



ЭФФЕКТИВНАЯ
ГЕОМЕТРИЯ
СКВАЖИН

● ДОННАЯ
СЕЙСМОРАЗВЕДКА ●

ОТБОР
ИЗОЛИРОВАННОГО
КЕРНА

ДЕЛОВОЙ ЖУРНАЛ

Neftgaz.RU

ИНТЕРЕСНО О СЕРЬЕЗНОМ

ISSN 2410-3837

8 [164] 2025

С ДНЕМ НЕФТЯНИКА!



Входит в перечень ВАК (К1)



Откройте новый уровень
премиального отдыха: оздоровление,
которое меняет жизнь.

В тихий сезон на берегу Чёрного моря время течёт иначе — мягко и неторопливо, позволяя вам полностью погрузиться в заботу о себе. Здесь, на премиальном курорте Крымской ривьеры, гармонично сочетаются современные оздоровительные программы, целебные природные ресурсы и безупречный сервис.

Обретите новые источники энергии и гармонии, чтобы вернуться к жизни полными сил, вдохновения и внутреннего спокойствия. Это не просто путешествие — это инвестиция в ваше долголетие и качество жизни.



mriyaresort.com

Методика гидравлического расчета для оценки работоспособности гелевых изолирующих составов в керноотборных снарядах



16

Растительные коьматанты в составе прямой эмульсии для бурения скважин в условиях Восточной Сибири



22

СОДЕРЖАНИЕ

Определение зависимости коэффициента гидравлического сопротивления от температуры перекачиваемой по трубопроводу жидкости



32

Оценка влияния местного сопротивления на поиск утечки газа параметрическим методом



40

Эпохи НГК

4

РОССИЯ *Главное*

Снижение потолка, повышение тарифов и блокировка инвестиций
Российский ТЭК глазами Минэнерго

6

8

События

10

Первой строчкой

12

ТЕХНОЛОГИИ

Атом и нефть: 80 лет совместных технологических решений

14

БУРЕНИЕ

Методика гидравлического расчета для оценки работоспособности гелевых изолирующих составов в керноотборных снарядах

16

Растительные коьматанты в составе прямой эмульсии для бурения скважин в условиях Восточной Сибири

22

ЦИФРОВИЗАЦИЯ

Честно и в интересах потребителей: в России начали маркировать смазочные материалы

28

ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

Определение зависимости коэффициента гидравлического сопротивления от температуры перекачиваемой по трубопроводу жидкости

32

Календарь событий

37

Эффективное сотрудничество: саратовский рецепт

38

Оценка влияния местного сопротивления на поиск утечки газа параметрическим методом

40

ПРОМЫСЛОВАЯ ХИМИЯ

Оценка диспергирующей способности полимеров для буровых растворов

44

НЕФТЕСЕРВИС

Подбор эффективной геометрии скважины для проведения пароциклической обработки

48

Технологические особенности отбора изолированного керна из горизонтальных участков скважин в ачимовских отложениях



58

Донный сейсморазведочный мониторинг на континентальном шельфе: современные технологии и перспективы



70

ESG-факторы и их политическое влияние на энергетическое партнерство в Центральной Азии



88

Импортозамещение нефтегазового оборудования и его перспективы для арктического шельфа России



96

НЕФТЕСЕРВИС

Аналитическая методика оценки интерференции скважин на нефтегазовом месторождении Западная Курна с использованием радиальной модели фильтрации

52

Технологические особенности отбора изолированного керна из горизонтальных участков скважин в ачимовских отложениях

58

MODUS VIVENDI

Новая деловая сцена: как KOBZON CITY объединяет бизнес и искусство

64

Романтика Мальдив с Sun Siyam Iru Veli

66

Новости науки

68

ГЕОЛОГОРАЗВЕДКА

Донный сейсморазведочный мониторинг на континентальном шельфе: современные технологии и перспективы

70

Интерактивная карта геолого-геофизической изученности Арктического шельфа РФ работами АО «МАГЭ»: структура и функциональные возможности

74

Россия в заголовках

82

Хронограф

83

ЭКОНОМИКА

Геологическая характеристика и технико-экономическое обоснование разработки лицензионного участка в Ненецком автономном округе

84

ГОСРЕГУЛИРОВАНИЕ

ESG-факторы и их политическое влияние на энергетическое партнерство в Центральной Азии

88

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

Импортозамещение нефтегазового оборудования и его перспективы для арктического шельфа России

96

ПРАВО

Запрет на использование и перевозку тяжелого топлива в арктических водах: правовые и экономические последствия

100

Нефтегаз Life

106

Классификатор

108

Цитаты

112

973 года назад

В 1088 году в книге «Очерки о бассейне снов» ученый Шэнь Ко придумал слово «Шийоу» (буквально – «каменное масло») для обозначения нефти, которое до сих пор используется в современных китайском и японском языках.

280 лет назад

В 1745 году Ф. Прядунов получил разрешение начать добычу нефти со дна р. Ухта.

173 года назад

В 1852 году И. Лукасевич усовершенствовал метод изобретателя керосина Геснера и разработал способ получения очищенного керосина из более доступного «горного масла», просачивающегося из недр Земли.

166 лет назад

В 1859 году недалеко от Титусвилля, штат Пенсильвания, Э. Дрейк пробурил первую современную скважину.

153 года назад

В 1872 году в Российской империи отменена откупная система, по которой месторождения каждые четыре года меняли владельцев.

150 лет назад

В 1875 году Дэвид Бити обнаружил залежи сырой нефти во дворе своего дома в Уоррене, штат Пенсильвания. Это привело к открытию нефтяного месторождения в Брэдфорде, которое к 1880 году давало 77 % мировой добычи нефти.

122 года назад

В 1903 году получили распространение штанговые глубинные насосы, способные поднимать нефть с больших глубин.

101 год назад

В 1924 году инженер М.А. Капелюшников изобрел одноступенчатый турбобур, положивший начало бурению скважин турбинным способом.

76 лет назад

В 1949 году в результате активного морского бурения нефтяных скважин в Каспийском море у берегов Азербайджана в Нефтяных Камнях был построен город на сваях.

37 лет назад

В 1988 году на одного работника, занятого в нефтедобывающей промышленности, приходилось 4,3 тыс. тонн добытой нефти, а в 1998 г. – 1,05 тыс. тонн.

Издательство Neftegaz.RU

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор
Ольга Бахтина

Шеф-редактор
Анна Павлихина

Редактор
Анастасия Никитина

Аналитик
Анатолий Чижовский

Журналисты
Анна Игнатьева
Елена Алифинова
Анастасия Гончаренко
Анастасия Хасанова
Анна Шевченко

Дизайн и верстка
Елена Валетова

Корректор
Виктор Блохин

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Ампилов Юрий Петрович
д.т.н., профессор, МГУ им. М.В. Ломоносова

Алюнов Александр Николаевич
к.т.н., ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

Бажин Владимир Юрьевич
д.т.н., эксперт РАН, Санкт-Петербургский горный университет

Гриценко Александр Иванович
д.т.н., профессор, академик РАН

Гусев Юрий Павлович
к.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО НИУ МЭИ

Данилов-Данильян Виктор Иванович
д.э.н., профессор, член-корреспондент РАН, Институт водных проблем РАН

Двойников Михаил Владимирович
д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский горный университет

Еремин Николай Александрович
д.т.н., профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

Илюхин Андрей Владимирович
д.т.н., профессор, Советник РААСН, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет

Каневская Регина Дмитриевна
действительный член РАН, д.т.н., профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

Макаров Алексей Александрович
д.э.н., профессор, академик РАН, Институт энергетических исследований РАН

Мастепанов Алексей Михайлович
д.э.н., профессор, академик РАН, Институт энергетической стратегии

Панкратов Дмитрий Леонидович
д.т.н., профессор, Набережночелнинский институт

Половинкин Валерий Николаевич
научный руководитель ФГУП «Крыловский государственный научный центр», д.т.н., профессор, эксперт РАН

Салыгин Валерий Иванович
д.т.н., член-корреспондент РАН, профессор МИЭП МГИМО МИД РФ

Третьяк Александр Яковлевич
д.т.н., профессор, Южно-Российский государственный политехнический университет, академик РАН



Директор
Ольга Бахтина

Отдел рекламы
Дмитрий Аверьянов
Валентина Горбунова
Анна Егорова
Марина Шевченко

account@neftegaz.ru
Тел.: +7 (495) 778-41-01

Издательство:
ООО Информационное агентство Neftegaz.RU

Служба технической поддержки
Сергей Прибыткин

Выставки, конференции, распространение
Мария Короткова

Отдел по работе с клиентами
Екатерина Данильчук

Деловой журнал Neftegaz.RU зарегистрирован федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия в 2007 году, свидетельство о регистрации ПИ №ФС77-46285

Адрес редакции:
123001, г. Москва, Благоевский пер., д. 3, с.1
Тел.: +7 (495) 778-41-01
www.neftegaz.ru
e-mail: info@neftegaz.ru
Подписной индекс Урал Пресс 013265

Переписка материалов журнала Neftegaz.RU невозможна без письменного разрешения главного редактора. Редакция не несет ответственности за достоверность информации, опубликованной в рекламных объявлениях, а также за политические, технологические, экономические и правовые прогнозы, представленные аналитиками. Ответственность за инвестиционные решения, принятые после прочтения журнала, несет инвестор.

Отпечатано в типографии «МЕДИАКОЛОР»

Заявленный тираж
8000 экземпляров



9 772410 383004

ООО «СЕРВИСНО-ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ»



РАБОТАЙТЕ ЭФФЕКТИВНО, А ЗАБОТУ О ВАШИХ СОТРУДНИКАХ БЕРЁМ НА СЕБЯ!

Рациональный подход, современные технологии и высокие стандарты качества

Ежедневно обеспечиваем питание и проживание

6000
сотрудников

Более

50 000 м²
эксплуатируемых зданий

Более **20**

реализованных проектов по обслуживанию вахтовых городков Заполярья

7

регионов присутствия

КОМПЛЕКС УСЛУГ:

- Предоставление общежитий и расселение сотрудников;
- Организация разнообразного и сбалансированного питания;
- Техническое обслуживание временного жилого комплекса, клининг и услуги прачечной;
- Лицензированное медицинское обслуживание;
- Организация розничной торговли товарами первой необходимости и буфетной продукцией

ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Оптимизация затрат
- Готовые решения
- Профессиональная команда
- Собственная логистика
- Оперативность



Ценовой потолок на российскую нефть снижают с 60 до **47,6** долл. за барр.

338 млн долл. составил импорт российских нефтепродуктов в страны ЕС в прошлом году

Страны ЕС обязались закупить у США энергоносители на **750** млрд долл.

22 российских банка попали в список 18 пакета санкций ЕС

СНИЖЕНИЕ ПОТОЛКА, ПОВЫШЕНИЕ ТАРИФОВ И БЛОКИРОВКА ИНВЕСТИЦИЙ

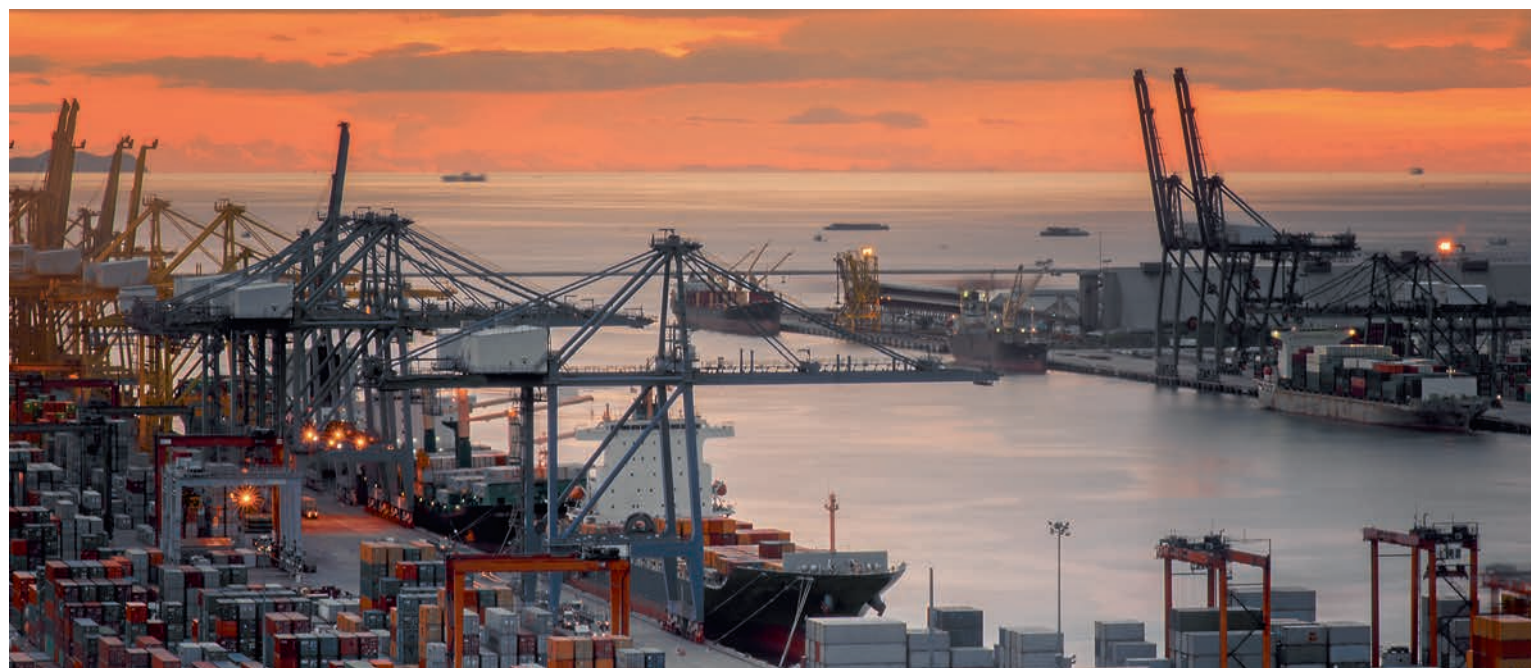
КАК И БЫЛО ОБЕЩАНО ПАРУ МЕСЯЦЕВ НАЗАД, ОЧЕРЕДНАЯ ПАРТИЯ САНКЦИЙ, ПО СУТИ, ВТОРАЯ ЧАСТЬ МАЙСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ, НЕ ЗАСТАВИЛА СЕБЯ ЖДАТЬ. ВОСЕМНАДЦАТЫЙ ПАКЕТ, КОТОРЫЙ САМИ ИНИЦИАТОРЫ НАЗЫВАЮТ «САМЫМ ЖЕСТКИМ», ВВОДИТ НОВУЮ ПЛАНКУ ЦЕНОВОГО ПОТОЛКА И ВТОРИЧНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ, РАСПРОСТРАНЯЮЩИЕСЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ ТРЕТЬИХ СТРАН

Анна Павлихина

Как говорится, ничего нового, однако. Среди ожидаемых решений – снижение ценового потолка на российскую нефть с 60 до 47,6 долл. за барр. Предполагается, что цифра будет варьироваться в зависимости от рыночных котировок и пересматриваться каждые полгода. В поддержку соблюдения этой меры было увеличено и количество танкеров, отнесенных к судам теневого флота. Большинство экспертов считают оба нововведения бесполезными, ссылаясь на то, что Россия за три года уже приспособилась торговать нефтью на выгодных для себя условиях и перевозить ее доступными методами, в которых и впредь не будет ущемлена, учитывая, какое количество нефтетанкеров готов предложить рынок. А европейские судоходные компании, напротив, должны будут ждать подходящей цены, чтобы вернуться к оказанию услуг.

Разделить эти оптимистичные прогнозы не позволяют подсчеты. Как известно, снижение цены всего на один доллар за баррель приводит к потерям в бюджете почти на 100 млрд руб. Учитывая это, есть вероятность, что бюджет России недополучит в конце года 4 трлн рублей. Для сравнения: общая сумма поступлений от нефтегазовых налогов ожидается в пределах 6,8 трлн рублей, а годом ранее она превысила 11,1 трлн рублей.

Что касается европейских перевозчиков, то они смогут занять себя транспортировкой американской нефти, которую страны Евросоюза обязались закупать у



Соединенных Штатов: согласно условиям сделки, страны ЕС в обмен на снижение тарифов с 30 до 15% обязуются закупить у США энергоносители на 750 млрд долл. и полностью заменить российский газ американским СПГ.

Также восемнадцатый пакет санкций вводит запрет на продажу продуктов переработки российской нефти. Но это, скорее, устрашающая мера, реализацию которой проконтролировать почти невозможно. Для стран Евросоюза она будет иметь неприятные последствия, выраженные как минимум в скачке цен на бензин и дизтопливо, ведь та же Индия, чьи НПЗ перерабатывают российскую нефть, занимает второе место (после Саудовской Аравии) в поставках нефтепродуктов (в прошлом году она поставила на европейский рынок нефтепродуктов на сумму 8 млрд долл., для сравнения – российские поставки ограничились 338 млн долл.), исчезновение с европейского рынка таких объемов непременно скажется на цене нефтепродуктов.

Прямые санкции коснулись одного из крупнейших индийских нефтепереработчиков – компании Nayara Energy Limited, чей НПЗ «Вадианар» использует в качестве сырья нефть Urals. Это второй по мощности завод в стране, он не только является премиальным потребителем российской нефти, что важно в условиях ограниченных возможностей поставок, но и одним

из ключевых производителей, обеспечивающих азиатские рынки продуктами нефтепереработки. Конечно, санкции не остановят работу завода, но затруднят доступ к технологиям и материалам, что сделает производственные процессы более дорогими и создаст сложности для модернизации предприятия.

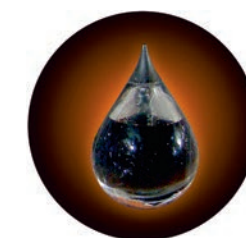
Индийцам нововведение, разумеется, не понравилось. Посол страны в Великобритании дал понять, что экономические изменения не могут подстраиваться под политические так быстро, как хотелось бы. Действительно, если оборудование нефтеперерабатывающего завода настроено на переработку определенного сорта нефти, то замена сырья требует значительного времени и немалых вложений. Да и, собственно, чего ради? Однако министр нефти Индии Х.С. Пури не согласен с позицией дипломата. Он всегда подчеркивал, что в вопросе обеспечения страны энергоресурсами Индия будет исходить исключительно из своих интересов, не смешивая политические вопросы с экономическими и заявлял о постоянной готовности к закупкам нефти у России, но в случае когда российская нефть дорожает, страна будет закупать ее у Ирака, ОАЭ и Саудовской Аравии, а при угрозе вторичных санкций «покроет свои потребности за счет альтернативных источников».

Помимо индийских предприятий, в санкционные списки внесены несколько китайских компаний и два банка. На попытку опротестовать это решение КНР было обещано, что через полгода организации исключат из санкционного списка при условии, что те докажут свою непричастность к сотрудничеству с российскими компаниями.

Для России более существенными могут оказаться вторичные санкции со стороны США. Речь о законопроекте, согласно которому для всех импортеров российской нефти, газа и нефтепродуктов будут введены 500-процентные пошлины. Если намерение будет осуществлено, среди прочих неприятных последствий, Россия столкнется с проблемами поступления иностранной валюты.

Что касается российских финансовых институтов, то, помимо 22 банков, новый пакет санкций расширяет меры против Российского фонда прямых инвестиций. Первые ограничения были введены еще в 2022 г., когда европейским компаниям было запрещено участвовать в софинансируемых фондом проектах, теперь же под запрет попали любые транзакции с Фондом и его «дочками», что блокирует его деятельность в юрисдикции ЕС и, следовательно, делает невозможным привлечение инвестиций.

Продолжая закручивать все те же гайки, восемнадцатый пакет санкций не вызывает у аналитиков ощущения появления непреодолимых препятствий или неразрешимых проблем. В той или иной мере российская экономика и промышленность уже приспособились к новой реальности. Но попытка давить на третьи страны в совокупности с европейско-американскими договоренностями о закупке энергоносителей еще больше делит мир на западный и восточный. Новая география поставок углеводородов, при которой Европа будет закупать нефть и газ на американском континенте, а страны АТР у ближневосточных экспортеров, способствует еще большему разобщению, усиливает конфликт интересов и делает существующий баланс еще более хрупким. ●



РОССИЙСКИЙ ТЭК ГЛАЗАМИ МИНЭНЕРГО

Елена Алифирова

Глава Минэнерго РФ С. Цивилев в рамках правительственного часа на заседании Совфеда рассказал о роли ТЭК в достижении национальных целей развития РФ.

По данным Минэнерго, за январь – май 2025 г. к аналогичному периоду 2024 г. добыча нефти и газового конденсата в России снизилась на 3,5 %, газа – на 3 %, выработка электроэнергии – на 1,7 %, добыча угля выросла на 0,1 %. Снижение обусловлено более мягкой погодой зимой, по газу дополнительно сказалась остановка транзита по ГТС Украины, что частично было компенсировано ростом спроса на внутреннем рынке, в т.ч. в производстве удобрений и генерации электроэнергетики на фоне падения выработки ГЭС из-за маловодья.

В ходе выступления С. Цивилев остановился на ситуации в угольной отрасли, отметив давление, связанное с санкциями, эмбарго, потерю высокомаржинальных рынков, а также то, что 51 компания находится в «красной зоне». Правительство рассматривает возможность выделения адресной помощи 73 угледобывающим предприятиям.

Говоря об электроэнергетике, глава Минэнерго привел оценку инвестиций, необходимых для ввода в эксплуатацию 88,5 ГВт новой генерации и модернизации 66,4 из 253,5 ГВт существующих мощностей. Для реализации этих планов необходимо 40 трлн руб.

Минэнерго рассчитывает построить 14 тыс. км магистральных линий электропередачи до 2036 г., для этого потребуется 17 трлн руб. В 2030–2036 гг. планируется реализация 5 проектов, в рамках которых должно быть построено 4370 км ЛЭП постоянного тока мощностью до 1,5 ГВт, что обеспечит эффективную передачу электроэнергии на сверхдальние расстояния.

Дополнительные инвестиции требуются для снижения физического износа инфраструктуры. ●

Рейтинги Neftegaz.RU

Президент США Д. Трамп пообещал ввести беспрецедентно большие пошлины против РФ и стран, которые покупают российскую нефть, нефтепродукты и природный газ, если конфликт на Украине не закончится через 50 дней. К чему это может привести?

Чего ожидать в случае введения США 100 % пошлин?

23 %

Вывод с рынка огромного объема нефти приведет к сильному повышению цены на нее

31 %

Россия увеличит дисконт и сохранит за собой азиатские рынки

19 %

Китай не откажется от российских УВ, а поставки в Индию могут осуществляться теневыми маршрутами

10 %

Российские компании получают дополнительный стимул развивать нефтепереработку и нефтехимию

17 %

Пошлины не будут введены в анонсируемом объеме, т.к. от них также пострадают и сами Соединенные Штаты

Великобритания поддержала инициативу Европейского Союза о снижении потолка цен на поставляемую морем российскую нефть с 60 до 47,6 долл. за барр. Как это повлияет на ситуацию на рынке?

Как снижение потолка цен на российскую нефть повлияет на ситуацию на нефтяном рынке?

15 %

Россия будет продавать нефть по цене ниже рыночной и лишится части доходов

31 %

В прошлом году доля российского экспорта нефти на танкерах, работающих вне механизма потолка цен, достигла 84 %, новые ограничения ничего не изменят

14 %

От снижения потолка цен пострадают только европейские судоходные компании и страховщики, которые лишатся части заказов

25 %

Снижение цены на российскую нефть приведет к снижению мировой цены, что не выгодно странам-экспортерам

15 %

Снижение потолка цен своевременно для России, т.к. азиатские страны смогут покупать ее по еще более низкой цене, что нивелирует 100-процентные пошлины США, если они будут введены

С Днем работников нефтяной и газовой промышленности!

Благодарим за возможность вместе воплощать амбициозные проекты, разрабатывать продуманные решения и становиться лучшими в своем деле. Желаем новых профессиональных свершений, успехов и благополучия!



Совершенство
продуманных
решений

www.omk.ru



Обвал рынка акций
Выборы президента
Газовые войны
Запуск нового производства
Северный поток
Слияние капиталов
Новый глава Роснефти
Цены на нефть

Морской канал для разработки месторождений

СП ЛУКОЙЛ и КазМунайГаза – Kalamkas-Khazar Operating – планирует реализовать проект морского судоходного канала на Каспии для обустройства месторождений. Контрактная территория СП общей площадью 1 707,17 км² расположена в акватории Северного Каспия на морском продолжении Бузачинского поднятия. Участки недр Каламкас-море и Хазар находятся в 120 км к юго-западу от месторождения Кашаган. Необходимость в строительстве морского канала для доступа к этим месторождениям возникла из-за падения уровня Каспийского моря и связанного с этим обмелением моря в районе Уральской седловины. Основная цель – транспортировка опорных оснований морских стационарных добывающих платформ от места постройки до месторождений Хазар и Каламкас-море. Глубина канала, как ожидается, в 2026 г. составит 3 м, в 2027 г. – 4 м, в 2028–2029 гг. – 5 м. Отказаться от строительства канала нельзя, поскольку без него доставить и установить добычные платформы невозможно. Согласно документу, после доставки МП эксплуатация канала в дальнейшем не предусматривается.

ExxonMobil начала эксплуатацию первого этапа химического комплекса на юге Китая. Комплекс расположен в нефтехимическом промышленном парке в г. Хуэйчжоу, включает установку парового крекинга мощностью 1,6 млн т этилена в год и производственные цеха по выпуску полиэтилена и полипропилена. Общая мощность переработки нефти – 22 млн т, производства этилена – 3,8 млн т

В 2027 г. РусГидро намерено запустить Нихалойскую ГЭС в Чечне проектной мощностью 23 МВт, а в 2026 г. – завершить обновление Кубанской гидроаккумулирующей электростанции в Карачаево-Черкесии и Сенгилеевской ГЭС в Ставропольском крае, что увеличит их мощности до 18,9 МВт и 18 МВт соответственно. Нихалойская ГЭС станет самым мощным энергообъектом республики

Дивиденды на инвестиции

Министерство энергетики РФ выступило за направление дивидендного потока государственных энергетических компаний в инвестиционные проекты. Правительство РФ вместе с руководством РусГидро готовит предложения по улучшению экономического состояния компании. В рамках этого плана рассматривается возможность отказа энергохолдинга от выплаты дивидендов до 2028 г. Россети последний раз выплачивали дивиденды по итогам 2020 г. в размере 20,5 млрд руб., что составило 51 % чистой прибыли по РСБУ. В 2023 г. правительству было поручено разработать меры поддержки Россетей, включая отказ от выплаты дивидендов по результатам 2022–2026 гг. Таким образом, Министерство энергетики РФ активно

поддерживает инициативы по перераспределению финансовых ресурсов госэнергокомпаний в инвестиционные проекты, что должно способствовать укреплению их финансового состояния и развитию энергетической отрасли в целом.

Углеродная маркировка

В России планируют ввести систему углеродной маркировки продукции, включающую пять уровней экологичности – от базового учета выбросов до нулевого следа. Базовый уровень (серый знак маркировки) подтверждает расчет углеродного следа по международному стандарту ISO 14067. Следующая ступень – «лучшая половина рынка» (белый знак с зеленой окантовкой) – будет присваиваться продукции с выбросами ниже среднего по отрасли. Более строгие критерии предусмотрены для уровня «лидеры экологичности» (белый знак с двойной окантовкой), который получают товары с минимальными выбросами. Продукция с компенсированными выбросами отметится светло-зеленым знаком «углеродная нейтральность». Наименее вредные для климата товары – зеленым знаком «нулевой след». Первое время система будет добровольной, однако стандарт маркировки потребует зарегистрировать как национальный.

Второй комплекс ВСТО
Богучанская ГЭС запущена
Юзенький поток
Продажа квот
Цены на газ
Дожли руки до Арктики
Северный поток достроили

Расширение демпфера

Правительство РФ может увеличить допустимое отклонение оптовых цен на топливо от индикативных для выплаты демпфера, но не настолько, как хотят переработчики. Текущая конструкция демпфера следующая: если экспортные цены на бензин и дизельное топливо превышают условные внутренние, то государство компенсирует производителям часть этой разницы, а в противном случае нефтяные компании перечисляют часть прибыли в бюджет, демпфер обнуляется, если в среднем за месяц оптовые цены превышают индикативные более чем на 10 и 20 % соответственно (индикативная цена в 2025 г. составляет 60 450 руб. за тонну для бензина и 57 200 руб. за тонну для дизтоплива). В условиях высокой волатильности и периодов резкого роста биржевых цен на топливо нефтяные компании беспокоятся по поводу перспектив обнуления демпфера. Чтобы избежать проблем с рентабельностью переработки, уже почти два года обсуждается корректировка демпфера. Предполагается, что диапазон отклонения от индикативных цен для бензина и дизельного топлива может вырасти на 5 п.п., для бензина – с 10 до 15%, для дизтоплива – с 20 до 25 %.

ExxonMobil и QatarEnergy открыли месторождение природного газа на блоке 10 в Исключительной экономической зоне Кипра. Разведочная скважина Pegasus-1 выявила наличие газоносного пласта мощностью 350 м. Это второе подтвержденное открытие в пределах блока 10 после Glaucus-1. Кипр намерен стать региональным хабом экспорта природного газа и блок 10 занимает центральное место в реализации этих планов

Китайская Envision Energy ввела в эксплуатацию крупнейшее в мире предприятие по производству экологически чистого водорода и аммиака мощностью 320 000 т в год в городском округе Чифэн, начало экспорта запланировано на четвертый квартал 2025 г. Избыточная «зеленая» энергия преобразуется в жидкий азот, который хранится в воздухоразделительной установке. Расположенная рядом электростанция работает на автономной системе ВИЭ

Второй комплекс гидрокрекинга

На НПЗ ТАНЕКО введена в эксплуатацию новая комбинированная установка гидрокрекинга (КУГ-2). Установка предназначена для переработки газойлевых фракций, вес реактора гидрокрекинга – 1045 т, высота самой высокой колонны – 72 м, проектная мощность – 1,2 млн т вакуумного газойля в год, номенклатура продукции включает 640 тыс. т в год дизтоплива стандарта Евро-6, 240 тыс. т в год авиамоторного топлива, 229 тыс. т в год нефти, срок строительства – 3 года. КУГ-2 должна включать: две секции производства водорода, секцию гидрокрекинга, производства масел, очистки и концентрирования водорода. В секции гидрокрекинга по технологии изокрекинг проходит процесс гидроочистки

и гидрокрекинга вакуумного газойля на катализаторе в присутствии водорода в условиях высокого давления и температуры. Первая установка гидрокрекинга на НПЗ ТАНЕКО введена в эксплуатацию в 2014 г.

Композитная долина

Правительство выделило 1 млрд руб. на создание инфраструктуры инновационного научно-технологического центра «Композитная долина» в Тульской области. Центр станет площадкой, объединяющей студентов, ученых и представителей бизнеса, что позволит создать новые научно-технологические программы и привлечь инвестиции для реализации инновационных проектов. Создание центра осуществляется на базе Тульского государственного университета в рамках федерального проекта «Развитие производства композитных материалов и изделий из них». Среди ключевых направлений деятельности центра: разработка многофункциональных материалов, химических компонентов и технологий их производства, моделирование, конструирование и производство изделий из композиционных материалов, а также внедрение новых эколого-ориентированных технологий закрытого цикла для малотоннажных химических производств. ●

В **1,2** млрд руб.

оценили экологический ущерб от разлива нефтепродуктов в Енисее



8,95 млрд м³ газа

поставлено по МГП Турецкий поток с начала 2025 г.



До **25** %

Россия планирует увеличить долю на мировом рынке минеральных удобрений к 2030 году



с **27**

до **40** стран Индия расширила перечень источников импорта нефти



На **10** %

ЛУКОЙЛ снизил объем сжигания ПНГ в 2024 г.



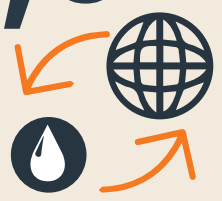
5,31 млн т СПГ

импортировал Китай в мае



На **12,5** %

Индия снизила импорт нефти в мае



96,5 млн т угля

добыто в Кузбассе за первое полугодие 2025 г., переработано —

79,6 %



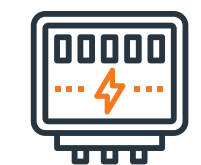
730 млн руб.

выделит кабмин на строительство комплекса по выпуску СПГ-компрессоров



240 млрд руб.

составит рост налогов от умных счетчиков, согласно прогнозу Минэнерго



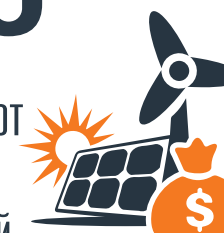
На **10,7** %

Китай увеличил импорт нефти в июне 2025 г. по сравнению с предыдущим месяцем



8,3 млрд долл.

инвестируют компании Саудовской Аравии в возобновляемую энергетику



183 млрд м³

составил прирост извлекаемых запасов газа в России в первом полугодии 2025 г.



На **23** %

увеличится спрос на энергоносители к 2050 г., согласно прогнозам ОПЕК



На **1,8** %

НОВАТЭК нарастил добычу углеводородов за январь-июнь 2025 г.



На **37** %

выросли объемы реализации угля на Петербургской бирже за первую половину 2025 г.



На **22** %

снизился экспорт СУГ из РФ в первом полугодии 2025 г.



На **14** %

упал экспорт дизельного топлива из России в июне



В **1,4** раза

Казахстан снизил экспорт нефти в ФРГ в июне 2025 г.



На **4,8** %

Азербайджан сократил добычу нефти в январе — июне 2025 г.



АТОМ И НЕФТЬ:

80 лет совместных технологических решений



Александр Анохин

генеральный директор
АО «Росатом
Нефтегазовые
технологии»

НОВЫЕ БИЗНЕС-НАПРАВЛЕНИЯ «РОСАТОМА» ЗАНИМАЮТ ВСЕ БОЛЕЕ ЗНАЧИМОЕ МЕСТО В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСКОРПОРАЦИИ. В ГОД 80-ЛЕТИЯ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОСОБЕННО ВАЖНО ОТМЕТИТЬ, ЧТО ОДНИМ ИЗ КЛЮЧЕВЫХ ДРАЙВЕРОВ РОСТА СТАЛА СИНЕРГИЯ С НЕФТЕГАЗОВЫМ КОМПЛЕКСОМ – ЗА ВОСЕМЬ ДЕСЯТИЛЕТИЙ СОТРУДНИЧЕСТВА СОЗДАНА УНИКАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ БАЗА ДЛЯ ПРОРЫВНЫХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, РАЗРАБОТКИ И ДОБЫЧИ РЕСУРСОВ. ЭТОТ ЮБИЛЕЙНЫЙ ГОД – ПРЕКРАСНАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ ПОКАЗАТЬ, КАК АТОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НАШЛИ ПРИМЕНЕНИЕ В ТЭК, ОТКРЫВ НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ ВСЕЙ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ. О ТОМ, КАК «РОСАТОМ» РАЗВИВАЕТ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ТЭК, КАКИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ РАБОТАЮТ НА РЕЗУЛЬТАТ И КАК ОТРАСЛЕВАЯ КООПЕРАЦИЯ ПОМОГАЕТ РЕШАТЬ СЛОЖНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ, РАССКАЗАЛ АЛЕКСАНДР АНОХИН, ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР АО «РОСАТОМ НЕФТЕГАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

ROSATOM'S NEW BUSINESS LINES ARE TAKING AN INCREASINGLY IMPORTANT PLACE IN THE STATE CORPORATION'S ACTIVITIES. IN THE YEAR OF THE 80TH ANNIVERSARY OF THE NUCLEAR INDUSTRY, IT IS ESPECIALLY IMPORTANT TO NOTE THAT ONE OF THE KEY GROWTH DRIVERS HAS BEEN SYNERGY WITH THE OIL AND GAS COMPLEX; OVER EIGHT DECADES OF COOPERATION A UNIQUE TECHNOLOGICAL BASE FOR BREAKTHROUGH SOLUTIONS IN THE FIELD OF FIELD DEVELOPMENT, DEVELOPMENT AND EXTRACTION OF RESOURCES HAS BEEN CREATED. THIS ANNIVERSARY YEAR IS AN EXCELLENT OPPORTUNITY TO SHOW HOW NUCLEAR TECHNOLOGIES HAVE FOUND APPLICATION IN THE FUEL AND ENERGY SECTOR, OPENING UP NEW PROSPECTS FOR THE ENTIRE RUSSIAN ECONOMY. ALEXANDER ANOKHIN, GENERAL DIRECTOR OF ROSATOM OIL AND GAS TECHNOLOGIES, SPOKE ABOUT HOW ROSATOM DEVELOPS TECHNOLOGIES FOR THE FUEL AND ENERGY SECTOR, WHICH MANAGEMENT DECISIONS WORK FOR THE RESULT AND HOW INDUSTRY COOPERATION HELPS SOLVE COMPLEX PRODUCTION PROBLEMS

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: атомная промышленность, нефтегазовый комплекс, освоение месторождений, добыча полезных ископаемых, оборудование для нефтегазовой отрасли.

– Почему «Росатом» занимается нефтегазовой тематикой? Какой опыт позволяет госкорпорации предлагать решения для ТЭК?

– История сотрудничества атомщиков и нефтяников насчитывает десятилетия – еще с 1940-х годов, когда ядерные технологии начали применяться для разведки месторождений и повышения нефтеотдачи пластов. Сегодня этот опыт перешел на новый уровень:

«Росатом» обладает компетенциями в области материаловедения, цифрового моделирования, радиационных технологий и промышленного инжиниринга, которые востребованы в нефтегазовой отрасли.

Задача нашей компании «Росатом Нефтегазовые технологии» в контуре Госкорпорации – не просто адаптировать атомные технологии для ТЭК,

а создавать принципиально новые решения, которые повышают эффективность добычи, снижают себестоимость проектов, минимизируют экологический след.

– Какие направления в нефтегазовом сегменте вы развиваете наиболее активно?

– Мы фокусируемся на двух ключевых направлениях: освоении ресурсов и производстве оборудования для отрасли.

В части освоения ресурсов мы развиваем передовые технологии интенсификации добычи, включая современные методы воздействия на пласт с высокой производительностью. Например, в 2025 году мы достигли рекордных показателей по объему проведенных высокорасходных операций на горизонтальных скважинах, что подтверждает эффективность наших решений.

Для подготовки скважин к эксплуатации используется наш комплекс решений на основе гибких трубных систем, эффективных в различных условиях, включая работы при повышенных давлениях. Также применяется комплекс геофизических исследований, позволяющий решать широкий спектр задач по оценке состояния скважин и их продуктивности.

В сегменте оборудования мы разработали измерительное устройство для контроля параметров добычи: многофазный расходомер (МФР РВГ-1) – для точного контроля состава скважинной жидкости в режиме реального времени; вывели на рынок системы очистки буровых растворов (СОБР), которые активно применяются сейчас на российских месторождениях. Эти разработки – результат кооперации предприятий «Росатома» и нефтегазовых партнеров.

При реализации своих проектов мы активно сотрудничаем с научными и производственными организациями, что позволяет нам создавать конкурентоспособные продукты, соответствующие современным требованиям отрасли. Наши решения уже помогли компаниям ТЭК оптимизировать производственные процессы и повысить эффективность работ, и мы постоянно работаем над совершенствованием нашей продукции с учетом актуальных тенденций развития отрасли.



– Как вы выстраиваете сотрудничество с нефтяными компаниями?

– Наша деятельность способствует сохранению прибыли в российской экономике. Мы выстраиваем сотрудничество на принципах прозрачности и взаимовыгодного партнерства, используя подход OpenBook – с открытыми финансовыми и операционными данными. Это позволяет обосновать стоимость услуг, минимизировать риски и обеспечивать справедливое распределение прибыли.

– Какие приоритеты на ближайшие годы?

– В ближайшее время мы планируем активно развивать технологии для нефтегазовой отрасли, особенно в области повышения эффективности добычи. Будем продолжать улучшать наши методы воздействия на пласт, обновлять оборудование и расширять линейку продуктов.

Мы видим огромный потенциал в комплексных проектах, где атомные и нефтегазовые технологии усиливают друг друга. Главный фокус – делать наши решения еще более надежными и технологичными, чтобы они помогали компаниям решать их производственные задачи.

Мы уверены, что такая стратегия позволит нам оставаться востребованными на рынке и предлагать действительно качественные продукты. Без громких заявлений – в приоритете планомерная работа над тем, чтобы наши технологии становились лучше.

– Как вы оцениваете перспективы дальнейшего сотрудничества атомной и нефтегазовой отраслей в свете 80-летнего юбилея атомной промышленности?

– 80 лет плодотворного сотрудничества – это прочный фундамент для новых амбициозных проектов. Сегодня мы видим, как наработанный опыт трансформируется в качественно новый уровень взаимодействия – от решения отдельных технологических задач к созданию комплексных отраслевых решений мирового уровня.

Убежден, что следующие десятилетия сотрудничества принесут еще более впечатляющие результаты. Ведь главное достижение за эти 80 лет – выстроенная система отраслевой кооперации, которая продолжает генерировать прорывные решения. И в этом – залог нашего общего успешного будущего. ●

KEYWORDS: nuclear industry, oil and gas complex, field development, mining, equipment for the oil and gas industry.



МЕТОДИКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА

для оценки работоспособности гелевых изолирующих составов в керноотборных снарядах

В РАБОТЕ ПРЕДСТАВЛЕНА МЕТОДИКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА, ПРЕДНАЗНАЧЕННАЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРЕДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КЕРНООТБОРНЫХ СНАРЯДОВ (КОС) ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕЛЕВЫХ ИЗОЛИРУЮЩИХ СОСТАВОВ. МЕТОДИКА ПОЗВОЛЯЕТ ОПРЕДЕЛИТЬ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СОСТАВА, ПРИ КОТОРЫХ СОХРАНЯЕТСЯ ГЕРМЕТИЧНОСТЬ СНАРЯДА И ИСКЛЮЧАЕТСЯ ПРОРЫВ ЧЕРЕЗ КЛАПАННЫЕ УЗЛЫ. В РАМКАХ ВЕРИФИКАЦИИ МЕТОДА ПРИВЕДЕН ПРИМЕР РАСЧЕТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕЛЕВОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ ТЕРМОАКТИВИРУЕМОГО ЭЛАСТОМЕРА. ПРОВЕДЕН РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ, ПОЛУЧЕНЫ ЗАВИСИМОСТИ ЭФФЕКТИВНОЙ ВЯЗКОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И РАССЧИТАНО КРИТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВЯЗКОСТИ, ПРИ ПРЕВЫШЕНИИ КОТОРОГО ВОЗНИКАЕТ РИСК НАРУШЕНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ. ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕМОНИСТРИРУЮТ ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДЛОЖЕННОЙ МЕТОДИКИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОС И ПОДБОРЕ ИЗОЛИРУЮЩИХ СРЕД, ОСОБЕННО В УСЛОВИЯХ РАБОТЫ СО СЛАБОСЦЕМЕНТИРОВАННЫМИ КЕРНАМИ

THE PAPER PRESENTS A HYDRAULIC CALCULATION TECHNIQUE DESIGNED TO ASSESS THE LIMITING OPERATING CONDITIONS OF CORE-COLLECTING SHELLS (CBS) WHEN USING GEL INSULATING COMPOUNDS. THE TECHNIQUE MAKES IT POSSIBLE TO DETERMINE THE MAXIMUM PERMISSIBLE RHEOLOGICAL PARAMETERS OF THE COMPOSITION, AT WHICH THE TIGHTNESS OF THE PROJECTILE IS MAINTAINED AND A BREAKTHROUGH THROUGH THE VALVE ASSEMBLIES IS EXCLUDED. AS PART OF THE VERIFICATION OF THE METHOD, AN EXAMPLE OF A CALCULATION USING A GEL COMPOSITION BASED ON A THERMALLY ACTIVATED ELASTOMER IS GIVEN. RHEOLOGICAL TESTS WERE CARRIED OUT, THE DEPENDENCES OF THE EFFECTIVE VISCOSITY ON TEMPERATURE WERE OBTAINED, AND THE CRITICAL VISCOSITY VALUE WAS CALCULATED, EXCEEDING WHICH THERE IS A RISK OF LEAKAGE. THE RESULTS OBTAINED DEMONSTRATE THE POSSIBILITY OF USING THE PROPOSED TECHNIQUE IN THE DESIGN OF CBS AND THE SELECTION OF INSULATING MEDIA, ESPECIALLY IN WORKING CONDITIONS WITH POORLY CEMENTED CORES

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гидравлический расчет, керноотборный снаряд, изоляция керна, вязкопластичная жидкость, термоактивируемый эластомер, слабосцементированный керн, реологические свойства, разность давлений, бурение, сохранность керна.

Ватузов Сергей Максимович

Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, аспирант

Отбор керна – один из важнейших этапов геолого-разведочных работ, позволяющий получить достоверные данные о литологических, поровых и насыщенных характеристиках пород. Однако, особенно в условиях слабосцементированных или рыхлых пород, качество полученного материала часто оказывается неудовлетворительным из-за разрушения, дегазации или вымывания фильтрата буровым раствором. Сложность сохранения структуры и флюидонасыщенности кернового материала

актуализирует задачу разработки вспомогательных технологий, обеспечивающих изоляцию и фиксацию керна на всех этапах его извлечения.

Одним из перспективных направлений решения этой задачи является использование гелевых изолирующих составов, способных защищать керн от механического разрушения, контакта с буровым раствором и структурных деформаций. Однако внедрение таких технологий сопряжено с необходимостью строгого расчета условий их применения.

УДК 622.243.57

В частности, возникает задача обеспечения гидравлической совместимости состава с работой керноотборного снаряда (КОС): изолирующий материал не должен препятствовать движению керна внутри снаряда и одновременно не должен создавать избыточное давление, способное вызвать разгерметизацию клапанных узлов снаряда или прорыв состава в кольцевое пространство [1–4].

Документы, регламентирующие исследования керна

На основе проведенного литературного обзора методик по отбору и работе со слабо консолидированным керновым материалом было определено, что большинство использующихся в настоящее время в России методик исследования кернового материала основаны на РД 39-0147716-505-85 «Порядок отбора, привязки, хранения, движения и комплексного исследования керна и грунтов нефтегазовых скважин».

В частности, можно выделить следующие основные документы, регламентирующие процесс отбора и лабораторного анализа кернового материала:

- РД 39-0147716-505-85 «Порядок отбора, привязки, хранения, движения и комплексного исследования керна и грунтов нефтегазовых скважин» [5].
- Стандарт компании № П1-01 СЦ-043 «Порядок организации отбора, транспортировки, хранения и комплексного исследования кернового материала при геолого-разведочных работах и разработке месторождений углеводородов». Используется компанией Роснефть [6].
- РД 153-39.0-069-01 «Техническая инструкция по проведению геолого-технологических исследований нефтяных и газовых скважин» [7].
- Р Газпром 065-2009 «Методические рекомендации по проведению, обработке, хранению и представлению результатов литолого-петрографического исследования керна» [8].

В зарубежных компаниях, как правило, используются регламентирующие документы, основанные на API RP40 [9].

Существенными недостатками руководящего документа РД 39-0147716-505-85 и документов на его основе является ориентированность описанных методик только на хорошо сцементированные образцы кернового материала и отсутствие описания отбора слабосцементированных пород, что позволяет выделить ряд проблем, значительно ухудшающих качество отобранного материала, в частности:

- значительное влияние бурового раствора при отборе керновой пробы. Использование стандартных керноотборных буровых головок приводит к значительному прониканию бурового раствора в образец, что приводит к несоответствию объема флюидов в образце изначальному значению в пласте;
- разрушение слабосцементированного кернового материала при его отборе. При отборе образцов должны быть использованы специальные керноотборные снаряды, учитывающие структуру и тип породы, которую необходимо извлечь;
- разрушение слабосцементированного кернового материала при его экстракции из скважины.

При отборе образцов без консервации, при их экстракции происходит перепад давления, который может разрушить керн из-за процессов дегазации, если извлекать керн слишком быстро;

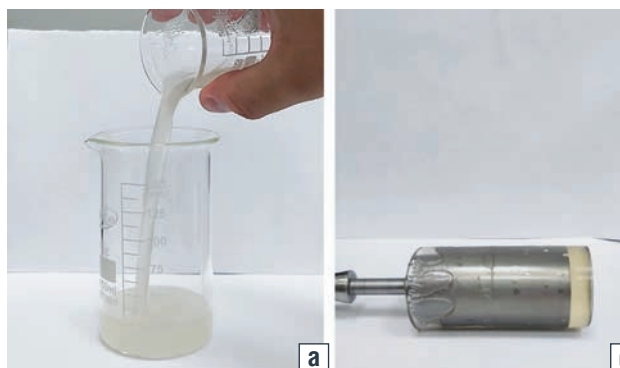
- разрушение слабосцементированного кернового материала при его транспортировке. До начала транспортировки керн должен быть зафиксирован в тубусе (если не было отбора консервированных образцов керна) и должны быть использованы специальные демпфирующие ящики, препятствующие повреждению керна;
- изменение свойств слабосцементированного кернового материала при его подготовке к проведению исследований. Керн в обязательном порядке должен максимально сохранить свои свойства, а именно структуру и флюидонасыщенность до начала проведения исследований, что требует особой подготовки образцов, например, охлаждения в жидком азоте.

Также стоит отметить, что ни в одном из вышеперечисленных регламентирующих документов не представлено описание изоляции керна при его отборе какими-либо методами. В частности, отсутствует описание методик отбора керна геленаполненными керноприемниками и проведение гидравлических расчетов, направленных на подбор оптимального метода изоляции, что, в свою очередь, позволило бы увеличить качество отобранного кернового материала.

Объект и методы исследования

В работе исследовали гелевый состав для изоляции керна, который представляет собой суспензию термоактивируемого эластомера в неполярном масле, являющуюся дисперсной системой, в которой в роли дисперсной фазы выступает эластомер (размер частиц в сухом состоянии до 300 мкм),

РИСУНОК 1. Вид состава в жидком (а) и упругом (б) состояниях



а в роли дисперсионной среды – масло. Основным свойством системы является то, что при повышении температуры частицы эластомера набухают, после чего растворяются в масле, далее, после понижения температуры, состав переходит в упругое состояние. Таким образом, в пластовых условиях ($T > +60^{\circ}\text{C}$) состав находится в вязко-упругом состоянии, то есть имеет текучую консистенцию, как показано на рисунке 1а ($\mu < 70 \text{ МПа}\cdot\text{с}$), а в поверхностных условиях образует тягучий эластомер (рисунок 1б).

Преимуществом данного состава является то, что он обладает физико-химической инертностью к горной

породе и насыщающим ее флюидам, а также предотвращает механические повреждения керна при его подъеме, разборке снаряда и дальнейшем транспорте [10, 11].

Все исследования реологических свойств в работе проводили на ротационном вискозиметре Rheotest RN4.1 (рисунок 2).

РИСУНОК 2. Прибор Rheotest RN4.1 (Германия)



Ротационные вискозиметры работают на принципе измерения напряжения сдвига в материале, размещенном между двумя рабочими поверхностями, при постоянной скорости вращения одной из них (ротора). Вязкость может быть определена с помощью различных измерительных систем, таких как «цилиндр-цилиндр», «пластина-плита», «конус-плита» и других, что позволяет применять прибор для исследования вязкостных характеристик практически любых жидкостей и пастообразных материалов [12].

Исследование реологических свойств состава

Для демонстрации работоспособности расчета необходимо провести ротационные испытания состава для изоляции керна на вискозиметре при скорости сдвига, соответствующей движению в керноотборном снаряде. Для расчета данной скорости сдвига использовалась следующая формула [13]:

$$\dot{\gamma} = \frac{Q}{(d_{\text{внутр.тр}}^3 - d_{\text{керна}}^3)} \quad (1)$$

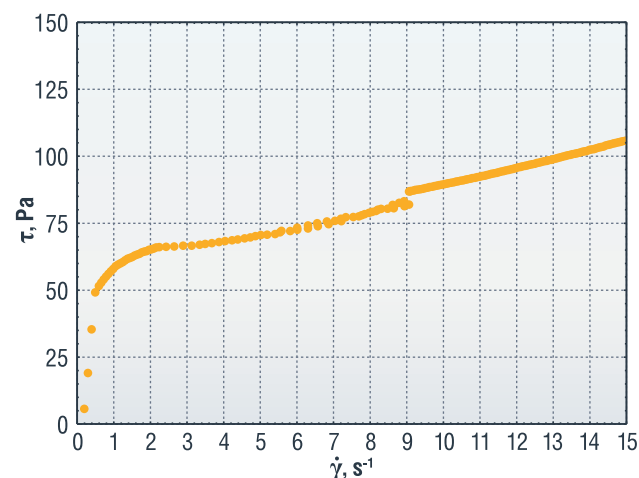
Рассчитав необходимое значение скорости сдвига по данной формуле, согласно геометрическим данным снаряда, получим $\dot{\gamma} = 0,71 \text{ с}^{-1}$.

Далее, для выбранных наиболее подходящих концентраций состава был проведен ряд ротационных испытаний:

1. Получение кривой течения состава. Для получения начального напряжения сдвига состава в жидком состоянии, нагретом до 50°C , была получена кривая течения. Эксперимент проводили на низких скоростях (от $0,2$ до 17 с^{-1}), поскольку, как было указано ранее, движению состава в КОС

соответствует скорость сдвига в $0,71 \text{ с}^{-1}$. Скорости сдвига от $0,2$ до 1 были заданы отдельными экспериментами, каждая в течение 300 с , далее скорость изменялась по рампе от 1 до 15 с^{-1} в течение 3000 с .

РИСУНОК 3. Кривая течения состава при температуре 50°C



Как видно из рисунка 3, при невысоких значениях скорости сдвига (до 1 с^{-1}) начальное напряжение сдвига для состава при данной температуре будет равняться $\tau_0 \approx 50 \text{ Па}$.

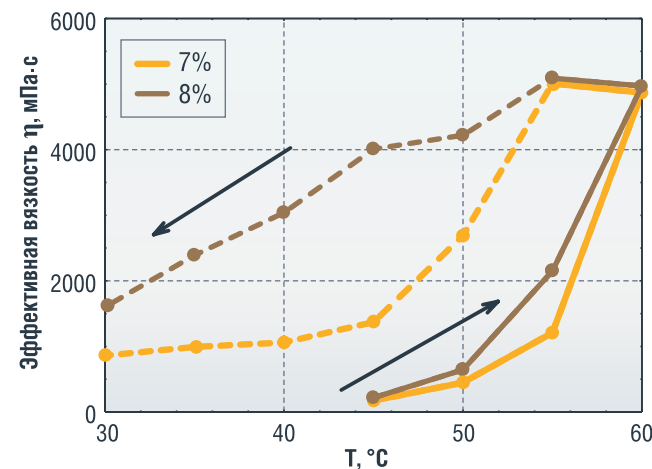
2. Для проведения испытаний на реологические свойства гелевого состава при изменении температуры была использована методика с применением ротационного вискозиметра Rheotest RN4.1. Перед началом эксперимента состав готовили при комнатной температуре и нагревали до начального значения в 30°C . Для обеспечения точности измерений состав помещался между рабочими поверхностями вискозиметра, где поддерживалась постоянная скорость сдвига $0,71 \text{ с}^{-1}$, соответствующая расчетным условиям движения состава в керноотборном снаряде.

Процедура испытания заключалась в постепенном увеличении температуры от 30 до 60°C с шагом 5°C , при каждом шаге фиксировались значения эффективной вязкости. Для этого состав выдерживался при заданной температуре в течение 5 минут до стабилизации вязкости, после чего проводилось измерение. По достижении температуры 60°C процесс был обращен: состав охлаждали обратно до 30°C с теми же температурными интервалами, чтобы оценить восстановление вязкости.

Испытания проводились в течение двух циклов нагрева и охлаждения для подтверждения воспроизводимости данных. Измеренные значения вязкости на каждом этапе заносились в таблицу, что позволило построить графики зависимости эффективной вязкости от температуры. Этот подход обеспечил высокую точность и повторяемость результатов, необходимых для анализа поведения состава в условиях, имитирующих реальные пластовые и поверхностные параметры.

Поскольку на данных испытаниях состав не успел полностью гелироваться, судить можно только о сплошных частях графиков. Как видно, максимальная эффективная вязкость достигает порядка $5000 \text{ мПа} \cdot \text{с}$, что соответствует напряжениям сдвига в 5 Па .

РИСУНОК 4. Графики зависимости эффективной вязкости от температуры



Постановка задачи о гидравлическом расчете

Использование составов для изоляции керна сопряжено с рядом трудностей, в частности, в процессе отбора керна важно не допустить разгерметизации керноотборного снаряда (КОС). Таким образом, цель данного этапа – построить расчетную модель течения внутри керноотборного снаряда и определить диапазон допустимых вязкостей и начальных напряжений сдвига для изолирующих составов, при которых сохраняется избыточное давление в зоне клапана.

Для определения максимально допустимой вязкости состава для изоляции керна был проведен расчет керноотборного снаряда.

Для составления системы уравнений использовали схему течения жидкостей, представленную на рис. 5, где схематично представлен процесс отбора изолированного керна в процессе бурения.

Красным цветом на рисунке изображено направление течения состава для изоляции керна, вытесняемого керном из снаряда в процессе бурения. Движение состава происходит в кольцевом пространстве между столбиком керна (изображен коричневым цветом) и внутренними стенками керноотборного снаряда. Движение изолирующей жидкости здесь обусловлено вытеснением ее керном из снаряда, а значит, ее расход (и, соответственно, скорость) будет равен объему керна, поступающему в КОС за единицу времени:

$$Q_{\text{состава}} = \frac{V_{\text{керна}}}{t} = S_{\text{керна}} \cdot v_{\text{проходки}}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{состава}}$ – расход состава, $\text{м}^3/\text{с}$; $V_{\text{керна}}$ – объем керна, поступающего в снаряда, м^3 ; $S_{\text{керна}}$ – площадь поперечного сечения керна; t – время поступления керна в снаряда, с ; $v_{\text{проходки}}$ – скорость проходки в процессе бурения, $\text{м}/\text{с}$.

Синим цветом на рис. 5 изображено направление течения бурового раствора. Движение раствора также происходит в кольцевом пространстве, в зазоре между внешней стенкой КОС и внутренней стенкой трубы.

Необходимость расчета обусловлена тем, что в процессе отбора керна важно не допустить

разгерметизации КОС, то есть в процессе бурения давление p_2 должно быть всегда меньше, чем давление p_1 . Для составления системы уравнений воспользуемся формулами для расчета движения жидкости под действием перепада давления [14]. Тогда система уравнений для расчета принимает вид:

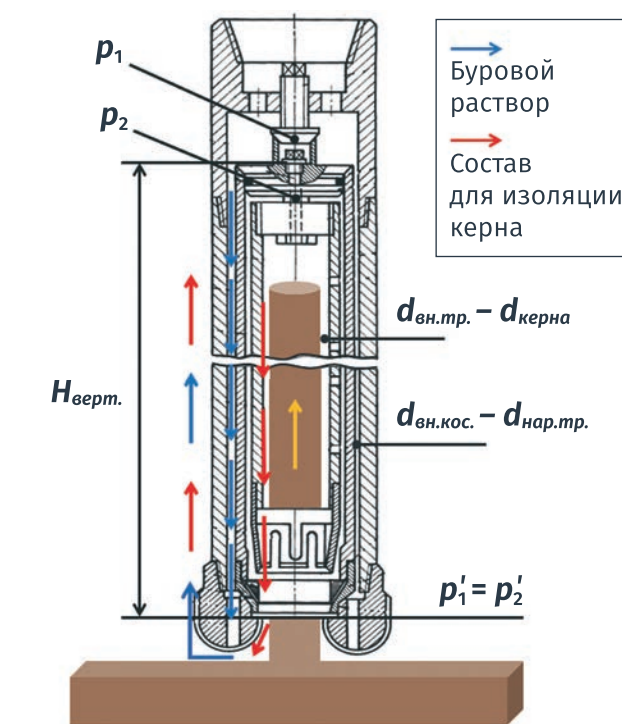
$$\begin{cases} p_1 = p'_1 - \rho_{\text{б.р.}} gH + \Delta p_{\text{с.д.1}} \\ p_2 = p'_2 - \rho_{\text{ж}} gH + \Delta p_{\text{с.д.2}} \end{cases} \quad (3)$$

где p_1 – давление от бурового раствора, p_2 – давление от состава, p'_1 , p'_2 – давления в точке контакта долота и керна, $\rho_{\text{б.р.}}$ – плотность бурового раствора, $\rho_{\text{ж}}$ – плотность состава для изоляции, H – длина керноотборного снаряда, $\Delta p_{\text{с.д.}}$ – потери давления.

При проведении расчета необходимо проверить значение Δp (4) при различной вязкости состава для изоляции керна. Как уже было описано выше, значение разницы давлений будет означать прорыв клапана и потерю герметизации снаряда, что недопустимо в процессе бурения.

$$\Delta p = p_2 - p_1 = \Delta p_{\text{с.д.2}} + \rho_{\text{б.р.}} gH_{\text{верт.}} + \rho_{\text{ж}} gH_{\text{верт.}} - \Delta p_{\text{с.д.1}} \quad (4)$$

РИСУНОК 5. Схема керноотборного снаряда с направлением течения жидкостей



Далее для расчетов используются формулы расчета потерь давления при течении вязкопластической жидкости Бингама–Шведова в соосном кольцевом пространстве [15, 16]. В итоге получаем формулу для потерь давления

$$\Delta p_{\text{с.д.}} = \frac{4\tau_0 H_{\text{верт.}}}{\beta(d_1 - d_2)}, \quad (5)$$

где τ_0 – начальное напряжение сдвига, Па ; H – высота движения жидкости, м ; β – параметр потока; $d_{1,2}$ – наружный и внутренний диаметр.

Проведение гидравлического расчета

Для проведения гидравлического расчета необходимо знать параметры бурового раствора, состава для изоляции, а также геометрические параметры системы соосных цилиндров.

Для бурового раствора были взяты средние параметры жидкости (динамическое напряжение сдвига, плотность, вязкость, расход), используемой при бурении с отбором, а также диаметры стенок кольцевого пространства и длина керноотборного снаряда (таблица 1).

ТАБЛИЦА 1. Исходные параметры бурового раствора и КОС

τ_0	10	Па
$d_{в.кос}$	0,136	м
$d_{н.тр.}$	0,121	м
η	20	мПа · с
Q	0,02	м³/с
$\rho_{бр}$	1,03	г/см³
H	9,14	м

В результате расчета, согласно формулам, была получена величина потерь давления на гидравлическое сопротивление для бурового раствора (таблица 2).

Для получения потерь давления для состава для изоляции керна возьмем следующие параметры: динамическое напряжение сдвига, расход (получаемый из скорости проходки), плотность, рассматриваемый диапазон вязкостей (необходимый для построения зависимости), а также, аналогично расчету для

ТАБЛИЦА 4. Результаты расчетов для разных значений вязкости состава для изоляции керна

η	Se_2	β_2	$\Delta p_{г.д.2}$	$\rho_{ж.гН}$	$p_1 - p_2$
мПа · с			кПа	кПа	кПа
15	4359,9	0,9	339	80,697	734,66
60	1090	0,82	372	80,697	701,63
100	654	0,77	396	80,697	677,51
300	218	0,64	476	80,697	597,13
600	109	0,53	575	80,697	498,33
1000	65,4	0,44	692	80,697	380,75
1300	50,3	0,4	762	80,697	311,51
1600	40,9	0,35	870	80,697	202,7
1900	34,4	0,32	952	80,697	121,09
2200	29,7	0,3	1016	80,697	57,621
2300	28,4	0,295	1033	80,698	40,409
2400	27,2	0,29	1051	80,699	22,604
2500	26,2	0,28	1088	80,697	-14,92
2600	25,2	0,27	1128	80,697	-55,22
2700	24,2	0,26	1172	80,697	-98,62

ТАБЛИЦА 2. Результаты расчета потерь давления для бурового раствора

Se	1135,4	
β	0,15	
$\Delta p_{г.д.}$	1 085 000	Па
$\rho_{б.р.}gH$	92 350	Па

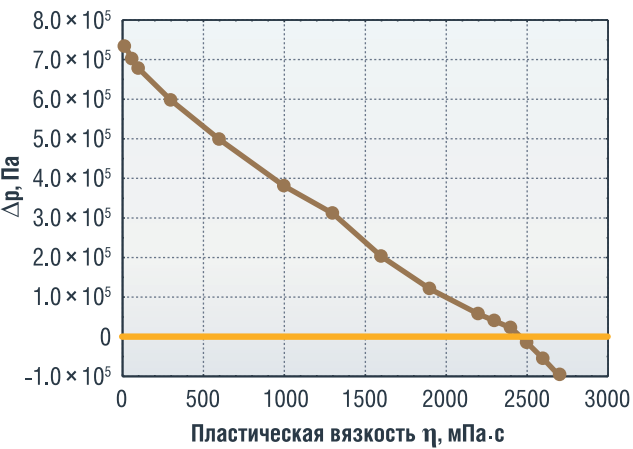
промывочной жидкости, геометрические параметры системы (внутренний диаметр и длину КОС, диаметр керна). Все исходные параметры представлены в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3. Исходные параметры состава для изоляции и КОС

τ_0	50	Па
$d_{внутр.тр.}$	0,108	м
$d_{керна}$	0,102	м
η	15–2700*	мПа · с
Q	$4,54 \cdot 10^{-6}$	м³/с
$\rho_{ж.}$	0,9	г/см³
H	9,14	м
* перебор значений вязкости состава		

В результате вычислений по формулам, представленным выше, была получена зависимость потерь давления на гидравлическое сопротивление в КОС для состава для изоляции (таблица 4), а также был построен график зависимости разницы давлений Δp (4) на клапане снаряда от вязкости состава для изоляции (рисунок 6).

РИСУНОК 6. График зависимости разности давлений Δp от пластической вязкости состава ($\tau_0 = 50$ Па)



Полученные данные показывают, что при значениях пластической вязкости состава 2400–2500 мПа · с (при $\tau_0 = 50$ Па значения напряжения в составе будут соответствовать примерно 52,5 Па) значения Δp становится отрицательными, что показывает, что данные значения вязкости являются критическими и их превышение приведет к разгерметизации состава.

Согласно данным реологических измерений состава, напряжения, возникающие в нем при повышении вязкости, не превышают 5 Па, а значит, расчет можно считать успешным.

Выводы

- Разработана методика гидравлического расчета, предназначенная для количественной оценки условий применения внутрискважинных изолирующих составов в конструкции керноотборных снарядов (КОС). Методика учитывает геометрию кольцевого пространства, параметры бурения и реологические свойства состава и позволяет определить допустимые пределы вязкости и напряжения сдвига, при которых сохраняется герметичность оборудования.
- Критерием применимости изолирующего состава предложено использовать условие положительной разности давлений ($\Delta p > 0$) на клапанах КОС. Это обеспечивает вытеснение состава керном без риска прорыва жидкости в бурильное пространство и нарушения герметичности снаряда.
- На примере термоактивируемого гелевого состава проведена апробация предложенной методики. Экспериментальные реометрические данные использованы в расчетах. Установлено, что при начальном напряжении сдвига $\tau_0 \approx 50$ Па и эффективной вязкости состава, превышающей 2400–2500 мПа · с, происходит нарушение герметичности КОС, что недопустимо для скважинных условий.
- Полученные расчетные зависимости позволяют гибко подбирать составы для конкретных конструкций КОС и условий бурения, адаптируя их свойства для обеспечения максимальной сохранности слабосцементированных керновых образцов.

- Разработанная методика может быть универсализирована и масштабирована для других типов изолирующих систем, включая многокомпонентные гели, суспензии и пасты. Это открывает возможности для дальнейших исследований в области адаптивного керноотбора при бурении в нестабильных и трещиноватых породах.
- Результаты настоящей работы могут быть внедрены на практике при проектировании новых типов керноотборных систем, а также использованы при инженерной оценке рисков, связанных с разрушением керна в процессе его извлечения, подъема и транспортировки. ●

Литература

- Власюк В.И. Бурение и опробование разведочных скважин: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых» / В.И. Власюк; В.И. Власюк, А.Г. Калинин, А.А. Анненков, под ред. А.Г. Калинина. – Москва: ЦентрЛитНефтеГаз, 2010.
- Хайруллин Б.Ю., Витязев О.Л., Рыболовлев В.П.; Сибирское научно-производственное предприятие бурового машиностроения (ЗАО НПФ «СибБурМаш»). Керноотборный снаряд. Патент № 2252307 С1 РФ, МПК E21B 25/08. № 2003129426/03: заявл. 01.10.2003: опубл. 20.05.2004.
- Хайруллин Б.Ю., Витязев О.Л., Рыболовлев В.П.; Акционерное общество закрытого типа «Научно-производственная фирма «Южон». Керноотборный снаряд. Патент № 2049220 С1 РФ, МПК E21B 25/08. № 92005964/03: заявл. 11.11.1992: опубл. 27.11.1995.
- Калинин А.Г. Технология бурения разведочных скважин: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Технология и техника разведки месторождений полез. ископаемых» / А.Г. Калинин [и др.]. – Москва: Техника, 2004. – 527 с.
- РД 39-0147716-505-85 «Порядок отбора, привязки, хранения, движения и комплексного исследования керна и грунтов нефтегазовых скважин», ВНИИМ, 1986.
- Положение «Исследование керна» № П1-01.03 Р-0136. М.: ПАО «НК «Роснефть», 2017.
- РД 153-39.0-069-01 «Техническая инструкция по проведению геолого-технологических исследований нефтяных и газовых скважин», Минэнерго России, 2001.
- Р Газпром 065-2009 «Методические рекомендации по проведению, обработке, хранению и представлению результатов литолого-петрографического исследования керна», ПАО «Газпром», 2009.
- API RP40. Recommended Practices for Core Analysis. American Petroleum Institute.
- Лурье М.В. Гидравлика и ее приложения в нефтегазовом производстве / М.В. Лурье, И.М. Астрахан, В. В. Кадет; М. В. Лурье, И.М. Астрахан, В.В. Кадет [РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина]. – Москва: МАКС Пресс, 2010. – 331 с.
- Лосев А.П. Исследование реологических свойств состава для изоляции керна / А.П. Лосев, С.М. Ватузов // Бурение и нефть. – 2023. – № S1. – С. 51–53.
- Ватузов С.М., Лосев А.П., Есипов И.Б. Оценка структурных особенностей течения дисперсных систем по данным колебательной реометрии // Нефтегазовое дело. 2024. Т. 22, № 5. С. 210–222. <https://doi.org/10.17122/ngdelo-2024-5-210-222>.
- Kohlgrüber K. Co-Rotating Twin-Screw Extruders: Fundamentals. – Hanser: Elsevier, 2020. – 412 p. – DOI: 10.1016/C2019-0-01364-7.
- Леонов Е.Г. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин: в 2 ч. Ч. 1: Гидроаэромеханика в бурении / Е.Г. Леонов, В.И. Исаев. – М.: Недра, 2006. – 413 с.
- Волярович М.П., Гуткин А.М. Течение пластично-вязкого тела между двумя параллельными плоскими стенками и в кольцевом пространстве между двумя коаксиальными трубами // Журн. техн. физики. – 1946. – Т. 16, вып. 3. – С. 321–328.

KEYWORDS: *hydraulic calculation, core barrel, core isolation, viscoplastic fluid, thermoactivated elastomer, weakly cemented core, rheological properties, pressure difference, drilling, core preservation.*

Полная версия журнала
доступна по подписке