Статья поступила в редакцию: 13.10.2026
Статья принята к публикации: 20.10.2026
Статья опубликована: 28.10.2026

УДК 622.24+622.349.5

DOI: 10.32743/UniTech.2026.151.10.23594

Разработка технологии предотвращения поглощения растворов при бурении геотехнологических скважин на уран

Наримов Равшанбек Анарметович
PhD, доц.
Ташкентский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент
Ахмедов Аброр Сайидмурод угли
докторант
Ташкентский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент
Кадыров Нодир Абдусамикович
доц. доктор(DSc)
Ташкентский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент
Кадыров Абдусамик Абдувасикович
д-р техн. наук, проф.
Национальный университет Узбекистана
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: abdusamig@rambler.ru
Умаров Бахром Сманович
канд. хим. наук, доц.
Национальный университет Узбекистана
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Development of a technology to prevent solution absorption when drilling geotechnological wells for uranium

Narimov Ravshanbek Anarmetovich
PhD, Associate Professor
Tashkent State Technical University
Republic of Uzbekistan, Tashkent
Akhmedov Abror Sayidmurod
Doctoral student
Tashkent State Technical University
Republic of Uzbekistan, Tashkent
Kadyrov Nodir Abdusamikovich
Associate Professor
Doctor (DSc) Tashkent State Technical University
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Библиографическое описание: Разработка технологии предотвращения поглощения растворов при бурении геотехнологических скважин на уран // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Наримов Р.А. [и др.]. 2026. 10(151). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/23594

Kadyrov Abdusamik Abduvasikovich
doctor of Engineering sciences, prof., National University of Uzbekistan
Republic of Uzbekistan, Tashkent
Umarov Baxrom Smanovch
PhD, Associate Professor
National University of Uzbekistan
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Аннотация

В предлагаемой статье, целью которой является разработка способов предотвращения поглощения растворов, рассматривается проблема бурения технологических скважин в сложных геологических условиях Уэбекистана. Наиболее серьёзной проблемой строительства геолого разведочных скважин на цветные металла и уран на месторождениях министерства геологии и горной металлургии Узбекистана является частичное и катастрофическое поглощение бурового раствора. Это явление характеризуется потерей циркуляции промывочной жидкости и ведет в конечном счёте к поломке бурового инструмента. На устранение поглощения раствора расходуется до 30 % времени отведённого на строительство скважин, одновременно тратиться рабочая сила, материалы и энергия.Нами осуществлена разработка двух технологий по ликвидации поглощений буровых растворов на урановых месторождений с использованием местного недефицитного органического сырья и реагентов. Первый способ устранения поглощения раствора заключается в предварительном образовании пены в зоне порового пласта. Пенообразование происходит за счёт экзотермической реакции водного раствора гидрооксида натрия с оксидом трехвалентного металла с последующей добавкой жирной кислоты хлопкового соапстока.Затем на этот пенный состав подают гелеобразный акриловый полимер.Второй способ заключается в разработке резиноподобного состава быстросхватывающей композиции против поглощения бурового растворов. Композиция состоит из раствора госсиполовой смолы в органическом растворителе, который подаётся во внутрь трубы, а в затрубное пространство подают раствор неорганического отвердитель тампона. Приводятся результаты опытно промышленных испытаний предотвращения поглощения раствора при бурении скважин на площадях компании «Наваиуран».

Abstract

This article, which aims to develop methods for preventing lost circulation, examines the problem of drilling production wells in the complex geological conditions of Uzbekistan.

The most serious issue encountered during the construction of exploration wells for non-ferrous metals and uranium at deposits managed by the Ministry of Geology and Mining-Metallurgy of Uzbekistan is the partial or catastrophic loss of drilling fluid.

This phenomenon is characterized by a loss of drilling fluid circulation and ultimately leads to the failure of the drilling equipment. Remedying fluid loss consumes up to 30 % of the time allocated for well construction, while also requiring the expenditure of labor, materials, and energy.

We have developed two technologies for arresting drilling fluid losses at uranium deposits using locally available, non-scarce organic raw materials and reagents. The first method involves the in-situ generation of foam within the porous formation zone. Foaming occurs due to the

exothermic reaction of an aqueous sodium hydroxide solution with a trivalent metal oxide, followed by the addition of fatty acids from cotton soapstock. A gel-like acrylic polymer is then applied to this foamed composition The second method involves developing a rubber-like, quick-setting composition to prevent drilling fluid loss. The composition consists of a solution of gossypol resin in an organic solvent, which is pumped into the interior of the pipe, while a solution of an inorganic plugging-material hardener is pumped into the annulus. Results are presented from pilot-scale field tests on preventing fluid loss during well drilling at the Navaiuran company's sites.

Ключевые слова: уран, скважина, буровой раствор, поглощение, композиция, полимер.
Keywords: uranium, borehole, drilling fluid, loss of circulation, composition, polymer.

Введение

Одним из наиболее сложных явлений в процессе бурения скважин является интенсивное, а в некоторых случаях и полное поглощение бурового раствора геологическим пластом. При полном поглощении количество жидкости, циркулирующей в скважину, резко уменьшается или полностью исчезает. Это затрудняет охлаждение и смазку бурового инструмента, вынос бурового раствора на поверхность, гидрофобизацию стенок скважины и контроль параметров бурового раствора

Поглощение промывочных жидкостей является серьезным видом осложнений при бурении скважин. Обычно на ликвидацию поглощений затрачивается большое количество материальных средств, энергоресурсов и времени (до 30 % общих затрат времени на строительство скважин), что снижает производительность бурения и удорожает стоимость буровых работ.

Зарубежные сервисные компании разработали широкий спектр высокоэффективных кольматирующих добавок для борьбы с поглощениями растворов. Их выбор осуществляется для каждого конкретного случая поглощения и зависит от ряда факторов – свойств горных пород поглощающих пластов, пористости, проницаемости, размера пор и трещин, величины дифференциального давления, реологических свойств раствора, способа бурения скважины и других. Такой подход к проблеме обеспечивает ее эффективное решение. Недостатком применяемых импортных кольматантов является их дефицитность и высокая стоимость.

.В процессе бурении геотехнологических скважин на урановых месторождениях Узбекистана важное значение имеют конструкция скважин, технология бурения и правильное управление гидродинамическими процессами в системе скважина-пласт. В процессе закачки рабочих растворов в пласт через геотехнологические скважины и извлечения ископаемого продукта на поверхность, основными факторами являются коллекторские свойства пласта.

Целью предлагаемой работы является разработка способа и технологии предотвращения и ликвидации катастрофического поглощения буровой жидкости при бурении скважин на уран.

Поглощение жидкости в геотехнологических скважинах урановых месторождений может быть вызвано рядом геологических и технологических факторов. В том числе:

-наличие высокопроницаемых коллекторских пластов;

-естественные разломы и тектонические нарушения;

-наличие крупных пор и каналов;

-механическое разрушение стенки скважины;

-превышение давления буровой жидкости над пластовым давлением;

-высокая фильтрация буровой жидкости;

-несоответствие состава буровой жидкости к условиям пласта.

Материалы и методы

Основной принцип управления потерями жидкости в трещиноватых пластах заключается в выборе материала, способного проникнуть в канал потерь и создать в нем устойчивый барьер. Современные исследования показывают, что адаптация размера частиц к ширине трещины и усиление связи между частицами являются важными факторами снижения потерь жидкости.

Исследования по данной проблеме выполнены нами согласно научного договора между национальным университетом Узбекистана и ГП «НавоиУран на тему «Технология получения и применения олигомерной композиции против катастрофического поглощения раствора при бурении геотехнологических скважин на урановых месторождениях».

Существующие технологии борьбы с поглощением бурового раствора отличаются сложной техникой исполнения с низкой эффективностью, связанной со значительными материальными и трудозатратами.

Результаты и обсуждение

После проведённого изучения поглощения раствора пластом его мощности, характеристики горных пород нами были разработаны две композиции тампонирующих составов и технологии их применения. Первый состав представляет собой композицию на основе анионного поверхностно активного вещества ОГС(омыленная госсиполовая смола)и акрилового гель полимера (АГП)[1-4].

Поверхностно активное вещество ОГС получаемый из отхода дистилляции жирных кислот хлопковых соапстоков, с использование гибридной солнечно-ветровой установки получения нетрадиционной энергии водорода, могут применяться самостоятельно в качестве композиции эмульсионного бурового раствора при строительстве разведочных скважин, для предотвращения поглощения[5-6]. Эмульсионный буровой раствор обладающий одновременно свойством гидрофобизации легконабухающих глинистых стенок скважин был испытан для ликвидации поглощения растворов[7]..

Исходная композиция против поглощения состоит 10 – 15 % ной водной эмульсия ОГС с добавкой стабилизатора в виде 2 – 3 % (на сухое) АГП и имеет следующие технологические параметры

Удельный вес – 1,01–1,02 г/см3

Условная вязкость – 20 – 25 секунд

Фильтрация воды из раствора-5-6 см3

Фильтрационная корка – 0,5 мм

pH – 8–9

Рарушение эмульсии при суточном отстаивании равно = 0 %

Опытно промышленные испытания были проведены на геотехнологической скважине КБ-1 площади “Кохинур” рудоуправления “Зафарабад” ГП “Навоиуран” Буровая бригада 317.

:Информация по буровой скважине

- Буровое оборудование УРБ -ЗАЗ-53; Буровая бригада №17;
- Буровой насос насос НБ-125;
- Энергия буровой установки электропитание;
- Долото ПДС Ø 215,9 мм;
- Буровые стальные трубы БТ Ø 73 мм, Замки труб ЗН-95

В период бурения геотехнологической скважины на глубине 405 метров циркуляция буровой жидкости в скважине постепенно начала снижаться, то есть выявилось катастрофичекое поглощение буровой жидкости .

После этого буровой инструмент был поднят с забоя скважины и начата подготовка эмульсионно полимерной композиции для тампонировани зоны поглощения.

Предварительно буровой снаряд размером в одну длину ведущей штанги, спустили в скважину,для проверки его вращения. Через 35 – 40 минут на глубине 415 метров прекратился выход буровой жидкости и прекратилась циркуляция буровой жидкости из скважины. Буровой инструмент поднят до устья скважины.

Первым этапом проведения тампонажных работ в скважине, было приготовление состава пенообразователя состоящего из 350 литров 15 %ного водного раствора каустической соды, 50 кг катализатора в виде оксида алюминия и 600 кг дистилированной жирной кислоты хлопковых соапстоков.

Буровая труба была опущена на глубину 10 метров, через нее нагнеталися компоненты пенообразующего состава, приготовленного в специальном мини реакторе..

Послк 15 минутного ожидания, пока произойдет химическое взаимодействие, и появления пены, которая вышла в устье скважины, мы убедились, что в зоне поглощения произошла сильная экзотермическая химическая реакция. **Зете в скважину был закачен эмульсионно полимерный раствор состящий из реагентов ОГС и АГП.**

С целью повышения вязкости тампонирующего эмульсионного раствора в него добавиляли от 10 кг до 20 кг сухого акрилового гелеобразного полимера, а с устья скважины был прокачан буферный глинистый раствор с плотностью 1,2 г/см3 в количестве около 1 $м^{3,}$ содержащий добавочно 100 кг гипса в виде отвердителя .

При выполнении этих операций поток буровой жидкости из внешней стороны колонны буровых труб вышел на устье скважины .

Отдельные комки гипсового отвердителя выплыли на поверхность, так как процесс пенобразования полностью исчез. Затем был запущен буровой насос и через ведущую трубу на глубину 10 метров была начата циркуляция бурового раствора. .

Для снижения риска заклинивания бурильных труб приступили к спуску утяжеленных бурильных труб с трехшарошечным долотом на конце. Процесс бурения скважины продолжалось для определения эффективности действующей эмульсионно полимерной композиции. После достижения глубины 473 метров при непрерывной циркуляция буровой жидкости был успешно открыт продуктивный горизонт.

Опытно промышленные испытания данного способа показали, чтов процессе бурения с глубины 415 метров до глубины 473 метров циркуляция буровой жидкости в скважине была интенсивной. Выявлено, что. после второго этапа тампонажа поглощающего пласта, наблюдалась перегрузка оборудования и повышение условной вязкости буровой жидкости сверх требуемого показателя.

Анализ геологической информации показал, что в этих интервалах нет новых зон поглощения и что на этом месторождении на глубине 473 м имеется урановая рудная зона и нами достигнут положительного результат по ликвидации поглолщения[8-10]..

Вторым способом предотвращения поглощения является разработка состава быстросхватывающей тампонирующей смеси (БСС) на масложировых отходов с одновременной разработкой технологии его применения при бурении скважин в зоне поглощения.

БСС представляет собой композицию, состоящую из олигомера в виде раствора кубового остатка процесса дистилляции жирных кислот хлопкового соапстока (ДЖК ХС) в органическом растворителе и раствора отвердителя.

Для решения этой проблемы согласно календарного плана научных исследований предусматривается выполнение следующих задач:

- разработка состава БСС на основе подбора основных его компонентов из вторичных продуктов масложировых (Катта-курганский масложиркомбинат) и химических заводов (Шуртанский газохимкомплекс-ШГХК). Проведения физико-химических исследований КО ДЖК и ксилол содержащих отходов ШГХК;

- определение основных параметров и условий синтеза БСС, получаемого из КО ДЖК и ксилол содержащих отходов ШГХК (температура, время, соотношения основных компонентов, их концентрация);

- разработка технологической схемы пилотной установки по получению олигомера и его монтаж;

- разработка временного технологического регламента на производство олигомера;

- отработка технологического режима и производство 1000 кг олигомера на опытно-промышленной установке. Изучение его физико-химических и технологических свойств;

- проведение опытно-промышленных испытаний БСС в зоне катастрофического поглощения бурового раствора на одной из геотехнологических скважин ГП «НавоиУран».

Установлено,что КО ДЖК – это сложная смесь высокомолекулярных предельных и непредельных жирных кислот с продуктами переработки, а также полимеризации и поликонденсации госсипола, состоящего из бинафтильных колец, содержащих гидроксильные и карбоксильные группы. Полифункциональность КО ДЖК делает его весьма активной в химическом отношении, способной к внутри и межмолекулярным взаимодействиям, к процессам сшивки под воздействием различных катализаторов и температуры с образованием двухмерных пленок. **.**

Нами подобран основной компонент БСС – КО ДЖК, отход масложирового производства. За счет использования ксилол содержащего отхода в составе органического растворителя олигомера сокращается стадия компаундирования предельных и непредельных жирных кислот КО ДЖК с растворителем.

Быстросхватывающая композиция состоит из двух составов: первый включает олигомер в виде кубового остатка ДЖК хлопковых соапстоков и органический растворитель (ксилолсодержащий отход ШГХК) взятых в соотношении70:30 . Второй состав представляет собой раствор негашёной извести 15 % ной концентрации

Предлагаемая рецептура БСС позволяет отказаться от применения дефицитного углеводород содержащего органического компонента уайт-спирита (растворитель олигомера). Нами впервые выявлен один из возможных механизмов оксиполимеризации кислородсодержащих соединений входящих в состав КО ДЖК, изучены условия образования олигомерного соединения. Впервые подобран отвердитель в виде раствора оксида кальция, который при взаимодействии с раствором олигомера образует быстросхватывающую тампонирующую поры продуктивного пласта смесь . На основании изучения механизма и условий реакции отверждения при взаимодействии олигомера и отвердителя предлагается рациональная и эффективная технология получения БСС.

Предварительное изучение технологических свойств БСС показывает, что он аналогичен а по некоторым параметрам превосходит известные БСС приготовленные из синтетических смол (фенолформальдегидных, а также меламино - и резорцино-формальдегидных). Предлагаемая технология получения тампонирующего состава для устранения поглощения бурового раствора на геотехнологических скважинах при бурении на золото и другие драгметаллы отличается следующими преимуществами:

- использование недефицитного, доступного местного сырья – вторичных отходов масложирового и химического производств;

- простота технологии синтеза быстро схватывающей смеси, его низкая цена;

- простота технологии его применения при ликвидации поглощения бурового раствора в зонах осложнений бурения скважин на золото и другие благородные металлы;

- из-за отсутствия в составе БСС импортных компонентов обеспечивается экономия валютных средств;

- обеспечение качественного тампонирования зоны поглощения и ликвидация аварийной ситуации при бурении геотехнологических скважин, снижение себестоимости буровых работ;

- утилизация отходов производства на масложиркомбинатах республики и Шуртанском газохимкомплексе, улучшение экологической обстановки в республике.

Опытно промышленные испытания были проведены на площади Тувактау Зирабулакской геологоразведочной экспедиции (ГРЭ) ГП Навоиуран.

Исходные данные по скважине, где проводились опытно промышленные испытания:

Проектная глубина – 350 – 400 м

Тип буровой установки – БА-15

Способ бурения – роторное вращательное бурение

Диаметр бурения – 215 мм

Тип насоса — НБ-32

Суть предлагаемой технологии ликвидации поглощения заключается в следующем. через «голый конец» бурильной колонны трубы (через специальные отверстия диаметром 5 мм на расстоянии 2-3м от конца колонны труб), которая находится напротив зоны поглощения, подается раствор олигомера в ксилолсодержащем растворе ,

а в «затрубье»(в заколонное пространство) под давлением насосом прокачивается раствор негашённой извести . Два раствора встречаются напротив зоны поглощения и образуют тампон в виде резиноподобной быстросхватывающей композиции, которая закрывает зону поглощения.

Заключение

1. Разработана технология применения и состав эмульсии ПАВ и гелеобразного акрилового полимера против катастрофического поглощения буроых растворов при бурении геотехнологических скважин на урановом месторождении площади Тувактау в Зирабулакском ГРЭ ГП “Навоиуран” .

2. Осуществлено производственное испытание быстросхватывающей композиции олигомера в виде кубового остатка ДЖК ХС в ксилолсодержащем растворителе взятых в соотношении70:30, которая при встрече в зоне поглощения с раствором негашёной извести образует тампонирующую резиноподобной смесь перекрывающую поры пласта геотехнологических скважин на площади Кохинур рудоуправления Зафарабад ГП «Навои уран»

Список литературы

1. Artykova, Zh. K. The study applied characteristic polymeric stabilizer / Zh. K. Artykova, O.K. Beysenbayev // Proceed. 7th Internat. Conf. «Industrial Technologies and Engineering» (ICITE–2020). – 2020. – P. 56–58.
2. Beysenbayev, O.K. Synthesis and research of some physical and chemical properties of polyelectrolyte surfaces / O.K. Beysenbayev, Zh. K. Artykova, A.B. Issa [et al.] // Proceed. 6th Internat. Annual Conf. «Industrial Technologies and Engineering» (ICITE–2019). – 2019. – P. 22–29.
3. Artykova, Zh. K. Synthesis and preparation polyacrylonitrile and vinyl sulfonic acid in the presence of gossypol resin for drilling fluids / Zh. K. Artykova, O.K. Beisenbayev [et al.] // Rasayan Journal of Chemistry. – 2023. – T. 16, № 4. – P. 2313–2320.
4. Maxkamov, R.R. Colloid-chemical properties and efficiency of new surfactants for disperse systems equilibration / R.R. Maxkamov, A.E. Kurbanbaeva, Sh. K. Samandarov [et al.] // British Journal of Global Ecology and Sustainable Development. – 2022. – T. 4. – P. 88–94.
5. Alikhanov, B.A. The new Paradigm of Energy Security (Hydrogen) / B.A. Alikhanov // Annals of R.S.C.B. – 2021. – T. 25, № 3. – P. 4842–4851. URL: http://annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/1989/1663 (дата обращения: 20.10.2026).
6. Abdullaev, A. Energy security paradigm: hydrogen is the main energy carrier of the XXI century / A. Abdullaev, R. Isaev, Z. Iskandarov // European Journal of Research. – 2023. – T. 8, № 3. – P. 26–45. URL: https://journalofresearch.eu/ (дата обращения: 20.10.2026).
7. Кадыров, А.А. Поверхностно-активные вещества (получение, свойства, применение): монография / А.А. Кадыров, Н.А. Кадыров. – Ташкент: Ташгостехуниверситет, 2015. – 116 с.

8. Булатов, А.И. Бурение нефтяных и газовых скважин: учебник / А.И. Булатов. – Москва: Недра, 2001. – 196 с.
9. Рябченко, В.И. Управление свойствами буровых растворов: монография / В.И. Рябченко. – Москва: Недра, 1990. – 130 с.
10. Рязанов, Я.А. Энциклопедия по буровым растворам / Я.А. Рязанов. – Москва: Недра, 2004. – 186 с.

References

1. Artykova Zh.K., Beysenbayev O.K. The study applied characteristic polymeric stabilizer // Proceed. 7th internat. conf. «Industrial Technologies and Engineering» (ICITE. – 2020. – P. 56–58.
2. Beysenbayev O.K., Artykova Zh.K., Issa A.B. et al. Synthesis and research of some physical and chemical properties of polyelectrolyte surfaces // Procced. 6th internat. annual conf. “Industrial Technologies and Engineering” (ICITE – 2019).- Shymkent, 2019. – P.22–29. 3Artykova Zh.K., Beisenbayev O.K. et al. Synthesis and preparation polyacrylonitrile and vinyl sulfonic acid in the presence of gossypol resin for drilling fluids // Rasayan Journal of Chemistry. – 2023. – Vol. 16(4).- P.2313–2320.
3. Maxkamov R.R. Kurbanbaeva A.E. Samandarov Sh.K. Saidkulov F.R. Nurmanova M.L., Saidaxmedova X.R., Xolmo‘minova D.A. Colloid-chemical properties and efficiency of new surfactants for disperse systems equilibration // British Journal of Global Ecology and Sustainable Development Volume-04, SJIF. – 2022.
4. Alikhanov B.A. Alikhanov B,A. “The new Paradigm of Energy Security (Hydrogen)”, Annals of R.S.C.B., ISSN:1583–6258, 2021, Accepted 08 March 2021 Romania, Buxarest // Annals of R.S.C.B. – 2021. – Vol. 25, No. 3. – P. 4842–4851. – URL: http://annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/1989/1663 (accessed: 22.10.2026).
5. Abdullaev A., Isaev R. IskandarovZ/ «Energy security paradigm: hydrogen is the main energy carrier of the XXI century», European Journal of Research volume 8 issue 3 2023 pages 26–45 ISSN 2521–3261 ISSN 2521–3253 (Print) of research.eu/ 26 [Электронный ресурс]. – P. 26–45. – URL: https://journal (accessed: 22.10.2026).
6. Kadyrov A.A., Kadyrov N.A. Surfactants (Production, Properties, Application) // Monograph, Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan. – 2015. – 116 P.
7. Bulatov A.I. Drilling of Oil and Gas Wells (Textbook) // Nedra, Moscow, Russia. – 2001.
8. Ryabchenko V.I. Management of Drilling Fluids (Monograph) // Nedra, Moscow, Russia. – 1990.
9. Ryazanov Ya.A. Encyclopedia of Drilling Fluids // Nedra, Moscow, Russia. – 2004.