 17. Кожевников А.А., Судаков А.К., Гриняк А.А. Гравійні фільтри з використанням ефекту двохфазного інверсного переходу агрегатного стану зв'язуючого речовини // Породорозрушаючий і металлооброблювальний інструмент – техніка і технологія його виготовлення і застосування: Сб. науч. труд. – Вип. 11. – К.: ІСМ ім. В.Н. Бакуля НАН України, 2008. – С. 84–88.
 18. Кожевников А.А., Судаков А.К., Гошовський С.В. Технологія обладнання криогенно–гравійними фільтрами водоприймальної частини бурової скважини // Породорозрушаючий і металлооброблювальний інструмент – техніка і технологія його виготовлення і застосування: Сб. науч. труд. Вип. 12. – К.: ІСМ ім. В.Н. Бакуля НАН України, 2009. – С. 62–66.
 19. Пат. 18663 Україна, МПК E21B 43/08. Гравійний фільтр / А.О.Кожевников, А.К. Судаков. – Друк. 15.11.2006; Бюл. №11.
 20. Пат. 36308 Україна, МПК E21B 43/02. Гравійний фільтр / А.О. Кожевников, А.К. Судаков, О.А. Пашенко, О.Ф. Камишацький, В.І. Тітов, О.А. Лексиков, В.П. Донцов. – Друк. 27.10.08; Бюл. №20.
 21. Пат. 87993. Україна, МПК E21B 43/00. Гравійний фільтр / А.О. Кожевников, А.К. Судаков. – Друк. 10.09.2009, Бюл. №17.
 22. Судаков А.К. Результати дослідження фізико–механічних властивостей криогенно–гравійного композиту // Металургічна і горнорудна промисловість. – 2013. – №5 (284). С. 71–74.

23. Кожевников А.А., Судаков А.К., Дреус А.Ю., Лисенко Е.Е. Исследование теплопереноса в пористой крупнодисперсной среде криогенно–гравийного элемента фильтра при его растеплении в воздушной среде // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2013. – №6 (285). – С. 102–105.
24. Судаков А.К. Результаты определения температурных полей в экспериментальных образцах криогенно–гравийных элементах фильтров буровых скважин в воздушной среде // *Горная промышленность*. – 2013. – №3 (109). – С. 62–63.
25. Бегун А.Д., Асанов Н.С., Кожевников А.А., Судаков А.К. Результаты исследований технологических параметров изготовления и оборудования буровых скважин криогенно–гравийными фильтрами // *Горный журнал Казахстана*. – 2013. – № 10. – С. 34–41.
26. Дреус А.Ю., Кожевников А.А., Лысенко Е.Е., Судаков А.К. Математическое моделирование тепловых процессов в гравийных фильтрах гидрогеологических скважин // *Доповіді Національної академії наук України*. – 2011. – № 9. – С. 98–102.
27. Кожевников А.А., Судаков А.К., Дреус А.Ю. Использование инфракрасных технологий при исследовании теплофизических процессов при бурении и эксплуатации скважин // *Наукові праці ДонНТУ*. – 2010. – Вип. 11 (161). – С. 183–188.
28. Кожевников А.А., Судаков А.К., Пащенко А.А., Камышацкий А.Ф., Лексиков А.А., Колесников М.А. Влияние физических полей на свойства ледови композитов // *Наукові праці ДонНТУ*. – 2011. – Вип. 13 (178). – С. 36–39.
29. Кожевников А.О., Судаков А.К., Камишацький А.Ф., Лексиков А.А., Судакова Д.А. Технологія виготовлення блочного криогенно–гравийного фільтра бурових свердловин // *Наукові праці ДонНТУ*. – 2011. – Вип. 14 (181). – С. 83–86.
30. Кожевников А.А., Судаков А.К., Лисенко Е.Е., Дреус А.Ю. Определение временных параметров процесса замораживания криогенно–гравийного фильтра // *Наукові праці ДонНТУ*. – 2012. – Вип. 16 (206). – С. 20–23.
31. Дреус А.Ю., Судаков А.К., Лисенко Е.Е. Розрахунок параметрів розтеплення криогенно–гравийного елемента фільтру бурових свердловин // *Наукові праці ДонНТУ*. – 2012. – Вип. 17(2). – С. 3–11.
32. Кожевников А.А., Судаков А.К., Гошовский С.В., Гриняк А.А., Кононенко А.А. О выборе компоновки фильтровой колонны // *Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. труд.* – Вип. 9. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2006. – С. 49–51.
33. Кожевников А.О., Судаков А.К., Камишацький О.Ф., Лексиков О.А., Колесников М.О. Результаты дослідження реологічних властивостей криогенно–гравийного елемента фільтру // *Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. труд.* – Вип. 13. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2010. – С. 198–202.
34. Кожевников А.О., Судаков А.К., Мартненко І.І., Камишацький О.Ф., Лексиков О.А., Судакова Д.А. Результаты стендовых досліджень технології доставки экспериментального зразка криогенно–гравийного фільтра на моделі бурової свердловини // *Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: сб. науч. труд.* – Вип. 14. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2011. – С. 109–113.
35. Кожевников А.О., Судаков А.К., Камишацький О.Ф., Лексиков О.А., Судакова Д.А., Науменко М.О., Скрипка Є.В. Результаты стендовых досліджень технології доставки экспериментального зразка криогенно–гравийного фільтра // *Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и*

- применения: Сб. науч. труд. – Вып. 15. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2012. – С. 209–214.
36. Кожевников А.А., Судаков А.К., Дреус А.Ю., Лисенко Е.Е. Исследование процесса теплопереноса в пористой крупнодисперсной среде криогенно–гравийного элемента фильтра в процессе его замораживания // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. труд. – Вып. 16. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2013. – С. 155–160.
37. Кожевников А.О., Судаков А.К., Пащенко О.А., Камишацький О.Ф., Лексиков О.А. Дослідження впливу фізичних полів на властивості льодових та льодово–гравійних зразків // Форум гірників – 2009: матеріали міжнар. конф., 30 верес. – 03 жовт. 2009 р., м. Дніпропетровськ. – Д.: Нац. гірн. ун–т, 2009. – С. 229–232
38. Кожевников О.А., Судаков А.К., Камишацький О.Ф., Лексиков О.А. Результати визначення температурних полів циліндричних елементів криогенно – гравійних фільтрів при їх заморожуванні // Форум гірників – 2010: матеріали міжнар. конф., 21–23 жовт. 2010 р., м. Дніпропетровськ. – Д.: Нац. гірн. ун–т, 2010. – С. 122–125.
39. Кожевников А.О., Судаков А.К., Камишацький О.Ф., Лексиков О.А., Судакова Д.А. Стендові дослідження технології доставки експериментального зразка криогенно–гравійного фільтра по стовбуру бурової свердловини // Форум гірників – 2011: матеріали міжнар. конф., 12–15 жовт. 2011 р., м. Дніпропетровськ. – Д.: Нац. гірн. ун–т, 2011. – С. 120–125.
40. Кожевников А.О., Судаков А.К., Лексиков О.А., Бондар О.М., Судакова Д.А. Результати визначення температурних полів суцільних циліндричних елементів криогенно–гравійних фільтрів бурових свердловин // Форум гірників – 2012: матеріали міжнар. конф., 03–06 жовт. 2012 р., м. Дніпропетровськ. – Д.: Нац. гірн. ун–т, 2012. – С. 242–246.
41. Дреус А.Ю., Мелашич О.Г., Кожевников А.О., Судаков А.К. Математична модель процесів тепло та волого переносу у гравійних фільтрах під час їх заморожування // Прикладні проблеми аерогідромеханіки та тепломасопереносу: матеріали міжнар. наук. конф., 13–15 лист. 2008 р., м. Дніпропетровськ – Д.: ДНУ, 2008. – С. 107 – 109.
42. Судаков А.К., Лисенко Е.Е. Математическое моделирование тепло– и массообмена в криогенно–гравийном фильтре при его промерзании–протаивании // Прикладні проблеми аерогідромеханіки та тепломасопереносу: матеріали IV міжнар. наук. конф., 1–3 листопада 2012 р., м. Дніпропетровськ. – Д.: Дніпропетр. нац. ун–т, 2012. – С. 175–176.
43. Кожевников А.А., Судаков А.К. Инновационные технологии водоснабжения питьевой водой населения города Днепропетровск // Інноваційна економіка, інтелектуальна власність та трансфер технологій: матеріали V міжнар. наук.–практ. конф., 16–18 квіт. 2014 р., м. Днепропетровск – Д.: Нац. гірн. ун–т, 2014. – С. 248–251.
44. Кожевников А.А., Судаков А.К., Мостинец О.Н. Результаты производственных испытаний технологии оборудования гидрогеологической скважины криогенно – гравийным фильтром на участке Лычково Днепропетровской области // Форум гірників – 2013: матеріали міжнар. конф., 02–05 жовт. 2013 р., м. Дніпропетровськ. – Д.: Нац. гірн. ун–т, 2013. – Т. 4. – С. 92–98
45. Судаков А.К. Производственные испытания технологии оборудования гидрогеологической скважины криогенно – гравийным фильтром на участке Ждановка Магдалиновского района // Наукові праці ДонНТУ. – 2013. – Вип. 19(2). – С. 31–37.
46. Судаков А.К. Результаты производственных испытаний технологии оборудования гидрогеологической скважины криогенно–гравийным фильтром на участке

Николаевка Васильковского района Днепропетровской области // Разведка и охрана недр. – 2013. – № 6. – С. 50–54.

47. Судаков А.К. Результаты производственных испытаний технологии оборудования гидрогеологической скважины криогенно–гравийным фильтром на участке Балково Токмакского района Запорожской области // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2013. – № 4. – С. 76–79.

Надійшла 22.06.20

References

1. Kozhevnikov, A. A., Sudakov, A. K., & Dreus, A. Yu., (2013) Issledovanie teploperenosa v kriogenno–gravijnom filtre pri ego transportirovki po stvolu skvazhiny [Study of heat transfer in a cryogenic-gravel filter during its transportation along the wellbore] *Naukovij visnik NGU – Scientific Bulletin of NMU*. 6, 49–54 [in Russian].
2. Kozhevnikov, A. A., Ratov, B. T., Sudakov, A. K., & Mostinets O. N. (2015). Experience of equipment of hydrogeological well of cryogenic-gravel filter. *Mining of mineral deposits*, Vol. 9, 4, 493–499.
3. Kozhevnikov, A. A. & Sudakov A. K. (2011). *Gravijnye filtry burovih skvazhin [Borehole gravel filters]*. Dnepropetrovsk: NMU [in Russian].
4. Kozhevnikov, A. A., Sudakov, A. K., & Didenko, Yu. G. (2012). *Konstrukcii i izgotovlenie gravijnyh filtrov, ekspluatacija i remont burovih skvazhin [Design and manufacture of gravel filters, operation and repair of boreholes]*. Dnepropetrovsk: LizunovPress [in Russian].
5. Kozhevnikov, A. A. Solovev, V. N., & Kulikov, V. V. (2013) *Effektivnye tehnologii bureniya i oborudovaniya skvazhin na vodu [Effective technologies for drilling and equipping water wells]*. Moskva: RGGRU im. S.Ordzhonikidze [in Russian].
6. Kozhevnikov, A. A. & Sudakov, A. K. (2014). *Kriogenno-gravijnye filtry burovih skvazhin [Cryogenically-gravel filters boreholes]*. Dnepropetrovsk: Litograf [in Russian].
7. Kozhevnikov, A. A., Otebaev, M., Sudakov A. K., & Ratov, B. T. (2015). *Gravijnye filtry burovih skvazhin na zhidkie i gazoobraznye poleznye iskopaemye [Gravel drill filters for liquid and gaseous minerals]* Almaty: KazNTU[in Russian].
8. Kozhevnikov A. O. Goshovskij S.V. & Sudakov A. K. (2006). Gravijnij filtr zi znimnim zahisnim kozhuhom dlya obladnannya vodoprijmalnoyi chastini gidrogeologichnih sverdlovin [Gravel filter with removable protective cover for equipment of water intake part of hydrogeological wells] *Naukovi praci DonNTU – Scientific works of DonNTU*, Vol. 105, 42–45 [in Ukrainian].
9. Kozhevnikov, A. O., Goshovskij, S. V. & Sudakov, A. K. (2005). Tehnologichni i tehnicni osoblivosti zastosuvannya opuskного dvosharovogo gravijnogo filtru zi znimnim zahisnim kozhuhom [Technological and technical features of application of the lowering two-layer gravel filter with a removable protective cover] *Porodorazrushajushchii i metalloobrabatyvaiushchii instrument – tekhnika i tekhnologiiia ego izgotovleniia i primeneniia – Rock Destruction and Metal-Working Tools – Techniques and Technology of the Tool Production and Applications*, 8, 49–51 [in Ukrainian].
10. Kozhevnikov, A. A., Goshovskij, S. V. & Sudakov, A. K. (2007) Analiz tehnologicheskikh i tehniceskikh osobennostej primeneniya opusknyh dvushlojnyh gravijnyh filtrov so semnym zashitnym kozhuhom [Analysis of technological and technical features of the use of lowering two-layer gravel filters with a removable protective cover] *Porodorazrushajushchii i metalloobrabatyvaiushchii instrument – tekhnika i tekhnologiiia ego izgotovleniia i primeneniia – Rock Destruction and Metal-Working Tools – Techniques and Technology of the Tool Production and Applications*, 10, 47–50 [in Russian].

11. Goshovskij, S. V., Kozhevnikov, A. A., Sudakov, A. K. & Grinyak, O. A. (2008). Analiz tehnologij oborudovaniya vodopriemnoj chasti gidrogeologicheskikh skvazhin opusknymi gravijnymi filtrami so semnym zashitnym kozhuhom [Analysis of equipment technologies for the water receiving part of hydrogeological wells with gravel lowering filters with a removable protective cover]. Proceedings from Miner's week '07: *Mezhdunarodnaia konferentsiia (22–26 yanv. 2007 hoda.) – International Conference.* (pp. 287–290; Vol. 11). Moskva: Gornaya kniga. [in Russian].
12. Kozhevnikov, A. O., Goshovskij, S. V. & Sudakov, A. K. (2006). Tehnologiya obladnannya vodoprijmalnoyi chastini gidrogeologichnih sverdlovin opusknimi gravijnimi filtrami [Technology of equipment of water intake part of hydrogeological wells with lowering gravel filters] Proceedings from Miners' Forum '06: *Mezhdunarodnaia konferentsiia (11–13 zhovt. 2006 roku) – International Conference.* (pp. 263–266). Dnipropetrovsk: Nac. girn. un–t [in Ukrainian].
13. Kozhevnikov, A. A., Sudakov, A. K. & Sushko, S. M. (2011). Novaia tehnologiia sozdaniia graviinykh filtrov burovykh skvazhin [New technology for creating gravel filters in boreholes]. *Gornyi zhurnal Kazakhstana – Mining Journal of Kazakhstan*, 10, 4–8 [in Russian].
14. Kozhevnikov, A. A. & Sudakov, A. K. (2013). Novoe napravlenie sozdaniya gravijnykh filtrov gidrogeologicheskikh skvazhin [A new direction in the creation of gravel filters of hydrogeological wells]. *Prirodnye resursy – Natural resources*, 2, 93–99 [in Russian].
15. Sudakov, A. K. (2013). Rezultaty razrabotki tehnologii oborudovaniya burovykh skvazhin kriogenno–hraviinymi filtrami [The results of the development of technology for borehole equipment with cryogenic gravel filters]. *Gornaya promyshlennost – Mining Industry*, 4 (110), 111–112 [in Russian].
16. Kozhevnikov, A. A. & Sudakov, A. K. (2009). K voprosu ob oborudovanii vodopriemnoi chasti burovykh skvazhin kriogenno–hraviinymi filtrami [On the issue of equipping the water receiving part of boreholes with cryogenic gravel filters]. *Naukovij visnik NGU - Scientific Bulletin of NMU*, 7, 13–16 [in Russian].
17. Kozhevnikov, A. A., Sudakov, A. K. & Grinyak, A. A. (2008). Graviinnye filtry s ispolzovaniem efekta dvukhfaznogo inversnogo perehoda ahrehatnogo sostoianiiia viazhushheho veshstva [Gravel filters using the effect of a two-phase inverse transition of the state of aggregation of a binder]. *Porodorazrushayushij i metalloobrabatyvayushij instrument – tehnika i tehnologiya ego izgotovleniya i primeneniya – Rock Destruction and Metal-Working Tools – Techniques and Technology of the Tool Production and Applications*, 11, 84 – 88 [in Russian].
18. Kozhevnikov, A. A., Sudakov, A. K. & Goshovskij, S. V. (2009). Tehnologiya oborudovaniia kriogenno–hraviinymi filtrami vodopriemnoi chasti burovoi skvazhiny [Technology equipment cryogenic-gravel filters of the intake part of the borehole]. *Porodorazrushayushij i metalloobrabatyvayushij instrument – tehnika i tehnologiya ego izgotovleniya i primeneniya - Rock Destruction and Metal-Working Tools – Techniques and Technology of the Tool Production and Applications*, 12, 62–66 [in Russian].
19. Kozhevnikov, A.O., & Sudakov, A.K. (2006). Patent of Ukraine 18663.
20. Kozhevnikov, A.O., Sudakov, A.K., Pashchenko O.A., et al. (2008). Patent of Ukraine 36308.
21. Kozhevnikov, A.O., & Sudakov, A.K. (2009). Patent of Ukraine 87993.
22. Sudakov A. K. (2013). Rezultaty issledovaniia fiziko–mekhanicheskikh svoistv kriogenno–graviinogo kompozita [Results of a study of the physicommechanical properties of the cryogenic gravel composite] *Metallurgicheskaja i gornorudnaia promyshlennost – Metallurgical and mining industry*, 5 (284), 71–74 [in Russian].

23. Kozhevnikov, A. A., Sudakov, A. K., & Dreus, A. Yu. (2013). Issledovanie teploperenosa v poristoі krupnodispersnoi srede kriogenno–graviinogo elementa filtra pri ego rastepleniі v vozdushnoi srede [Investigation of heat transfer in a porous coarse-grained medium of a cryogenic-gravel filter element during its thawing in air]. *Metallurgicheskaiа i gornorudnaiа promyshlennost – Metallurgical and mining industry*, 6 (285), 102–105 [in Russian].
24. Sudakov, A. K. (2013). Rezultaty opredeleniіа temperaturnykh polei v eksperimentalnykh obraztsakh kriogenno–graviinykh elementakh filtrov burovnykh skvazhin v vozdushnoi srede [The results of determining the temperature fields in experimental samples of cryogenic-gravel elements of filters of boreholes in the air]. *Gornaya promyshlennost - Mining industry*, 3 (109), 62–63 [in Russian].
25. Begun, A. D., Asanov, N. S. & Kozhevnikov, A. A. (2013). Rezultaty issledovaniі tekhnologicheskikh parametrov izgotovleniіа i oborudovaniіа burovnykh skvazhin kriogenno–graviinyimi filtrami [The research results of technological parameters of the manufacture and equipment of boreholes with cryogenic gravel filters]. *Gornyj zhurnal Kazakhstana - Mining Journal of Kazakhstan*, 10, 34–41 [in Russian].
26. Dreus, A. Yu., Kozhevnikov, A. A. & Lysenko, E. E. (2011). Matematicheskoe modelirovaniе teplovykh processov v graviinykh filtrakh gidrogeologicheskikh skvazhin [Mathematical modeling of thermal processes in gravel filters of hydrogeological wells]. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrayini – Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 9, 98–102 [in Russian].
27. Kozhevnikov, A. A., Sudakov, A. K. & Dreus, A. Yu. (2010). Ispolzovaniе infrakrasnykh tekhnologii pri issledovaniі teplofizicheskikh processov pri bureniі i ekspluatatsii skvazhin [The use of infrared technologies in the study of thermophysical processes during drilling and operation of wells]. *Naukovi praci DonNTU - Science works DonNTU*, 11(161), 183–188 [in Russian].
28. Kozhevnikov, A. A., Sudakov, A. K. & Pashenko A. A. (2011). Vliianiе fizicheskikh polei na svoistva ledov i kompozitov [The influence of physical fields on the properties of ice and composites]. *Naukovi praci DonNTU – Science works DonNTU*, 13 (178), 36–39[in Russian].
29. Kozhevnikov, A. O., Sudakov, A. K. & Kamishackyi, A. F. (2011). Tekhnolohiіа vyhotovlenniа blochnoho kriohenno–hraviinoho filtra burovnykh sverdlovin [Technology of production of block cryogenic-gravel filter of boreholes]. *Naukovi praci DonNTU – Science works DonNTU*, 14 (181), 83–86 [in Ukrainian].
30. Kozhevnikov, A. A., Sudakov, A. K. & Lisenko, E. E. (2012). Opredeleniе vremennykh parametrov processa zamorazhivaniіа kriogenno–graviinogo filtra [Determination of time parameters of the cryogenic gravel filter freezing process]. *Naukovi praci DonNTU – Scienceworks DonNTU*, 16 (206), 20–23 [in Russian].
31. Dreus, A. Yu., Sudakov, A. K. & Lysenko, E. E. (2012). Rozrakhunok parametriv rozteplenniа kriohenno–hraviinoho elementa filtru burovnykh sverdlovin [Calculation of thaw parameters of cryogenic-gravel element of drilling well filter]. *Naukovi praci DonNTU – Scienceworks DonNTU*, 17 (2), 3–11 [in Ukrainian].
32. Kozhevnikov, A. A., Sudakov A. K. & Goshovskii S.V. (2006). O vybore komponovki filtrovoi kolonny [About choosing a filter column layout]. *Porodorazrushaiushchii i metallobratatyvaiushchii instrument – tekhnika i tekhnologiіа ego izgotovleniіа i primeneniіа – Rock Destruction and Metal-Working Tools – Techniques and Technology of the Tool Manufacture and applications*, 9, 49–51 [in Russian].
33. Kozhevnikov, A.O., Sudakov, A.K. & Kamishackyi O.F. (2010). Rezultaty doslidzhenniа reolohichnykh vlastyvostei kriohenno–hraviinoho elementu filtru [The results of the rheological authority of the critical-gravity element of the filter]. *Porodorazrushaiushchii i metallobratatyvaiushchii instrument – tekhnika i tekhnologiіа ego izgotovleniіа i*

- primeneniia – Rock Destruction and Metal-Working Tools – Techniques and Technology of the Tool Manufacture and applications*, 13, 198–202 [in Ukrainian].
34. Kozhevnikov, A. O., Sudakov, A. K. & Martnenko, I. I. (2011). Rezultaty stendovykh doslidzhen tekhnolohii dostavki eksperymentalnoho zrazka kriohenno–hraviinoho filtra na modeli burovoyi sverdlovyny [The results of the benchmark technology delivery of the experimental test of the critical-gravity filter on the model of drill drilling]. *Porodorazrushaiushchii i metalloobrabatyvaiushchii instrument – tekhnika i tekhnologiia ego izgotovleniia i primeneniia – Rock Destruction and Metal-Working Tools – Techniques and Technology of the Tool Manufacture and applications*, 14, 109–113 [in Ukrainian].
35. Kozhevnikov, A. O., Sudakov, A. K. & Kamishackyi, O. F. (2012). Rezultaty stendovykh doslidzhen tekhnolohii dostavki eksperymentalnoho zrazka kriohenno–hraviinoho filtra [The results of the benchmark technology delivery of the experimental test of the critical-gravity filter] *Porodorazrushaiushchii i metalloobrabatyvaiushchii instrument – tekhnika i tekhnologiia ego izgotovleniia i primeneniia – Rock Destruction and Metal-Working Tools – Techniques and Technology of the Tool Manufacture and applications*, 15, 209–214 [in Ukrainian].
36. Kozhevnikov, A. A., Sudakov, A. K. & Dreus, A. Yu. (2013). Issledovanie processa teploperenosa v poristoï krupnodispersnoi srede kriogenno–graviinogo elementa filtra v processe ego zamorazhivaniia [Investigation of the heat transfer process in a porous coarse-grained medium of a cryogenic-gravel filter element during its freezing]. *Porodorazrushaiushchii i metalloobrabatyvaiushchii instrument – tekhnika i tekhnologiia ego izgotovleniia i primeneniia – Rock Destruction and Metal-Working Tools – Techniques and Technology of the Tool Manufacture and applications*, 9, 155–160 [in Russian].
37. Kozhevnikov, A. O., Sudakov, A. K., & Pashenko, O. A. (2009). Doslidzhennia vplyvu fizychnykh poliv na vlastyvoli lodovykh ta lodovo–hraviinikh zrazkiv [Investigation of the influence of physical fields on the properties of ice and ice-gravel samples] *Forum hirnykiv, mizhnar. konf, 30 veres. – 03 zhovt. 2009 – Forum of mining engineers, International Conf, 30 Sep. – 03 Oct.,.* 229 – 232. Dnipropetrovsk: Nac. Girn. Un–t [in Ukrainian].
38. Kozhevnikov, O. A., Sudakov, A. K. & Kamishackyi, O. F. (2010). Rezultaty vyznachennia temperaturnykh poliv cylindrichnykh elementiv kriohenno – hraviinykh filtriv pri yikh zamorozhuvanni [The results of determining the temperature fields of cylindrical elements of cryogenic – gravel filters during their freezing]. *Proceedings from Miners' Forum '10: Mezhdunarodnaia konferentsiia (21–23 zhovt. 2010 roku) – International Conference.* (pp. 122–125). Dnipropetrovsk: Nac. Girn. Un–t [in Ukrainian].
39. Kozhevnikov, A. O., Sudakov, A. K. & Kamishackyi, O. F. (2011). Stendovi doslidzhennia tehnologii dostavky eksperymentalnoho zrazka kriohenno–hraviinoho filtra po stovburu burovoyi sverdlovyny [Poster researches of technology of delivery of an experimental sample of the cryogenic-gravel filter on a wellbore]. *Proceedings from Miners' Forum '11: Mezhdunarodnaia konferentsiia (12–15 zhovt. 2011 roku).* (pp. 120–125). Dnipropetrovsk: Nac. girn. un–t [in Ukrainian].
40. Kozhevnikov, A. O., Sudakov, A. K., Leksikov & O. A. (2012). Rezultaty vyznachennia temperaturnykh poliv sutsilnykh tsylindrichnykh elementiv kriohenno–graviinykh filtriv burovyykh sverdlovyn [The results of determining the temperature fields of continuous cylindrical elements of cryogenic-gravel filters of boreholes]. *Proceedings from Miners' Forum '12: Mezhdunarodnaia konferentsiia (03–06 zhovt. 2012 roku) – International Conference.* (pp. 242–246). Dnipropetrovsk: Nac. girn. un–t [in Ukrainian].
41. Dreus, A. Yu., Melashich, O. G. & Kozhevnikov, A. O. (2008). Matematychna model procesiv teplo ta vologo perenosu u graviinykh filtrakh pid chas yih zamorozhuvanniia [Mathematical model of heat and moisture transfer processes in gravel filters during their

- freezing]. Proceedings from Applied problems of aerohydronechanics and heat and mass transfer '08: *Mezhdunarodnaia konferentsiia (13–15 lystop. 2008 roku) – International Conference.* (pp. 107–109). Dnipropetrovsk: DNU [in Ukrainian].
42. Sudakov, A. K. & Lysenko, E. E. (2012). Matematicheskoe modelirovanie teplo – i massoobmena v kriogenno–graviinom filtre pri ego promerzanii–protaiivanii [Mathematical modeling of heat and mass transfer in a cryogenic gravel filter during its freezing – thawing]. Proceedings from Applied problems of aerohydronechanics and heat and mass transfer '12: *Mezhdunarodnaia konferentsiia (01–03 lystop. 2012 roku) – International Conference.* (pp. 175–176). Dnipropetrovsk.: Dnipropetr. nac. un–t [in Russian].
43. Kozhevnikov, A. A. & Sudakov, A. K. (2014). Innovacionnye tekhnologii vodosnabzheniya pitevoi vodoi naseleniia goroda Dnepropetrovsk [Innovative technologies of drinking water supply for the population of the city of Dnepropetrovsk]. Proceedings from Innovative economy, intellectual property and technology transfer '14: *V Mezhdunarodnaia nauchnoprakticheskaiia konferentsiia (16–18 Apr. 2014 hoda – 5nd International Scientific and Practical Conference.* (pp. 248–251) Dnepropetrovsk: Nac. girn. un–t [in Russian].
44. Kozhevnikov, A. A., Sudakov, A. K. & Mostinec, O. N. (2013). Rezultaty proizvodstvennykh ispytaniia tekhnologii oborudovaniia gidrogeologicheskoi skvazhiny kriogenno – graviinym filtrom nauchastke Lychkovo Dnepropetrovskoi oblasti [The results of production tests of equipment technology for a hydrogeological well with a cryogenic - gravel filter in the Lychkovo section of the Dnipropetrovsk region]. *Proceedings from Miners' Forum '13: Mezhdunarodnaia konferentsiia (02–05 zhovt. 2013 roku) – International Conference.* (pp. 92–98). Dnipropetrovsk: Nac. girn. un–t [in Russian].
45. Sudakov, A. K. (2013). Proizvodstvennye ispytaniia tekhnologii oborudovaniia gidrogeologicheskoi skvazhiny kriogenno – graviinym filtrom na uchastke Zhdanovka Magdalinskogo rajona [Production tests of equipment technology for a hydrogeological well with a cryogenic - gravel filter in the Zhdanovka section of the Magdalinsky district]. *Naukovi praci DonNTU – Scienceworks DonNTU, 19 (2), 31–37* [in Russian].
46. Sudakov, A. K. (2013). Rezultaty proizvodstvennykh ispytaniia tekhnologii oborudovaniia gidrogeologicheskoi skvazhiny kriogenno–graviinym filtrom na uchastke Nikolaevka Vasilkovskogo rajona Dnepropetrovskoi oblasti [The results of production tests of the technology of the equipment of a hydrogeological well with a cryogenic gravel filter in the Nikolaevka section of the Vasilkovsky district of the Dnipropetrovsk region]. *Razvedka i ohrana nedr – Prospect and protection of mineral resources». 6, 50–54.* [in Russian].
47. Sudakov, A. K. (2013). Rezultaty proizvodstvennykh ispytaniia tekhnologii oborudovaniia gidrogeologicheskoi skvazhiny kriogenno–graviinym filtrom na uchastke Balkovo Tokmanskogo raiona Zaporozhskoi oblasti [The results of production tests of the technology of the equipment of a hydrogeological well with a cryogenic-gravel filter in the section of Balkovo, Tokmak district, Zaporizhia region]. *Metallurgicheskaiia i gornorudnaia promyshlennost – Metallurgical and mining industry. 4. 76–79.* [in Russian].