

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ НА ОСНОВЕ КСАНТАНОВОЙ СМОЛЫ И ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ



Х.М. ИСЛАМОВ,
руководитель отдела
проектирования бурения
и внутрискважинных работ,
islamov056@mail.ru

КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ НЕФТЯНОЙ ИНСТИТУТ,
Республика Казахстан, 060001, г. Атырау, ул. Айтеке Би, 43а

Одним из основных направлений в совершенствовании рецептур буровых растворов является применение полимерных реагентов, улучшающих их технологические показатели путем выбора оптимальной концентрации, оценки условий их применения с другими компонентами.

Для повышения эффективности бурения предлагается внедрение буровых растворов на основе ксантановой смолы и лигносульфонатного полимера.

Комбинируя реагенты Rhodopol®-23П и КЛСП различных групп можно усилить их действие. В этой связи на основании проведенных нами лабораторных исследований комбинировались химические реагенты на основе ксантановой смолы и лигносульфонатов, создавались новые рецептуры промывочных жидкостей для регулирования свойств буровых растворов с использованием реагентов. Эффективность химической обработки может быть достигнута комбинированием при малых добавках к буровому раствору, что существенно улучшает качество технологического показателя раствора, каждый из которых конкретно усиливает те или иные физико-химические и технологические свойства буровых растворов. При этом достигается существенный эффект уменьшения расхода материалов для управления фильтрационными и реологическими показателями бурового раствора. Основным практическим результатом является разработка новых рецептур буровых растворов для промывки скважин при бурении на геологоразведочных площадях Прикаспийской впадины, использование которых позволяет увеличить скорость бурения, снизить количество осложнений, уменьшить расход материалов и химических реагентов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: разработка рецептур буровых растворов, химические реагенты, стабилизаторы для буровых растворов, улучшение технологических свойств бурового раствора.

БҰРҒЫЛАУ ЕРІТІНДІЛЕРІН ӨҢДЕУ ҮШІН КСАНТАН ШАЙЫРЫ МЕН ЛИГНОСУЛЬФОНАТТАР НЕГІЗІНДЕГІ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ХИМИЯЛЫҚ РЕАГЕНТТЕРДІ ӨЗІРЛЕУ

Х.М. ИСЛАМОВ, бұрғылау және ұңғымаішілік жұмыстарды жобалау бөлімінің басшысы, islamov056@mail.ru

ҚАЗАҚ ҒЫЛЫМИ-ЗЕРТТЕУ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ БАРЛАУ МҰНАЙ ИНСТИТУТЫ,
Қазақстан Республикасы, 060001, Атырау қ., қ. Айтеке Би, 43а

Бұрғылау ерітінділерінің рецептурасын жетілдірудің негізгі бағыттарының бірі-Оңтайлы концентрацияны таңдау, оларды басқа компоненттермен қолдану жағдайларын бағалау арқылы олардың технологиялық көрсеткіштерін жақсартатын полимерлі реагенттерді қолдану.

Бұрғылау тиімділігін арттыру үшін ксантан шайыры мен лигносульфонатты полимер негізіндегі бұрғылау ерітінділерін енгізу ұсынылады.

Rhodopol®-23P реагенттерін және әртүрлі топтардың конденсацияланған көп сульфидті полимерді (ККСО) біріктіру арқылы олардың әсерін күшейтуге болады.

Осыған байланысты, біз жүргізген зертханалық зерттеулер негізінде ксантан шайыры мен лигносульфонаттар негізіндегі химиялық реагенттер біріктірілді, реагенттерді пайдалана отырып, бұрғылау ерітінділерінің қасиеттерін реттеу үшін жуу сұйықтықтарының жаңа формулалары жасалды.

Химиялық өңдеудің тиімділігіне бұрғылау ерітіндісіне шағын қоспалармен біріктіру арқылы қол жеткізуге болады, бұл ерітіндінің технологиялық көрсеткішінің сапасын едәуір жақсартады, олардың әрқайсысы бұрғылау ерітінділерінің белгілі бір физика-химиялық және технологиялық қасиеттерін күшейтеді.

Бұл жағдайда бұрғылау ерітіндісінің сүзу және реологиялық көрсеткіштерін басқару үшін материалдарды тұтынуды азайтудың айтарлықтай әсеріне қол жеткізіледі.

Негізгі практикалық нәтиже-Каспий маңы ойпатының геологиялық барлау алаңдарында бұрғылау кезінде ұңғымаларды жууға арналған бұрғылау ерітінділерінің жаңа рецептураларын әзірлеу, оларды пайдалану бұрғылау жылдамдығын арттыруға, асқынулар санын азайтуға, материалдар мен химиялық реагенттердің шығынын азайтуға мүмкіндік береді.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: бұрғылау ерітінділерінің рецептураларын, химиялық реагенттерді, бұрғылау ерітінділеріне арналған тұрақтандырғыштарды әзірлеу, бұрғылау ерітіндісінің технологиялық қасиеттерін жақсарту.

DEVELOPMENT OF CHEMICAL COMPOSITION BASED ON XANTHAN GUM AND LIGNOSULPHONATES FOR DRILLING MUD TREATMENT

KH.M. ISLAMOV, Head of drilling desing and well intervention department, islamov056@mail.ru

THE KAZAKH RESEARCH PROSPECTING OIL INSTITUTE,
43a Aiteke Bi str., Atyrau, 060001, Republic of Kazakhstan

One of the main directions in improving drilling fluid formulations is the use of polymeric agents that enhance their technological properties by selecting the optimal concentration and assessing the conditions of their use with other components. To improve drilling efficiency, it is proposed to introduce drilling fluids based on xanthan gum and lignosulfonate polymer.

Combining reagents Rhodopol®-23П and KLCP various groups it is possible to strengthen their action by chemical processing. Thereupon on the basis of the laboratory researches spent by us chemical reagents on a basis pitches were combined, new compoundings liquids, for regulation of properties of chisel solutions with use of reagents were created. Efficiency of chemical processing can be reached a combination at small additives to a chisel solution that essentially improves quality of a technological indicator of a solution, each of which particularly strengthens those or other physical and chemical and technological properties of chisel solutions. The essential effect of reduction of the expense of materials for management of filtrational and rheological indicators of a chisel solution is thus reached. The basic practical result is working out of new compoundings of chisel solutions for washing of chinks at drilling on the prospecting areas of the Near-Caspian hollow which use allows to increase speed of drilling, to lower quantity of complications, to reduce the expense of materials and chemical reagents.

KEY WORDS: *working out of compoundings of chisel solutions, chemical reagents, stabilizers for chisel solutions, improvement of technological properties of a chisel solution.*

Введение. Нами проводились исследования химических реагентов на основе ксантановой смолы и лигносульфонатов, целью которых является определение возможности их использования в сложных горно-геологических условиях бурения Прикаспия. Поэтому актуальной проблемой при проводке скважин, как с точки зрения повышения устойчивости проходимости пород, так и повышения технико-экономических показателей бурения, является проблема подбора компонентов бурового раствора [1], рецептура и технология их применения.

Материалы и методы исследований. Поставленные задачи решались путем проведения лабораторных исследований: разработка рецептур буровых растворов с комбинированием реагентов ксантановой смолы и лигносульфаната, способных улучшить технологические параметры путем снижения реологических свойств, позволяющих уменьшение проникновения жидкости в пласт.

Целью исследований является разработка эффективных составов буровых растворов для повышения качества бурения скважин в Прикаспийской впадине Казахстана.

Для исследования основных параметров полимерной промывочной жидкости в процессе промывки скважины был приготовлен исходный 20 % раствор, в качестве дисперсной фазы использовали солестойкий глинопорошок, раствор на технической воде с плотностью 1186 кг/м³. Диапазон концентраций полимерных реагентов «Rhodopol®- 23П» был определен в процессе исследований с целью выявления их максимальной эффективности и составил 0,2 - 0,5 %. Результаты исследований полимеров и результаты обработки небольшим количеством раствора реагента «Rhodopol®- 23П», приведены в *таблице 1*.

Из данных *таблицы 1* видно, что «Rhodopol®- 23П» оказывает стабилизирующее и разжижающее действие на исходную глинистую суспензию во всем исследуемом диапазоне концентраций [4–6]. При этом максимальное снижение показателя фильтрации происходит при содержании «Rhodopol®- 23П» 0,5 %.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований эффективности стабилизирующей способности полимеров

Состав реагента	Содержание добавки %	Показатели раствора				
		Плотность г/см ³	Условная вязкость, сек	Статическое напряжение сдвига, СНС 1/10 дПа	Фильтрация, см ³ за 30 мин	Фильтрационных корок, мм
20 %-ый глинопорошок на технической воде	-	1,186	12,5	4/4	22,5	6,45
Раствор №1 исходный + Rhodopol - 23П	0,2	1,195	16,5	28,4/36,7	16,0	4,15
Раствор №1 исходный + Rhodopol - 23П	0,3	1,195	50,0	61,7/66,8	10,0	1,5
Раствор №1 исходный + Rhodopol - 23П	0,5	1,205	81,0	68/78	8,0	0,5
Реагент 1 %-ный Rhodopol - 23П	1,0	1,213	95,0	73,5/85	6,0	0,4

Полимерный реагент «Rhodopol®- 23П» с ростом концентрации до 0,5 % снижает показатель фильтрации раствора, при этом при повышении его содержания до 1 % показатель фильтрации уменьшается, это одновременно сильно влияет на реологические (условная вязкость, статические напряжения сдвига) свойства буровых растворов. Разжижающее действие реагента « Rhodopol®- 23П» начинает проявляться при концентрации выше 0,2 %.

При содержании 0,3 % он проявляет загущающее действие. Реагент « Rhodopol®- 23П» способствует формированию плотных, тонких, эластичных с низкими фрикционными свойствами фильтрационных корок. Минимальный коэффициент трения корки достигается при концентрации 0,2 % для «Rhodopol®- 23П » и составляет 0,0187. С ростом процентного содержания он стабилизируется на уровне 0,0364. В дальнейшем снижение происходит плавно и после концентрации « Rhodopol®- 23П» 0,5 % и выше практически изменяются незначительно, оставаясь на уровне 8 см³/30 мин. Для уменьшения водоотдачи этот раствор дообработывали реагентами: таловый пек с концентрациями 0,2 : 0,3 : 0,5 : 1 %, при этом водоотдача снижалась соответственно до 16 : 10 : 8 : 6 см³/30 мин.

Экспериментальные исследования по изучению влияния исходного состава сложной системы реагентов Rhodopol®- 23П на основе ксантановой смолы связаны с изучением физико-химических свойств компонентов и поиском путей их эффективного практического применения.

На *рисунке 1* представлен график зависимости от показателя фильтрации при содержании реагента Rhodopol®-23П.

Согласно данным *рисунка 1* следует, что для глинистого бурового раствора регулированием Rhodopol®-23П можно повысить стабилизирующую эффективную способность реагента.

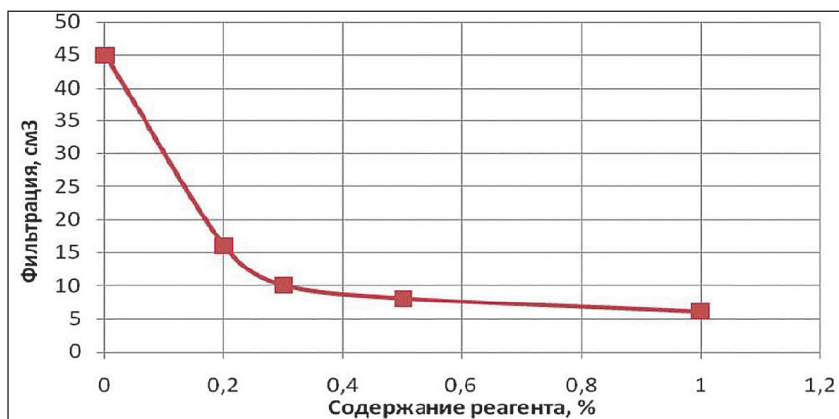


Рисунок 1 – Изменение свойств бурового раствора на основе реагента Rhodopol®-23П

На основе анализа буровых растворов химическая обработка предложенным способом позволила регулировать фильтрацию и определить оптимальную концентрацию реагента.

Увеличение содержания в растворе глинистой фазы вызывает повышение вязкости и структурно-механических показателей бурового раствора. Повышение реологических характеристик системы бурового раствора ухудшает очистку забоя от выбуренной породы, повышает гидродинамическое сопротивление и давление в циркуляционной системе скважины, которые снижают проходку и механическую скорость бурения. Стабилизирующий эффект хромлигносульфатов обусловлен частичным или полным разрушением хроморганических соединений при их адсорбции на глине с хемоадсорбционным закреплением практически всего имеющегося в системе хрома, вытесняющего обменные катионы и образующего с высокомолекулярными лигносульфонатами устойчивые поверхностные комплексы [2], блокирующие коагуляционно-активные участки глинистой фазы. Конденсированный лигносульфонатный полимер (КЛСП) получают модифицированием лигносульфонатов солями поливалентных металлов и органическими многоатомными спиртами.

Лигноссульфонатные полимеры представляют собой невязкую жидкость темно-бурого цвета. Значения плотности раствора представлены в *таблица 2*.

Таблица 2 – Показатели плотности раствора

Температура	20 °С	40 °С	60 °С	80 °С
Плотность, г/см ³	1,140	1,136	1,131	1,127

Из данных *таблицы 2* следует, что представленный раствор полимера является тяжелой жидкостью с плотностью, превышающей плотность воды.

Во время исследования реологических свойств бурового раствора на основе лигносульфонатных полимеров использовали лигносульфонатный полимер в качестве добавок на технологические свойства бурового раствора на площадях Бурбайтал, Айранколь. Реагент КЛСП наряду с расжижающей способностью обладает свойствами регулятора фильтрации.

Лабораторные исследования реагента (представлены в *таблице 3*), подтверждают эффективность КЛСП. Повышение концентрации реагента с 5 до 10 % при постоянном содержании твердой фазы раствора приводит к стабилизации вязкостных реологических и фильтрационных показателей раствора.

Таблица 3 – Результаты лабораторных экспериментов химического реагента конденсированного лигносульфоната

Состав реагента	Содержание добавки, %	Показатели раствора				
		Плотность, г/см ³	Условная вязкость, сек	Статическое напряжение сдвига, СНС 1/10 дПа	Фильтрация см ³ за 30 мин	Фильтрационных корок, мм
Буровой раствор с месторождения Бурбайтал		1,17	120	31/43	11,0	1,5
Раствор №1 +КЛСП	5	1,16	110	28/37	9,0	1,2
Раствор №1 +КЛСП	8	1,16	95	24/31	8,5	0,5
Раствор №1 +КЛСП	12	1,15	70	21/27	8,5	0,5
Раствор №1 +КЛСП	15	1,15	55	19/24	8,0	0,5

Также толщина корки снижается с 1,5 до 0,5 мм. По результатам экспериментальных исследований показана его высокая эффективность в качестве разжижителя буровых растворов.

Химическая обработка на площади Бурбайтал реагентом 5 % подтверждает разжижающую способность в менее выраженной форме, что объясняется высокой минерализацией бурового раствора.

На основании результатов лабораторных исследований можно отметить, что реагент КЛСП наряду с разжижающей способностью, обладает свойствами регулятора фильтрации.

Влияние конденсированного лигносульфонатного полимера (КЛСП) на свойства бурового раствора и эффективность его использования в качестве реагента-разжижителя представлена на *рисунка 2*.

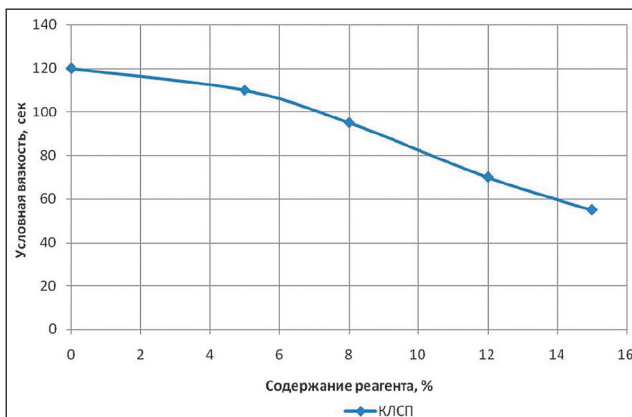


Рисунок 2 – Изменение свойств бурового раствора на основе реагента конденсированного лигносульфоната

Практика бурения скважин убедительно показала целесообразность совместного применения нескольких химических реагентов (композиций) для приготовления и обработки буровых растворов. При этом достигается существенный эффект уменьшения расхода материалов для управления фильтрационными и реологическими показателями бурового раствора.

Выбор оптимальной рецептуры и свойств бурового раствора является одним из основных условий, с точки зрения безаварийной проводки скважин.

С целью определения оптимального соотношения в составе раствора разработки [3] рецептур композиционных химреагентов для обработки буровых растворов в качестве основных материалов был использован полимер Rhodopol®-23П – являющийся ксантановой смолой, представляющий собой гетерополисахаридный биополимер, а также лигносульфонатные (КЛСП) компоненты, являющиеся эффективным регулятором понизителя вязкости.

В опытах исследовалась возможность регулирования свойств растворов, содержащих Rhodopol®-23П и введение химреагентов, имеющих хорошую совместимость с КЛСП.

Комбинируя реагенты с различными активными группами, можно усилить действие необходимых свойств раствора, что является решающим фактором стабилизации параметров буровых растворов.

Результаты лабораторных исследований при комбинированном использовании реагентов для обработки буровых растворов, представлены в *таблице 4*; в процессе углубления скважины эти параметры легко регулировались и поддерживались систематической обработкой раствора комбинированным реагентом.

На основании результатов лабораторных исследований (показанных в *таблице 4*) можно отметить экономический эффект при использовании полимерного раствора, что выражается в сокращении расхода химреагента, а также в сокращении затрат времени на механическое бурение.

Использование комбинированной обработки, их сочетание при оптимальном содержании позволяет значительно сократить расход основного стабилизатора и

Таблица 4 – Результаты экспериментальных исследований влияния комбинирования реагентов Rhodopol® -23П и КЛСП на буровой раствор

Состав реагента	Содержание добавки, %	Показатели раствора				
		Плотность, г/см ³	Условная вязкость, сек	Статическое напряжение сдвига, СНС 1/10 дПа	Фильтрация см ³ за 30 мин	Фильтрационных корок, мм
Буровой раствор с месторождения Бурбайтал	-	1,196	65,0	6/8	32,5	6,3
Раствор №1 +КЛСП	0,1 % + 2,5 %	1,196	60,0	7/8	26,0	5,0
Раствор №1 +КЛСП	0,15 % + 3 %	1,198	54,0	12/31	17,0	3,4
Раствор №1 +КЛСП	0,2 % + 3,5 %	1,203	48,0	18/43	10,0	1,5
Раствор №1 +КЛСП	0,25 % + 5 %	1,206	40,0	23/54	7,0	0,5

улучшить вязкостные реологические и фильтрационные показатели растворов. Его применение приводит к улучшению технологических свойств бурового раствора и при этом повышаются технико-экономические показатели бурения скважин.

Теоретические предпосылки для разработки реагента комплексного действия для стабилизации буровых растворов и наилучшие результаты по сочетанию свойств уменьшения показателя условной вязкости и показателя фильтрации буровых растворов показывают образцы Rhodopol®-23П и КЛСП, как видно из *рисунка 3*. Обоснованы методики проведения экспериментальных исследований и методы обработки полученных результатов, разработана соответствующая схема получения реагента комплексного действия.

Лабораторные исследования технологических свойств показывают как сочетания реагентов Rhodopol®-23П и КЛСП влияют на свойства бурового раствора и обеспечивают оптимальное бурение скважин в сложных горно-геологических условиях Прикаспия.

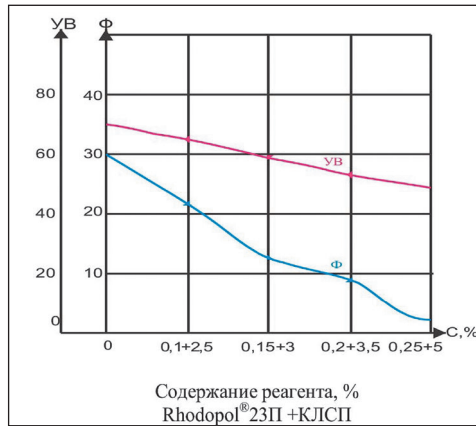


Рисунок 3 – Изменение свойств бурового раствора на основе реагента Rhodopol®-23П и конденсированного лигносульфоната

Заключение. В лабораторных условиях комбинировались химические реагенты на основе ксантановой смолы и лигносульфонатов, создавались новые рецептуры для регулирования свойств буровых растворов с использованием указанных реагентов.

Выводы. Эффективность химической обработки может быть достигнута комбинированием при малых добавках к буровому раствору, что существенно улучшает качество технологического показателя раствора, каждый из которых конкретно усиливает те или иные физико-химические и технологические свойства буровых растворов в условиях солевой и полиминеральной агрессии.

Создание буровых растворов с использованием реагентов комплексного действия позволит увеличить скорость бурения, сохранить устойчивость глинистых пород. 🌐

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Федосов Р.И., Вахрушев Л.П. Новые загустители для полимерных буровых растворов // Нефтяное хозяйство. – 2003. – № 3. – С. 24 -27. [Fedosov R.I., Vakhrushev L.P. Novye zagustiteli dlya polimernykh burovyykh rastvorov. New thickeners for polymeric drilling fluids // Neftyanoe khozyaistvo. – 2003. I. 3. – P. 24 -27.]
- 2 Гаврилов Б.М., Мойса Ю.Н., Щербаева О.М. Новый солестойкий лигносульфонатный химический реагент для буровых растворов // Нефтяное хозяйство. – 2000. – № 4. – С. 17 -18. [Gavrilov B.M., Mojsa YU.N., SHcherbaeva O.M. Novyj solestojkij lignosul'fonatnyj himicheskij reagent dlya burovyykh rastvorov // Neftyanoe hozyajstvo. – 2000. – № 4. – S. 17 -18.]
- 3 Маслов В.С, Коновалов Е.А., Плаксин Р.В. Разработка композиционных химических реагентов на основе силикатов для обработки буровых растворов // Бурение и нефть. – 2006. – № 5. – С. 21-23. [Maslov V.S, Konovalov E.A., Plaksin R.V. Razrabotka kompozicionnykh himicheskikh reagentov na osnove silikatov dlya obrabotki burovyykh rastvorov // Burenie i neft'. – 2006. – № 5. – S. 21-23.]
- 4 Алимжанов М. Т., Семенычев Г.А. Устойчивость стенок бурящихся скважин и оптимальный удельный вес бурового раствора // Нефтяное хозяйство.– 1990- №10. - С. 26-28. [Alimzhanov M. T., Semenychev G.A. Ustojchivost' stenok buryashchihsya skvazhin i optimal'nyj udel'nyj ves burovogo rastvora // Neftyanoe hozyajstvo.– 1990- №10. - S.]
- 5 Акчурина Д.Х. Новый полимер для буровых растворов // Башкирский химический журнал. – 2017. – N 5. – С. 25-30. [Akchurina D.H. Novyj polimer dlya burovyykh rastvorov // Bashkirskij himicheskij zhurnal. – 2017. – N 5. – S. 25-30.]
- 6 Близнюков В.Ю., Ботвинкин В.Н. Ингибированные свойства бурового раствора // Нефтяное хозяйство – 2003. - №12. - С. 33-37. [Bliznyukov V.YU., Botvinkin V.N. Ingibirovannyye svoystva burovogo rastvora // Neftyanoe hozyajstvo – 2003. - №12. - S. 33-37].
- 7 Ботвинкин В. А. Брезродный Ю.Б. Технология производства экологически безопасных химических реагентов // Новые технологии.- 2011. -№10. – С. 25-31. [Botvinkin V. A. Brezrodnyj YU.B. Tekhnologiya proizvodstva ekologicheskii bezopasnykh himicheskikh reagentov // Novye tekhnologii.- 2011. -№10. – S. 25-31.]
- 8 Грайфер В.И., Лысенко В.Д. О повышении эффективности разработки месторождений при применении химических реагентов // Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений. - 2001. - №6. – С. 24-29. [Grajfer V.I., Lysenko V.D. O povyshenii effektivnosti razrabotki mestorozhdenij pri primenenii himicheskikh reagentov // Razrabotka i ekspluatatsiya neftnyanykh mestorozhdenij. - 2001. - №6. – S. 24-29.]
- 9 Крылов В.И., Крецул В.В. О реологических свойствах буровых промывочных жидкостей // Наука и технология углеводородов. - 2002. - №2. - С. 53-64. [Krylov V.I., Krecul V.V. O reologicheskikh svoystvakh burovyykh promyvochnyykh zhidkostej // Nauka i tekhnologiya uglevodorodov. - 2002. - №2. - S. 53-64.]
- 10 Леушин И.Л., Билалов Р.Ф. Новые химические решения поддержания устойчивости стенок скважин и предупреждения сальникообразования при бурении // Бурение и нефть. - 2015. - №3. – С.45-50. [Leushin I.L., Bilalov R.F. Novye himicheskije resheniya podderzhaniya ustojchivosti stenok skvazhin i preduprezhdeniya sal'nikoobrazovaniya pri burenii // Burenie i neft'. - 2015. - №3. – S.45-50.]
- 11 Минибаев В.В., Немцов В.Г. Комбинированные полимер силикатные реагенты для обработки буровых растворов // Бурение и нефть. -2015. - № 8. - С. 51-57. [Minibaev V.V., Nemcov V.G. Kombinirovannyye polimer silikatnyye reagenty dlya obrabotki burovyykh rastvorov // Burenie i neft'. -2015. - № 8. - S. 51-57.]

- 12 Рябцев П.Л. Инновационные системы буровых растворов и эффективные решения для бурения // Бурение и нефть. - 2015. - №3. - С. 37- 45. [Ryabcev P.L. Innovacionnyye sistemy burovyyh rastvorov i effektivnyye resheniya dlya bureniya // Burenie i neft'. - 2015. - №3. - S. 37- 45.]
- 13 Третьяк А.Я., Рыбальченко Ю.М., Лубянова С.И., Турунтаев Ю.Ю. Буровой раствор для строительства скважин в сложных условиях. // Нефтяное Хозяйство, 2016, №2, с. 28-31. Tretiak A.Ya., Rybalchenko Yu.M., Lubyanova S.I., Turuntaev Yu. Yu. EXERCITATIO fluidi ad bene constructionem in arduis conditionibus. // Oleum Industry, 2016, No. 2, p. XXVIII-XXXI.
- 14 Янышев Л.В. Перспективные системы буровых растворов для вскрытия продуктивных пластов. // Бурение и нефть.-2005.- №10, С.22-28. Yanyshev L.V. Systema speculativum exercendi humorum ad strata aperienda. // Drill and oil.-2005.- N. 10, pp. 22-28.
- 15 Фомин А.В., Пономарева И.А. Экологическая оценка вариантов разработки с применением биополимеров отечественного производства // Нефтяное хозяйство. - 1998. - №4. – С. 15-19. [Fomin A.V., Ponomareva I.A. Ekologicheskaya ocenka variantov razrabotki s primeneniem biopolimerov otechestvennogo proizvodstva // Neftyanoe hozyajstvo. - 1998. - №4. – S. 15-19.]