

Ивано-Франковский государственный технический
университет нефти и газа

На правах рукописи

Ирина Васильевна Косаревиц

**САПРОПЕЛЕВЫЕ И ТОРФЯНЫЕ ДИСПЕРСИИ
ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН**

05.15.10 — бурение скважин

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Ивано-Франковск - 1996

622.24

16.36.279

Диссертация в рукописи

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00743893 (Y)

Работа выполнена в пред-
комплексных техно-

Научный консультант -- доктор технических наук, профессор
ВОЙТЕНКО Владимир Сергеевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
МЫСЛЮК Михаил Андреевич

доктор технических наук, профессор
САМОТОЙ Анатолий Куприянович

доктор технических наук, профессор
ЖИДОВЦЕВ Николай Александрович

Ведущая организация — Производственное объединение
"Беларуснефть"

Защита состоится 26 XII 1996 г в 14³⁰ час на заседании
специализированного ученого совета Д.09.02.05 в Ивано -
Франковском государственном техническом университете
нефти и газа по адресу 284018, Украина, г. Ивано-Фран-
ковск, ул. Карпатская, д. 15

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической
библиотеке университета (ул. Карпатская, д. 15)

Автореферат разослан 23 м.с.т.о.н.д.а. 1996 г.

Ученый секретарь
специализированного ученого совета

ВЕКЕРИК
Василий Иванович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В настоящее время в республике Беларусь ощущается дефицит в топливно-энергетических и минерально-сырьевых ресурсах для промышленного и сельскохозяйственного производства. В целях обеспечения народного хозяйства необходимым сырьем постановлением Совета Министров Беларуси N 53 от 01. 02. 1993 г. предусмотрено выполнение отраслевой программы "Ускорение геологоразведочных работ по развитию минерально-сырьевой базы на 1993 — 1995 гг. и на период до 2000 г.". До последнего времени в республику ввозились материалы необходимые для осуществления процесса бурения: бентонитовые и палыгорскитовые глинопоршки, химические реагенты, утяжелители и др. Разрыв сложившихся связей с поставщиками из различных регионов бывшего СССР, повышение цен на энергоносители, сырье и высокие транспортные издержки способствовали образованию дефицита и резкому удорожанию материалов, нужных для проведения эксплуатационного бурения и комплекса геологоразведочных работ, направленных на выявление запасов важнейших видов полезных ископаемых: нефти и газа, руд черных и цветных металлов, минеральных солей и т.п.

В этой связи важное значение имеет поиск местного сырья, позволяющего получать на его основе буровые и тампонажные растворы, химические реагенты, различные добавки, для улучшения технологических характеристик растворов, удовлетворения потребностей буровых организаций в материалах для снижения экологических нагрузок на окружающую среду при разведке недр.

Исследования по теме данной работы проведены в рамках республиканских научно - технических программ в 1980 - 1995 гг.: 007 "Комплексное использование сапропелей в народном хозяйстве республики" (N гос. рег. 78026695); 72.05р "Разработать технологические процессы и организовать производство продукции из озерных сапропелей для использования в различных отраслях народного хозяйства, в том числе минерально-витаминных кормовых добавок, лечебных грязей, буровых растворов, выгорающих добавок, клеевых материалов" (N гос. рег. 01826031870); 71.06 рц "Расширить производство продукции из озерных сапропелей для использования в различных отраслях народного хозяйства, в том числе минерально - витаминных кормовых добавок, лечебных грязей, буровых растворов, выгорающих добавок" (N гос. рег. 01860016551); Каустобиолиты 04 "Разработка новых физико-химических

методов интенсификации технологических процессов производства различных видов продукции из торфа и сапропелей" (N гос.рег. 01840025524) и др.

Цели и задачи исследования. Целью настоящей работы является разработка научных основ получения буровых технологических жидкостей на основе торфа и сапропелей, имевшее три основных этапа:

а) раскрытие закономерностей структурообразования жидкообразных сапропелевых, торфосапропелевых и торфяных дисперсных систем в зависимости от ряда факторов, в том числе состава, дисперсности и природы органического вещества, минерализации, температурных и ультразвуковых воздействий и концентрации твердой фазы;

б) создание реологической модели течения природных органогенных дисперсных материалов в жидкообразном состоянии в широком диапазоне скоростей сдвига и научных принципов регулирования их структурно-реологических и фильтрационных свойств;

в) разработка комплекса реагентов, рецептур и способов получения буровых и тампонажных растворов на основе сапропелей, торфосапропелей и торфа для различных горно-геологических условий бурения и научных принципов управления их технологическими свойствами.

Реализация поставленной цели требовала решения следующих теоретических, экспериментальных и практических задач:

- установления основных закономерностей структурообразования в дисперсиях сапропелей, торфосапропелей и торфа в зависимости от состава, степени дисперсности, концентрации твердой фазы;

- исследования влияния температурных и ультразвуковых воздействий, минерализации, кислотного и щелочного гидролиза на их структурно-реологические свойства;

- выявления вклада строения, природы и отдельных компонентов органического вещества (ОВ) природных органогенных дисперсных материалов в формирование их коллоидно-дисперсных структур;

- изучения особенностей реодинамического поведения и структурно-реологических свойств водных дисперсий каустобиолитов и их гуминовых кислот;

- определения технологических свойств дисперсий сапропелей, торфосапропелей и торфа как буровых растворов применительно к горно-геологическим условиям Беларуси;

- разработки методов управления структурно-реологическими и технологическими свойствами буровых растворов на их основе путем введения различных добавок и физико-химических воздействий;

- проведения опытно-промысловой проверки предложенных составов, способов их получения и определения эколого-экономической эффективности применения сапропелей, торфосапропелей и торфа при бурении геологоразведочных и эксплуатационных скважин.

Научная новизна полученных результатов. В процессе решения поставленных задач было впервые:

- определены при комплексном сопоставительном исследовании закономерности структурообразования в жидкообразных дисперсиях сапропелей, торфосапропелей и торфа в зависимости от состава, концентрации твердой фазы, степени дисперсности и предварительного высушивания, а также изучено влияние температурных и ультразвуковых воздействий, минерализации, кислотного и щелочного гидролиза на их структурно-реологические свойства;

- выявлен вклад особенностей природы, строения и отдельных компонентов ОБ в формирование коллоидно-дисперсных структур природных органогенных дисперсных материалов ;

- установлено, что течение сапропелей, торфосапропелей и торфа сопровождается значительным затягиванием ламинарного режима с выходом на развитый турбулентный при значительном (около 30%) снижении гидродинамического сопротивления, причем данный эффект не зависит от времени действия сдвиговых деформаций;

- изучены реологические свойства дисперсий природных органогенных материалов и их гуминовых кислот в широком диапазоне градиентов скоростей сдвига (до 12000 с^{-1});

- предложена усовершенствованная реологическая модель течения природных органогенных дисперсных материалов в жидкообразном состоянии в широком диапазоне скоростей сдвига со средней относительной ошибкой аппроксимации до 2%;

- разработан целый ряд реагентов, рецептур и способов приготовления буровых растворов на основе сапропелей, торфосапропелей и торфа для различных горно-геологических условий бурения и созданы научные основы управления их технологическими свойствами.

Практическая значимость полученных результатов. Разработанная технология получения и применения буровых растворов, а также реагентов на основе торфа и сапропелей была использована при проходке около 100 скважин на пресные и минерализованные воды, нефть и газ, различные твердые полезные ископаемые в Беларуси и Западной Сибири. Сапропелевые буровые растворы вошли в учебное пособие по курсу бурения скважин.

Применение природных органогенных промывочных жидкостей позволило уменьшить расход традиционных химических реагентов на 25-50%, увеличить механическую скорость бурения в 1,5-2 раза, снизить затраты на глиноматериалы и охрану окружающей среды. Кроме того они могут использоваться при сооружении оснований и фундаментов методом "стена в грунте".

Полученные выводы и практические рекомендации подтверждены исследованиями, проведенными в Уфимском нефтяном институте, Всероссийском научно-исследовательском институте буровой техники, Государственной академии нефти и газа России (г. Москва), НПО "Бурение" (г. Краснодар). Торфяные буровые растворы применены в Поволжье, на Уральской сверхглубокой скважине, а в Башкирии - для дополнительного притока нефти из эксплуатируемых нефтяных месторождений.

Экономическая значимость полученных результатов. Проведенная работа показывает целесообразность создания в республике производства сапропелевых и торфяных материалов для удовлетворения потребностей буровых предприятий и строительных организаций внутри республики и за ее пределами.

Основные положения диссертации выносимые на защиту:

- обобщение комплексных сопоставительных исследований по закономерностям структурообразования в дисперсиях сапропелей, торфосапропелей и торфа в зависимости от их состава, генезиса, строения ОВ, содержания твердой фазы, степени дисперсности, предварительного высушивания, температурных и ультразвуковых воздействий;

- экспериментально-теоретическое обоснование получения коллоидно-дисперсных природных органогенных систем из высушенных порошкообразных и гранулированных материалов;

- научные основы регулирования реологических свойств изучаемых дисперсий путем минерализации, физико-химических методов воздействия, кислотного и щелочного гидролиза, введением наполнителей и полимерных добавок;

- реологическая модель, описывающая течение жидкообразных природных органогенных дисперсных материалов в широком диапазоне скоростей сдвига с высокой степенью точности;

- эффект существенного снижения гидравлического сопротивления в турбулентном режиме течения исследованных дисперсий при значительной задержке выхода из ламинарного режима течения;

- экспериментально-теоретическое обоснование технологии приготовления буровых растворов на основе природных органогенных дисперсных материалов;

- научные и технологические аспекты добычи, обогащения и переработки сапропелей, торфосапропелей и торфа с целью получения новых порошкообразных материалов для бурения скважин;

- научные основы и методы управления структурно-реологическими и технологическими свойствами буровых растворов из сапропелей, торфосапропелей и торфа;

- комплекс реагентов, рецептур и способов приготовления буровых и тампонажных растворов на основе сапропелей, торфосапропелей и торфа для различных горно-геологических условий бурения, обеспечивающий при его применении определенные преимущества по сравнению с традиционными растворами и методами их обработки;

- технико-экономическая и экологическая эффективность использования сапропелей, торфосапропелей и торфа при проведении буровых работ.

Личный вклад соискателя. Основные экспериментальные, теоретические и практические результаты получены лично автором. Обобщение литературных источников, математическая обработка полученных экспериментальных данных позволило соискателю предложить новое реологическое уравнение течения, написать и опубликовать печатные работы.

В работах по исследованию буровых растворов и их применению, в обсуждении научных результатов и расчетах экономической эффективности принимали участие соавторы приведенных публикаций: И. И. Лиштван, М. З. Лопотко, Н. Н. Битюков, В. С. Войтенко, Г. А. Евдокимова, Г. С. Евтушенко, В. К. Галабурда, М. Р. Мавлютов, В. Я. Площадный, А. Л. Ходасевич, В. Ш. Шмавонянц и др.

Апробация результатов диссертации. Основные положения диссертационной работы обсуждены на Международных, Всесоюзных и Республиканских конференциях совещаниях и симпозиумах, в том числе: Первой и Второй Украинских научно-технических конференциях по физико-химической механике дисперсных систем и материалов (г. Харьков, 1980 г. и г. Полтава, 1983 г.); Республиканской конференции "Физико-химические основы применения поверхностно-активных веществ" (г. Донецк, 1981 г.); Третьей и Четвертой республиканских научных конференциях "Проблемы использования сапропелей в народном хозяйстве" (г. Минск, 1981 и 1992 гг.); V и VI Республиканских конференциях по физико-химии, технологии получения и применения промывочных жидкостей, дисперсных систем и тампонажных растворов (г. Киев, 1981 г. и г. Ивано-Франковск, 1985 г.); XII и XV Менделеевских съездах по общей и прикладной химии (г. Баку, 1981 г. и г. Минск 1993 г.); V научно-технической конференции по физико-химии торфа "Результаты исследо-

ваний в области физико-химии торфа и их использованию в народном хозяйстве" (г. Калинин, 1981 г.); научно-технической конференции "Методические и практические проблемы повышения эффективности использования трудовых, материальных и энергетических ресурсов в химической, нефтехимической, микробиологической промышленности и промышленности строительных материалов" (г. Минск, 1981 г.); Всесоюзной научно-технической конференции "Вскрытие продуктивных горизонтов и освоение нефтегазовых скважин" (г. Ивано-Франковск, 1982 г.); Международном симпозиуме IV и II комиссий Международного торфяного общества "Торф, его свойства и перспективы применения" (г. Минск, 1982 г.); Республиканской научно-практической конференции "Совершенствование технологических процессов на стадии заканчивания скважин" (г. Гомель, 1983 г.); научной конференции "Актуальные проблемы повышения эффективности региональной экономики" (г. Минск, 1983 г.); VII Всесоюзной конференции по коллоидной химии и физико-химической механике (г. Ташкент, 1983 г.); Всесоюзной конференции по коллоидной химии (г. Канев, 1987 г.); Республиканском научно-практическом совещании по буровым растворам (г. Минск, 1989 г.); Всесоюзном совещании по буровым растворам (г. Тюмень, 1989 г.); Всесоюзной конференции "Проблемы строительства нефтяных и газовых скважин" (г. Краснодар, 1990 г.); научно-технической конференции "Проблемы экологически безопасных технологий разведки, разработки и эксплуатации глубоководных месторождений со сложным составом пластовой смеси", XV Всесоюзном симпозиуме по реологии (г. Одесса, 1990 г.); Всесоюзной конференции "Коллоидно-химические проблемы экологии" (г. Минск, 1990 г.); Всесоюзном совещании по коллоидно-химическим проблемам экологии (г. Ашхабад, 1991 г.) Международной школе семинаре "Реофизика и теплофизика неравновесных систем" (г. Минск, 1991 г.); Всесоюзной научно-практической конференции "Торф в народном хозяйстве" (г. Томск, 1991 г.); Международных конференциях "Освоение Севера и проблема рекультивации" (г. Сыктывкар, 1991 г.) и "Коллоидная химия в решении проблем охраны окружающей среды" (г. Минск, 1994 г.).

Опубликованность диссертации. Основные результаты работы представлены в 107 публикациях, в том числе в 3 монографиях, 8 брошюрах, 15 авторских свидетельствах, 27 тезисах докладов и 54 статьях.

Объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти разделов и основных выводов. Список литературы содержит 406 наименований, иллюстраций в диссертации - 30, таблиц -- 122. Диссертация изложена на 373 страницах, приложения на 30 страницах.

СО Д Е Р Ж А Н И Е Р А Б О Т Ы

Во введении обоснована актуальность и дана общая характеристика работы.

В первом разделе детально рассмотрены основные современные проблемы бурения скважин и охраны окружающей среды. Техногенному загрязнению подвергаются почвенный и растительный покров, атмосферный воздух, а также мобильные компоненты геологической среды – грунтовые и подземные воды. Для снижения экологических нагрузок на окружающую среду необходимо совершенствовать технологию проведения геологоразведочных работ, использовать нетоксичные буровые и тампонажные растворы, обезвреживать и утилизировать отходы бурения, проводить биологическую рекультивацию всех нарушенных земель.

Беларусь располагает ограниченными сырьевыми ресурсами, что вызывает необходимость увеличения объема бурения согласно решению правительства республики. Поэтому в диссертации рассмотрены вопросы геологического строения и условия залегания основных видов полезных ископаемых: пресных и минерализованных вод; твердых полезных ископаемых; нефти и газа и др. Особое внимание уделено эколого-экономическим проблемам геологоразведочных работ.

Значительный практический и теоретический интерес вызывают работы О. К. Ангелопуло, Л. А. Абдурагимовой, А. И. Бережнова, А. И. Булатова, В. С. Войтенко, Ф. Д. Овчаренко, Н. Н. Круглицкого, Г. В. Конесева, Н. И. Крысина, З. А. Литяевой, М. Р. Мавлютова, Л. К. Мухина, А. И. Пенькова, В. И. Рябченко, В. Ю. Третинника, А. У. Шарипова, В. Ю. Шеметова, Р. С. Яремийчука, А. М. Яковлева и других ученых, в которых рассмотрены составы буровых и тампонажных растворов, а также химических реагентов, смазочных добавок и т. п., позволяющих улучшить технологические и реологические свойства, увеличить термо- и солестойкость промывочных жидкостей. Несмотря на достигнутые успехи следует отметить, что целый ряд составов буровых растворов не удовлетворяют современным эколого-экономическим требованиям.

В Беларуси отмечена кризисная ситуация в связи высокими техногенными нагрузками на окружающую природу и радиоактивным загрязнением почти четверти территории республики. В этой связи особенно актуальна проблема создания нетоксичных буровых и тампонажных растворов для бурения скважин, прежде всего глубоких. Работами белорусских ученых П. И. Белькевича, И. И. Лиштвана, М. З. Лопотко, В. И. Раковского и других исследователей показана перспективность использование

торфа и сапропелей для целей бурения. Необходимо так же отметить работы того же направления О.К. Ангелопуло, В.А. Авакова, М.Р. Мавлютова, Э.М. Юлбарисова и других ученых. Поскольку в опубликованных работах пока еще не решены вопросы комплексного использования сапропелей и торфа на всех стадиях бурения скважин, возникла необходимость проведения всестороннего изучения структурно-реологических, реодинамических, технологических свойств дисперсий сапропелей и торфа применительно к целям бурения, что и послужило основанием для проведения настоящего исследования, выполненного в содружестве с научно-исследовательскими учреждениями Беларуси и России.

Второй раздел посвящен характеристике органогенного сырья с целью получения буровых растворов. В качестве объектов исследования было выбрано около двухсот образцов сапропелей, торфа, бурых углей и горючих сланцев. Природные органогенные материалы отличаются сложным составом, поэтому при их изучении использовался комплекс физико-химических методов исследования (ИК- и ЭПР-спектроскопия; термография; химический, биологический, дисперсный анализы). Наряду с этим определялись структурно-реологические, гидравлические и технологические свойства дисперсий каустобиолитов.

Выбор образцов озерных сапропелей основывался на промышленно-генетической классификации сапропелей (РСТ БССР 838-91). Органические сапропели являются наиболее перспективным типом озерных отложений при практическом использовании. Содержание минеральных веществ (МВ) в них не превышает 30%. Органические осадки, формированию которых наряду с растениями сапропелеобразователями принимает участие и аллохтонный материал с прилегающих торфяников — отнесены к торфянистым сапропелям или торфосапропелям и рассматриваются нами отдельно. Многозольные сапропели (МВ от 30 до 85%) разделяются на: кремнеземистые — основной компонент минеральной составляющей — SiO_2 ; карбонатные — в преобладающем количестве в МВ представлены CaCO_3 и MgCO_3 ; в смешанных — сильно варьирует содержание SiO_2 , CaO и Fe_2O_3 в их зольной части.

В каустобиолитах определялся групповой состав органического вещества (ОВ): битумы, легкогидролизуемые (ЛГ), трудногидролизуемые (ТГ), гуминовые вещества (ГВ), а также гуминовые кислоты (ГК) и негидролизуемый остаток (НГО). Оценка структурирующих свойств жидкообразных систем осуществлялась по критической концентрации структурообразования — $C_{кк\sigma}$ (параметр, введенный Н.Н. Круглицким, характеризующий процесс структурообразования) и коэффициенту структурной

активности K_{ca} , представляющего отношение величины прочности структуры τ_m при C_{KKS} к величине критической концентрации структурообразования. Поскольку присутствие в исследованных материалах минеральной составляющей до известной степени маскирует структурирующие свойства ОВ рассчитывали C_{KKS} и K_{ca} собственно ОВ: $C_{KKS}^{об}$, $K_{ca}^{об}$.

Парамагнетизм природных органогенных веществ обусловлен особенностями межмолекулярного взаимодействия ароматических фрагментов и функциональных групп. Метод ЭПР позволяет быстро установить тип сапропеля: органический, органоминеральный или торфосапропель и, ориентировочно, способность к структурообразованию по концентрации парамагнитных центров $C_{ПМЦ}$, которая, особенно, в пересчете на ОВ, статистически достоверно коррелирует с C_{KKS} .

В целом, если в биологических остатках преобладают высшие растения, то отношения оптических плотностей в максимумах полос поглощения характеристических структур (D_{1650}/D_{1720} ; D_{1650}/D_{1600} и D_{1560}/D_{1600} - данные ИК-спектроскопии), как правило, ниже чем у водорослевых органических отложений; содержание парамагнитных центров (данные ЭПР-спектроскопии); количество алифатических кислородсодержащих группировок по сравнению с ароматическими и гетероциклическими структурами (данные термографии) и отношения: ГК/ЛГ; С/Н и С/Н выше, а структурирующие свойства хуже.

Качество торфяного сырья во многом определяется степенью разложения, составом растений торфообразователей, содержанием ГК и ЛГ, наличием минеральных компонентов. Так, C_{KKS} осокового торфа составляет 5,1%; тростникового - 7,1; древесного - 8,2%. С увеличением степени разложения торфа соотношение между алифатическими и ароматическими фрагментами смещается в сторону ароматических, увеличивается число боковых углеводородных цепей, присоединенных к ароматическому ядру негидролизующимися связями.

В основе способности органогенных материалов к структурированию лежит природа ОВ, влияние которой можно проследить в ряду: органические сапропели водорослевого происхождения, торфосапропели, торфа. Данные ИК-спектроскопии указывают на то, что ОВ первых в основном представлено амидно-углеводным комплексом. При глубокой трансформации ОВ, в случае торфосапропелей в ИК-спектрах идентифицируется конденсированное ОВ, характеризующиеся сопряженными ароматическими и гетероатомными структурами, а также карбоксильными группами, из-за высокой сорбционной способности находящихся в связанном состоянии в форме карбоксилат-ионов, близкими по спектральной ха-

характеристике к ГК торфа. Лучшими структурирующими свойствами с наиболее прочными коагуляционно-дисперсными структурами обладают органические отложения водорослевого происхождения ($C_{\text{ККС}}^{\text{ОВ}} = 1,4 - 3,3\%$, $K_{\text{св}}^{\text{ОВ}} = 4,4 - 11,4 \text{ Па}$), худшими торфа ($C_{\text{ККС}}^{\text{ОВ}} = 4,6 - 9,9\%$, $K_{\text{св}}^{\text{ОВ}} = 1,4 - 3,0 \text{ Па}$), торфосапрупели занимают промежуточное положение ($C_{\text{ККС}}^{\text{ОВ}} = 3,6 - 5,7\%$, $K_{\text{св}}^{\text{ОВ}} = 2,5 - 4,0 \text{ Па}$).

Возрастание содержания МВ в составе каустобиолитов приводит к снижению структурирующих свойств: при увеличении в водорослевом сапрупеле их количества с 7,7 до 53,8% $C_{\text{ККС}}$ растет с 1,6 до 3,3%, а $K_{\text{св}}$ падает с 9,7 до 4,3 Па. Модельные опыты по внесению в дисперсии малозольных отложений дополнительного количества минеральных веществ или их удалению подтверждают эту закономерность. Многозольные сапрупели (МВ: 30 - 85%), как правило, имеют ОВ водорослевого происхождения. При образовании карбонатных осадков могут создаваться благоприятные условия стабилизации возникающих в озерной воде карбонатов. Вышеизложенное, очевидно, объясняет то, что дисперсии карбонатных сапрупелей с концентрацией органического вещества $C_{\text{ОВ}} \sim 2,3\%$ имеют эффективную вязкость $\eta_{\text{эф}}$ в том же диапазоне, что и органические ($C_{\text{ОВ}} \sim 2,0\%$), кремнеземистые ($C_{\text{ОВ}} \sim 3,3\%$) и торфянистые ($C_{\text{ОВ}} \sim 4,8\%$) сапрупели, а так же торфа ($C_{\text{ОВ}} \sim 6,5\%$).

Критическая концентрация структурообразования кремнеземистых (4,3-6,7%) и карбонатных (3,9-18,3%) сапрупелей при содержании МВ соответственно 37,8-64,5% и 57,2-85,9% в пересчете на ОВ составляет 2,2 - 3,8% и 1,6 - 2,8%. При схожих интервалах колебания $\eta_{\text{эф}}$ большинство реологических характеристик дисперсий кремнеземистых сапрупелей находятся ближе к органическим сапрупелям, чем к торфянистым. Приведенные данные, указывая на преобладающую тенденцию ослабления коагуляционной структуры минеральными примесями, подчеркивают определяющее значение природы органического вещества в формировании структурно-реологических свойств.

Большое количество торфяных залежей на территории республики подстилаются озерными сапрупелями. Сапрупели торфяных месторождений отличаются разнообразием состава. По мере роста МВ в составе данных осадков $C_{\text{ККС}}$ снижается до 3,5 - 6,8%. На основе погребенных сапрупелей можно приготовить устойчивые жидкообразные дисперсные системы. Диапазон величин эффективной вязкости $\eta_{\text{эф}}$ (0,6 - 26,3 мПа·с) они позволяют достичь при $C_{\text{ОВ}} \sim 3,2\%$.

Естественные суспензии сапропелей и торфов обладают высокой водоудачей (более 20 см³), толщиной корки и малыми величинами статического напряжения сдвига. После диспергирования технологические свойства растворов из сапропелей значительно улучшаются, приближаясь по своим фильтрационным характеристикам к свойствам дисперсий бентонитов, значительно превосходя промысловые жидкости из гидростлюдистых глин. Таким образом, дисперсии органогенных природных материалов без стабилизирующих добавок пригодны для получения пресных буровых растворов путем их интенсивного диспергирования.

В третьем разделе работы рассмотрены особенности реологического поведения дисперсий органогенных материалов. ОВ сапропелей, торфосапропелей и торфа содержит в различных количествах природные высокомолекулярные соединения, имеющие фрагменты ароматических и алифатических структур. В качестве объектов исследования, поэтому, были выбраны представительные образцы – малозольные образования: органический сапропель водорослевого происхождения оз. Судобль, торфосапропель оз. Лочинское и сосново-пушицевый торф торфомассива Дукора. Для установления особенностей реологического поведения дисперсий органогенных материалов были получены полные реологические кривые течения в диапазоне скоростей сдвига до 12000 с⁻¹ методами сверху-вниз и снизу-вверх. Экспериментальные кривые характеризуются ясно выраженной петлей гистерезиса (рис. 1). С целью аппроксимации кривых

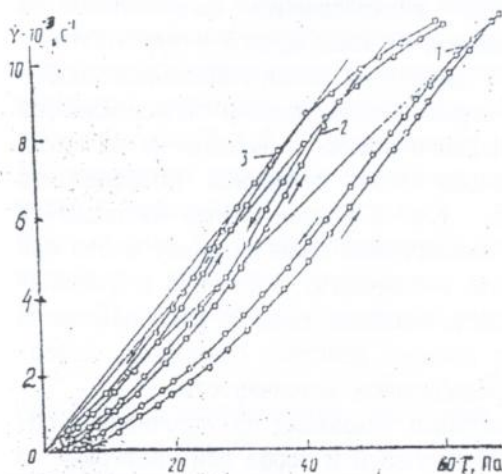


Рис. 1. Полные реологические кривые течения с петлями гистерезиса дисперсий: 1 — органический сапропель; 2 — торфосапропель; 3 — торф

течения автором была сделана попытка получить обобщенное реологическое уравнение, позволяющее описывать течение природных жидкообразных систем в широком диапазоне $\dot{\gamma}$ и включающее вязкость предельно разрушенной структуры:

течения автором была сделана попытка получить обобщенное реологическое уравнение, позволяющее описывать течение природных жидкообразных систем в широком диапазоне $\dot{\gamma}$ и включающее вязкость предельно разрушенной структуры:

$$\tau = \eta_m \cdot \dot{\gamma} + K \cdot \dot{\gamma}^n \cdot e^{-\dot{\gamma}/m} \quad (3.1)$$

где η_m — вязкость практически разрушенной структуры; K — мера консистентности; n — коэффициент нелинейности, m — коэффициент деградации. Для сравнительной оценки точности описания реологических кривых течения рассчитывалась средняя относительная ошибка аппроксимации $\delta_{ср}$, которая при обработке кривых течения уравнением Шведова-Бингама составляет 8,5 — 14,2%; уравнениями Освальда — де Ваале, Балкли — Гершала, Кэссона — Шульмана равняется 0,6 — 3,6%, обобщенным уравнением — 0,9 — 1,7%.

При высоких скоростях сдвига (свыше $1 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$) η_m исследованных дисперсий составляет порядка 4 — 5 мПа·с, что по данным А.И. Пенькова соответствует оптимальным значениям вязкости буровых растворов при истечении из долота. В тоже время Л.А. Абдурагимовой показано, что вязкость дисперсий глин с разрушенной структурой довольно высока и составляет, например, для 8%-ной суспензии Na-бентонита — 20 мПа·с, а для 40%-ного Na-каолинита — 26 мПа·с.

Гидродинамические исследования жидкообразных сапропелевых и торфяных систем показали, что переход от ламинарного к турбулентному режиму течения происходит в диапазоне чисел Рейнольдса 2000 — 5000. Процесс перемещения таких жидкообразных систем сопровождается значительным затягиванием ламинарного режима с выходом на развитый турбулентный со значительным (около 30%) снижением коэффициента гидродинамического сопротивления, т.е. в данном случае наблюдается так называемый эффект Томса. Аналогичные явления имеют место при движении раствора полиэтиленоксида и глинистых суспензий с добавками полимеров. Эффект снижения сопротивления течению сапропелевых и торфяных дисперсий не зависит от времени действия сдвиговых деформаций вследствие их высокой деградационной устойчивости.

Исследования процессов релаксации указывают на упрочнение коагуляционной структуры дисперсий сапропелей и торфа при выдержке в покое, протекающее в разной степени. Для исследованных дисперсий органических сапропелей и торфа имело место возрастание предельного статического напряжения сдвига Q ($\dot{\gamma} = 27 \text{ с}^{-1}$) во всем изученном интервале времени выдержки, протекавшее у первой из них ~ в два раза интенсивнее. Зависимость предельного динамического напряжения сдвига Q от времени аппроксимируется выражением вида:

$$Q = B \cdot t^m, \quad (3.2)$$

где t — время, мин; B и m коэффициенты.

Степень дисперсности оказывает влияние на процесс структурообразования сапропелевых и торфяных систем. Так, при диспергировании в течение 5 ч в лопастных мешалках максимальное изменение степени

дисперсности отмечается для суспензии органического сапропеля: количество фракции менее 50 мкм возрастает почти в 3 раза. Дисперсии торфа и торфосапропеля имели начальное содержание данной фракции в 2 - 3 раза больше и они в меньшей степени подверглись измельчению. Первичная тиксолабильная коагуляционная структура необратимо разрушается, переходя в менее тиксотропную вторичную, причем исходная не восстанавливается даже после выдержки подвергнутых сдвиговым нагрузкам образцов в покое. Значения реологических параметров нативных материалов падает в ряду: органический сапропель, торфосапропель, торф. Диспергирование еще более усугубляет различие в их способности образовывать прочную коагуляционную структуру: в приведенном ряду эффективная вязкость падает с 72,9 до 42,7 мПа·с, значительно снижается динамическое напряжение сдвига — с 17,4 до 2,6 Па. Как в естественном, так и в измельченном виде данные природные органогенные жидкообразные дисперсные системы по структурирующей способности располагаются в одной и той же последовательности.

Концентрация твердой фазы. Сопоставление реологического поведения стандартизированных (диспергированных практически до постоянной вязкости) дисперсий органического сапропеля, торфосапропеля и торфа (температура $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$) указывает на их существенное отличие. Так, для получения дисперсий органического сапропеля, торфосапропеля и торфа с эффективной вязкостью 25 - 26 мПа·с необходима концентрация твердой фазы $C_{ТФ}$ соответственно 2,6%; 5,8 и 10,1%. Эмпирическая зависимость прочности структуры τ_m' от концентрации твердой фазы ($C_{ТФ}$, %) описывается уравнением вида:

$$\tau_m' = ab^{C_{ТФ}}, \quad (3.3)$$

где a и b - коэффициенты, зависящие от вида торфа и сапропеля.

Влияние температурных воздействий сказывается на виде реологических кривых течения: при повышении температуры нелинейность их меняется, они смещаются в сторону оси ординат. В начале выбранного температурного интервала ($0 - 20^\circ\text{C}$) отмечается наиболее интенсивное снижение реологических параметров вследствие изменения вязкости растворителя и разрушения межагрегатных связей. Прочность межагрегатных связей дисперсий τ_r торфа, торфосапропеля и органического сапропеля при 0°C составляет: 5,4 Па; 4,2 и 2,2; при 20°C : 3,9; 3,4 и 2,3 Па. С дальнейшим ростом температуры τ_r органического и торфянистого сапропелей постепенно снижается и достигает примерно одинаковых значений - 2,4 и 2,2 Па при 80°C , у торфа в конце изученного температурного интервала наблюдается даже рост значений τ_r .

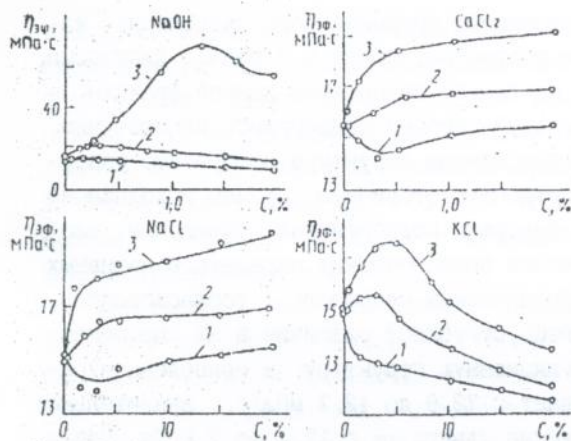


Рис. 2. Зависимость $\eta_{эф}$ дисперсий органического сапропеля (1), торфосапропеля (2) и торфа (3) от концентрации в системе электролитов

Влияние электролитов. В дисперсиях торфа ($C_{тф} = 8,8\%$) при концентрациях NaOH вплоть до 1,25% растет эффективная вязкость. В торфосапропелевой ($C_{тф} = 4,8\%$) и сапропелевой системах ($C_{тф} = 2,0\%$) при обработке щелочью рост $\eta_{эф}$ отмечен в меньшей степени (рис. 2). На всех трех кривых $\eta_{эф} = f(C_{NaOH})$ наблюдается максимум, однако различной интенсивности: если для органического сапропеля он совсем не велик (около 10% исходной $\eta_{эф}$), то для торфа значения $\eta_{эф}$ возрастают более чем в четыре раза, торфосапропеля в 1,6 раз. Наблюдаемый ход кривых объясняется неодинаковой природой органического вещества, различной $C_{тф}$, а также разным соотношением концентрации твердой фазы и щелочи.

При введении в дисперсии различных видов сапропелей и торфа минеральных солей важное значение приобретают ионообменные процессы, а также степень гидратации ионов. При росте концентраций солей и завершения ионообменных процессов в органогенных дисперсиях возникают новые связи между отдельными компактными агрегатами и формируются вторичные коагуляционные структуры. Наиболее отчетливо этот переход отмечается для ионов кальция, которые "сшивают" агрегаты, создавая пространственную структуру второго рода и проявляется в повышении прочности структуры и росте вязкости изучаемых систем. Выявленный автором неодинаковый ход кривых под влиянием NaCl и KCl объясняется различной гидратируемостью ионов Na^+ и K^+ .

Кислотный и щелочной гидролиз дисперсий сапропелей и торфа наблюдается в условиях проводки скважин, где они подвергаются действию кислотных и щелочных реагентов. Удаление водорастворимых веществ (ВР), ЛГ и ГВ в различной степени сказывается на структурирующей способности каустобиолитов (табл. 1). Термообработка в водной среде незначительно отражается на структурирующих свойствах жидко-

Таблица 1

Влияние ВР, ЛГ и ГВ на структурирующие свойства органического сапропеля, торфосапропеля и торфа

Образец	МВ, %	С _{ккс} . %	К _{са} . Па	Коэффициенты уравнения (3.1)	
				а, Па	б
Органический сапропель					
Исходный	15,7	1,8	9,6	2,06	3,08
Термообработанный	15,7	2,0	8,0	1,41	3,38
С добавкой NaOH	15,7	2,0	7,3	2,35	2,69
После выделения:					
ВР	16,4	1,9	7,9	2,12	2,78
ЛГ	24,8	3,1	4,5	0,72	2,59
ГВ	19,8	2,3	6,3	1,71	2,53
Гуминовые кислоты	0,9	1,4	9,4	3,20	3,50
Торфосапропель					
Исходный	13,8	4,2	3,5	1,27	1,77
Термообработанный	13,8	4,3	3,1	1,06	1,80
С добавкой NaOH	13,8	4,0	3,5	1,68	1,73
После выделения:					
ВР	14,3	4,4	2,9	1,12	1,73
ЛГ	15,2	6,5	2,4	0,40	1,76
ГВ	39,7	7,2	2,1	0,87	1,49
Гуминовые кислоты	1,2	3,1	4,0	1,45	2,01
Сосново-пушицевый торф					
Исходный	8,0	7,8	1,7	0,85	1,44
Термообработанный	8,0	8,1	1,6	0,64	1,45
С добавкой NaOH	8,0	5,8	2,6	1,34	1,53
После выделения:					
ВР	8,2	8,2	1,5	0,84	1,38
ЛГ	9,7	10,0	1,4	0,69	1,35
ГВ	14,6	11,3	1,2	0,55	1,33
Гуминовые кислоты	1,7	4,6	2,8	1,41	1,63

образных материалов — С_{ккс} увеличивается на 0,1 - 0,3%; после удаления ВР этот показатель возрастает на 0,1 - 0,4%. Вклад ЛГ в формирование структуры дисперсий органического сапропеля наибольший: после их выделения С_{ккс} возрастает в 1,7 раза; в торфосапропеле меньше ЛГ и больше ГВ, и поэтому вклад первых в образование пространственной структуры меньше — С_{ккс} в этом случае повышается в 1,5 раза; а в случае торфа снижение самое небольшое — в 1,3 раза.

В условиях промышленного получения гуматных реагентов и препаратов происходит частичная потеря структурирующих свойств ОБ орга-

нического сапропеля и $C_{\text{ККС}}$ возрастает от 1,8 до 2,0%, выделение гуминовых веществ из данного каустобиолита вызывает рост $C_{\text{ККС}}$ с 1,8 до 2,3%. В органическом веществе торфосапропеля содержатся в преобладающем количестве ГВ, которые под действием щелочи переходят в растворимое состояние: образующаяся при этом система имеет практически то же значение $C_{\text{ККС}}$, что и исходный материал, тогда как $C_{\text{ККС}}$ остатка после удаления ГВ возрастает с 4,2 до 7,2%. В формировании пространственного структурного каркаса принимают участие и волокнистые остатки растений-торфообразователей при обработке щелочью способные расщепляться на мельчайшие волокна. Щелочной гидролиз, очевидно, сопровождается некоторой активацией ОВ торфа наряду с его гуминовыми веществами — $C_{\text{ККС}}$ после гидролиза уменьшается до 5,8%.

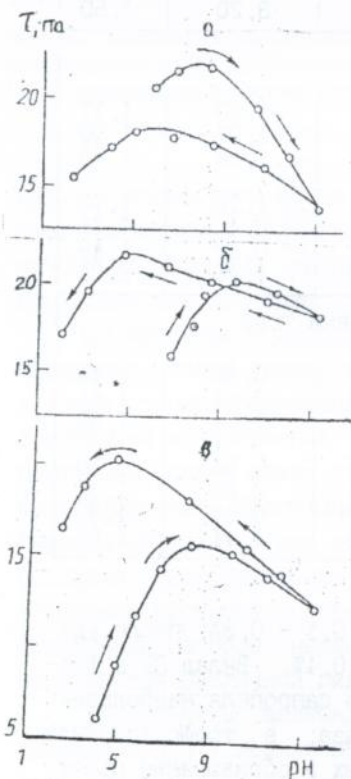


Рис. 3. Влияние pH дисперсионной среды на τ_m суспензий органического сапропеля, $C_{\text{тф}}=2,0\%$ (а); торфосапропеля, $C_{\text{тф}}=4,5\%$ (б) и торфа, $C_{\text{тф}}=5,9\%$ (в)

Изменение pH дисперсионной среды в широком диапазоне (pH ~ 2 - 13) приводит к появлению двух максимумов на кривых зависимостей $\tau_m = f(\text{pH})$ (рис. 3). Добавление щелочи в жидкообразную стандартизированную дисперсию естественного сосново-пушицевого торфа ($C_{\text{тф}} = 5,9\%$; pH 4,0 в виду наличия в нем части гуминовых и других кислот в свободном состоянии) вызывает интенсивный рост τ_m - в 2,4 раза - с 7,4 а до 17,9 Па (pH = 7,65); после чего введение NaOH сопровождается падением τ_m до 12,1 Па (pH = 13,4). Снижению pH сопутствуют довольно большой рост τ_m (координаты второго максимума: pH = 4,25; $\tau_m = 22,8$ Па) и наиболее полная реализация структурирующих свойств торфа, остающихся однако ниже чем у сапропелей, учитывая более низкую концентрацию твердой фазы последних, при достигнутых близких значениях прочности структуры τ_m . Максимумы у торфянистого ($C_{\text{тф}} = 4,5\%$) и, особенно, органического сапропелей ($C_{\text{тф}} = 2,3\%$) выражены значительно слабее.

Четвертый раздел посвящен разработке составов и исследованию технологических свойств модифицированных гуматных реагентов, сапропелевых и торфяных растворов для бурения скважин различного назначения. Особое внимание уделено изысканию сырьевой базы озерных и погребенных сапропелей, а также торфов, пригодных для получения органических порошков для буровых растворов. Автором совместно с М.З. Лопотко и Н.Ф. Бочкаревым разработана усовершенствованная технология получения сапропелевого порошка и освоено его производство для снабжения буровых предприятий Беларуси и Западной Сибири. Наибольший практический интерес вызывают сапропелевые порошки на основе органических сапропелей (ОСП) водорослевого происхождения.

Для использования сапропелей повышенной зольности предложены химические и физико-химические способы обогащения в процессе добычи сапропелевого сырья. Ультразвуковая обработка и последующие центрифугирование позволяет получить из многозольных сапропелей буровые растворы и реагенты удовлетворительного качества. Значительный практический интерес вызывает использование залежей сапропелей под слоем торфа (погребенные сапропели). В этом случае реологические и технологические свойства буровых растворов зависят от соотношения торфа и сапропеля в смеси. Торф и сапропель диспергируется в присутствии щелочных реагентов, а реологические и технологические свойства получаемых дисперсий зависят от вида сырья и его природы. В промышленных условиях целесообразно готовить органическую пасту с последующим разведением до нужной вязкости.

Пресные органические растворы. Хорошие технологические свойства органических дисперсий, прежде всего сапропелей, не случайны: в течение длительного пребывания в водной среде их твердая фаза предельно набухла, а на поверхности минеральных частиц адсорбировались природные высокомолекулярные поверхностно-активные вещества. Технологические свойства изученных дисперсий улучшаются при введении небольших добавок щелочи (0,15 - 0,40%): наблюдается снижение фильтрации и толщины фильтрационной корки (табл. 2). Полученные данные показывают: обработанные щелочью природные органические дисперсии могут применяться в качестве буровых растворов для нормальных условий бурения. Органические буровые растворы обладают ясно выраженными противоизносными свойствами по сравнению с глинистыми и в ряде случаев целесообразно введение сапропелей и торфа в последние для снижения гидродинамического сопротивления течения, уменьшения износа породоразрушающего инструмента.

Таблица 2

Технологические свойства буровых растворов на основе ОСП

Состав бурового раствора	pH	ρ , г/см ³	УВ, с	Φ , см ³	К, мм	СНС _{1/10} , дПа
Пресные растворы из ОСП						
1. 4,5% ОСП + 0,2% NaOH	10	1,02	24	6	0,5	0/0
2. 4,2% ОСП + 0,4% NaOH	10	1,02	40	3	0,5	0/0
3. 4,5% ОСП + 0,3% NaOH	10	1,02	27	3	0,5	0/0
4. N3 + 5% бентонита	9	1,05	48	2	0,5	29/58
5. N3 + 10% каолинита	8	1,08	49	3	0,5	24/51
6. N4 + 20% доломита	8	1,18	37	10	1,0	21/32
Минерализованные растворы из ОСП						
1. 5,0% ОСП + 0,2% NaOH	9	1,02	45	4	0,5	0/0
2. N1 + 5% сильвинита	9	1,03	40	6	0,5	9/21
3. N1 + 10% сильвинита	9	1,05	60	6	0,5	15/36
4. N1 + 20% сильвинита	9	1,07	62	6	0,5	21/42
5. N1 + 36% сильвинита	9	1,07	60	6	0,5	24/51
Ингибированные буровые растворы на основе ОСП						
1. 5,0% ОСП + 0,4% NaOH + 10% сильвинита	10	1,08	32	5	0,5	12/27
2. N1 + 5% бентонита	9-10	1,10	35	5	0,5	21/40
3. N1 + 10% бентонита	9	1,12	37	6	1,0	30/50
4. N1 + 15% бентонита	8-9	1,15	42	6	2,0	54/87
Влияние утяжеления на параметры буровых растворов						
1. 5,0% ОСП + 0,5% NaOH	10	1,02	45	2	0,5	0/0
3. N1 + 36% сильвинита	8	1,14	40	6	0,5	7/21
4. N3 + 84% доломита	8	1,60	н/т	10	0,5	18/33
Ст=0,02г/см ³ ; 0=0,0%; СНС _{1/10} =21/54дПа						
5. N4 + 2% оксала	8	1,20	35	6	0,5	12/24
6. N5 + 30% барита	8	1,40	35	10	1,0	12/45
7. N5 + 60% барита	8	1,60	38	12	1,0	12/24
Ст = 0,01г/см ³ ; 0 = 0,2%						
Растворы для ликвидации и предупреждения поглощений						
1. 5% ОСП + 0,5% NaOH	10	1,02	25	4,0	0,5	0/0
2. N1+10% торфа, W=70%	8	1,05	155	1,0	1,0	10/13
3. N1+15% торфа, W=70%	7	1,07	нап	2,0	1,0	20/23
4. N1+15% волокна	9	1,06	н/т	3,0	0,5	-/-
5. 5% ОСП + 0,5% NaOH	10	1,02	25	4,0	0,5	0/0
Растворы из ОСП для вскрытия продуктивных горизонтов						
1. 4,8% ОСП + 0,5% NaOH	10	1,02	60	3	0,5	0/0
2. N1 + 1% HCl (12%-ной)	6	1,03	84	8	0,5	24/30
3. N3 + 3% ССБ	8	1,04	73	6	0,5	15/33
4. N3 + 24% известняка	9	1,15	45	4	0,5	21/39
Ст = 0,01г/см ³ ; 0 = 0,0% (отстой)						

Ингибированные органогенные растворы. При проводке скважин в набухающих глинистых отложениях для избежания осложнений и аварий рекомендуется применять ингибированные буровые растворы. Сапропелевые растворы, отличаются стойкостью к агрессивному действию ингибирующих добавок и, в ряде случаев, могут применяться без реагентов - понизителей водоотдачи. Обычные растворы в таких условиях быстро загущаются, их периодически разбавляют водой и дообработывают реагентами-стабилизаторами. Аналогично ведут себя и сапропелевые, однако при этом нарастание плотности, потеря подвижности, а также стабильности при разведении протекает более медленными темпами из-за их пониженной плотности и повышенной устойчивости к неблагоприятным факторам. Наиболее употребительными ингибирующими добавками являются растворимые хлористые и сернокислые соли калия, кальция, магния и алюминия. В некоторых случаях для придания раствору ингибирующих свойств достаточно введения минерала сильвинита ($KCl \cdot NaCl$), местного сырья Беларуси.

Минерализованные растворы. Наиболее сложные геолого-технические условия отмечаются при проводке скважин в соленосных горизонтах при наличии пропластков глинистых пород. В этих случаях необходимо применение минерализованных растворов, предотвращающих растворение залегающих солевых отложений, увлажнение глинистых и терригенно-солевых пород. Технологические свойства органогенных растворов отличаются стабильностью к действию неблагоприятных факторов, прежде всего минерализации.

Эмульсионные растворы. Нефтеэмульсионные торфяные и сапропелевые составы отличаются низкими величинами плотности и водоотдачи, незначительной толщиной фильтрационной корки и малыми значениями статического напряжения сдвига. Для снижения расхода синтетических ПАВ и глинопорошков предложены инвертные эмульсионные растворы с использованием в качестве твердых эмульгаторов модифицированных сапропелевых порошков. Поскольку цементирование осадных колонн в скважинах, пробуренных с использованием эмульсионных промывочных жидкостей, проводится идентичными по природе и составу тампонажными растворами были разработаны эмульсионные тампонажные смеси.

Растворы для вскрытия продуктивных пластов. Восстановление естественной проницаемости в случае использования сапропелевых растворов выше, чем для полимерных и глинистых, хотя уступает инвертно-эмульсионным растворам. Восстановление на 70% проницаемости достигается кислотной обработкой, т.к. сапропели содержат легкогидро-

лизуемые вещества и растворимые в кислотах минеральные примеси. Поэтому для вскрытия продуктивных пластов в трещинных карбонатных коллекторах предпочтительнее использовать карбонатные сапропелевые растворы или растворы органического сапропеля с добавкой тонкодисперсного мела или карбонатной породы.

Буферные жидкости. Для предупреждения загущения в месте контакта буровых и тампонажных растворов и образования труднопрокачиваемых пробок используют разделительные буферные жидкости. Смешивание дисперсий сапропелей с бентонитовыми и цементными растворами не приводит к существенному росту реологических характеристик смеси, а в некоторых случаях имеет место даже разжижение. Введение утяжеляющих добавок в дисперсии сапропелей не сопровождается значительными изменениями величин прочности структуры и эффективной вязкости, что позволяет рекомендовать их для повышения плотности буферных жидкостей при вытеснении растворов различной плотности.

Химические реагенты. По мере перехода от бурых углей к торфу, торфосапропелю и органическому сапропелю стойкость к действию электролитов заметно повышается. Обращает внимание различие в свойствах щелочных реагентов на основе угля, торфа (ТЩР), торфосапропеля (ТСЩР) и органического сапропеля (СЩР) водорослевого происхождения. По нарастанию прочности образуемой структуры и вязкостным показателям полученные реагенты на основе местного сырья располагаются в ряд: УЩР; СТЩР; ТЩР; СЩР. Из них наиболее высокими структурирующими свойствами обладает сапропелешелочной реагент, кроме того — активный структурообразователь водорослевых сапропелей — углеводноамидный комплекс, придает СЩР высокую солестойкость. Это позволяет рекомендовать его в качестве структурообразователя — модификатора буровых растворов, в том числе и минерализованных. Добавки гуматных реагентов примерно в равной мере снижают водоотдачу, но оказывают различное действие на вязкость глинистых растворов. Среди ТЩР, СТЩР и УЩР наибольшим загущающим действием обладает ТЩР, наименьшим — УЩР; СТЩР занимает промежуточное положение по свойствам примыкая к ТЩР. С целью повышения эффективности гуматов была проведена замена в составе реагента катиона натрия на K^+ и Mg^{++} в результате чего в буровых растворах ингибируется набухание глин.

Разработаны модифицированные гуматные реагенты на основе органических материалов, имеющие по сравнению с традиционными, более высокий порог коагуляции. Комбинация сапропелей и торфа с гипаном, талловым леком, биополимерами типа ксантана, гидролизованнными поли-

акрилатами значительно расширяет области применения гуматных реагентов. Для повышения термостойкости проводилась химическая модификация гуматов путем введения сульфогрупп в ароматическое вещество реагента. Качество гуматных реагентов повышается при использовании смеси сапропеля и торфа и обработке ее в качестве регулятора щелочности наряду с NaOH и KOH карбонатом или пирофосфатом натрия или калия. Автором был получен полиакрилонитрильный реагент омыленный KOH и модифицированный сернокислой медью -- К-полигум. Сочетание гуматов органогенных материалов с полиакриламидом позволяет получать реагенты устойчивые к действию поливалентных катионов. Повышенная солестойкость комплексного реагента достигается за счет образования интерполимерных комплексов ОВ сапропелей и торфа с ПАА.

В пятом разделе рассмотрены области применения органогенных буровых растворов в различных горно-геологических условиях проводки скважин. Для повышения эффективности разведочного и эксплуатационного бурения надо решать две основные проблемы: экономическую и экологическую, которые взаимосвязаны. Экономические проблемы могут быть решены за счет поиска местных эффективных материалов, исключая нерентабельные и дорогостоящие затраты на транспортировку грузов; экологические -- необходимо решать путем создания экологически безопасных технологий получения буровых растворов и химических реагентов, утилизации и обезвреживания отходов бурения, очистки сточных вод, применения прогрессивных способов биологической рекультивации нарушенных земель и т.п.

Дисперсии сапропелей и торфа после интенсивного диспергирования в присутствии щелочных реагентов (0,15 - 0,2%) образуют экологически безопасные промывочные жидкости пригодные для проводки гидрогеологических скважин. Опыт внедрения органогенных растворов в Белорусской гидрогеологической экспедиции показал их преимущества перед глинистыми промывочными жидкостями, обработанными полимерными реагентами. При необходимости в данные растворы вводятся карбонатные утяжелители (наполнители), что позволяет кислотной обработкой более полно восстанавливать проницаемость водоносных продуктивных пластов.

Для бурения колонковых скважин на твердые полезные ископаемые хорошими технологическими показателями обладают буровые растворы на основе различных классов сапропелей и видов торфа. Промышленные испытания их в Белорусской геологоразведочной экспедиции показало увеличение механической скорости бурения и проходки на долото при общем снижении затрат и времени на бурение. Органогенные материалы

Таблица 3
Затраты денежных средств на материалы и химреагенты
(цены на 01.03.96; курс \$ равен 11,5 тыс. руб.)

N	Наименование	Цена 1 т (Франко-потребитель)		Количество в т по скв.		Затраты в \$\$ по скважинам		
		тыс. руб	\$\$	190	221	190	221	
1	Глинопорошок	1.012,0	88,0	28,7	—	2525,6		
2	КМЦ	36.109,5	3140,0	1,195	—	3752,3		
5	КССБ	6.647,0	578,0	14,8	—	8554,4		
6	ОСП	976,2	84,9	—	42,2		3582,8	
7	СМАД	3.588,0	312,0	6,8	—	2121,6		
8	Графит	4.144,4	360,4	2,0	1,0	720,8	360,4	
3	Щелочь (NaOH)	6.050,5	526,1	—	0,9		473,5	
4	Сода (Na ₂ CO ₃)	2.450,5	213,1	1,0	—	213,1		
1	ВСЕГО по интервалу продуктивного горизонта					17887,8	4416,7	
2	В расчете на метр проходки интервала вскрытия					167,2	41,3	

успешно использованы для снижения интенсивности поглощения раствора (например, на скважине 611 Светлогорского участка)

Сапропелевые растворы могут с успехом заменить инвертно-эмульсионные и глинистые растворы при проводке глубоких скважин на нефть и газ. Стоимость предложенных растворов значительно ниже (> 5 раз) традиционных, механическая скорость бурения при использовании сапропелевых растворов в полтора раза выше. Так, в ПО "Белорусгеология" при бурении скважин на разведочных площадях Припятского прогиба в сложных горногеологических условиях проведены опытно-промышленные испытания кремнеземистых и карбонатных сапропелей в качестве местного сырья для приготовления буровых и тампонажных растворов. Для этих целей использовалась сапропелевая крошка идущая на удобрение в сельском хозяйстве и сапропелевый порошок, приготовленный для целей бурения на опытной установке Экспериментальной базы "Дукора". Эколого-экономический эффект (в ценах 1990 г.) зависел от глубины скважины и составлял от 21 тыс. руб. (скв. 1 Пожарская) до 131,4 тыс. руб. (скв. 9 Полесской площади).

Промысловые испытания буровых растворов на основе нативного органического сапропеля (оз. Судобль) проведены в экспедициях ПО "Беларусьнефть". Сапропелевый раствор испытывался на Сосновской площади (скв. 142). Сравнение эффективности применения проводилось с базовой технологией бурения глубоких скважин (скв. 130 и скв. 133 Южно - Сосновской площади) на глинистом и эмульсионном растворах. Стоимость бурения на сапропелевом растворе была значительно ниже глинистого и эмульсионного. Так, стоимость проходки одного метра в рублях (цены 1990 г.) соответственно составляли: 23,8; 28,2; 35,4. При проводке скважин по базовой технологии израсходовано большое количество привозных материалов: 70 т глинопорошков, 61,6 т дизельного топлива, 32,2 т сильвинита, 12,2 т гипана, 6,2 т нефти, 1,8 т железного купороса и т.п.

На основе органического сапропелевого порошка (ОСП) водорослевого происхождения были разработаны составы буровых растворов, пригодные для различных геологотехнических условий бурения на разведочных площадях Припятского прогиба. Данные по расходу основных материалов и реагентов при вскрытии продуктивных горизонтов в подсолевых отложениях на скважинах 221 Осташковичской (интервал 3213 - 3320 м) и 190 Южно-Осташковичской (интервал 3293 - 3400 м) площадей наряду с затратами денежных средств на их приобретение приведены в табл.3. В ходе проведенных испытаний выявлена многофункциональность действия ОСП, высокая технологичность и значительная стабильность свойств бурового раствора на его основе, что позволило рекомендовать данные растворы при бурении глубокой эксплуатационной скважины 43 Дубровской площади с нулевой до проектной отметки.

Цементирование обсадных, промежуточной и эксплуатационной колонн. при бурении скважины 43 Дубровской площади проходило согласно разработанных планов, никаких отклонений отмечено не было. В целом ход процесса цементации скважины 43 не отличался от цементирования аналогичных колонн скважин 35 и 42 этой же площади, выбранных в качестве базы сравнения. Затраты на приобретение химреагентов по скважинам Дубровской площади (табл.4) по сопоставимым ценам показывают значительное сокращение расходов на их приобретение. Так, экономический эффект на по сравнению со скважиной 42 Дубровской площади (расположенной на расстоянии около километра от экспериментальной и законченной бурением в начале 1996 г.) составил:

$$74295,5 \text{ \$\$} - 21062,2 \text{ \$\$} = 53 \text{ 233,3 \$\$}.$$

Эколого-экономическая эффективность применения органического сапропелевого порошка

N	Наименование материала	Скважина 35		Скважина 42		Скважина 43	
		к-во, т	сумма, тыс. руб/\$\$	к-во, т	сумма, тыс. руб/\$\$	к-во, т	сумма, тыс. руб/\$\$
1	Глинопорошок	19,7	28723,2/1960,6	54,9	80045,8/5463,9	--	--
2	Барит	--	--	11,6	25724,5/1755,9	--	--
3	Графит	4,0	14643,6/999,6	10,6	38805,6/2648,8	2,0	7321,8/499,8
4	Карбонатный утяжелитель*)	--	--	20,7	6560,7/447,8	1,5	475,4/32,5
5	Кислота соляная	30,2	48018,0/3277,7	12,0	19080,0/1302,4	7,2	11448,0/781,4
6	Лигнопол	--	--	126,0	494172,0/33731,9	--	--
7	НЧК	0,7	1780,8/121,6	0,05	127,2/8,7	--	--
8	Оксаль	65,4	351226,3/23974,5	71,8	385597,1/26320,6	--	--
9	Сода кальцинированная	3,0	11130,0/759,7	6,0	22260,0/1519,5	--	--
10	ССБ	26,5	19864,0/1355,9	5,5	4122,7/281,4	26,9	20163,8/1376,4
11	Сильвинит	95,2	14395,3/982,6	53,6	8104,9/553,2	116,0	17540,5/1197,3
12	Крахмал картофельный	--	--	1,92	29510,4/2014,4	--	--
13	КМЦ	2,8	120978,3/8257,9	--	--	--	--
14	Витал	3,3	21239,9/1449,8	--	--	--	--
15	Крахмал экструзионный	18,8	239136,0/16323,3	--	--	--	--
16	Сульфатол*)	--	--	--	--	0,5	8480,0/578,8
17	Асбест	--	--	--	--	0,2	265,0/18,1
18	Поликем*)	--	--	--	--	0,07	15,6/1,1
19	Сода каустическая	--	--	--	--	6,9	78625,5/5366,9
20	КССБ	6,3	58699,6/4006,8	--	--	--	--
21	СМАД	18,5	100550,5/6863,5	--	--	--	--
22	ОСП (сапрпель)	--	--	--	--	203,8	173470,5/11841,0
	ИТОГО (всего)	1.030	385,5/70.333,5	1.114	110,9/76.048,5		317.806,1/21.693,2
	ИТОГО (без ВУР и барита)	1.030	385,5/70.333,5	1.088	386,4/74.292,5		308.570,1/21.062,8

*) Реагенты, примененные при приготовлении вязкоупругих разделителей для процессов цементирования колонн на скважине 43 Дубровской площади

Необходимо также отметить успешное повторное использование отработанного сапропелевого раствора. На растворный узел и другие буровые: Золотухинской -- скв. 69, Давыдовской -- скв. 99 и Осташковичской -- скв. 227 площадей вывезено для дальнейшего использования 260 м³ пресного, 485,5 м³ минерализованного и 114,5 м³ раствора с малым содержанием твердой фазы (низкой плотности).

Таким образом, буровые растворы на основе сапропелей и торфов по своим технологическим и реолого-гидравлическим свойствам пригодны для бурения скважин на воду, твердые полезные ископаемые, нефть и газ. Они прошли успешную апробацию при промышленных испытаниях в производственных объединениях "Беларуснефть", "Беларусгеология", "Ноябрьскнефтегаз" и ПГО "Уренгойнефтегазгеология" со значительным экономическим эффектом.

О С Н О В Н Ы Е В Ы В О Д Ы

1. Впервые осуществлено экспериментально-теоретическое обоснование получения коллоидно-дисперсных природных органогенных систем из сухих порошкообразных и гранулированных материалов для целей бурения скважин. Предложено при гидромеханизированном способе добычи сапропелей получать продукт улучшенного качества путем ультразвукового воздействия с последующим гидроциклонированием (центрифугированием) для облегчения процесса удаления минеральных примесей. Под действием ультразвука происходит разрушение органоминеральных связей, диспергирование и модифицирование органического вещества, снижение вязкости водосапропелевых смесей; структурирующие свойства обогащенных многозольных сапропелей повышаются на 24-27%.

2. Созданы научные предпосылки технологии получения буровых растворов на основе сапропелей, торфосапропелей и торфа. Применительно к условиям бурения в результате впервые проведенного комплексного сопоставительного исследования установлены основные закономерности их структурообразования в зависимости от особенностей генезиса, состава, степени дисперсности, концентрации твердой фазы. Выявлены высокие солестойкость, стабильность, а так же термостойкость жидкообразных органогенных дисперсий. Снижение структурирующей способности происходит в ряду: органические сапропели → торфосапропели → торфа → бурые угли, что связано с уменьшением соотношения алифатических и ароматических структур в их органическом веществе. Увеличение количества минеральной составляющей ведет к росту критической концентрации структурообразования.

3. Впервые исследованы гидродинамические и релаксационные свойства суспензий сапропелей и торфа как буровых технологических жидкостей: их движение сопровождается значительным затягиванием ламинарного режима течения (переход от ламинарного к турбулентному происходит в диапазоне чисел Рейнольдса 2000-5000). Обнаружен эффект снижения гидродинамического сопротивления (до 30%) в турбулентном режиме течения, не зависящий от времени действия сдвиговых нагрузок. Первичная коагуляционная структура органогенных материалов при механическом воздействии необратимо разрушается переходя в менее прочную вторичную с экспоненциальной зависимостью прочности от концентрации твердой фазы. Предложено реологическое уравнение, описывающее течение жидкообразных структур в широком диапазоне скоростей сдвига и включающее вязкость предельно разрушенной структуры при средней ошибке аппроксимации около 2%. Впервые в большом диапазоне градиентов скоростей сдвига (до 12000 с^{-1}) изучены реологические свойства дисперсий органогенных материалов и их гуминовых кислот.

5. Впервые показана возможность получения органогенных буровых технологических жидкостей в широком диапазоне pH (1 - 14). Изучено влияние кислотного и щелочного гидролиза на структурно-реологические свойства сапропелевых, торфосапропелевых и торфяных растворов. Показан вклад отдельных компонентов органического вещества (водорастворимых, легкогидролизующихся и гуминовых веществ) в формирование их коагуляционно-дисперсной структуры. Комбинированная кислотно-щелочная обработка позволяет активизировать структурирующие свойства торфа, остающиеся, однако, ниже чем у торфянистого и органического сапропелей: при примерно одной $\eta_{эф}$ (17,4-18,0 МПа·с) $C_{Тф}$ соответственно составляет 5,9%; 4,5 и 2,3%.

6. Впервые сформулированы научные основы и предложены методы управления структурно-реологическими и технологическими свойствами буровых и тампонажных растворов из природных органогенных дисперсных материалов. Исследование гуминовых кислот каустобиолитов как основы гуматных реагентов показало, что различие в реологических свойствах определяются строением: со снижением в их составе алифатических фрагментов и возрастанием ароматических структурирующие свойства ухудшаются. По мере перехода от гуминовых кислот бурых углей к торфу, торфосапропелю и органическому сапропелю их стойкость к действию электролитов заметно повышается: порог коагуляции увеличивается более чем в 5 раз. Разработаны модифицированные химические реагенты основе торфа и сапропелей для пресных, минерализованных, эмульсионных и других технологических промывочных жидкостей.

8. Разработаны составы и технология получения органогенных буровых растворов различного назначения (пресные, минерализованные, ингибированные, эмульсионные), буферные жидкости, тампонажные растворы, составы для вскрытия продуктивных пластов. Промышленная проверка предложенных растворов при проводке более ста скважин различного назначения подтвердило их высокую эколого-экономическую эффективность по сравнению с традиционными.

х х

х

Сопоставительные экспериментально-теоретические исследования реодинамического поведения жидкообразных природных органогенных дисперсных систем и влияния физико-химических процессов и различных факторов на их структурно-реологические и технологические свойства позволило впервые реализовать научные предпосылки по комплексному использованию сапропелей, торфосапропелей и торфа в технологии бурения скважин. Выполненная исследовательская работа обеспечила научное обоснование успешного внедрения сапропелевых и торфяных растворов в практику сооружения скважин различного назначения.

Основное содержание диссертации отражено в 107 научных работах, в том числе:

Монографии и брошюры

1. Косаревич И. В. Структурообразование в дисперсиях сапропелей. - Минск: Наука и техника, 1990. - 248 с.
2. Косаревич И. В., Шеметов В. Ю., Гончаренко А. П. Экология бурения. - Мн.: Наука и техника, 1994. - 120 с.
3. Косаревич И. В., Битюков Н. Н., Шмавоняц В. Ш. Сапропелевые буровые растворы / Под редакцией И. И. Лиштвана. - Минск: Наука и техника, 1987. - 191 с.
4. Косаревич И. В., Виноградова Г. П., Исаеня Л. А. Реология буровых растворов. - М.: ВНИИ экон. минер. сырья и геол. - развед. работ, 1989. - 60 с.
5. Косаревич И. В., Виноградова Г. П., Исаеня Л. А. Экологические проблемы бурения и охраны недр. - М.: ВНИИ экон. минер. сырья и геол. - развед. работ, 1990. - 64 с.
6. Косаревич И. В. Экологические нагрузки нефтехимических и химических предприятий на природную среду Беларуси. - Минск: ИПИПРЭ АН Беларуси, 1993. - 42 с.
7. Евтушенко Г. С., Косаревич И. В., Мавлютов М. Р. Буровые и тампонажные растворы на основе торфа и сапропелей. - М.: ВНИИ экон. минер. сырья и геол. - развед. работ, 1988. - 66 с.
8. Косаревич И. В., Карасева Э. В., Площадный В. Я. Экологические аспекты применения биогенных материалов в бурении. - М.: ВНИИ экон. минер. сырья и геол. - развед. работ, 1992. - 54 с.

Статьи и тезисы докладов

9. Косаревич И. В., Шмавоняц В. Ш. Эмульсионные растворы на основе сапропелей // Особенности технологии строительства скважин в Беларуси. - Минск: БелНИГРИ, 1980. - С. 160 - 174.
10. Косаревич И. В. Реологические свойства сапропелевых промывочных жидкостей // Особенности технологии бурения скважин в осложненных условиях. - Минск: БелНИГРИ, 1981. - С. 41 - 46.
11. Косаревич И. В., Евтушенко И. В., Гринчик И. П., Гуднин И. Н. Реодинамика буровых и тампонажных растворов // Особенности технологии бурения скважин в осложненных условиях. - Минск: БелНИГРИ, 1981. - С. 47 - 61.
12. Евтушенко Г. С., Косаревич И. В., Давыдова Р. И. Структурно-механические свойства сапропелевых буровых растворов, обогащенных горными породами // Бурение разведочных скважин в сложных геолого-технических условиях. - Минск: БелНИГРИ, 1982. - С. 116 - 136.
13. Косаревич И. В. Применение торфа и сапропелей в буровой технике // Технология и комплексная механизация торфяного производства: Тр. ВНИИТП. - Л.: ВНИИТП, 1982. - Вып. 48. - С. 166 - 172.
14. Косаревич И. В., Ложеницына В. И., Шмавоняц В. Ш. Применение математических методов для оптимизации состава буровых растворов по их реологическим характеристикам // Математические методы и ЭВМ при поисках полезных ископаемых. - Минск: БелНИГРИ, 1982. - С. 101 - 120.
15. Лиштван И. И., Косаревич И. В., Литяева З. А., Рябченко В. И. Сапропели - эффективный материал для приготовления буровых растворов // Нефтяная промышленность. Сер. "Бурение": Реф. науч.-тех. сб., 1982. - N 8. - С. 18 - 19.
16. Ложеницына В. И., Косаревич И. В. Исследование блокирующего влияния на пласт буровых растворов на сапропелевой основе // Геология, гидрогеология, полезные ископаемые Беларуси и методы их исследования. - Минск: БелНИГРИ, 1982. - С. 105-111.
17. Маркевич Л. А., Косаревич И. В. Новые буровые и тампонажные растворы на основе сапропелей // Геология, гидрогеология, полезные ископаемые Беларуси и методы их исследования. - Минск: БелНИГРИ, 1982. - С. 111 - 117.
18. Косаревич И. В., Евтушенко И. В., Успенская О. Н. Влияние состава твердой фазы на свойства сапропелевых буровых растворов // Пути повышения скоростей бурения геологоразведочных скважин в осложненных условиях. - Минск: БелНИГРИ, 1983. - С. 40 - 56.
19. Косаревич И. В., Битюков Н. Н., Шафаренко О. С. Ингибированные растворы на основе сапропелей // Пути повышения скоростей бурения геологоразведочных скважин в осложненных условиях. - Минск: БелНИГРИ, 1983. - С. 57 - 66.
20. Евтушенко Г. С., Косаревич И. В., Крапивко Н. В., Площадный В. Я. Экономическая эффективность применения новых буровых растворов при проводке глубоких скважин // Экономические проблемы минеральных ресурсов. - Минск: БелНИГРИ, 1983. - С. 157-167.

21. Косаревич И. В., Евтушенко И. В., Успенская О. Н. Влияние состава твердой фазы на свойства сапропелевых буровых растворов // Пути повышения скорости бурения геологоразведочных скважин в осложненных условиях. - Минск: БелНИГРИ, 1983. - С. 40-56.
22. Богданов С. В., Курзо Б. В., Косаревич И. В., Бракович И. С. Особенности генезиса, состава и свойств сапропелей БССР и их практическое использование // Геология месторождений строительных материалов и других неметаллических полезных ископаемых БССР. - Минск: БелНИГРИ, 1984. - С. 122 - 138.
23. Кудинов А. И., Косаревич И. В. О свойствах буферных жидкостей применяемых для цементирования скважин в Беларуси // Бурение глубоких скважин на нефть и газ в Беларуси. - Минск: БелНИГРИ, 1984. - С. 180 - 198.
24. Евтушенко Г. С., Косаревич И. В., Площадный В. Я., Тишкович А. В. Влияние природы органического вещества на свойства каустобиолитов Беларуси // Поиски твердых полезных ископаемых БССР. - Минск: БелНИГРИ, 1984. - С. 154 - 168.
25. Лештван И. И., Косаревич И. В., Маль М. М., Сливка Э. М., Поваркова С. С., Евтушенко Г. С. Буровые растворы на основе модифицированного торфа // Торфяная промышленность. - 1984. - N 1. - С. 22 - 24.
26. Площадный В. Я., Косаревич И. В., Евтушенко Г. С., Рябых А. М. Сапропелевые буровые и тампонажные растворы для проводки глубоких скважин // Поиски твердых полезных ископаемых БССР. - Минск: БелНИГРИ, 1984. - С. 133 - 153.
27. Рябченко В. И., Косаревич И. В., Евтушенко Г. С. Буровые растворы на основе сапропелей // Тр. ВНИИКРнефть: Краснодар, 1984. - N 23. - С. 40 - 44.
28. Площадный В. Я., Зингерман А. Я., Косаревич И. В., Дроздовская С. В., Яременко И. А. Буровые растворы на основе сапропелей, горючих сланцев и торфа // Бурение глубоких скважин на нефть и газ в Беларуси. - Минск: БелНИГРИ, 1984. - С. 166-180.
29. Площадный В. Я., Тишкович А. В., Косаревич И. В., Лосицкая Р. В., Просолова Т. Д. Сапропели торфяных месторождений и их применение бурении // Геология месторождений строительных материалов и других неметаллических полезных ископаемых БССР. - Минск: БелНИГРИ, 1984. - С. 100-110.
30. Евтушенко И. В., Косаревич И. В., Лыч Н. И., Масленников Б. И., Шульман Ю. А. Электрокинетические свойства дисперсий сапропелей и торфа // Поисковые критерии твердых полезных ископаемых БССР. - Минск: БелНИГРИ, 1985. - С. 164 - 176.
31. Лештван И. И., Косаревич И. В., Жуков В. К., Юркевич Е. А. Влияние природы органического вещества на структурирующие свойства сапропелей // Поисковые критерии твердых полезных ископаемых БССР. - Минск: БелНИГРИ, 1985. - С. 177 - 184.
32. Площадный В. Я., Косаревич И. В., Конесев Г. В., Давыдова Р. И., Колонских С. В. Электрические и фильтрационные свойства буровых растворов с добавками сапропелей // Оптимизация технологических процессов бурения глубоких разведочных скважин. - Минск: БелНИГРИ, 1985. - С. 115 - 124.

33. Евтушенко Б. Г., Косаревич И. В. Щелочные реагенты на основе органического сырья // Пути развития и перспективы бурения геологоразведочных скважин в Беларуси. - Минск: БелНИГРИ, 1986. - С. 71 - 83.
34. Лиштван И. И., Косаревич И. В. Влияние степени дисперсности на реологические и технологические свойства сапропелей // Торфяная промышленность. - 1986. - N 8. - С. 28 - 31.
35. Косаревич И. В., Евтушенко Б. Г. Влияние органико-минеральных и минеральных компонентов на свойства дисперсий сапропелей и торфа // Пути развития и перспективы бурения геологоразведочных скважин в Беларуси. - Минск: БелНИГРИ, 1986. - С. 58-71.
36. Лецко А. П., Косаревич И. В. Основные закономерности течения дисперсий в процессах добычи и гидротранспорта // Гидротранспорт сапропеля: Сб. науч. тр. - М.: ВНИПИгидротрубопровод, 1987. - С. 19 - 26.
37. Косаревич И. В. Структурно-реологические свойства дисперсий торфа // Торфяная промышленность. - 1988. - N 10. - С. 16 - 18.
38. Евтушенко Б. Г., Косаревич И. В. Буровые растворы на основе торфа // Техника и технология бурения разведочных скважин на нефть и газ в БССР. - Минск: БелНИГРИ, 1989. - С. 68 - 79.
39. Косаревич И. В., Полканова А. В., Бабец М. А., Шмавоняц В. Ш. Особенности применения буровых растворов в Западной Сибири // Передовой науч.-произ. опыт, рекомендуемый для внедрения в геол.-развед. отрасли: Науч.-техн. информ. сб. - М.: ВИЭМС, 1989. - Вып. 18. - С. 63 - 74.
40. Косаревич И. В., Стригуцкий В. П., Прохоров С. Г., Пармон С. В., Юркевич Е. А., Евдокимова Г. А., Виноградова Г. П. Ускоренный метод определения качества твердой фазы органических буровых растворов // Передовой науч.-произ. опыт, рекомендуемый для внедрения в геол.-развед. отрасли: Науч.-техн. информ. сб. - М.: ВИЭМС, 1989. - Вып. 5. - С. 60 - 68.
41. Лиштван И. И., Битюков Н. Н., Косаревич И. В., Евтушенко Г. С., Шмавоняц В. Ш., Площадный В. Я. Применение сапропелей для приготовления буровых растворов // Нефтяное хозяйство. - 1989. - N 1. - С. 12 - 14.
42. Косаревич И. В. Реологические свойства буровых растворов на основе торфа и сапропелей // Реокинетика и конвекция структурирующихся композиций. - Минск: Ин-т тепло- и массообмена АН БССР. - 1990. - С. 62 - 71.
43. Косаревич И. В., Виноградова Г. П., Бабец М. А. Применение торфа для снижения экологических нагрузок при бурении скважин // Торфяная промышленность. - 1990. - N 5. - С. 31 - 36.
44. Лиштван И. И., Косаревич И. В., Мацепуро А. Д. Особенности реологического поведения сапропелей и торфа // Тез. докл. XV Всесоюз. симпозиум по реологии. - Одесса, 1990. - С. 13.
45. Косаревич И. В. Электрореологические суспензии на основе сапропелей // "Реофизика и теплофизика неравновесных систем": Материалы Междунар. школы семинара. - Минск: Ин-т тепло- и массообмена АН Беларуси, 1991. - С. 94 - 97.

46. Косаревич И. В. Экологические аспекты применения природных органических материалов в бурении // Торфяная промышленность. - 1991. - № 9. - С. 23 - 36.
47. Косаревич И. В., Карасева Э. В., Янченко И. Ф. Экологические проблемы бурения скважин и биологической рекультивации земель // Освоение Севера и проблема рекультивации: Тез. докл. Междунар. конф. - Сыктывкар, 1991. - С. 104-105.
48. Косаревич И. В., Карасева Э. В. Применение торфа и сапропелей для обезвреживания жидких и твердых отходов бурения // Торф в народном хозяйстве. Тез. докл. Всесоюз. науч. - практ. конф. - Томск, 1991. - С. 233.
49. Гольбина И. И., Бухман Ю. А., Косаревич И. В., Матевосян А. Ц., Покрываило Н. А. Особенности реодинамического поведения полимер-глинистых и природных органических дисперсных систем // Весці АН Беларусі: Сер. фіз.-энерг. навук. - 1992. - № 1. - С. 103 - 107.
50. Джаваршеишвили А. Г., Косаревич И. В. Гидравлика водосапропелевых дисперсных систем // Проблемы использования сапропелей в народном хозяйстве. Тез. докл. IV респ. научн. конф. - Минск, 1992. - С. 78-79.
51. Лиштван И. И., Косаревич И. В. Реология жидкообразных сапропелей // Проблемы использования сапропелей в народном хозяйстве. Тез. докл. IV респ. научн. конф. - Минск, 1992. - С. 74-78.
52. Косаревич И. В., Ляшевич В. В. Совершенствование технологии добычи сапропелей // Мелиорация и водное хозяйство. - 1993. - № 3. - С. 17 - 19.
53. Виноградова Г. П., Исаеня Л. А., Косаревич И. В., Мавлютов Р. М., Юлбарисов Э. М. Коллоидно-химические аспекты промывки скважин // Коллоидная химия в решении проблем охраны окружающей среды. Тез. докл. Междунар. конф. - Минск, 1994. - С. 124.
54. Маскаев В. К., Юшко Л. С., Косаревич И. В., Гуцул Э. А., Евтушенко Г. С. Биогеохимические проблемы охраны природы при разведке недр Беларуси // Коллоидная химия в решении проблем охраны окружающей среды. Тез. докл. Междунар. конф. - Минск, 1994. - С. 122 - 123.

Авторские свидетельства

55. А. с. 1039948, МКИ[°] С 09 К 7/00. Способ приготовления бурового раствора / И. И. Лиштван, И. В. Косаревич, М. З. Лопотко, К. В. Галабурда, Н. Н. Битюков (СССР). - № 3238233/23-03; Заявлено 12.11.80; Опубл. 07.09.83. Бюл. № 33. - 3 с.
56. А. с. 1057516, МКИ[°] С 09 К 7/06. Инвертный эмульсионный буровой раствор для вскрытия продуктивных пластов / И. И. Лиштван, В. И. Ложеницына, И. В. Косаревич и В. Ш. Шмавонянц (СССР). - № 3477024/23-03; Заявлено 26.07.82; Опубл. 30.11.83. Бюл. № 44. - 5 с.
57. А. с. 1078920, МКИ[°] С 09 К 7/02. Способ приготовления бурового раствора / И. И. Лиштван, И. В. Косаревич, С. С. Маль, Г. С. Евтушенко и Э. М. Сливка (СССР). - № 3337891/23-03; Заявлено 10.09.81. - 7 с.

58. А. с. 1098952, МКИ³ С 09 К 7/02. Минерализованный буровой раствор для бурения скважин в соленосных отложениях / В.И. Рябченко, Г.С.Евтушенко, З.А. Литяева, И.В. Косаревич, А.М.Рябых и В.И.Матыцын (СССР). - N 3555484/23-03; Заявлено 18. 02. 83; Оpubл. 23. 06. 84. Бюл. N 23. - 3 с.
59. А. с. 1143759, МКИ³ С 09 К 7/00. Безглинистый буровой раствор / В.И.Рябченко, И.И.Литшван, З.А.Литяева, И.В.Косаревич, С.С.Маль, А.П.Гаврильчик и С.С.Поваркова (СССР). - N 3238233/23-03; Заявлено 12. 11. 80; Оpubл. 07. 09. 83. Бюл. N 33. - 3 с.
60. А. с. 1159616, МКИ³ В 01 F 17/54. Способ получения термостабилизатора обратной эмульсии/И.И.Литшван, И.В.Косаревич и В.И.Ложе-ницына (СССР).- N 3712459/23-26; Заявлено 09. 12. 83; Оpubл. 07. 06. 85. Бюл. N 21.- 2 с.
61. А. с. 1431315, МКИ⁴ С 09 К 7/02. Реагент для бурового раствора / И.И. Литшван, И.В. Косаревич, Н.Н. Битюков, Г.С.Евтушенко, И.В.Шаламов и В.Я.Площадный (СССР).- N 4062263/23-03; Заявлено 23.04.86.-5 с.
62. А. с. 15168359, МКИ⁴ С 09 К 7/00. Способ получения реагента для буровых растворов / И.В.Косаревич, А.Л. Дудка, Г.А. Евдокимова и Н.Н.Битюков (СССР).- N 4303703/23-03; Заявлено 03. 09. 87; Оpubл. 30. 10. 89. Бюл. N 40.- 3 с.
63. А. с. 1693315, МКИ⁵ F 17 D 1/16. Способ снижения гидродинамического сопротивления потока жидкости/И.И.Литшван, Ю.А. Бухман, И.В. Косаревич и А.Ц. Матевосян (СССР).- N 4611791/05; Заявлено 01.12.88; Оpubл. 23. 11. 91. Бюл. N 43.- 3 с.
64. А. с. 1702275, МКИ⁵ G 01 N 24/12. Способ определения структурно-реологических свойств каустобиолитов/Г.А.Евдокимова, И.В. Косаревич, В.П. Стригуцкий и С.Г. Прохоров (СССР). - N 4618941/25; Заявлено 12.12.88; Оpubл. 30.12.91. Бюл. N 48.- 3 с.
65. А. с. 1757224, МКИ⁵ С 09 К 7/02. Реагент для бурового раствора / В.С.Войтенко, И.В.Косаревич, В.Ш.Шмавонянц и М.А. Бабец (СССР). - N 4798000/03; Заявлено 28.02.90. - 3 с.
66. А. с. 1801977, МКИ⁵ С 09 К 7/02. Буровой раствор/Л.А.Шиц, М.И.Липкес и И.В.Косаревич (СССР). - N 4872674/03; Заявлено 10.10.90; Оpubл. 15.03.93. Бюл. N 10.- 5 с.
67. А. с. 1801979, МКИ⁵ С 09 К 7/02. Реагент для буровых растворов / И.В.Косаревич, Л.А.Шиц, Н.А. Бойко и М.И.Липкес (СССР).- N 4899410/03; Заявлено 03.01.91; Оpubл. 15.03.93. Бюл. N 10.- 4 с.
68. А. с. 1808856, МКИ⁵ С 09 К 7/02. Безглинистый буровой раствор / Л.А.Шиц, И.В.Косаревич, М.И.Липкес и И.И.Литшван (СССР).- N 4890253/03; Заявлено 12.12.90; Оpubл. 15.04.93. Бюл. N 14.- 3 с.
69. А. с. 1808909, МКИ⁵ E 02 D 17/08. Способ сооружения отстойно-поглолительного котлована / И.В.Косаревич, М.А.Бабец и Н.А.Бойко (СССР).- N 4882640/33; Заявлено 19. 11. 90; Оpubл. 15. 03. 93. Бюл. N 14. -2с.

Косаревич І.В. Торф'яні та сапропелеві дисперсії для буріння свердловин. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.10 - Буріння свердловин. Івано-Франківський державний технічний університет нафти і газу. Івано-Франківськ, 1996.

Захищається 69 наукових праць, які містять порівняльні експериментально-теоретичні дослідження реодинамічної поведінки рідиноподібних природних органогенних дисперсних систем і впливу фізико-хімічних процесів та різних факторів на їх структурно-реологічні параметри. Обґрунтована можливість одержання хімічних реагентів бурових і тампонажних розчинів із сапропелей і торфу та запропоновані методи управління їх реологічними та технологічними властивостями. Виконана дослідницька робота забезпечила наукове обґрунтування успішного впровадження сапропелевих і торф'яних розчинів в практику спорудження свердловин різного призначення з високим еколого-економічним ефектом.

Kosarevich I.V. Peat and sapropel dispersions for well drilling. The dissertation submitted for a doctor degree in engineering in the field of well drilling 05.15.10. Ivano-Frankivsk State Technical University Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, 1996.

Sixty nine scientific paper containing the results of correlated experimental and theoretical investigations of the rheodynamic behavior of liquid-type natural organogenous dispersion systems and the influence of physico-chemical processes and some other factors on their structural-rheological parameters are being presented and defended.

There has been justified the possibility of the production of chemical reagents, drilling and plugging mud from sapropel and peat. There have also been developed the methods of control of their rheological and technological properties. The research being done provides the scientific justification of the successful practical implementation of sapropel and peat drilling mud in drilling various purpose wells having high ecological and economic efficiency.

Ключевые слова: буровой раствор, химический реагент, гуматный реагент, структурообразование, торф, сапропель, сапропелевый буровой раствор, торфяной буровой раствор.

І. В. Косаревич

И. В. Косаревич

44395

АВ 36.279

Підписано до друку 21.XI.96 Формат паперу 60x84/1/16
Друк. аркушів 20 Тираж 130 Зам. 341

Віддруковано на різнографі.

ДОН Івано-Франківського державного технічного університету нафти і газу
284018, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15