

УДК 622.245.42

Статья / Article

© ПНИПУ / PNRPU, 2016

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МАНЖЕТНОГО ТАМПОНИРОВАНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН

А.А. Макаров

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева (050013, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22)

RESULTS OF TESTING OF LIP PLUGGING DEVICES FOR GEOTECHNICAL WELLS

A.A. Makarov

Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev (22 Satpayev street, Almaty, 050013, Kazakhstan)

Получена / Received: 12.09.2016. Принята / Accepted: 31.10.2016. Опубликовано / Published: 02.12.2016

Ключевые слова:

подземное выщелачивание, диаметр скважины, гельцементный раствор, затрубное пространство, буровой раствор, стяжная нить, продавочная жидкость, стенки скважины, нагнетательный шланг, разбурка, промывка, геофизические исследования.

Знание геологического строения выбранного месторождения позволяет составить ясное представление о характере (геолого-минералогическом составе и физико-химических свойствах) горных пород, слагающих разрез, об устойчивости пород и склонности их к разрушению под действием геологических или технологических причин и т.д. Все это, в свою очередь, во многом определяет возможность использования рационального способа бурения применительно к конкретным условиям выбираемого месторождения. Возможность и целесообразность использования упомянутого способа бурения определяется также и наличием в разрезе водоносных пластов. Пластовые воды играют весьма существенную роль в вопросе выбора месторождений, благоприятных для бурения скважин отработанным способом.

Использование предлагаемого устройства упрощает и оптимизирует конструкцию скважины, так как в этом случае уменьшается диаметр бурения, расход тампонажного раствора и повышается качество работ. Практически подтверждено, что при тампонировании с определенными ранее технологическими режимами отсутствует пробкообразование, т.е. тампонажный раствор равномерно укладывается вокруг колонны.

При сооружении технологических скважин с использованием устройства для манжетного тампонирования фильтровой колонны (УТО) с помощью цементирования через внутреннее пространство обсадной колонны их стоимость изменяется существенно. Основными факторами, влияющими на изменение стоимости сооружения скважин, являются затраты времени на тампонирование скважины, на спускоподъемные операции и на ожидание затвердевания цемента. Экспериментальным путем установлено, что использование устройства для манжетного тампонирования фильтровой колонны сокращает затраты времени на проведение указанных выше видов технологических операций.

Проведенный расчет экономической эффективности, основанный на экономии условно-постоянных расходов при внедрении разработанного устройства, показал, что экономия при сооружении скважин составляет 177 663 тенге при сооружении одной геотехнологической скважины глубиной 290 м.

Keywords:

underground leaching, borehole diameter, gel-cement slurry, the annulus, the drilling fluid, shrink thread, squeezing liquid, borehole wall, discharge hose, drilling, flushing, geophysical studies.

Knowledge of the geological structure of the selected field allows to form a clear idea of the nature (geological and mineralogical composition and physico-chemical properties) of rocks, about the stability of rocks and their propensity to fracture under the influence of geological or technological reasons, etc. All this, in turn, largely determines the possibility of using rational method of drilling for specific conditions of the field. The possibility and feasibility of using drilling method is also determined by the presence of the aquifers. Aquifers play a very important role in choosing fields that are favorable for drilling by used method.

Using of the device simplifies the design and optimize well because of the small drill diameter, reduced quantity of cement slurry and improved quality of cement job. Practically confirmed that the cementing with predetermined regimes there is no slugging, cement slurry evenly fit around columns.

During the construction of technological wells with cementing through the interior of casing with collar device the well value changes significantly. The main factors affecting the change in value of the construction of wells, are time-consuming to plugging wells, the tripping and the waiting on cement. It was established experimentally that the use of the device for lip plugging a filter column reduces the time required to carry out mentioned types of technological operations.

The calculation of economic efficiency, based on the saving of fixed costs in the implementation of the developed device, showed that the savings in the construction of wells is 177 663 tenge while the construction of a geotechnological well with 290 m depth.

Макаров Александр Анатольевич – младший научный сотрудник кафедры технологии и техники бурения скважин (моб. тел.: +007 702 660 55 61, e-mail: Makarov_84@inbox.ru).

Aleksandr A. Makarov – Junior Researcher at the Department of Technology and Technique of Drilling Wells (mob. tel.: +007 702 660 55 61, e-mail: Makarov_84@inbox.ru).

Введение

В Республике Казахстан ведутся широко-масштабные работы по сооружению гидро-геологических и геотехнологических скважин, служащих для поисков и добычи подземных вод и твердых полезных ископаемых. Основным способом сооружения таких скважин является вращательное бурение с промывкой глинистым раствором.

Наряду с этим постоянно увеличиваются и глубины скважин, а также количество месторождений со сложными геологическими условиями. В большинстве случаев последние связаны с наличием в разрезе скважин пластов с аномальным пластовым давлением.

Успешное сооружение таких скважин невозможно без всестороннего совершенствования техники и технологии бурения, а также работ по креплению скважин и разобщению продуктивных пластов [1].

Для улучшения работы по сооружению геотехнологических скважин необходимо решить комплекс задач, которые можно представить тремя основными блоками: техническим, технологическим, организационным.

При сооружении геотехнологических скважин весьма актуальной является задача создания устройств для их тампонирувания [2], отличительная особенность подобных скважин – применение пластмассовых труб и сравнительно небольшие интервалы тампонирувания последних.

Такое устройство должно полностью исключить попадание цементного раствора в прифильтровую зону скважины, обеспечить высокое качество цементирования [3], равномерное распределение цементного раствора за обсадной колонной и осуществить цементирование затрубного пространства при небольших затратах времени и расходе тампонажных материалов.

Один из вариантов такого устройства, которое может быть использовано преимущественно при сооружении закачных технологических скважин, представлен на рис. 1. Обсадная колонна 1 через переходник 2 сопрягается с фильтром 3 и от последнего отделяется в процессе тампонирувания перегородкой 4. Внутри обсадной трубы с помощью штифтов

11 закрепляется втулка 10. Вблизи нижнего торца трубы 1 просверлены радиальные отверстия, закрытые заглушками 8, которые, в свою очередь, удерживаются от выпадения стяжной нитью 9. На переходнике 2 закреплена с помощью хомута 5 резиновая манжета 6.

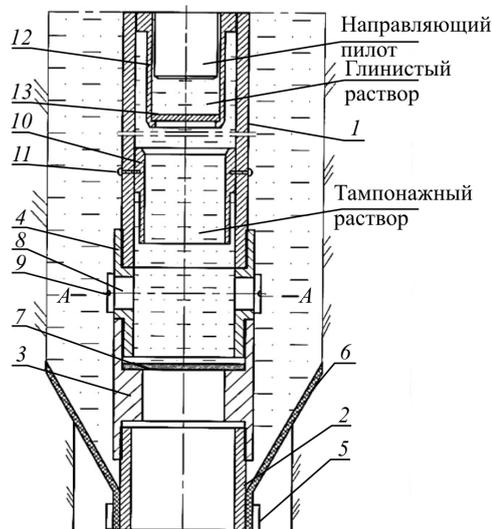


Рис. 1. Устройство для манжетного тампонирувания закачных геотехнологических скважин (начало тампонирувания): 1 – обсадная колонна; 2 – переходник; 3 – фильтр; 4 – муфта; 5 – хомут; 6 – манжета; 7 – экран; 8 – заглушки; 9 – стяжная нить; 10 – втулка; 11 – штифты; 12 – верхняя пробка; 13 – внутренняя перегородка

Собранная таким образом обсадная колонна 1 с фильтром 3, оборудованная центрирующими фонарями (на рис. 1 не показаны), опускается в скважину и останавливается в интервале продуктивного пласта [4]. Для изоляции последнего от вышележащих пород и водоносных пластов в обсадную колонну 1 подается тампонажная смесь, объем которой зависит от интервала затрубной гидроизоляции. Затем в колонну 1 опускается пробка 12, на которую осуществляется давление продавочной жидкости [5]. В результате на заглушки 8 действует давление, равное сумме гидростатического давления и давления нагнетания.

Разработанное устройство для манжетного тампонирувания было испытано на полигонах подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) АО НАК «Казатомпром», расположенных в Южно-Казахстанской и Кызылординской областях.

Участки работ сложены рыхлыми отложениями верхнего мела, палеогена, неогена и антропогена. Палеозойский фундамент, залегающий на глубинах 400–700 м, погружается с севера на юг и представлен красноцветными песчаниками и алевролитами перми. Отложения верхнего мела сложены разнозернистыми песками с гравием и галькой, переходящими кверху в красноцветные карбонатные глины с прослоями известковистых песчаников и алевролитов. Мощность отложений мела – до 80 м. Палеогеновые отложения состоят из пяти горизонтов и одной свиты, из которых три являются рудовмещающим (канжуганский, уюкский, инканский горизонты). Снизу вверх разрез начинается отложениями «пестрого» горизонта, сложенного преимущественно пестроцветными известковыми глинами, алевролитами с прослоями и линзами мелко- и тонкозернистых песков, занимающих до 25–30 % от общей мощности горизонта. Общая мощность – от 20 до 50 м.

Канжуганский горизонт представлен прибрежно-подводно-дельтовыми фракциями. Песчаные отложения среди глин и алевролитов имеют изменчивую мощность, превращаясь местами в русла и струи, и в целом представляют собой продуктивный горизонт. Пески средне- и мелкозернистые, рыхлые, с глинистым цементом, не превышающим 10–15 %. Мощность горизонта – от 30 до 60 м.

Кызылчинский горизонт, являющийся маркирующим, представлен пачкой зеленых глин с линзами тонкозернистых мучнисто-белых и зеленоватых песков. Мощность – от 0 до 20 м. Служит водоупором между продуктивными горизонтами.

Уюкский горизонт делится на две пачки: нижнюю – существенно песчаную (продуктивная часть) и верхнюю – глинисто-алевролитовую (верхний водоупор). Глубина залегания кровли песков – 395–524 м. Пески средне- и мелкозернистые, преимущественно кварцевые. Мощность горизонта – 20–30 м, песков – 10–20 м.

Инканский горизонт на участке выклинивается в северном направлении, сокращаясь в мощности от 15–20 до 0 м, сложен разнозернистыми песками с углистым

детритом. Позднеэоценовые отложения представлены морскими монтмориллонитовыми глинами зеленого цвета мощностью 40–60 м; неогеновые отложения – толщей красноцветных известковистых глин мощностью 30–100 м. Четвертичные отложения сложены из аллювиально-эоловых песков мощностью 30–100 м. Все песчаные горизонты являются водоносными, с напорами до самоизлива. Воды пресные.

При разработке месторождений полезных ископаемых способом подземного выщелачивания буровые скважины выполняют основную роль в техническом оснащении процесса.

Сооружение откачных и закачных геотехнологических скважин осуществляется вращательным (роторным) способом с промывкой передвижными буровыми установками БПУ-1200МК конструкции АО «Волковгеология», выпускаемыми Управлением производственно-технического обеспечения и комплектации упомянутой организации [6].

Основное отличие станка установки БПУ-1200МК от прототипа – станка ЗИФ 1200МР – в том, что вращатель шпиндельного типа заменен вращателем роторного типа. Это позволяет экономить время наращивания бурильной трубы, что особенно важно при бурении мягких пород.

В качестве объекта испытаний была выбрана скважина №34-5-4, сооружаемая на месторождении Западный Мынкудук, Сузакский район, Южно-Казахстанская область.

Вмещающие породы представлены мягкими и частично средней буримости породами (песок, глины, глинистые песчаники, алевролиты), а продуктивный пласт – разнозернистыми песками и разнозернистыми гравийниками.

Конструкция скважины следующая: диаметр бурения – 161 мм (интервал бурения – 0–290 м). Обсадная колонна длиной 290 м, состоящая из пластиковых труб ПВХ 90/8 с наружным диаметром 90 и внутренним 74, через предлагаемое устройство сопрягается с фильтровой колонной длиной 8 м, состоящей из пластиковых труб ПВХ. Фильтр представляет собой трубу КДФ-118/100 с фрезерованными щелевыми отверстиями толщиной

2–3 мм и длиной 40 мм. Ниже фильтра устанавливается отстойник, представляющий собой пластиковую трубу ПВХ-90/8.

Технология бурения и сооружения скважин на полигонах ПСВ объектов НАК «Казатомпром» заключается в следующем [7]: на всю глубину бурение производится трехлопастным пикобуром диаметром 161 мм до забоя, параметры глинистого раствора: плотность $\gamma = 1,1–1,15$ г/см²; водоотдача $V = 25–30$ см³/30 мин и вязкость $T = 18–25$ с, $P \leq 4\%$.

Бурение ведется при осевой нагрузке $P = 700–900$ ДаН, частоте вращения $n = 100–200$ об/мин и расходе промывочной жидкости $Q = 200–250$ л/мин.

После окончания бурения пилот-скважины проводят инклинометрию для определения величины отклонения трассы от вертикальной оси скважины [8].

Расширение скважины производится поэтапно трехшарошечными долотами типа М и С диаметром 295 мм при бурении до 140 м и диаметром 215 мм – на всю глубину скважины (при использовании труб ПНД-110/18).

В компоновке снаряда используются УБТ-73 (или УБТ-89) длиной 12 м, бурильные трубы диаметром 63,5 мм с переходом на СБТ-50.

Обсадку проводят трубами ПВХ 90/8 (или 110/18) до кровли рудного горизонта, предварительно откалибровав скважину шарошечным долотом соответствующего диаметра [9]. Производятся визуальный осмотр обсадных труб и фильтров с целью выявления видимых дефектов, проверка резьб с помощью калибров, а также проверка внутреннего диаметра труб при помощи шаблонов. При свинчивании обсадных труб все резьбовые соединения герметизируются полиизобутиленом. Спуск обсадной колонны проводится с утяжелителем (СБТ-50 длиной 200 м, 1200 кг).

Отстойник колонны герметично закрывается заглушкой в нижней части. Поверхность фильтровой колонны покрывается пленкой 2%-ного полиакриламида для защиты от налипания глины во время ее спуска в скважину [10].

Цементацию обсадной колонны производят в два этапа:

– установка цементного кольца высотой 10 м, плотность цемента $\gamma = 1,35$ г/см²;

– гидроизоляция цементного раствора от кровли цементного кольца до устья скважины, плотность $\gamma = 1,18–1,25$ г/см², содержание цемента – 25 % (250 кг на 1 м³ глинистого раствора).

После цементации в течение 17 часов проводится ожидание затвердевания цемента. Геофизические исследования производятся термометрическим методом для определения мощности, качества и интервала установки цементного кольца.

Расширение рудного горизонта для установки гравийного фильтра осуществляется забойным расширителем РЗ 260/320 при осевой нагрузке $P = 300–400$ Н, частота оборотов $n = 100–150$ об/мин, расход промывочной жидкости $Q = 200–250$ л/мин.

Освоение скважины происходит для промывки фильтров, получения необходимого дебита, очистки отстойника в два этапа. Первый этап – скважина промывается технической водой буровым насосом через буровой снаряд, опущенный в обсадную колонну, поинтервально, с наращиванием глубины до пробки отстойника; выход чистой воды из обсадной колонны, начало самоизлива. Затраты на эту операцию – 6 ч [11].

Второй этап – освоение эрлифтом, в свою очередь, включает следующие операции:

– воздухопроводная труба заглубляется на 80 м под статический уровень и проводится прокачкой до полного осветления воды с остановкой через каждый час на 10 мин для замера дебитов (ориентировочно 6 ч);

– воздухопроводная труба опускается до глубины 90–100 м с прокачкой до полного осветления и замера дебитов, на глубине 100 м проводятся периодические, через каждые 3 ч, остановки и спуски компрессора для создания гидравлического удара с фиксацией при каждом пуске показаний пускового и рабочего давления воздуха по манометру, дебита и содержания твердых взвесей перед остановкой;

– осуществляется загрузка воздухопроводной трубы по 100–110 м с прокачкой до появления чистой воды до глубины 200 м.

Далее проводится расходомерия по фильтровой зоне для проверки работоспособности фильтра.

После сдачи скважины буровой агрегат снимается с площадки, зумпфы откачиваются и засыпаются, производятся планирование площадки, уборка посторонних предметов, устье обсадной колонны закрывается пробкой, на колонне закрепляется табличка с номером скважины [12].

Предлагаемая технология сооружения геотехнологической скважины имеет следующие отличия от применяемой ранее:

– окончательный минимальный диаметр скважины, за исключением интервала установки фильтра, равен 161 мм, т.е. отсутствует расширение скважины до диаметра 190 мм; калибровку скважины диаметром 161 мм осуществляют шарошечным долотом типа М или С после бурения долотом ЗЛ-161 с этим же диаметром [13];

– после расширения в интервале 275–285 м продуктивного пласта до диаметра 260 мм расширителем 260/320 глинистый раствор в скважине заменяется гелцементным раствором плотностью 1250 кг/см³;

– осуществляется манжетное цементирование колонны ПВХ 110/18 (интервал установки колонны – 0–275 м);

– рекомендуемый фильтр – труба ПВХ 63/3,5: он устанавливается «впотаю»; гравийная обсыпка будет осуществляться через специальное устройство УГО по патенту РК № 17267 [14], уменьшение диаметра каркаса гравийного фильтра не должно существенно сказаться на дебите, так как при расчете последнего учитывается поперечный размер гравийной обсыпки, а не диаметр каркаса.

Методика проведения экспериментальных исследований устройства для манжетного тампонирувания и их результаты

Первоначально на дневной поверхности испытывались варианты распределительного устройства для подачи тампонажного раствора в затрубное пространство.

Первый вариант устройства выполнен в соответствии с рис. 1 и представляет собой патрубок с радиальными каналами для подачи тампонажной смеси, закрытыми заглушками, первоначально удерживаемыми стяжной нитью. При посадке втулки 10 на кольцевой торец

переходника 2 (см. рис. 1) давление нагнетания резко возрастает, и при давлении 2 атм стяжная нить (латунная проволока толщиной 0,4 мм) разрывается, и заглушки выдавливаются из своих мест, и буровой раствор поступает через радиальные каналы устройства, которое при испытаниях показало свою способность надежно выполнять заданную функцию [15–17].

Был также испытан второй вариант распределительного устройства, в котором радиальные каналы закрыты не заглушками со стяжной нитью, как в первом варианте, а кольцевым резиновым клапаном. При подаче под давлением бурового раствора кольцевой клапан, деформируясь в радиальных направлениях, пропускал жидкость в затрубное пространство. Скорость истечения тампонажной жидкости регулировалась величиной давления подачи бурового насоса. Установлено, что деформация кольцевого резинового клапана, при которой начинается течение жидкости в затрубное пространство, наступает при давлении 2,5 атм (при толщине кольцевого клапана 15 мм). Выявлено также, что расход тампонажной жидкости при ее течении из-под клапана прямо пропорционален давлению нагнетания [3].

Следует признать, что второй вариант распределительного устройства с кольцевым клапаном проще в конструктивном исполнении, однако требует проведения большого количества расчетов, и его следует в дальнейшем рекомендовать к использованию.

В связи с изменившимися требованиями к оборудованию фильтровой части было решено вместо гравийного фильтра оснастить скважину каркасным фильтром со целевыми отверстиями. Это изменение было связано с тем, что эксплуатируемый водоносный пласт в этом разрезе был представлен среднезернистым песком.

Работы по манжетному цементированию и оборудованию скважины фильтром проводились в следующей последовательности [18]:

1. После разбурки и промывки скважины последняя заполняется гелцементным раствором.

2. На поверхности собирают фильтровую часть скважины, состоящую из отстойника с заглушкой и каркасно-дискового фильтра. Проверяют правильность сборки устройства

для тампонирования, надежность крепления манжеты [19].

3. В скважину последовательно опускают каркасно-дисковый фильтр с отстойником, затем распределительное устройство УТО и обсадные трубы ПВХ 90/8. На обсадной колонне устанавливается манжета, выполненная из кислотостойкой резины толщиной 6 мм.

4. После проведения обсадки выполняют геофизические исследования (ГИС), целью которых является проверка целостности обсадной колонны и фактического интервала установки фильтра [20].

5. После проведения ГИС в обсадную колонну сбрасывается первая пробка – стакан, которая продавливается тампонажным раствором до посадочного места в УТО. Затем опускается верхняя пробка с перегородкой, с помощью которой тампонажный раствор вытесняется в затрубное пространство. Сигналом к окончанию этого процесса служит возросшее давление на манометре насоса в момент схождения верхней и нижней пробок.

6. После схватывания цементного раствора (ожидание затвердевания цемента – 12 ч) осуществлялась термометрия для исследования качества тампонирования. Ее результаты свидетельствуют, что качество проведенных тампонажных работ вполне удовлетворительное [21].

7. Заключительным этапом является разрушение перегородок в верхней и нижней пробках для обеспечения доступа в фильтровую часть скважины. Эта операция осуществлена путем воздействия веса опущенной бурильной колонны, под действием которого перегородки были разрушены, а бурильная колонна свободно опустилась в фильтровую часть скважины [22].

Баланс рабочего времени на отдельные операции манжетного тампонирования приведен в табл. 1.

Анализ данных табл. 1 показывает, что затраты времени при манжетном цементировании существенно ниже в сравнении с существующей технологией цементирования через заливочные трубы, расположенные в затрубном пространстве.

Таблица 1

Затраты времени на отдельные операции при манжетном цементировании скважины 34-5-4

№ п/п	Наименование операции	Затраты времени на выполнение, ч
1	Спуск обсадной колонны с фильтром и манжетой	1,5
2	Промывка скважины и проведение ГИС	3
3	Спуск и продавливание нижней пробки	0,5
4	Закачка в обсадную колонну расчетного объема тампонажного раствора	0,5
5	Спуск верхней пробки	0,5
6	Выдавливание тампонажного раствора в затрубное пространство	0,2

**Расчет ожидаемого
экономического эффекта
от внедрения разработанного
устройства для манжетного
тампонирования технологических
скважин**

При сооружении технологических скважин с использованием устройства для манжетного тампонирования фильтровой колонны УТО, во время цементирования скважин через внутреннее пространство обсадной колонны стоимость скважин изменяется существенно. Основными факторами, влияющими на изменение стоимости сооружения скважин [23–25], являются затраты времени на тампонирование скважины, затраты времени на спускоподъемные операции и на ожидание затвердевания цемента. Экспериментальным путем установлено, что использование устройства для манжетного тампонирования фильтровой колонны [26] сокращает затраты времени на проведение указанных выше видов технологических операций (см. табл. 1).

Руководствуясь данными табл. 2 и зная приблизительные годовые объемы бурения скважин на различных объектах НАК «Казатомпром», можно рассчитать ожидаемую годовую экономическую эффективность при использовании УТО.

При средней стоимости скважины (стоимость 1 погонного метра закачной скважины равна 10 000 тенге, откачной – 15 000), в нашем случае закачной глубиной 500 м на участке Западный Мынкудук

(5 000 000 тенге), стоимость одного часа работы бурового агрегата будет равна [25]

$$N = \frac{S}{T} = \frac{5\,000\,000}{98,5} = 50\,761 \text{ тенге/ч,}$$

где S – средняя стоимость скважины глубиной 500 м, тенге; T – время, затраченное на сооружение скважины глубиной 500 м на участке, ч.

Таблица 2

**Затраты времени
на сооружение скважины**

№ п/п	Вид операций при сооружении	Закачные, 500 м	
		вагоночас	%
1	Удельный вес скважины в объеме месячных работ	101	14,5
2	Монтаж, демонтаж, проектировка	4	0,6
3	Пилот-скважины	40	5,6
4	ГИС	5	0,7
5	Разбурка диаметром 161 мм	10	1,4
6	Обсадка с промывкой	6	0,8
7	Цементация	3	0,4
8	Ожидание затвердевания цемента с термометрией	14	1,9
9	Промывка фильтров	8	1,1
10	ГИС после промывки	3	0,4
11	Принудительно-плановые работы	8	1,1

Затраты времени на цементирование (табл. 3) уменьшаются на 3,5 ч. Следовательно, экономический эффект при сооружении одной скважины с использованием устройства для манжетного тампонирования фильтровой колонны [27] составляет 177 663 тенге (так как 1 час работы с помощью нашего устройства стоит 50 761, данную величину умножаем на 3,5 – время, затраченное на цементирование с помощью УТО). Учитывая, что в год

на представленном участке создается 500 скважин, имеем годовую экономию денежных средств в размере 88 831 750 тенге.

Таблица 3

**Затраты времени на цементирование
фильтровой колонны, вагоночас**

Вид операции	Спуск бурильной колонны в затрубное пространство	Использование новой технологии УТО
Цементация	3	1,5
Ожидание затвердевания цемента с термометрией	14	12

Выводы

1. Проведенные производственные испытания показали эффективность применения разработанного технического устройства тампонирования скважин.

2. Использование предлагаемого устройства упрощает и оптимизирует конструкцию скважины, так как уменьшается диаметр бурения, расход тампонажного раствора и повышается качество работ.

3. Практически подтверждено, что при тампонировании с определенными ранее технологическими режимами отсутствует пробкообразование, т.е. тампонажный раствор равномерно укладывается вокруг колонны.

4. Проведенный расчет экономической эффективности, основанный на экономии условно-постоянных расходов при внедрении разработанного устройства, показал, что экономия при сооружении скважин составляет 177 663 тенге при бурении геотехнологической скважины.

Список литературы

1. Сергиенко И.А., Мосеев А.Ф., Бочко Э.А. Бурение и оборудование геотехнологических скважин. – М.: Недра, 1984. – 224 с.

2. Макаров А.А., Федоров Б.В. Устройство для тампонирования геотехнологических скважин: инновационный пат. Республики Казахстан № 21227. 2009. – Бюл. № 4.

3. Сушко С.М., Дауренбеков С.Д., Федоров Б.В. Технология и техника сооружения геотехнологических скважин при подземном выщелачивании урана. – Алматы, 2007. – 259 с.

4. Устройство для создания гравийной обсыпки в скважине: предварительный пат. Республики Казахстан

№ 17267 / Федоров Б.В., Шеметов Д.В. Бюллетень промышленной собственности. – 2006. – № 4.

5. Степин П.А. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 1988. – 367 с.

6. Справочник инженера по бурению геолого-разведочных скважин / под ред. Е.А. Козловского. – М.: Недра, 1984. – Т. 1, Т. 2.

7. Федоров Б.В. Бурение скважин. – Алматы: Изд-во КазНТУ, 2002. – 284 с.

8. Леонов Е.Г., Исаев В.И. Гидроаэромеханика в бурении. – М.: Недра, 1987. – 147 с.

9. Гукасов Н.А. Гидродинамика при креплении. – М.: Недра, 1979. – С. 285–287.

10. Брун В.Г., Леонов Е.Г. Методика расчета цементирования обсадных колонн при бурении скважин. – М.: Недра, 1991. – С. 125–130.

11. Ганджумян Р.А., Калинин А.Г. Инженерные расчеты при бурении глубоких скважин. – М.: Недра, 1983. – С. 200–215.

12. Биргер И.А. Круглые пластинки и оболочки вращения. – М.: Недра, 1961. – С. 120–145.

13. Климачева Т.Н. AutoCAD для студентов (самоучитель). – М.: ДМК, 2008. – С. 243–247.

14. Шеметов Д.В., Федоров Б.В. Устройство для гравийной обсыпки фильтра: предварительный патент № 17267 Республики Казахстан. – 2006. – Бюл. № 4. – 5 с.

15. Анурьев В.И. Справочник инженера-конструктора. – М.: Машгиз, 1980. – Т. 1.

16. Воалов О.И., Десяткин О.В. Экономика предприятия (фирмы). – М.: ИНФАРМА-М, 2000. – 600 с.

17. Орлов В.П., Даукеев С.Ж. Экономика и управление геологоразведочным производством. – М.–Алматы: Геоинформмарк, 1999. – 215 с.

18. Аббасов И.Б. Создаем чертежи на компьютере. – М.: ДМК, 2008. – С. 256–300.

19. Арнс В.Ж. Геотехнологические методы добычи полезных ископаемых. – М.: Недра, 1975. – 387 с.

20. Геотехнология урана на месторождениях Казахстана / В.Г. Язиков, В.Л. Забазнов, Н.Н. Петров, Е.И. Рогов, А.Е. Рогов. – Алматы, 2001. – 442 с.

21. Булатов А.И. Пути повышения качества цементирования скважин в Узбекистане, 1976. – С. 126–130.

22. Ужкенов Б.С., Акылбеков С.А. Горно-металлургический комплекс Казахстана // Труды международной конференции «Инженерное образование и наука в 21 веке». – Алматы: Изд-во КазНТУ, 2004. – Т. 1. – С. 307–318.

23. Campbell M.D., Lehr J.H. Water well technology. – New York: McGraw-Hill, 1973. – 681 p.

24. Chilingarian G.V., Vorabutr P. Drilling and drilling fluids / Elsevier scientific publishing company. Amsterdam – Oxford – New-York, 1981.

25. Методика сооружения скважин для разведки и добычи урана методом ПСВ / С.М. Сушко, А.Д. Бегун, Б.В. Федоров, А.К. Касенов. – Алматы: Искандер, 2007.

26. Устройство для тампонирувания геотехнологических скважин: инновационный пат. Республики Казахстан № 60191 / Федоров Б.В., Макаров А.А., Сушко С.М., Касенов А.К.; 15.05.2009. – Бюл. № 5. – 5 с.

27. Федоров Б.В., Макаров А.А. Способ манжетного тампонирувания фильтровой колонны геотехнологических скважин // Материалы международной конференции «Ресурсно-экологические проблемы в 21 веке: инновационное недропользование, энергетика, экологическая безопасность и нанотехнологии». – Алушта, 2009.

References

1. Sergienko I.A., Moseev A.F., Bochko E.A. Burenie i oborudovanie geotekhnologicheskikh skvazhin [Drilling and equipment geotechnical wells]. Moscow: Nedra, 1984, 224 p.

2. Makarov A.A., Fedorov B.V. Ustroistvo dlia tamponirovaniia geotekhnologicheskikh skvazhin [Device for geotechnological wells plugging]: innovatsionnyi patent Respubliki Kazakhstan no.21227 2009. Biul. no.4.

3. Sushko S.M., Daurenbekov S.D., Fedorov B.V. Tekhnologiia i tekhnika sooruzheniia geotekhnologicheskikh skvazhin pri podzemnom vyshchelachivanii urana [Technology and technique for geotechnical wells constructions in underground uranium leaching]. Almaty, 2007, 259 p.

4. Fedorov B.V., Shemetov D.V. Ustroistvo dlia sozdaniia graviinnoi obsypki v skvazhine [Device for creating a gravel package in well]: predvaritel'nyi patent Respubliki Kazakhstan no.17267. *Biulleten' promyshlennoi sobstvennosti*, 2006, no.4.

5. Stepin P.A. Soprotivlenie materialov [Strength of materials]. Moscow: Vysshiaia shkola, 1988, 367 p.

6. Kozlovskii E.A. (Ed.) Spravochnik inzhenera po bureniu geologorazvedochnykh skvazhin [Engineer's manual for drilling exploration wells]. Moscow: Nedra, 1984, vol. 1, 2.

7. Fedorov B.V. Burenie skvazhin [Drilling of the wells]. Almaty: Izd-vo KazNTU, 2002, 284 p.

8. Leonov E.G., Isaev V.I. Gidroaeromekhanika v bureniu [Drilling hydroaeromechanics]. Moscow: Nedra, 1987, 147 p.

9. Gukasov N.A. Gidrodinamika pri kreplenii [Hydrodynamics when cementing]. Moscow: Nedra, 1979, pp.285-287.

10. Brun V.G., Leonov E.G. Metodika rascheta tsementirovaniia obsadnykh kolonn pri bureniu skvazhin [Methodology of calculation cementing casing during drilling]. Moscow: Nedra, 1991, pp.125-130.

11. Gandzhumian R.A., Kalinin A.G. Inzhenernye raschety pri bureniu glubokikh skvazhin [Engineering calculations for drilling deep wells]. Moscow: Nedra, 1983, pp.200-215.

12. Birger I.A. Kruglye plastinki i obolochki vrashcheniia [Round plates and shells of revolution]. Moscow: Nedra, 1961, pp.120-145.

13. Klimacheva T.N. AutoCAD dlia studentov (samouchitel') [AutoCAD for students (tutorial)]. Moscow: DМК, 2008, pp.243-247.

14. Shemetov D.V., Fedorov B.V. Ustroistvo dlia graviinnoi obsypki fil'tra [Device for gravel package of the filter]: predvaritel'nyi patent Respubliki Kazakhstan no.17267; 2006, biul. no.4, 5 p.

15. Anur'ev V.I. Spravochnik inzhenera-konstruktora [Design Engineer's Manual]. Moscow: Mashgiz, 1980, vol.1.

16. Voalov O.I., Deviatkin O.V. Ekonomika predpriatii (firmy) [Economics of enterprise (company)]. Moscow: INFRA-M, 2000, 600 p.

17. Orlov V.P., Daukeev S.Zh. Ekonomika i upravlenie geologorazvedochnym proizvodstvom [Economics and Management Exploration Production]. Moscow–Almaty: Geoinformmark, 1999, 215 p.

18. Abbasov I.B. Sozdaem chertezhi na komp'iutere [Creating drawings on your computer]. Moscow: DMK, 2008, pp.256-300.

19. Arens V.Zh. Geotekhnologicheskie metody dobychi poleznykh iskopaemykh [Geotechnological methods of mineral extraction]. Moscow: Nedra, 1975, 387 p.

20. Iazikov V.G., Zabaznov V.L., Petrov N.N., Rogov E.I., Rogov A.E. Geotekhnologiya urana na mestorozhdeniiakh Kazakhstana [Geotechnology in the uranium deposits in Kazakhstan]. Almaty, 2001, 442 p.

21. Bulatov A.I. Puti povysheniia kachestva tsementirovaniia skvazhin v Uzbekistane [Ways to improve the quality of cementing in Uzbekistan]. 1976, pp.126-130.

22. Uzhkenov B.S., Akylbekov S.A. Gorno-metallurgicheskii kompleks Kazakhstana [Mining and metallurgical complex of Kazakhstan]. *Trudy mezhdunarodnoi konferentsii «Inzhenernoe obrazovanie i nauka v 21 veke»*. Almaty: Izd-vo KazNTU, 2004, vol.1, pp.307-318.

23. Campbell M.D., Lehr J.H. Water well tehnology. New York: McGraw-Hill, 1973, 681 p.

24. Chilingarian G.V., Vorabutr P. Drilling and drilling fluids. Elsevier scientific publishing company. Amsterdam – Oxford – New-York, 1981.

25. Sushko S.M., Begun A.D., Fedorov B.V., Kasenov A.K. Metodika sooruzheniia skvazhin dlia razvedki i dobychi urana metodom PSV [Methods of wells construction for exploration and extraction of uranium by PSV]. Almaty: Iskander, 2007.

26. Fedorov B.V., Makarov A.A., Sushko S.M., Kasenov A.K. Ustroistvo dlia tamponirovaniia geotekhnologicheskikh skvazhin [Device for plugging geotechnological wells]: innovatsionnyi patent Respubliki Kazakhstan no.60191, 15.05.2009, buil. no.5, 5 p.

27. Fedorov B.V., Makarov A.A. Sposob manzhetnogo tamponirovaniia fil'trovoi kolonny geotekhnologicheskikh skvazhin [Method of collar plugging a filter column in geotechnical wells]. *Materialy mezhdunarodnoi konferentsii «Resursno-ekologicheskie problemy v 21 veke: innovatsionnoe nedropol'zovanie, energetika, ekologicheskaiia bezopasnost' i nanotekhnologii»*. Alushta, 2009.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Макаров А.А. Результаты испытаний устройства для манжетного тампонирования геотехнологических скважин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2016. – Т.15, №21. – С.304–312. DOI: 10.15593/2224-9923/2016.21.1

Please cite this article in English as:

Makarov A.A. Results of testing of lip plugging devices for geotechnical wells. *Bulletin of PNRPU. Geology. Oil & Gas Engineering & Mining*, 2016, vol.15, no.21, pp.304–312. DOI: 10.15593/2224-9923/2016.21.1