

Быков Александр Петрович*¹

Кандидат технических наук, доцент,

Самарский университет государственного управления «Международный институт рынка» Самара, Россия, bykov@imi-samara.ru, ORCID ID: 0009-0000-8654-9800

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУРОВОГО РАСТВОРА

Аннотация. В работе представлены результаты исследования влияния техногенных материалов полимерной природы на фильтрационные и реологические свойства буровых растворов. Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения эффективности бурения нефтяных и газовых скважин, а также рационального использования крупнотоннажных отходов промышленного производства. В качестве исследуемых реагентов использованы политерпены, отход производства поливинилового спирта (ПВС) и водорастворимый полимер диметилдиаллиламмоний хлорид (ДДААХ). Исследования проводились на бентонитовых буровых растворах в пресной и минерализованной средах. Исследовали влияние концентрации реагентов на показатели водоотдачи и статического напряжения сдвига, являющиеся важнейшими параметрами, характеризующими эксплуатационные свойства буровых растворов. Установлено, что использование техногенных материалов способствует существенному снижению водоотдачи и улучшению структурно-механических характеристик системы. Наиболее высокая эффективность по снижению фильтрационных потерь достигнута при использовании диметилдиаллиламмоний хлорида, обеспечивающего минимальные значения водоотдачи. Применение политерпенов и отходов поливинилового спирта также показало положительное влияние на свойства бурового раствора. Полученные результаты подтверждают перспективность использования техногенных материалов в качестве многофункциональных реагентов для регулирования технологических параметров буровых растворов, повышения качества строительства скважин и снижения экологической нагрузки за счет утилизации промышленных отходов.

Ключевые слова. буровой раствор, водоотдача, техногенные материалы, статическое напряжение сдвига, реологические свойства, фильтрационные свойства, политерпены, поливиниловый спирт, диметилдиаллиламмоний хлорид.

Быков Александр Петрович*¹

Техника ғылымдарының кандидаты, доцент,

Самара мемлекеттік басқару университеті" халықаралық нарық институты "
Самара, Ресей, bykov@imi-samara.ru, ORCID ID: 0009-0000-8654-9800

ТЕХНОГЕНДІК МАТЕРИАЛДАРДЫҢ БҰРҒЫЛАУ ЕРІТІНДІСІНІҢ СҮЗГІЛЕНУ ЖӘНЕ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІН ТАЛДАУ

Андамна. Жұмыста полимерлік табиғаттағы техногендік материалдардың бұрғылау ерітінділерінің сүзгілік және реологиялық қасиеттеріне әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеу жұмысының өзектілігі мұнай және газ ұңғымаларын

бұрғылау тиімділігін арттыру, сондай-ақ өнеркәсіптік өндірістің ірі тоннажды қалдықтарын ұтымды пайдалану қажеттілігімен байланысты. Зерттеу барысында реагенттер ретінде политерпендер, поливинил спиртін (ПВС) өндіру қалдықтары және суда еритін диметилдиаллиламмоний хлориді (ДДААХ) қолданылды. Тәжірибелер тұщы және минералданған ортадағы бентонит негізіндегі бұрғылау ерітінділерінде жүргізілді. Реагенттердің концентрациясының су бергіштігі көрсеткішіне және статикалық ығысу кернеуіне әсері анықталды. Бұл көрсеткіштер бұрғылау ерітінділерінің технологиялық және пайдалану қасиеттерін сипаттайтын негізгі параметрлер болып табылады. Зерттеу нәтижелері техногендік материалдарды енгізу сүзгілік шығындарды едәуір төмендететінін және жүйенің құрылымдық-механикалық қасиеттерін жақсартатынын көрсетті. Су бергіштігі көрсеткішін төмендету бойынша ең жоғары тиімділік диметилдиаллиламмоний хлориді реагентін қолданғанда байқалды. Сонымен қатар политерпендер мен поливинил спирті қалдықтары да бұрғылау ерітіндісінің қасиеттерін жақсартуда оң нәтиже көрсетті. Алынған нәтижелер техногендік материалдарды бұрғылау ерітінділерінің технологиялық параметрлерін реттеуге арналған көпфункционалды реагенттер ретінде қолданудың тиімділігін және өндірістік қалдықтарды кәдеге жаратудың экологиялық маңыздылығын дәлелдейді.

Кілт сөздер. бұрғылау ерітіндісі, су бергіштігі, техногендік материалдар, статикалық ығысу кернеуі, реологиялық қасиеттер, сүзгілік қасиеттер, политерпендер, поливинил спирті, диметилдиаллиламмоний хлориді.

Bykov Alexander Petrovich*¹

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Samara University of Public Administration "International Market Institute" Samara, Russia,
bykov@imi-samara.ru, ORCID ID: 0009-0000-8654-9800

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF TECHNOGENIC MATERIALS ON THE FILTRATION AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF DRILLING FLUID

Abstract. This paper presents the results of a study on the influence of technogenic polymer-based materials on the filtration and rheological properties of drilling fluids. The relevance of the research is associated with the need to improve the efficiency of oil and gas well drilling while ensuring the rational utilization of large-scale industrial waste. Polyterpenes, polyvinyl alcohol (PVA) production waste, and the water-soluble polymer dimethyldiallylammonium chloride (DDAAC) were investigated as modifying additives for drilling fluids. Experimental studies were carried out using bentonite-based drilling muds prepared in both fresh and mineralized media. The effect of reagent concentration on fluid loss and gel strength was evaluated, as these parameters are among the most important indicators of drilling fluid performance. The results demonstrated that the addition of technogenic materials significantly reduces fluid loss and improves the structural and mechanical properties of the drilling system. The highest efficiency in reducing filtration losses was achieved with dimethyldiallylammonium chloride, which provided the lowest fluid-loss values. Polyterpenes and polyvinyl alcohol waste also exhibited a positive effect on the filtration and rheological characteristics of the drilling fluids. The obtained results confirm the feasibility of using technogenic materials as multifunctional additives for controlling drilling fluid properties, improving well construction quality, and reducing environmental impact through the recycling and utilization of industrial waste. The proposed approach contributes to the development of cost-effective and environmentally sustainable drilling technologies.

Keywords. drilling fluid, fluid loss, technogenic materials, gel strength, rheological properties, filtration properties, polyterpenes, polyvinyl alcohol, dimethyldiallylammonium chloride.

Введение. Современное бурение нефтяных и газовых скважин невозможно без применения качественных буровых растворов. Буровой раствор выполняет функции очистки забоя, выноса шлама, стабилизации стенок скважины, охлаждения инструмента и предотвращения осложнений. Особое значение имеют показатели водоотдачи и статического напряжения сдвига. Высокая водоотдача способствует образованию толстой фильтрационной корки и ухудшению коллекторских свойств пласта. Поэтому разработка новых реагентов для регулирования свойств буровых растворов остается актуальной задачей. Перспективным направлением является использование техногенных материалов и отходов промышленности, что одновременно позволяет решать экологические и экономические задачи. Современное бурение нефтяных и газовых скважин невозможно без применения качественных буровых растворов. Буровой раствор выполняет функции очистки забоя, выноса шлама, стабилизации стенок скважины, охлаждения инструмента и предотвращения осложнений. Особое значение имеют показатели водоотдачи и статического напряжения сдвига. Высокая водоотдача способствует образованию толстой фильтрационной корки и ухудшению коллекторских свойств пласта. Поэтому разработка новых реагентов для регулирования свойств буровых растворов остается актуальной задачей. Перспективным направлением является использование техногенных материалов и отходов промышленности, что одновременно позволяет решать экологические и экономические задачи. Современное бурение нефтяных и газовых скважин невозможно без применения качественных буровых растворов. Борьба сероводородной коррозией металлоконструкций является одной из актуальных проблем для все более увеличивающихся объемов нефтегазодобычи Казахстана и входит в комплекс важных мероприятий по защите оборудования в системе бурения, сбора, подготовки, транспорта и переработки всех видов нефтей, от малосернистых до высокосернистых [1].

Коррозионные нарушения бурового оборудования являются одной из главных причин снижения надежности его эксплуатации. Одним из методов защиты бурового оборудования считается применение эффективных и универсальных антикоррозионных, термотермосолеустойчивых химических реагентов в качестве добавок глинистым эмульсиям бурового раствора. Использование бурового раствора, отвечающего по свойствам геолого-техническим условиям бурения, увеличения срока службы оборудования, экономия дорогостоящих химических реагентов, глинопорошков и утяжелителей привели к признанию бурового раствора в качестве одного из решающих факторов, определяющих успех многих буровых работ [2,3].

Вопросы борьбы с коррозией давно уже привлекают внимание нефтяников. Большой интерес представляют работы, связанные с использованием остатков переработки нефтяного сырья и малоценных побочных продуктов промышленного производства в качестве сырья для получения ингибиторов, что способствует решению не только проблемы утилизации, но и рационального использования отходов производства [4].

В данной работе представлены результаты исследования влияния концентрации техногенных материалов на статическое напряжение сдвига ($\text{CHC}_{1/10}$) и водоотдачу (В) бурового раствора.

Целью работы было использование крупнотоннажных отходов промышленного производства в качестве химических продуктов для буровых растворов.

Поэтому перспективным направлением является использование техногенных материалов и отходов промышленности, что одновременно позволяет решать экологические и экономические задачи.

Материалы и методы исследований. В качестве основы использовалась бентонитовая суспензия с содержанием бентонита 10 %. Исследования проводились в пресной и минерализованной среде. В качестве реагентов использовались политерпены, отход производства поливинилового спирта и диметилдиаллиламмоний хлорид. Приготовление растворов осуществлялось по стандартной методике с гидратацией бентонита, последующим введением реагентов и термостатированием при 20 °С. Определялись водоотдача, статическое напряжение сдвига, вязкость, плотность и другие показатели.

Приготовление буровых растворов осуществляли следующим образом: глину (бентонит 10%) определенного минералогического состава замачивали в пресной и минерализованной воде и после достижения ее максимального набухания через капельную воронку прикапывали исследуемый реагент. Перемешивание (диспергация) идет в интенсивном режиме. Диспергация бурового раствора продолжается 2ч и термообработка при 20 °С длится около 3 часов .

Технологические параметры буровых растворов замерялись по общепринятой методике [5]: плотность (г/см³), условная вязкость (УВ) при 20°С, показатель фильтрации (см³/30мин), статическое напряжение сдвига (СНС_{1/10}) мгс/см², суточный отстой (%), толщина фильтрационной корки (мм) и рН среды.

Для снижения водоотдачи буровых растворов нами использованы следующие реагенты: Политерпены, поливиниловый спирт (ПВС), диметилдиаллиламмоний хлорид (ДДААХ).

1.Политерпены – полимеры, представляют собой продукт полимеризации монотерпенов содержащихся в скипидаре.

2.Реактив ПВС – отход производства поливинилового спирта, многотоннажное вещество, содержащего в своем составе от 2 до 6% стирола, полистирола 1 - 3% воды, остальное поливиниловый спирт (ПВС).

3.Водорастворимый полимер диметилдиаллиламмонийхлорид (ДДААХ).

Результаты и обсуждение. Полученные результаты показали существенное влияние исследуемых техногенных материалов на фильтрационные и реологические характеристики бурового раствора. Наиболее важным показателем являлась водоотдача, поскольку именно она характеризует способность раствора образовывать качественную малопроницаемую фильтрационную корку.

Сравнительный анализ результатов показал, что все исследуемые материалы способствуют улучшению эксплуатационных характеристик буровых растворов. Однако степень воздействия зависит от химической природы реагента и его концентрации. При этом увеличение концентрации выше определенных значений не всегда приводит к пропорциональному улучшению свойств, что свидетельствует о необходимости выбора оптимального содержания добавок.

Полученные результаты согласуются с литературными данными о положительном влиянии полимерных реагентов на фильтрационные и структурно-механические свойства буровых растворов. Использование техногенных материалов позволяет одновременно решать задачи повышения эффективности бурения и утилизации промышленных отходов [6,7].

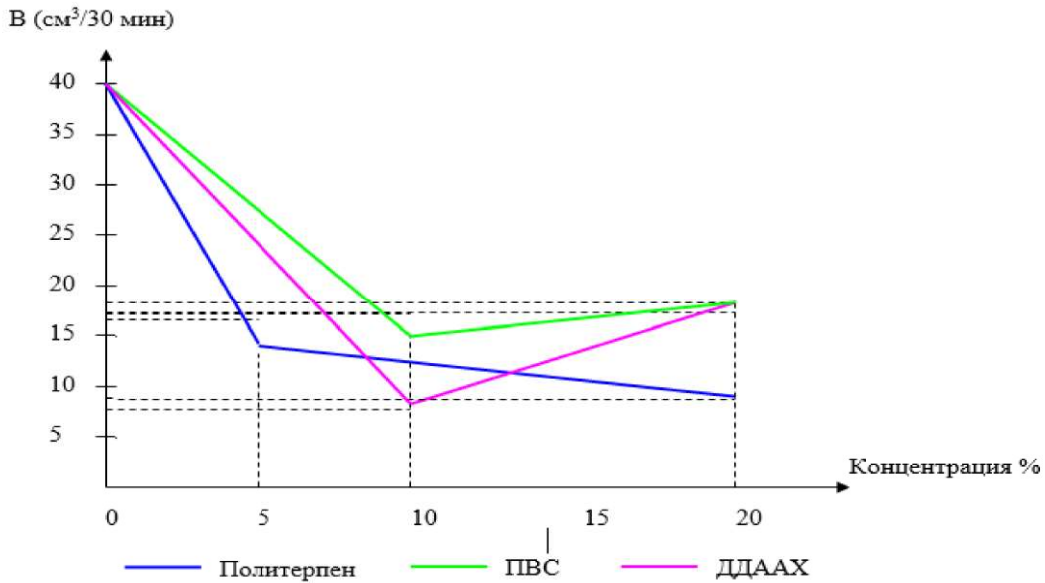


Рисунок. 1 – График зависимости водоотдачи (В) от концентрации добавок полимерной природы (бентонит – 10%, NaCl – 10%)

Из графика 1 видно, что при концентрации 10% бентонитовой глины водоотдача глинистой суспензии – 40 см³, при введении 5% концентрации политерпена водоотдача снижается до 13 см³/30мин, параметры СНС за 1 и 10мин составляют 16 и 19 мгс/см² (график 2).

Улучшение аналогичных характеристик бурового раствора наблюдается и при введении поливинилового спирта. При концентрации 10% ПВС водоотдача составляет 16 см³/30мин, а параметры СНС за 1 и 10мин составляют 4 и 3 мгс/см².

При введении в глинистую суспензию 10% диметилдиаллиламмонийхлорида водоотдача снижается до 4 см³/30мин.

Анализ результатов показал, что увеличение концентрации реагента приводит к формированию более плотной структуры фильтрационной корки. Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности полимерных добавок.

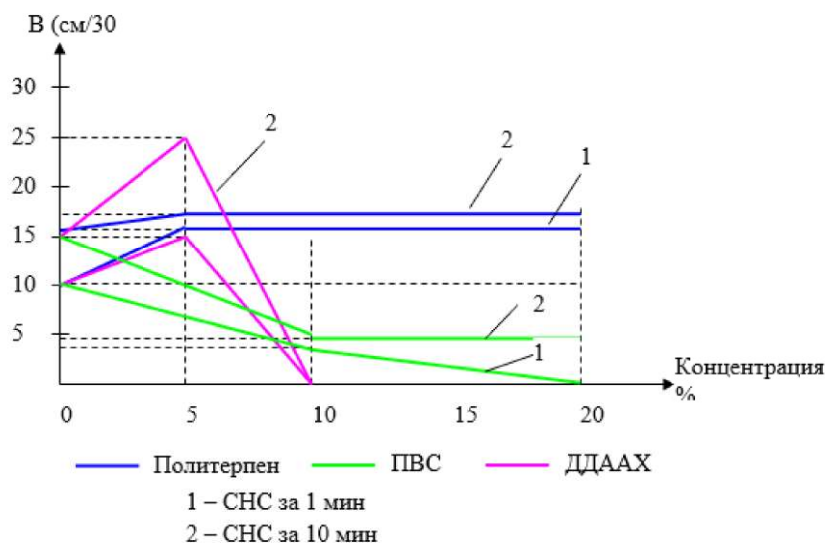


Рисунок.2 – График зависимости СНС от концентрации добавок полимерной природы (бентонит – 10%, NaCl – 10%)

Закключение. Проведенные исследования показали возможность эффективного применения техногенных материалов полимерной природы для регулирования свойств буровых растворов. Установлено, что введение политерпена, отхода производства поливинилового спирта и диметилдиаллиламмоний хлорида способствует существенному снижению водоотдачи и изменению показателей статического напряжения сдвига.

Наиболее эффективным реагентом оказался диметилдиаллиламмоний хлорид, обеспечивающий снижение водоотдачи до 4 см³/30 мин. Политерпен и отход производства поливинилового спирта также продемонстрировали высокую эффективность и могут рассматриваться как перспективные реагенты для буровых растворов.

Для снижения водоотдачи бурового раствора максимальная концентрация полимера из отходов промышленного производства составляет: в пресной среде -10%, в минерализованной среде - 15%.

Использование техногенных материалов позволяет не только улучшить технологические показатели буровых систем, но и способствует рациональному использованию промышленных отходов, снижению экологической нагрузки и уменьшению затрат на приготовление буровых растворов.

Полученные результаты подтверждают перспективность дальнейших исследований в области разработки многофункциональных реагентов на основе техногенного сырья для нефтегазовой промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Билашев Б. А. Полифункциональный реагент для бурового раствора // 58 Науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Уфимский нефтяной технический университет. сб. – Уфа, 2007. – С. 210.
2. Рябченко В.И. Управления свойствами буровых растворов. – М.: –Недра, 1990. – С. 6-10.
3. Грей Дж.Р., Дарли Г.С.Г. Состав и свойства буровых агентов. – М.: Недра, 1985. – 509 с.
4. Ишмухамедова Н.К., Билашев Б.А., Ахметов С.М. Защитное действие реагента СОНП в пластовых флюидах месторождения Карачаганак // Пятые Международные научные Надировские чтения –г.Актюбинск, 2007г. –С.38-39.
5. Рязанов Я. Л. Справочник по буровым растворам. – М.: – Недра, 1979. – 214 с.
6. Булатов А.И., Проселков Ю.М. Технология буровых растворов. – Краснодар: Советская Кубань, 2001. – 134 с.
7. Амиян В.А. Современные буровые растворы и технологии бурения. – М.: Недра, 2008. – 286 с.

REFERENCES

1. Bilashev, B. A. Polifunkcional'nyj reagent dlya burovogo rastvora // 58 Nauch. konf. studentov, aspirantov i molodyh uchenyh. Ufimskij neftyanoj tehničeskij universitet. sb. [Polyfunctional reagent for drilling mud // 58th Scientific Conf. of Students, Postgraduates and Young Scientists. Ufa State Petroleum Technological University. coll.]. – Ufa, (2007): – S. 210. – (In Rus)
2. Ryabchenko, V. I. Upravleniya svojstvami burovyh rastvorov. [Control of drilling fluid properties.]. – M.: Nedra, (1990): – S. 6-10. – (In Rus)
3. Grej, Dzh. R., Darli, G. S. G. Sostav i svojstva burovyh agentov. [Composition and properties of oil well drilling fluids.]. – M.: Nedra, (1985): – 509 s. – (In Rus)

4. Ishmuhamedova, N. K., Bilashev, B. A., Ahmetov, S. M. Zashchitnoe dejstvie reagenta SONP v plastovyh flyuidah mestorozhdeniya Karachaganak // Pyatye Mezhdunarodnye nauchnye Nadirovskie chteniya. [Protective effect of the SONP reagent in reservoir fluids of the Karachaganak field // Fifth International Scientific Nadirov Readings.]. – g. Aktyubinsk, (2007): – S. 38-39. – (In Rus)
5. Ryazanov, Ya. L. Spravochnik po burovym rastvoram. [Handbook of drilling fluids.]. – M.: Nedra, (1979): – 214 s. – (In Rus)
6. Bulatov, A. I., Proselkov, Yu. M. Tehnologiya burovyyh rastvorov. [Drilling fluids technology.]. – Krasnodar: Sovetskaya Kuban', (2001): – 134 s. – (In Rus)
7. Amiyan, V. A. Sovremennye burovye rastvory i tehnologii bureniya. [Modern drilling fluids and drilling technologies.]. – M.: Nedra, (2008): – 286 s. – (In Rus)