

14. Bochechka, O. O. (2018). Production of Polycrystalline Materials by Sintering of Nanodispersed Diamond Nanopowders at High Pressure. Review. *J. Superhard Materials, Vol. 40, N 5, 325–334.*
15. Lysakovskiy, V. V., Novikov, N. V., Ivakhnenko, S. A., et al. (2018). Growth of Structurally Perfect Diamond Single Crystals at High Pressures and Temperatures. Review. *J. Superhard Materials, Vol. 40, N 5, 315–324.*

УДК: 622.248.33

DOI: 10.33839/2223-3938-2019-22-1-12-24

А. К. Судаков, д-р техн. наук¹, **И. И. Мартыненко**², **Д. А. Судакова**, кандидаты технических наук

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

²*Государственная служба геологии и недр Украины, ул. Антона Цедика, 16, 03057, Киев, E-mail: martinenko@geomail.kiev.ua*

НАУЧНАЯ ШКОЛА Б.А.М. – ПОКОЛЕНИЯ УЧЕНИКОВ И ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Целью исследований является повышение эффективности изоляционных работ в буровых скважинах, достигаемое за счет применения и анализа нетрадиционных технологий тампонирующего поглощающих горизонтов, разработанных учениками А.М. Бражененко. Поставленные задачи решались комплексным методом исследования, включающим анализ и обобщение литературных и патентных источников, проведение аналитических, экспериментальных исследований. Сформирована научная школа, основоположником которой стал А. М. Бражененко. Тремя поколениями исследователей разработаны и обоснованы инновационные технологии изоляции поглощающих горизонтов термопластичными (легкоплавкими) материалами, для реализации которых необходимо выполнить: доставку термопластичных материалов на забой скважины, плавление (нагрев) термопластичных материалов и их задавливание в каналы поглощения. Для различных геолого-технических условий бурения на кафедре техники разведки месторождений полезных ископаемых, под руководством А. М. Бражененко, разработаны тампонажные термопластичные (легкоплавкие) материалы и технологии изоляции поглощающих горизонтов буровых скважин.

Ключевые слова: бурение скважин, поглощающий горизонт, изоляция, тампонажные материалы

Постановка проблемы. Украина имеет значительные запасы полезных ископаемых. Для вовлечения этих запасов в эксплуатацию необходимо значительное увеличение объемов разведочных и эксплуатационных скважин. Процесс бурения скважин связан с геологическими осложнениями. Наиболее распространенным осложнением является поглощение промывочной жидкости. На ликвидацию поглощений тратится значительная часть времени и средств от общих расходов на бурение скважин. Поглощение приводит к нарушению технологического режима бурения, целостности стенок скважины, провоцирует аварии [1].

Анализ последних исследований и определение нерешенной проблемы. Для ликвидации поглощения промывочной жидкости применяют тампонажные смеси на водной основе с использованием различных минераловязующих и синтетических веществ, которые достигли предела своей модернизации. В последние десятилетия работы по улучшению свойств тампонажных материалов сводятся к решению местных заданий, а не главному их недостатку - устранению чувствительности к разбавлению водой [2]. В связи с неизбежностью контакта тампонажной смеси с жидкостью в скважине и пласте такая смесь, растворяясь, теряет свои исходные свойства, растекаясь от скважины на значительные

расстояния, что приводит к необходимости многократного повторения операций по тампонированию, перерасходу тампонажных материалов, труда и времени [3]. По данным результатов исследований, на ликвидацию поглощения тратят более 20% времени и средств от общих расходов на сооружение скважины [1, 3].

Осознавая, что при бурении разведочных, эксплуатационных и технических скважин нужны более эффективные тампонажные материалы и технологии, в основе которых были бы



Анатолий Макарович Бражененко

положены иные принципы образования тампонажного камня, Бражененко Анатолий Макарович в начале 80-х годов прошлого столетия предложил применять технологии изоляции, основанные на использовании нечувствительных к разбавлению водой тампонажных материалов. Расплав таких материалов, проникая в каналы поглощения с последующим изменением агрегатного состояния, образует малообъемную, но надежную изоляционную оболочку вокруг ствола буровой скважины.

А. М. Бражененко после окончания Горного института в 1959 году был направлен на работу в г. Полтаву, где сначала работал помощником бурильщика, инженером треста «Полтаванефтегазразведка», а потом преподавателем спец дисциплин в ПТУ № 1 м. Полтавы. В это время началась подготовка бурильщиков и буровых мастеров для потребностей геологоразведочной отрасли и нефтегазодобывающей промышленности

Северо-восточных и Центральных областей Украины [4].

В 1963 году поступил в аспирантуру кафедры Техники разведки РКК Днепропетровского горного института. В 1968 году успешно защитил диссертацию на соискание научной степени кандидата технических наук. С 1969 года работал ассистентом, с 1971 года – доцентом, с 1975-1980 гг. – заведующим кафедрой Техники разведки РКК. С 1980 года до 2004 года работал на должности доцента кафедры Техники разведки РКК.

Анатолий Макарович в течение 20 лет (1975–1995 гг.) исполнял обязанности ученого секретаря Совета по защите диссертаций. Опубликовал свыше 100 научных трудов.

Впервые в промышленном масштабе термопластичные материалы успешно применены для закрепления фундамента ДнепроГЭСа при ее строительстве [5]. Но дальнейшее применение термопластичных (легкоплавких) материалов при бурении разведочных, эксплуатационных скважин успеха не имела [1].

Целью работ является повышение качества изоляционных завес буровых скважин, достигаемое за счет разработки нетрадиционных, не растворимых пластовыми водами тампонажных материалов и технологий их применения.

Под руководством А. М. Бражененко выполнено и успешно защищены три кандидатских диссертации, две из которых были посвящены ликвидации поглощения промывочной жидкости с применением термопластичных (легкоплавких) материалов.

Технология изоляции зон поглощений промывочной жидкости с применением тампонажных смесей на основе битума. Работы выполнялись Мартыненко И. И. в опытно-методической партии новой техники производственного геологического объединения «Севукргеология» [6].

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований в лабораторных и производственных условиях, а также выполненных конструкторских разработок:

1. Впервые разработана классификация и разделение на группы видов поглощений в скважинах северо-западной части Украинского щита в зависимости от коэффициента фильтрации и их количества. Определено, что средние мощности зон осложнений в кристаллических породах района работ находятся в пределах от 1,5 до 3,5 м, что говорит о целесообразности применения для ликвидации поглощений методов локального воздействия.

2. Выполнены исследования составов битумных смесей, позволившие разработать рецептуру тампонажной смеси, удовлетворяющую требованиям перекрытия поглощающих каналов в скважинах, представленных кристаллическими породами, состоящую из битума, пластификатора и наполнителя [7].

Область применения смеси на битумной основе ограничивается наличием каверн, а также сыпучих, преимущественно пылеватых пород.

3. Разработан способ ликвидации геологических осложнений, возникающих в скважинах, отличающийся тем, что, с целью ликвидации поглощений промывочной жидкости, обвалов стенок скважин, а также изоляции башмака обсадных колонн, предусматривает применение тампонирующей смеси на битумной основе, доставляемой в зону осложнения в твердом виде [8].

5. Выполненные исследования процесса тампонирующей смесью на битумной основе позволили впервые определить и обосновать оптимальные режимы разбуривания битумной смеси, обеспечивающие необходимую температуру и условия для размягчения и задавливания ее в трещины [8].

6. Предложена номограмма определения режима разбуривания битумной смеси в зависимости от диаметра скважины и осевой нагрузки для использования в производственных условиях.

7. Разработана технологическая линия, позволяющая механизировать процесс приготовления и затаривания битумной тампонирующей смеси в контейнеры. Разработанная конструкция контейнера представляет собой тампон, отличающейся тем, что с целью повышения надежности и удобства в работе при использовании вязкопластичного тампонирующего материала клапанный узел выполнен в виде кармана из двух соединенных между собой половин [9].

8. Разработаны конструкции тампонирующих снарядов, которые позволяют совместить процесс доставки смеси в зону осложнения и тампонирующее в одном рейсе, а также проводить тампонирующее при наличии в интервале поглощения обрушенной со стенок скважины породы [10,11].

Технология изоляции зон поглощений промывочной жидкости с применением тампонажных смесей на основе серы. Работа выполнена А. К. Судаковым на кафедре техники разведки месторождений полезных ископаемых Национальной горной академии Украины (ныне кафедра нефтегазовой инженерии и бурения Национального технического университета «Днепропетровская политехника») [12]. В ходе выполнения работы:

1. Обоснован тот факт, что при бурении в условиях трещиноватых горных пород применение тампонажных смесей на водной основе с использованием различных минераловязущих и синтетических веществ в результате их разбухания приводит к значительным потерям тампонажных материалов и времени, удорожанию стоимости скважин. Сократить эти потери возможно, если для создания изоляционной оболочки каналы поглощения заполнять неразбухаемым пластовыми водами расплавом термопластичного материала [13].

2. Разработана и обоснована рецептура тампонажной смеси, основным компонентом которой является сера. Лабораторными исследованиями подтверждена возможность применения термопластичных материалов на основе серы в качестве тампонажного материала для изоляции поглощающих горизонтов буровых скважин [14].

3. Предложена новая технология изоляции поглощающих горизонтов тампонажными термопластичными материалами с применением забойных тепловых источников [15–18].

4. Для различных геолого-технических условий разработаны технологические схемы и способы изоляции поглощающих горизонтов термопластичными материалами, а также методика их проектирования [19].

5. На основании экспериментальных и теоретических исследований установлена оптимальная глубина применения предлагаемой технологии, а также условия изоляции поглощающих горизонтов.

6. Экспериментально и аналитически установлена зависимость температуры нагрева скважинной жидкости от теплофизических свойств термопластичного материала [20–24].

7. Установлены необходимые технологические параметры тампонирующей и радиальные размеры изоляционной оболочки [12].

8. На основании аналитических исследований разработана математическая модель температурного поля, описывающая процесс теплопередачи при электротепловой обработке скважины в зоне осложнения.

9. Проведена оценка и доказана экономическая эффективность применения технологии изоляции поглощающих горизонтов тампонажными термопластичными материалами на основе природной серы.

10. В производственных условиях осуществлена опытная проверка эффективности применения разработанной технологии изоляции поглощающих горизонтов термопластичными материалами.

Технология изоляции зон поглощений промывочной жидкости с применением тампонажных смесей на основе вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТ). Работа выполнена Д. А. Судаковой на кафедре техники разведки месторождений полезных ископаемых Национального технического университета «Днепропетровская политехника» под руководством доцента Ю. Л. Кузина [2].

В работе [25] на основании результатов теоретических, экспериментальных и производственных исследований дано решение актуальной задачи, заключающейся в установлении закономерностей изменения осевой нагрузки и частоты вращения при обосновании режимных параметров эффективной термомеханической технологии изоляции поглощающих горизонтов от среднего значения предела прочности на одноосное сжатие в зависимости от: состава композита, соотношения компонентов и вида наполнителя, температуры перегрева расплава, плотности, времени отвердевания и количества плавок тампонажного термопластичного композиционного материала, расплав которых, проникая в каналы поглощения с последующим изменением агрегатного состояния, образует малообъемную, но прочную изоляционную оболочку вокруг ствола буровой скважины. В ходе выполнения работы:

1. Получила дальнейшее развитие теория, что при бурении в условиях трещиноватых горных пород применение тампонажных смесей на водной основе с использованием различных минераловязующих и синтетических веществ достигло своего предела совершенства.

2. Обосновано, что применяемые на сегодняшний день термопластичные материалы из-за несовершенства технологий не нашли широкого использования в качестве тампонажных материалов при изоляции поглощающих горизонтов буровых скважин [26].

3. Разработана и обоснована рецептура тампонажного термопластичного композиционного материала (ТПКМ) [27, 28]. Выполненными исследованиями подтверждена возможность применения ТПКМ, в качестве базы которого выступают инертные термопластичные бытовые отходы на основе вторичного ПЭТ. С введением в его состав гранулированного наполнителя крупностью менее 0,5 мм в соотношении 1:1, что обеспечило: в возрасте 15 мин прочностные свойства в 5,26 раз выше прочности тампонажного камня на цементной основе возрастом 7 суток; в диапазоне температур 250 – 3000 °С растекание сопоставимо с растеканием нормального тампонажного цементного

раствора; отсутствие проницаемости тампонажного камня при перепаде давления 20 МПа; наивысшую степень износостойкости и абразивности материала [29, 31].

4. Теоретически и экспериментально показана возможность изготовления брикетированного ТПКМ. Разработана технология изготовления ТПКМ на основе ПЭТ, которая состоит из подготовительного этапа, этапа изготовления и формования. Обоснованы рациональные технологические режимы изготовления ТПКМ.

5. Разработана и обоснована технология изоляции поглощающих горизонтов с применением ТПКМ на основе ПЭТ, для реализации которой необходимо выполнить последовательные технологические операции: транспортировку цилиндрических брикетов ТПКМ, диаметром на 1–15 мм меньше диаметра породоразрушающего инструмента к поглощающему горизонту буровой скважины; термомеханическое плавление ТПКМ в зоне поглощения буровой скважины; задавливание перегретого ТПКМ в каналы поглощения. Способ изоляции поглощающих горизонтов с применением ТПКМ на основе ПЭТ защищен патентами Украины [32–42].

6. На основании экспериментальных и теоретических исследований обоснована рациональная область применения разработанной технологии, а также условия изоляции поглощающих горизонтов.

7. В ходе экспериментальных и теоретических исследований обоснованы рациональные технологические режимы скважинного термомеханического плавления ТПКМ на основе ПЭТ. Разработанный ТПКМ рекомендуется применять в скважинных условиях в сочетании с осевой нагрузкой не менее 700 даН при частоте вращения инструмента 700 мин⁻¹ [43].

8. На основании аналитических исследований составлена математическая модель температурного поля, описывающая процесс теплопередачи при термомеханическом плавлении ТПКМ в зоне осложнения буровой скважины [44–45].

9. Выполнена оценка и доказана экономическая эффективность применения технологии изоляции поглощающих горизонтов ТПКМ на основе ПЭТ. Стоимость проведения технологических операций, связанных с тампониowaniem поглощающих горизонтов, в сравнении с цементированием может быть снижено на 16,5–26,4 тыс. грн. на одну операцию.

10. Установлены необходимые технологические параметры тампониования и радиальные размеры изоляционной оболочки, что дало возможность обосновать и разработать «Технологический регламент изоляции поглощающих горизонтов ТПКМ на основе ПЭТ», действующий как нормативный документ в производственных организациях Государственной службы геологии и недр Украины.

11. Результаты выполненного комплекса теоретических и экспериментальных исследований нашли практическое применение при опытно-промышленном внедрении технологии ликвидации поглощения промывочной жидкости ТПКМ в условиях коммерческого предприятия ООО «Промышленно-геологической группы «Днепрогидрострой» [46].

Выводы

Сформирована научная школа, основоположником которой стал А. М. Бражененко. Тремя поколениями исследователей разработаны и обоснованы инновационные технологии изоляции поглощающих горизонтов термопластичными (легкоплавкими) материалами, для реализации которых необходимо выполнить: доставку термопластичных материалов на забой скважины, плавление (нагрев) термопластичных материалов и их задавливание в каналы поглощения.

Для различных геолого-технических условий бурения на кафедре техники разведки месторождений полезных ископаемых под руководством А. М. Бражененко разработаны тампонажные термопластичные (легкоплавкие) материалы и технологии изоляции поглощающих горизонтов буровых скважин.

Метою досліджень є підвищення ефективності ізоляційних робіт у бурових свердловинах, що досягається за рахунок застосування і аналізу нетрадиційних технологій тампонування поглинаючих горизонтів, розроблених учнями А. М. Бражененко. Поставлені завдання вирішувалися комплексним методом дослідження, що включає аналіз і узагальнення літературних і патентних джерел, проведення аналітичних, експериментальних досліджень. Сформована наукова школа, засновником якої став А. М. Бражененко. Трьома поколіннями дослідників розроблені і обґрунтовані інноваційні технології ізоляції поглинаючих горизонтів термопластичними (легкоплавкими) матеріалами, для реалізації яких необхідно виконати: доставку термопластичних матеріалів на вибій свердловини, плавлення (нагрів) термопластичних матеріалів і їх задавлювання в канали поглинання. Для різних геолого-технічних умов буріння на кафедрі техніки розвідки родовищ корисних копалини, під керівництвом А. М. Бражененко, розроблені тампонажні термопластичні (легкоплавкі) матеріали і технології ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин.

Ключові слова: буріння свердловин, поглинаючий горизонт, ізоляція, тампонажні матеріали

A. Sudakov, I. Martynenko, D. Sudakova

¹National technical university «Dnipro Polytechnic», Ukraine

²Public service of geology and subsoil of Ukraine

**SCIENTIFIC SCHOOL B.A.M. – GENERATIONS OF SCIENTIFIC
AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES**

The aim of the research is to increase the efficiency of insulation work in boreholes, achieved through the use and analysis of innovative technologies for absorbing horizons developed by followers of A.M. Brazhenenko. The tasks were solved by a complex research method, including analysis and synthesis of literary and patent sources, conducting analytical, experimental studies. A scientific school was formed, the founder of which was A.M. Brazenenko. Three generations of researchers have developed and substantiated innovative technologies for isolating absorbing horizons by thermoplastic (low-melting) materials, the implementation of which requires performing: delivering thermoplastic materials to the bottom of the well, melting (heating) thermoplastic materials and pushing them into absorption channels. For various geological and technical conditions of drilling at the Department of Mineral Resources Exploration Techniques, under the direction of A.M. Brazenenko, grouting thermoplastic (low-melting) materials and technologies for isolating absorbing horizons of boreholes were developed.

Key words: drilling, absorbing horizon, insulation, grouting materials

Литература

1. Бражененко А. М., Гошовский С. В., Кожевников А. А. и др. Тампонаж горных пород при бурении геологоразведочных скважин легкоплавкими материалами: учеб. пос. – К.: УкрГГРИ, 2007. – 130 с.
2. Судаков А.К., Дзюбик А.Р., Кузін Ю.Л., Назар І.Б., Судакова Д.А. Ізоляція поглинаючих горизонтів бурових свердловин термопластичними матеріалами: монографія . – Дрогобич.: Просвіт, 2019. – 182 с.
3. Фокин В. В. Совершенствование методов борьбы с поглощениями в интрузиях долеритов глубоких разведочных скважин Сибирской платформы: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.15. – М., 2009. – 164 с.
4. Анатолий Макарович Бражененко. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://trkk.nmu.org.ua/ua/Collective/brahenenko.php>
5. Шрейбер Б.П. Битумизация в подземном строительстве. - М.: Недра, 1964. – 364 с.
6. Мартыненко И.И. Исследования, разработка и внедрение технологии ликвидации геологических осложнений тампонирующими смесями на битумной основе: автореф. дис...канд. техн. наук: 05.15.14 / Днепропет. горн. ин-т. – Д., 1990. – 16 с.
7. Авторское свидетельство СССР № 1196490. Е 21В 33/138. Тампонажная смесь / А.Б. Абрамчук, О.Л. Зайонц, В.И. Збанацкий, И.И. Мартыненко. – Бюллетень изобретений № 45.
8. Мартыненко И.И. Ликвидация геологических осложнений тампонирующими смесями на битумной основе. Передовой научно-производственный опыт, рекомендуемый для внедрения геологоразведочной отрасли: научно-технический

- информационный сборник / Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. – ВИЭМС, 1989.
9. Авторское свидетельство СССР № 1258985, Е 21В 33/132. Тампон для ликвидации поглощений промывочной жидкости и водопритоков / И.И. Мартыненко, В.Н. Селов. – Бюллетень изобретений № 35, 1986.
 10. Авторское свидетельство СССР № 1344892, Е 21В 33/132. Тампонажный снаряд / А.Б. Абрамчук, Г.А. Голубев, И.И. Мартыненко. – Бюллетень изобретений № 38, 1987.
 11. Авторское свидетельство СССР № 1357544, Е 21В 33/132. Тампонирующий снаряд / И.И. Мартыненко, И.Ф. Веклич, П.Д. Мегал. – Бюллетень изобретений № 45, 1987.
 12. Судаков А.К. Технология изоляции зон поглощения буровых скважин с применением термопластичных материалов: автореф. дис. на соиск. науч. степ. канд. техн. наук: спец 05.15.10 «Бурение скважин» / А.К. Судаков. – Днепропетровск, 2000. – 18 с.
 13. Судаков А.К. Современные технологии и материалы, применяемые для ликвидации поглощений промывочной жидкости. // Науковий вісник НГА України. – 1999. – №5. – С 98–102.
 14. Судаков А.К. Применение природной серы в качестве тампонажного термопластичного материала // Сб. научн. трудов НГА України. – 1998. – №3. – Том 2. – С. 243–246.
 15. Brazenienko A.M., Dudla N.A., Sudakow A.K., Zie'ba A. Nowa technologia izolacji horyzontow chlonnych // Wydawnictwo AGH. – Krakow. – 1997. – Р. 25–30.
 16. Бражененко А.М., Дудля Н.А., Судаков А.К. О возможности применения термопластичного материала для изоляции поглощающих горизонтов при бурении скважин // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 1998. – № 1, 2. – С. 10–11.
 17. Судаков А.К. Методика проектирования ликвидации поглощений очистного агента зон буровых скважин // Науковий вісник НГА України. – 1999. – №3. – С. 44–46.
 18. Патент № 21629 А UA, МКИ E21 В36/13. Спосіб тампонування свердловин / А.М. Бражененко, М.А. Дудля, О.М. Давіденко, А.К. Судаков (UA). – № 97020756; Заявл. 20.02.97; Опубл. 30.04.98; Бюл. №2. – С. 3.
 19. Судаков А.К. Выбор технологической схемы изоляции поглощающих горизонтов термопластичными материалами. // Сб. научн. трудов НГА Украины. – 1999. – №6. – Том 4 – С. 36–39.
 20. Бражененко А.М., Дудля Н.А., Судаков А.К., Омельян Е.М. Температурное поле в зоне действия скважинного электронагревателя. // Труды научно-технической конференции “Эпштейновские чтения”. – Днепропетровск: НГАУ. – 1998. – С. 44–47.
 21. Sudakov, A.K., Dreus, A.Yu., Khomenko O.Ye., & Sudakova. D.A. (2017). Analytic study of heat transfer in absorbing horizon of boreholes in the formation of protection cryogenic plugging material. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu.* – 3(159). – 32–46.
 22. Sudakov, A., Dreus, A., Ratov, B., & Delikesheva, D. (2018). Theoretical bases of isolation technology for swallowing horizons using thermoplastic materials. *News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan.* – 2(428). – 72–80.
 23. Sudakov A.K. Khomenko O.Ye., Isakova M. L., & Sudakova, D.A. (2016). Concept of numerical experiment of isolation of absorptive horizons by thermoplastic materials. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu.* – 2016. – Volume 5 (155). – pp. 12–16.
 24. Khomenko, O.Ye., Sudakov, A.K., Malanchuk, Z.R., & Malanchuk, Ye.Z. (2017). Principles of rock pressure energy usage during underground mining of deposits. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu.* – 2(158). – 34–43.

25. Судакова Д.А. Обґрунтування параметрів ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин: автореф. дис. на здобув. науч. степ. канд. техн. наук: спец 05.15.10 «Буріння свердловин» / Д.А. Судакова. – Івано-Франківськ, 2018 – 20 с.
26. Судакова Д. А. Результаты анализа технологий тампонирования поглощающих горизонтов буровых скважин. Школа підземної розробки: XI Міжнародна науково-практична конференція (Бердянськ, вересень 2017 р.). – Бердянськ: НГУ, 2017. – С. 101–102.
27. Кузин Ю. Л., Судакова Д. А. О возможности применения бытовых отходов для изоляции поглощающих горизонтов буровых скважин. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: сб. науч. тр. / ИСМ НАН Украины. – К., 2016. – Вып. 19. – С. 92–96.
28. Судакова Д. А. О возможности применения бытовых отходов в качестве тампонажного термопластичного материала. Молодь: наука та інновації – 2017: П'ята всеукраїнська науково-технічна конференція студентів, аспірантів і молодих учених (Дніпро, 28 – 29 листопада 2017 р.). – Дніпро, 2017. – С. 34–35.
29. Isakova M. Sudakova D. Thermoplastic materials on the basis of polyethyleneterephthalate. The 11th International Forum for Students and Young Researchers, (Dnipropetrovsk, april 2016). – Dnipropetrovsk: НГУ, 2016. – р. 62.
30. Кузин Ю. Л., Судакова Д. А., Лукьяненко М. В. Результаты исследований механических свойств тампонажного термопластичного композиционного материала на основе полиэтилентерефталата. Форум горняков – 2017: материал международной научно-технической конференции, г. Днепр, 4 – 7 октября 2017 г. – Днепр, 2017. – С 242–247.
31. Судакова Д. А. Механические свойства тампонажного термопластичного материала на основе полиэтилентерефталата. // Вісті Донецького гірничого інституту / ДВНЗ «ДонНТУ». – Покровськ, 2017. – №2. – С. 107–116.
32. Патент №106505 Україна, МПК Е 21 В 33/10. Тампонажна суміш / А.К. Судаков, Ю.Л. Кузін, Д.А. Судакова. – №u201511128; заявл. 12.11.2015; опубл. 25.04.2016; Бюл. № 8.
33. Патент №106990 Україна, МПК Е 21 В 33/10. Спосіб тампонування свердловин / А.К. Судаков, Ю.Л. Кузін, Д.А. Судакова. – №u201512670; заявл. 21.12.2015; опубл. 10.05.2016; Бюл. № 9.
34. Патент №108791 Україна, МПК Е 21 В 33/10; С 09 К 8/50. Тампонажно-будівельний матеріал / А.К. Судаков, Ю.Л. Кузін, О.Н. Мостинець, Д.А. Судакова. – №u201601991; заявл. 29.02.2016; опубл. 25.07.2016; Бюл. № 14.
35. Патент №110442 Україна, МПК Е 21 В 33/10; С 09 К 8/50. Тампонажно-будівельний матеріал / А.К. Судаков, Ю.Л. Кузін, О.Н. Мостинець, Д.А. Судакова. – №u201603520; заявл. 04.04.2016; опубл. 10.10.2016; Бюл. № 19.
36. Патент №110471 Україна, МПК Е 21 В 33/10. Спосіб тампонування свердловин / А.К. Судаков, Ю.Л. Кузін, А.Ю. Дреус, Д.А. Судакова. – №u201603802; заявл. 08.04.2016; опубл. 10.10.2016; Бюл. № 19.
37. Патент №110472 Україна, МПК Е 21 В 33/10. Спосіб транспортування тампонажного матеріалу / А.К. Судаков, Ю.Л. Кузін, Д.А. Судакова. – №u201603803; заявл. 08.04.2016; опубл. 10.10.2016; Бюл. № 19.
38. Патент №118391 Україна, МПК Е 21 В 33/10. Термомеханічний спосіб тампонування проникних горизонтів бурових свердловин. Судаков А. К., Кузін Ю. Л., Дреус А. Ю., Судакова Д. А. №u201700565; заявл. 20.01.2017; опубл. 10.08.2017; Бюл. № 15.
39. Kuzin J., Mostinets O., Sudakova D., Isakova M. Isolation technology for swallowing zones by thermoplastic materials on the basis of polyethyleneterephthalate. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2017. – V 1. – P. 34–39.

40. Судакова Д. А. Нетрадиционная технология борьбы с поглощением буровых растворов в скважинах // Вісті Донецького гірничого інституту / ДВНЗ «ДонНТУ». – Покровськ, 2017. – №1(40). – С. 227–233.
41. Кузін Ю. Л., Судакова Д. А. Термомеханічний спосіб тампонування проникних горизонтів бурових свердловин // Породоразрушаючий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: сб. науч. тр. / ИСМ НАН Украины. – К., 2017. – Вып. 20. – С. 98–102.
42. Кузін Ю. Л. Судакова Д. А. Инновационное развитие технологий ликвидации поглощения промысловых жидкостей при бурении скважин. Інновації та трансфер технологій: VII науково-практична конференція (Дніпропетровськ, травень 2016 р.) Дніпропетровськ: НГУ, 2016. – С. 84–86.
43. Судакова Д. А. Результаты стендовых исследований термомеханической технологии изоляции поглощающих горизонтов тампонажными термопластичными композиционными материалами. // Збірка наукових праць Національного гірничого університету / ДВНЗ «НГУ». – Дніпро, 2018. – №54. – С. 285–296.
44. Дреус, А.Ю., Судакова, Д.А. (2017). Моделирование тепловых процессов в технологии приготовления тампонажного термопластичного композиционного материала. // Теплотехніка, енергетика та екологія в металургії: колективна монографія. У двох книгах. – Книга перша / Під загальною редакцією д.т.н., проф. Ю.С. Проїдака. – Дніпро: Нова ідеологія, 2017. – С. 213–216.
45. Sudakov A., Dreus A., Sudakova D., Khamininch O. (2018) The study of melting process of the new plugging material at thermomechanical isolation technology of permeable horizons of mine opening. E3S Web of Conferences. – V 60. – 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186000027>.
46. Судакова Д. А. Результаты внедрения технологии изоляции поглощающих горизонтов тампонажными термопластичными композиционными материалами. Нафтогазова галузь: перспективи нарощування ресурсної бази: Міжнародна науково-технічна конференція, Івано-Франківськ, травень 2018 р. – Івано-Франківськ, 2018. – С. 217–220.

Поступила 17.06.19

References

1. Brazhnenko, A. M., Goshovskiy, S. V., Kozhevnikov, A. A. et al. (2007). *Tamponazh gorniyh porod pri burenii geologorazvedochnyih skvazhin legkoplavkimi materialami [Tamponage of rocks when drilling geological exploration wells with low-melting materials]*. K.: UkrGGRI [in Russian].
2. Sudakov, A.K., Dzyubik, A.R., Kuzin, Yu.L., et al. (2019). *Izolyatsiya poglinayuchikh gorizontiv burovikh sverdlovin termoplastichnimi materialami: monografiya [Insulation of horizons of drilling sverdlovins with thermoplastic materials: monographs]*. Droghobich.: Prosvit [in Ukrainian].
3. Fokin, V. V. (2009). *Sovershenstvovanie metodov borbyi s pogloscheniyami v intruziyah doleritov glubokih razvedochnyih skvazhin Sibirskoy platformy [Improvement of methods for controlling absorption in the intrusions of dolerites of deep exploratory wells of the Siberian platform]*. *Candidate's thesis*. Moskva [in Russian].
4. Anatoliy Makarovich Brazhenenko [Federal Law «On Advertising»]. (n.d.). *trrkk.nmu.org.ua*. Retrieved from <http://trrkk.nmu.org.ua/ua/Collective/braghnenko.php> [in Ukrainian].
5. Shreyber, B.P. (1964). *Bitumizatsiya v podzemnom stroitel'stve [Bituminization in underground construction]*. M.: Nedra [in Russian].

6. Martynenko, I. I. (1990). Issledovaniya, razrabotka i vnedrenie tehnologii likvidatsii geologicheskikh oslozhneniy tamponiruyuschimi smesyami na bitumnoy osnove [Research, development and introduction of technology for liquidation of geological complications by tamponizing mixtures on bitumen base], *Extended abstract of candidate's thesis*. Dnepropetrovsk [in Russian].
7. Abramchuk, A.B., Zayonts, O.L., Martynenko, I.I. et al. (1964). Patent of USSR № 1196490.
8. Martynenko, I. I. (1989). *Likvidatsiya geologicheskikh oslozhneniy tamponiruyushchimi smesyami na bitumnoy osnove. Peredovoy nauchno-proizvodstvennyy opyt, rekomenduemyy dlya vnedreniya geologorazvedochnoy otrasli: nauchno-tekhnicheskyy informatsionnyy sbornik /ekonomika mineral'nogo syr'ya i geologorazvedochnykh rabot* [Elimination of geological complications with bitumen based bitumen mixtures. Advanced scientific and production experience, recommended for the implementation of the exploration industry: scientific and technical information collection / economics of mineral raw materials and geological exploration]. VIEMS [in Russian].
9. Martynenko, I.I., Selov, V.N. (1964). Patent of USSR № 1258985.
10. Abramchuk, A.B., Golubev, G.A., & Martynenko, I.I. (1987). Patent of USSR № 1344892.
11. Martynenko, I.I., Veklich, I.F., & Megal, P.D. (1987). Patent of USSR № 1357544.
12. Sudakov, A. K. (2000). Tehnologiya izolyatsii zon pogloscheniya burovyykh skvazhin s primeneniem termoplastichnykh materialov [Technology of isolation of absorption zones of boreholes with application of thermoplastic materials]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Dnepropetrovsk [in Ukrainian].
13. Sudakov, A.K. (1999). Sovremennyye tekhnologii i materialy, primenyaemye dlya likvidatsii pogloshcheniy promyvochnoy zhidkosti [Modern technologies and materials used to eliminate the absorption of washing liquid]. *Naukovyi Visnyk NGA Ukrainy*, 5, 98–102 [in Russian].
14. Sudakov, A.K. (1998). Primenenie prirodnoy sery v kachestve tamponazhnogo termoplastichnogo materiala [Use of natural sulfur as a grouting thermoplastic material]. *Zbornik nauchnykh trudov NGA Ukrainy*, 2(3), 243–246 [in Russian].
15. Brazhenenko, A.M., Dudlya, N.A., Sudakov, A.K. et al. (1997). *Novaya tekhnologiya izolyatsii absorbiruyushchikh gorizontov* [New technology for insulation of absorbent horizons]. Wydawnictwo AGH, 25–30 [in Polish].
16. Brazhenenko, A.M., Dudlya, N.A., Sudakov, A.K. (1998). O vozmozhnosti primeneniya termoplastichnogo materiala dlya izolyatsii pogloshchayushchikh gorizontov pri burenii skvazhin [On the possibility of using thermoplastic material for isolating absorbing horizons in drilling wells]. *Stroitel'stvo neftnykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more*, 1(2), 10–11 [in Russian].
17. Sudakov, A.K. (1999). Metodika proektirovaniya likvidatsii pogloshcheniy ochistnogo agenta zon burovyykh skvazhin [Technique for the design of the elimination of absorption of the cleaning agent zones of boreholes]. *Naukovyi Visnyk NGA Ukrainy*, 3, 44–46 [in Russian].
18. Brazhenenko, A.M., Dudlya, M.A., Sudakov, A.K. et al. (1998). Patent of Ukraine № 21629.
19. Sudakov, A.K. (1999). Vybor tekhnologicheskoy skhemy izolyatsii pogloshchayushchikh gorizontov termoplastichnymi materialami [The choice of the technological scheme of insulation absorbing horizons thermoplastic materials]. *Naukovyi Visnyk NGA Ukrainy*, 6, 36–39 [in Russian].

20. Brazhenenko A.M., Dudlya M.A., Sudakov A.K. et al. (1998). Temperaturnoe pole v zone deystviya skvazhinnogo elektronagrevatelya [Temperature field in the area of the downhole electric heater]. *Trudy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Epshteynovskie chteniya»*, 44–47 [in Russian].
21. Sudakov, A.K., Dreus, A.Yu., Sudakova. D.A. et al. (2017). Analiticheskoe issledovanie teploobmena v pogloshchayushchem gorizonte skvazhin pri formirovanii zashchitnogo kriogennoho zakuporivayushchego materiala [Analytic study of heat transfer in absorbing horizon of boreholes in the formation of protection cryogenic plugging material]. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 3(159), 32-46 [in English].
22. Sudakov, A., Dreus, A., Ratov, B., et al. (2018). Teoreticheskie osnovy tehnologii izolyatsii dlya pogloshchayushchih gorizontov s ispolzovaniem termoplastichnykh materialov [Theoretical bases of isolation technology for swallowing horizons using thermoplastic materials]. *Novosti Natsionalnoy akademii nauk Respubliki Kazakhstan — News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 2(428), 72 – 80 [in English].
23. Sudakov, A. K. Khomenko, O. E., Isakova, M. L., et al. (2016). Kontseptsiya chislennogo eksperimenta izolyatsii pogloshchayushchih gorizontov termoplastichnyimi materialami [Concept of numerical experiment of isolation of absorptive horizons by thermoplastic materials]. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu – Scientific bulletin of National Mining University*, 5(155), 12-16 [in English].
24. Khomenko, O.Ye., Sudakov, A.K., Malanchuk, Z.R., et al. (2017). Printsipy ispol'zovaniya energii gornogo davleniya pri podzemnoy razrabotke mestorozhdeniy [Principles of rock pressure energy usage during underground mining of deposits]. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2(158), 34-43 [in English].
25. Sudakova, D. A. (2018). Obruntuvannya parametriv izolyatsii poglinayuchikh gorizontiv burovikh sverdlovin [Substantiation of insulation parameters of absorbing horizons of drilling wells]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Ivano-Frankivsk [in Ukrainian].
26. Sudakova, D. A. Rezul'taty analiza tekhnologiy tamponirovaniya pogloshchayushchikh gorizontov burovikh skvazhin [The results of the analysis of technology plugging absorbing horizons of boreholes]. School pdzemnoi rozrobki: *XI Mizhnarodna naukovopraktichna konferentsiya (veresen' 2017 hoda)*. (pp. 101— 102). Berdyans'k[in Russian].
27. Kuzin, Yu.L., & Sudakova, D.A., (2016). O vozmozhnosti primeneniya bytovykh otkhodov dlya izolyatsii pogloshchayushchikh gorizontov burovikh skvazhin [About the possibility of using household waste to isolate absorbing horizons of boreholes]. *Porodorazrushayuschiy i metalloobrabatyivayuschiy instrument — tehnika i tehnologiya ego izgotovleniya i primeneniya – Rock Destruction and Metal-Working Tools – Techniques and Technology of the Tool Production and Applications*, 19, 92–96 [in Russian].
28. Sudakova, D. A. O vozmozhnosti primeneniya bytovykh otkhodov v kachestve tamponazhnogo termoplastichnogo materiala [On the possibility of using household waste as a grouting thermoplastic material]. Young: science and innovation – 2017: *P'yata vseukraïns'ka naukovopraktichna konferentsiya studentiv, aspirantiv i molodikh uchenikh (28–29 listopada 2017 hoda)*. (pp. 34-35). Dnepr [in Russian].
29. Isakova, M., & Sudakova, D. (2016). Termoplastichnye materialy na osnove polietilentereftalata [Thermoplastic materials on the basis of polyethylenerephthalate]. *The 11th International Forum for Students and Young Researchers (april 2016)*. (p. 62). Dnepr [in English].

30. Kuzin, Yu.L., Sudakova, D.A., & Luk'yanenko, M.V. Rezul'taty issledovaniy mekhanicheskikh svoystv tamponazhnogo termoplastichnogo kompozitsionnogo materiala na osnove polietilentereftalata [The results of studies of the mechanical properties of the grouting thermoplastic composite material based on polyethylene terephthalate]. *Forum of the miners - 2017: material mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii (oktyabr' 2017 hoda)*. (pp. 242-247). Dnepr [in Russian].
31. Sudakova, D. A., (2017). Mekhanicheskie svoystva tamponazhnogo termoplastichnogo materiala na osnove polietilentereftalata [Mechanical properties of grouting thermoplastic material based on polyethylene terephthalate]. *Naukovi pratsi DonNTU — Scientific works of DonNTU*, 2, 107–116 [in Russian].
32. Sudakov, A.K., Kuzin, Yu.L., Sudakova, D.A. (2015). Patent of Ukraine № 106505.
33. Sudakov, A.K., Kuzin, Yu.L., Sudakova, D.A. (2016). Patent of Ukraine № 106990.
34. Sudakov, A.K., Kuzin, Yu.L., Mostinets, O.N. et al. (2016). Patent of Ukraine № 108791.
35. Sudakov, A.K., Kuzin, Yu.L., Mostinets, O.N. et al. (2016). Patent of Ukraine № 110442.
36. Sudakov, A.K., Kuzin, Yu.L., Dreus, A.Yu. et al. (2016). Patent of Ukraine № 110471.
37. Sudakov, A.K., Kuzin, Yu.L., Sudakova D.A. et al. (2016). Patent of Ukraine № 110472.
38. Sudakov, A.K., Kuzin, Yu.L., Dreus, A.Yu. et al. (2017). Patent of Ukraine № 118391.
39. Kuzin, J. L., Isakova, M. L., Sudakova, D. A., et al. (2017). Tehnologiya izolyatsii pogloschayuschih gorizontov burovnykh skvazhin termoplastichnyimi materialami na osnove polietilentereftalata [Isolation technology for swallowing zones by thermoplastic materials on the basis of polyethyleneterephthalate]. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu — Scientific bulletin of National Mining University*, 1, 34-39 [in English].
40. Sudakova, D. A., (2017). Netraditsionnaya tekhnologiya bor'by s pogloshcheniem burovnykh rastvorov v skvazhinakh [Unconventional technology to combat the absorption of drilling fluids in wells]. *Naukovi pratsi DonNTU — Scientific works of DonNTU*, 1, 227–233 [in Russian].
41. Kuzin, Yu.L., & Sudakova, D.A., (2017). Termomekhanichnyi sposib tamponuvannya proniknikh gorizontiv burovnykh sverdrovin [Thermomechanical method of tiling permeable horizons of drilling wells]. *Porodorazrushayuschiy i metalloobrabatyivayuschiy instrument — tehnika i tekhnologiya ego izgotovleniya i primeneniya – Rock Destruction and Metal-Working Tools – Techniques and Technology of the Tool Production and Applications*, 20, 98-102 [in Ukrainian].
42. Kuzin, Yu.L., & Sudakova, D.A., (2016). Innovatsionnoe razvitie tekhnologiy likvidatsii pogloshcheniya promyvochnykh zhidkostey pri burenii skvazhin [Innovative development of technology to eliminate the absorption of drilling fluids in drilling wells]. *Innovatsii ta transfer tekhnologiy: VII naukovo-praktichna konferentsiya (traven 2016 roku)*. (pp. 84-86). Dnepr [in Russian].
43. Sudakova, D. A., (2018). Rezul'taty stendovykh issledovaniy termomekhanicheskoy tekhnologii izolyatsii pogloshchayushchikh gorizontov tamponazhnymi termoplastichnyimi kompozitsionnymi materialami [The results of the bench research of thermomechanical technology of isolation of absorbing horizons by thermoplastic thermoplastic composite materials]. *Zbirnik naukovikh prats' NGU*, 54, 285 — 298 [in Russian].
44. Dreus, A.Yu., & Sudakova, D.A. (2017). Simulation of thermal processes in the preparation technology of grouting thermoplastic composite material. *Heat engineering, power engineering and ecology in the metal industry: collective monograph*. Yu.S.

- Proydaka(Ed.); Ministerstvo obrazovaniya i nauki ukraiyny. Natsional'naya Metallurgicheskaya Akademiya Ukrainy. (Vols. 1-2; Vol. 1). Dnipro : Nova ideologiya.
45. Sudakov, A., Dreus, A., Sudakova, D., et al. (2018). Issledovanie protsessa plavleniya novogo tamponazhnogo materiala pri tekhnologii termomekhanicheskoy izolyatsii pronitsaemykh gorizontov vskrytiya shakhty [The study of melting process of the new plugging material at thermomechanical isolation technology of permeable horizons of mine opening]. *E3S Web of Conferences*, 60, 1–10 [in English].
46. Sudakova, D.A., (2018). Rezul'taty vnedreniya tekhnologii izolyatsii pogloshchayushchikh gorizontov tamponazhnimi termoplastichnymi kompozitsionnymi materialami [The results of the implementation of the insulation technology of absorbing horizons by thermoplastic thermoplastic composite materials]. *Naftogazova galuz: perspektivi naroshchuvannya resursnoi bazi (traven 2018 roku) — Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiya*. (pp. 217–220). Ivano-Frankovsk [in Russian].

УДК 622.24

DOI: 10.33839/2223-3938-2019-22-1-24-30

A. Kozhevnykov¹, A. Dreus², B. Ratov³, A. Sudakov¹

¹National TU Dnipro Polytechnic, Dmytra Yavornyckoho ave., 19, 49005, Dnipro, Ukraine

²Oles Honchar Dnipro National University, Gagaroina ave., 72, 49010, Dnipro, Ukraine,
E-mail: dreus@mmf.dnulive.dp.ua

³Caspian University, Seifullin ave., 521, 050000, Almaty, Kazakhstan

THE DRILL BITS: HISTORY AND MODERN EXPERIENCE

Purpose of the work is a brief historical review of the development of diamond drill bits of various types and the presentation of the prospective ways in this area.

Methodology. Analysis and summary of scientific and technical achievements, literary overview.

Results. Processes of formation of rock cutting tools, namely big diamond drill bits; small diamond drill bits; the bits equipped with synthetic diamonds; the bits armed by composite materials using diamonds are considered. Stages of innovative development and new approaches to drilling technologies are presented.

Novelty and practical value. In the historical context, the necessity of improvement a drilling tool is shown, the new promising ways for the development of diamond drill bits and technologies are presented.

Key words: *drill bits, diamond drilling, historical review, new drilling technologies*

Introduction

Drilling began in the late Paleolithic and Neolithic (13–7 Millennium BC). Any process of creating holes can be seen as boring or drilling. Drill bits are one of the main types of drilling tools. Modern rock drilling is a high–tech and high–end process and has great importance to ensure the suitable development of national economy and energy self–sufficiency of world countries. Despite the seeming simplicity of construction, modern drilling bits are the high-tech products. There are different types of drilling core bits which apply at rotary exploration drilling. Depending on the type of rock-cutting elements, there are distinguishes between diamond and carbide drill bits. The effectiveness of rock drilling technologies depends on the operational capabilities of drilling tool used.

The history of different types of drilling tools and drilling technologies was considered in number works [1–6]. This paper is focused to the history of drill bits and materials for its. The some results of authors own investigations in this direction are presented.

The brief review of diamond drill bit history

The invention of big diamond drill bit. Note, that a kind of diamond rotary drilling was used 5000 years ago in ancient Egypt to quarry stone. A hollow wooden rod (later metal) hardened by fire