



МОРСКИЕ  
ГРП

МОБИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ  
● ТРУБОПРОВОДНОГО  
ТРАНСПОРТА

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ  
● ОЧИСТКА ДИЗЕЛЬНОГО  
ТОПЛИВА

ДЕЛОВОЙ ЖУРНАЛ

# Neftegaz.RU

ИНТЕРЕСНО О СЕРЬЕЗНОМ

ISSN 2410-3837

8 [128] 2022

## С Днем нефтяника!



Входит в перечень ВАК

# ТО всего организма за 1 день

Медицинскую диагностику (чекап) сравнивают с техосмотром, который при регулярном проведении помогает избежать серьезных поломок и проблем. GMS Clinic предлагает своим пациентам комплексную программу диагностики Check-up, направленную на:

- ✓ Оценку общего состояния здоровья
- ✓ Поиск нарушений в работе внутренних органов и систем
- ✓ Выявление начала заболевания при отсутствии видимых симптомов

Осмотр можно пройти за 1 день в комфортных условиях, наличие собственной лаборатории ускорит получение результатов. Вы вместе с персональным менеджером спланируете свои визиты и подберете удобное для вас время. По окончании диагностики вам дадут ответы на все интересующие вопросы о состоянии вашего здоровья и способах его сохранения.

## Преимущества Check-up в GMS Clinic:



Продолжительность программы 1 день



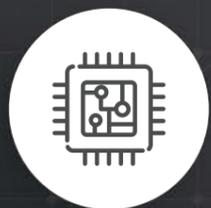
Международные стандарты диагностики



Персональный менеджер-куратор



Стоимость чекапа всего организма значительно ниже, чем в Европе



Современное медицинское оборудование



Доступно даже для тех, кто находится в Москве проездом



Узнать подробнее

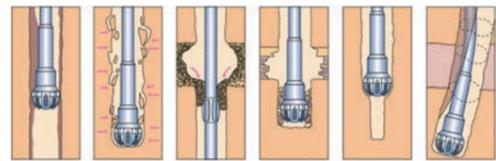


**GMS**  
Global Medical System  
clinics & hospitals

[www.gmsclinic.ru](http://www.gmsclinic.ru)

+7 495 781 5577

**Эффективность снижения рисков прихватав бурильных труб в процессе строительства скважин в сложных горно-геологических условиях**



18

**Механизмы образования асфальтосмолопарафиновых отложений: методики исследования**



22

# СОДЕРЖАНИЕ



ПРОСЛУШАТЬ СТАТЬЮ

**Мобильные системы трубопроводного транспорта нефтепродуктов**

34

**Информационные технологии и промышленные перспективы дифференциальной гидроочистки дизельного топлива**



42

*Эпохи НГК* 4

## РОССИЯ *Главное*

Нефть за орешки 6

План развития СМП до 2035 г. 8

*События* 10

*Первой строчкой* 12

## НЕФТЕСЕРВИС

Анализ проводки скважин и разработка бурового раствора для бурения горизонтальных скважин в терригенных отложениях 14

Эффективность снижения рисков прихватав бурильных труб в процессе строительства скважин в сложных горно-геологических условиях 18

## ДОБЫЧА

Механизмы образования асфальтосмолопарафиновых отложений: методики исследования 22

## СТРОИТЕЛЬСТВО В НГК

Оптимизация затрат на строительство: опыт и предложения российских компаний 32

## ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

Мобильные системы трубопроводного транспорта нефтепродуктов 34

## ПРОМЫСЛОВАЯ ХИМИЯ

Снижение эмиссии CO<sub>2</sub> за счет применения «зеленого» облегченного тампонажного цемента Холсим Россия 38

## ПЕРЕРАБОТКА

Информационные технологии и промышленные перспективы дифференциальной гидроочистки дизельного топлива 42

**Морские ГРП: итоги работ на континентальном шельфе**



56

**Механизмы формирования пустотного пространства в нефтегазоносных отложениях рифея Сибирской платформы**



68

**Атомные реакторы: история и направления развития**



82

**Обоснование удельных нормативов капитальных затрат при оценке эффективности разработки месторождений углеводородов**



90

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ

Мобильная система удаленного мониторинга производственного процесса на ТЭЦ 52

## ГЕОЛОГОРАЗВЕДКА

Морские ГРП: итоги работ на континентальном шельфе 56

Многоволновые сейсморазведочные работы 3D (4C) на континентальном шельфе о. Сахалин 62

Механизмы формирования пустотного пространства в нефтегазоносных отложениях рифея Сибирской платформы 68

## АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Развитие альтернативной энергетики в Венгрии с учетом зарубежного опыта 76

## ОБОРУДОВАНИЕ

Атомные реакторы: история и направления развития 82

Новое применение сопла Лавала в качестве 3S-сепаратора в ГТУ на нефтегазовой платформе 86

## ЭКОНОМИКА

Обоснование удельных нормативов капитальных затрат при оценке эффективности разработки месторождений углеводородов 90

## MODUS VIVENDI

Инвесторы вернулись в офисы 96

*Новости науки* 98

*Россия в заголовках* 102

*Хронограф* 104

*Календарь событий* 105

*Нефтегаз Life* 106

*Классификатор* 108

*Цитаты* 112

## 7522 года назад

**В 5500 году до н.э.** египтяне использовали силу ветра для передвижения на парусных судах. Это было первое обращение к возобновляемым источникам в качестве энергоносителя.

## 202 года назад

**В 1820 году** В. Сесил в докладе Кембриджскому философскому обществу предложил использовать водород, чтобы приводить машины в движение.

## 191 год назад

**В 1831 году** английский физик Майкл Фарадей открыл электромагнитную индукцию и разработал первый в мире трансформатор и электрический генератор.

## 170 лет назад

**В 1852 году** в Мюнхене придворный часовщик Христиан Тейтман сконструировал двигатель, работавший на смеси водорода с воздухом.

## 162 года назад

**В 1860 году** Огюстен Мушо изобрел первую в мире солнечную энергетическую систему.

## 139 лет назад

**В 1883 году** Чарльз Фритц создал первую солнечную батарейку, работавшую от позолоченной селеновой пластинки, через год он установил солнечные батареи на крыше дома в Нью-Йорке.

## 131 год назад

**В 1891 году** русский изобретатель М.О. Доливо-Добровольский написал труд по передаче трехфазного тока и разработал конструкцию трансформатора.

## 122 года назад

**В 1900 году** воздушные корабли использовали водород в качестве подъемного газа.

## 91 год назад

**В 1931 году** в США запатентовали первую вертикальную турбину, которую изобрел французский ученый Джордж Дарье десятью годами ранее.

## 81 год назад

**В 1941 году** инженер Рассел Ол изобрел первый монокристаллический кремниевый солнечный элемент.

Издательство Neftegaz.RU

### РЕДАКЦИЯ

**Главный редактор**  
Ольга Бахтина

**Шеф-редактор**  
Анна Павлихина

**Редактор**  
Анастасия Никитина

**Аналитики**  
Артур Гайгер  
Дарья Беляева

**Журналисты**  
Анна Игнатьева  
Елена Алифинова  
Екатерина Свинцова

**Дизайн и верстка**  
Елена Валетова

**Корректор**  
Виктор Блохин

### РЕДКОЛЛЕГИЯ

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

**Алюнов Александр Николаевич**  
Вологодский государственный университет

**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, КГБОУ 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

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

**Третьяк Александр Яковлевич**  
д.т.н., профессор, Южно-Российский политехнический университет



**Издательство:**  
ООО Информационное агентство Neftegaz.RU

**Директор**  
Ольга Бахтина

**Представитель в Евросоюзе**  
Виктория Гайгер

**Отдел рекламы**  
Дмитрий Аверьянов  
Ольга Щербакова  
Валентина Горбунова  
Анна Егорова  
Марина Шевченко  
Галина Зуева  
Михаил Сошин  
pr@neftgaz.ru  
Тел.: +7 (495) 778-41-01

**Служба технической поддержки**  
Сергей Прибыткин  
Алексей Лозгачев

**Отдел по работе с клиентами**  
Екатерина Данильчук

**Выставки, конференции, распространение**  
Мария Короткова

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, Благовещенский пер., д. 3, с.1  
Тел.: +7 (495) 778-41-01  
www.neftgaz.ru  
e-mail: info@neftgaz.ru  
Подписной индекс МАП11407

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



# ПЕТРОВСКАЯ ДОМИНАНТА

ВЫБРАТЬ КВАРТИРУ



# КВАРТИРЫ БИЗНЕС-КЛАССА НА ПЕРВОЙ ЛИНИИ НЕВЫ

ИДЕТ ЗАСЕЛЕНИЕ!

ЭТАЛОН

г. Санкт-Петербург, Петровская коса 6

+7 (812) 445-66-55



США увеличат в сентябре добычу нефти на 1,6%



Иран сможет поставить миллион барр. нефти



Кабул готов закупить у России миллион баррелей нефти. Возможно, бартером



Китай снизил объемы переработки нефти

# НЕФТЬ ЗА ОРЕШКИ

Анна Павлихина

Все лето цены на нефть радовали экспортеров, позволяя продавать меньше, а зарабатывать больше. Но в середине августа ее стоимость упала на 4%, опустившись ниже психологически комфортных 100 долл. за барр. Причин сразу три.

В июле китайские нефтепереработчики недопереработали на своих НПЗ 8,8% нефти, если сравнивать с показателями прошлого года, и еще больше, если сравнивать с прогнозными ожиданиями. Снижение объемов производства произошло из-за того, что частные перерабатывающие заводы Китая столкнулись с падением маржинальности, а государственные – с техническими сложностями, из-за чего вынуждены останавливать производство на длительный срок. Это, разумеется, сказалось на уменьшении потребления энергоносителей.

Вторым фактором, повлиявшим на цену нефти, стало наращивание добычи Соединенными Штатами. По прогнозам EIA, добыча на основных месторождениях в сентябре увеличится на 1,6%. До этого штаты развернули активное бурение, в результате к середине августа эксперты насчитали 601 действующую установку. Их количество постоянно меняется то в одну, то в другую сторону, но объемы добычи с этим не коррелируются из-за большого резерва DUC – ранее пробуренных, но не обустроенных скважин. Их наличие позволяет в любой момент (логично предположить, что в момент роста цен), нарастить добычу в нужном объеме.

И, конечно, рынок не мог не отреагировать на приближающиеся к эндшпилю переговоры по ядерной сделке. В случае подписания соглашения и снятия санкций с Ирана, на рынок поступит дополнительный миллион баррелей нефти в день. Глава NIOC утверждает, что эти объемы можно легко удвоить. Такое количество нефти сопоставимо с объемом, который Россия поставляла в страны Евросоюза.



Но, даже если договор будет согласован в ближайшее время, от момента его подписания до поступления иранской нефти на рынок пройдут месяцы.

Вдобавок к ожиданиям поставок из Ирана о возможности увеличить объемы добычи до 12 млн барр. в день сообщила Саудовская Аравия. С тех пор как Россия развернула свою нефть на восток, ее основным рынком сбыта стали страны Азии, которые являлись премиальными и для Саудовской Аравии, долгое время оставшейся лидером по поставкам в Китай. Несмотря на заверения А. Нассера, что торговая политика России не изменила доли Saudi Aramco в этом регионе, на рынке Китая ей все-таки пришлось подвинуться, уступив первенство российским экспортерам, которые весной поставили в Китай 8,42 млн тонн нефти. Учитывая высокие цены на нефть в тот период, Saudi Aramco зафиксировала рекордную чистую прибыль по итогам

второго квартала, составившую 48,4 млрд долл. С одной стороны, принимая во внимание вероятность потери части рынка, наращивать добычу, возможно, не придется. С другой – распределение нефтяных экспортных потоков в мире крайне неравномерное и кому-то надо будет закрывать потребности Европы. Каждый из этих факторов – и спад производства в Китае, и наращивание добычи Соединенными Штатами, и вероятность выхода на рынок иранской нефти – способен сам по себе опустить нефтяные котировки. А их совокупность – привести к еще большему обвалу. Но этого не произошло, все-таки 4% – не слишком большое падение, что говорит о емкости нефтяного рынка.

Мировое производство восстанавливается после сложного 2020 года, увеличивающийся спрос требует увеличения поставок энергоносителей. Кроме того, заоблачно высокие цены на газ заставляют переходить

на нефть, поставки которой из России заблокированы санкциями. Можно предположить, что Европа без труда примет и саудовскую и иранскую нефть. И, выходит, экс-посол Ирана М. Пакайин вовсе не лукавил, говоря, что Иран и Россия по части нефти друг другу не конкуренты.

А что же Россия?

Бездонные азиатские рынки позволили России в мае остановить падение добычи и к июню нарастить ее практически до уровня февраля. Но, так и не достигнув его в первые недели августа, добыча упала на 3% относительно июля, до 1,428 млн тонн в сутки. Трехпроцентное сокращение привело к отставанию России от квоты на 1 млн барр.

При этом ВИНКи сохранили объемы, соблюдая обязательства по сделке ОПЕК+. 90% падения обеспечили более мелкие нефтедобытчики, суточная добыча которых снизилась на 15%.

«Коммерсант» приводит мнение отраслевого эксперта, объясняющего факт сокращения добычи значительным ростом НДПИ в марте из-за девальтации рубля и увеличения цен на нефть, не выдержав налоговой нагрузки ряд предприятий заморозил бурение и нефтесервисные работы, а другие и вовсе остановили производство. Свою роль сыграла и конкуренция с крупными компаниями, которые могут снизить цену за счет объемов и ограничивают доступ к своим НПЗ, будучи заинтересованными в сбыте собственного сырья.

По этой и другим причинам поставки российской нефти сократились до самого низкого уровня с марта. Экспорт в Азию упал до 1,75 по сравнению с более чем 2,1 млн барр. в день в апреле и мае, морской экспорт снизился с 3,32 до 3,24 млн барр. в день, поставки в Европу – с 1,85 в феврале до 1,32 млн барр. в день в августе. Но Россия продолжает искать новые рынки сбыта.

Так, после просьбы ланкийского президента открыть кредитную линию для покупки энергоносителей, на Шри-Ланку, переживающую тяжелый экономический кризис, было отправлено три танкера с углеводородами. В египетскую Эль-Хамру – два.

В середине августа возглавляющий делегацию Минпромторга Афганистана Н. Азизи предложил закупить у России миллион баррелей нефти, оговорившись при этом о возможности бартера, ведь Афганистан сейчас переживает тяжелый кризис. В качестве бартера предлагают доступ к разработке месторождений редкоземельных металлов, а также мех ягнят, изюм и миндаль. Ну, как тут откажешься? ●

## ПЛАН РАЗВИТИЯ СМП ДО 2035 Г.

Екатерина Свинцова

Правительство РФ разработало план развития Северного морского пути на период до 2035 г. Ю. Трутнев отметил, что необходимо решить вопросы модернизации и создания новой транспортной инфраструктуры, строительства флота, организации обеспечивающих провоз грузов сервисов.

План содержит 5 основных разделов. Первый включает мероприятия по увеличению экспортной грузовой базы, каботажных и транзитных перевозок, развитие перспективной грузовой базы. Предполагается запуск регулярной каботажной линии по маршруту Санкт-Петербург (Мурманск) – порты Дальнего Востока и в обратном направлении с частотой минимум два круговых рейса в год, будет создан российский контейнерный оператор международных перевозок в акватории СМП. Второй раздел включает мероприятия по модернизации и строительству портовой инфраструктуры и подходов, железнодорожных и речных транспортных коридоров, дноуглублению в акватории СМП. Запланировано: строительство 12 портовых терминалов, модернизация двух существующих. Третий раздел направлен на развитие арктического грузового и ледакольного флотов, создание и развитие арктических судостроительных и судоремонтных мощностей, предполагается строительство 153 судов, включая 12 ледоколов и 46 судов аварийно-спасательного флота. Четвертый посвящен формированию арктической спутниковой группировки, развитию аварийно-спасательной инфраструктуры, гидрографическому, гидрометеорологическому, медицинскому и кадровому обеспечению. Пятый направлен на обеспечение предоставления информационных и цифровых услуг в акватории СМП, прогнозирование судопотока, расширение международного сотрудничества, в частности: обсуждается разработка опытного образца бортового автоматизированного информационно-измерительного комплекса для регистрации параметров ледяного покрова и метеорологической обстановки в районе расположения судна.

Общий объем финансирования плана развития СМП до 2035 г. может составить порядка 2 трлн руб. Предполагается, что к 2035 г. частные инвесторы вложат около 15,6 трлн руб. в реализацию инвестпроектов, формирующих грузовую базу СМП, что обеспечит прирост валового продукта на 28,5 трлн руб. и налоговые поступления во все уровни бюджетной системы РФ в размере 16,3 трлн руб. ●

## Рейтинги Neftegaz.RU

Санкционные ограничения актуализировали автономность обеспечения топливно-энергетического комплекса техникой и технологиями. Чтобы восполнить пробелы, оставленные прекратившимся импортом, российские научные центры должны будут сместить акцент с академической науки на прикладную. Какие области научных исследований следует в большей степени переориентировать на практическую значимость?

Какая область научных исследований требует наибольшего внимания в условиях импортозамещения?

18%

**Создание конструкционных пластиков и малотоннажных полимеров, они нужны для производства оборудования и машин**

25%

**Компьютерные технологии и искусственный интеллект – это основа развития любой отрасли промышленности**

12%

**Новые материалы, биотехнологии, на них основаны вопросы продовольственного обеспечения и жизненного комфорта**

30%

**Медицина и геновая инженерия, здоровье нации должно быть приоритетом**

15%

**Космические технологии и ядерная физика, нельзя отставать в вопросах освоения космоса**

За летние месяцы нефть потеряла в цене, одна из основных причин – замедление экономического роста. Однако сезонность и международная обстановка могут в любой момент скорректировать ценовые графики

Сохранится ли высокая цена на нефть?

26%

**Нет, промпроизводство и розничные продажи Китая существенно ниже ранее прогнозируемых, что создает угрозу спросу на нефть**

31%

**Да, близится зимний период, это повысит спрос**

14%

**Нет, США наращивают добычу, число активных буровых установок увеличилось до 601 единицы**

19%

**Да, Венесуэла прекратила поставки нефти Европе в обмен на списание долгов**

10%

**Нет, переговоры Ирана и США могут привести к выводу на рынок дополнительного объема нефти, а Саудовская Аравия уже заявила о наращивании добычи до 12 млн барр. в сутки**

Уважаемые партнеры,  
коллеги и друзья, приглашаем вас принять участие в  
Международной научно-практической конференции

## «ПРОРЫВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ РАЗВЕДКИ, РАЗРАБОТКИ И ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ»

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ

Санкт-Петербургский горный университет  
Многофункциональный комплекс «Горный»  
199406, г. Санкт-Петербург, Васильевский остров,  
ул. Наличная, д. 28/16 литер Д

15–17 ноября'22

РЕКЛАМА

Конференция пройдет при поддержке ООО «Химпром»

Заявки на участие, тезисы докладов принимаются до 21 октября 2022 г.

В рамках мероприятия планируется проведение выставки, лекций и мастер-классов ведущими специалистами академических и отраслевых институтов по тематике Конференции.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ  
ОРГКОМИТЕТА КОНФЕРЕНЦИИ

Администратор конференции  
Чудинова Инна Владимировна  
старший преподаватель кафедры бурения скважин

+ 7 (812) 328 84 78

Chudinova\_IV@pers.spmi.ru

## С Днем работников нефтяной, газовой и топливной промышленности!

ХИМПРОМ



Уважаемые коллеги, партнеры, дорогие друзья!

Коллектив ООО «Химпром» поздравляет вас с профессиональным праздником – Днём работников нефтяной, газовой и топливной промышленности!

В этот замечательный день мы чествуем тех, кто извлекает и открывает из земных недр ценные полезные ископаемые, дающие всему миру энергию для развития и созидания.

Ваш упорный и самоотверженный труд составляет основу экономики, а компетентность и накопленный ценный опыт позволяют выполнять самые амбициозные и сложные проекты, достигать высоких результатов, способствуя успешному развитию отрасли.

Коллектив компании «Химпром» благодарит вас за сотрудничество и оказанное доверие. Мы высоко ценим наше партнерство и надеемся в дальнейшем не только сохранить, но и укрепить его. Пусть надёжность, ответственность и профессионализм остаются неиссякаемым топливом в наших крепких партнерских отношениях.

С наилучшими пожеланиями, коллектив компании ООО «Химпром»

Обвал рынка акций  
Выборы президента  
Запуск нового производства  
Северный поток  
Цены на нефть

Газовые войны  
Слияние капиталов  
Новый глава Роснефти

Второй ветка ВСТО  
Богучанская ТЭС запущена  
Южный поток  
Северный поток достроили

Продажа квот  
Слияние капиталов  
Дошли руки до Арктики  
Цены на газ



установлена современная релейная защита и противоаварийная автоматика, а также системы сбора и передачи информации. При строительстве СЭС использовались фотоэлектрические модули, произведенные в России.

### TOP Свободный расширяется под комплекс СПГ

Инвестором проекта по строительству комплекса сжижения природного газа выступает Газпром гелий сервис.



Комплекс производительностью 1,5 тыс. кг/час создается с целью организации инфраструктуры автономной газификации социально значимых объектов в Амурской области. Первым потребителем станет котельная в г. Белогорске. Завершение строительства планируется в 2023 г. Доход от реализации инвестиционного проекта превысит 40 млн руб. Из них в федеральный бюджет поступит 0,41 млн руб., более 22 млн руб. – в бюджет субъекта, 1,13 млн руб. – в казну муниципалитета и еще 16,47 млн руб. во внебюджетные фонды.

### Ростех испытал шельфовый вертолет для нефтянки

Холдинг Вертолеты России (входит в Ростех) провел первый полноценный испытательный полет на опытном образце модифицированного Ми-171А3. В конце 2021 г. этот вертолет впервые поднялся в воздух «в режиме висения».



Он предназначен для полета над акваториями на удаленные от берега буровые платформы, а также для поисковых и спасательных морских операций. Максимальный взлетный вес машины – 13 т, вместимость – до 24 человек, комплекс бортового оборудования позволяет выполнять полеты

в условиях пониженной видимости, в режиме автоматического полета как по авиатрассам, так и в нерегулируемом воздушном пространстве. Независимо от наземного радионавигационного обеспечения, бортовое оборудование обеспечивает автоматическое и ручное пилотирование. Пригоден для эксплуатации при температурах от -50 до +50 °С. Оснащен системой аварийного приводнения на волны высотой до 5 м.

### В Калмыкии заработала крупнейшая СЭС в России

Системный оператор Единой энергетической системы и Ростовское РДУ совместно с Россетями Юг присоединили к энергосетям вторую очередь Аршанской СЭС, мощностью 115,6 МВт. Таким образом, в операционной зоне Ростовского РДУ установленная мощность ВИЭ достигла 1 060,4 МВт. На электростанции внедрена технология дистанционного управления как активной, так и реактивной мощностью генерирующего оборудования,

### В Воронежской области будут производить колтюбинговое оборудование

В Воронежской области открылся завод по производству колтюбингового оборудования для подземного и капитального ремонта нефтегазовых скважин. Производственная площадка расположена на территории индустриального парка Масловский. Изначально проект предусматривал инвестиции в размере 250 млн руб., но в процессе строительства они выросли до 750 млн руб. Через два года планируется начать строительство второй очереди,



что позволит выпускать и другое оборудование для нефтегазовой промышленности, а общая сумма инвестиций увеличится до 1 млрд руб. Мощности завода позволяют выпускать 12–18 колтюбинговых установок в год. При вводе второй очереди объем может увеличиться в три раза.

### Создан Координационный центр по развитию газомоторного рынка

Координационный центр по развитию рынка газомоторного топлива создан при Министерстве

энергетики РФ. Среди его основных задач – мониторинг рыночной ситуации, экспертиза значимых проектов, анализ и предложения по совершенствованию нормативно-технической базы.



Координационный центр будет формировать максимально благоприятные условия для использования природного газа в качестве моторного топлива.

Рост объемов потребления газомоторного топлива в России пока недостаточен: средний уровень загрузки газозаправочных станций не превышает 36%. Перспективными направлениями являются сельскохозяйственная техника, речной, железнодорожный и водный транспорт. В текущем году планируется увеличить внутреннее потребление природного газа до 1,71 млрд м<sup>3</sup>, а к 2030 г. – до 6,8 млрд м<sup>3</sup>.

### План ЕС по заполнению ПХГ

Совет ЕС утвердил регламент о заполнении ПХГ, согласно которому хранилища должны быть заполнены не менее чем на 80% к 1 ноября 2022 г. и до 90% к следующим зимним периодам. МЭА настаивает на уровне заполнения 90% к 1 октября и предлагает план из пяти пунктов. Во-первых, предлагается

внедрение платформы для стимулирования промышленных потребителей газа к сокращению спроса. Они могут предложить часть своих контрактных поставок газа в качестве продуктов для снижения спроса как компенсацию, что может привести к проведению конкурентных торгов, такие модели аукционов разрабатываются в Германии и Нидерландах. Во-вторых, минимизировать использование газа в энергетическом секторе путем временного увеличения выработки электроэнергии на угле и мазуте при одновременном ускорении развертывания низкоуглеродных источников. В-третьих, улучшить координацию между газовыми и электрическими операторами по всей Европе, в т.ч. в отношении механизмов снижения пиковых нагрузок. Четвертый пункт – снижение спроса на электроэнергию в домохозяйствах путем установления стандартов охлаждения и контроля. Правительственные и общественные учреждения должны



взять на себя инициативу в этом, чтобы подать пример, а компании должны поощрять изменения в поведении потребителей. Пятый пункт предписывает гармонизацию планирования в чрезвычайных ситуациях на национальном и европейском уровнях. ●

**18** 

**млрд рублей**  
инвестирует Газпром в строительство СПГ-заводов в Ростовской области до 2027 г.

**На 12%**, до **3,86** млн т,

снизился объем перевалки на Петербургском нефтяном терминале в 1-м полугодии 2022 г.



**На 48%** 

ЕС сократил закупки российского угля  
Морские поставки угля в ЕС из РФ в июне составили **1,7 млн т**

**На 8%** 

увеличит добычу газа Норвегия на 7 шельфовых месторождениях в 2022 году

**25** **МЛН ТОНН** 

угля поставил Кузбасс отечественным потребителям за первые 5 месяцев 2022 г.

**42,7** **МЛН ЕВРО** 

составила прибыль Болгарии от эксплуатации участка газопровода Турецкий поток

Грузопоток по СМП в январе – июле 2022 года увеличился

**На 5%** 

РФ намерена сохранять **25%**-ную  долю на мировом рынке угля до 2050 года

Доля угля на российском энергорынке может достигнуть **30%** в ближайшие 3–4 года

**6%** 

составляет общая доля солнечных электростанций

в структуре генерирующих мощностей в Забайкальском крае после запуска компаний Хэвел двух СЭС общей мощностью **70 МВт**

**38** **млрд рублей** 

недополучит бюджет Сахалинской области из-за простоя Сахалин-1

Добыча нефти в рамках проекта сократилась в 22 раза – до **10 тыс. барр./сутки**

**На 25%** 

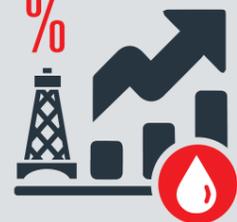
Азербайджан увеличил экспорт газа в первом полугодии 2022 года, добыча газа в стране за этот период выросла на **15,1%**

Газпром по итогам 6,5 месяца 2022 г. снизил добычу газа

**На 10,4%**, 

поставки в дальнее зарубежье – на **33,1%**.

Поставки на внутренний рынок из ГТС сократились на **1,9%**

**На 5%** 

с начала года выросла добыча нефти в ХМАО, предприятия округа добыли **109,7 млн т** нефти

Доля нефтегазового сектора в структуре ВВП России в 1-м квартале 2022 г. выросла

**до 21,7%** 

с **17,5%** в 4-м квартале 2021 г.

Добыча нефти в России в 1-м полугодии 2022 г. выросла

**на 3,3%** 

природного газа – упала на **6,6%**

За 1-е полугодие 2022 г. поставки газа Китаю по МГП Сила Сибири-1 составили

**7,547** **млрд м³** 

К 2025 году расходы на кибербезопасность в энергетической отрасли вырастут до **10** **млрд долл.** 

«Зеленые» инвестиции Роснефти в 2021 г. составили

**55** **млрд рублей** 

Поставки СПГ в Китай из России в январе – июне выросли на

**28,7%**  до **2,35 млн т**

Китай в 1-м полугодии 2022 г. увеличил добычу нефти

**на 4%**,  природного газа – на **4,9%**

# АНАЛИЗ ПРОВОДКИ СКВАЖИН И РАЗРАБОТКА БУРОВОГО РАСТВОРА

## для бурения горизонтальных скважин в терригенных отложениях

**Никишин Вячеслав Валерьевич**

доцент кафедры бурения скважин Санкт-Петербургского горного университета, к.т.н.

**Блинов Павел Александрович**

доцент кафедры бурения скважин Санкт-Петербургского горного университета, к.т.н.

**Болдырев Сергей Аркадьевич**

аспирант кафедры бурения скважин, Санкт-Петербургского горного университета

В ДАННОЙ СТАТЬЕ РАССМАТРИВАЕТСЯ ПРОБЛЕМА НЕУСТОЙЧИВОСТИ СТВОЛА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН ПРИ БУРЕНИИ В ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ. ОБРАЩАЕТСЯ ВНИМАНИЕ НА ПРИЧИНЫ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ СТВОЛА СКВАЖИН, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ КАЧЕСТВОМ БУРОВОГО РАСТВОРА И ЕГО РЕОЛОГИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ И ТИКСОТРОПНЫМИ СВОЙСТВАМИ. БЫЛИ ПРОВЕДЕНЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ СОСТАВА БУРОВОГО РАСТВОРА НА ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН В НЕУСТОЙЧИВЫХ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ. В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ БЫЛА ПРЕДЛОЖЕНА РЕЦЕПТУРА ПОЛИМЕРНОГО РАСТВОРА НА СОЛЕВОЙ ОСНОВЕ С ЗАКУПОРИВАЮЩИМ АГЕНТОМ ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН В ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ. В СТАТЬЕ ПРИВОДЯТСЯ КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА РАЗРАБОТАННОГО БУРОВОГО РАСТВОРА, ОПИСЫВАЮТСЯ ЕГО ПРЕИМУЩЕСТВА. С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «БУРСОФТПРОЕКТ» СМОДЕЛИРОВАНЫ УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОГО БУРЕНИЯ НА РАЗРАБОТАННОМ РАСТВОРЕ

*THIS ARTICLE CONSIDERS THE PROBLEM OF HORIZONTAL WELLBORE INSTABILITY WHEN DRILLING IN TERRIGENOUS DEPOSITS. ATTENTION IS DRAWN TO THE REASONS FOR THE LOSS OF WELLBORE STABILITY, DUE TO THE QUALITY OF THE DRILLING FLUID AND ITS RHEOLOGICAL PARAMETERS AND THIXOTROPIC PROPERTIES. STUDIES HAVE BEEN CONDUCTED ON THE DEVELOPMENT OF A POLYMER-BASED DRILLING FLUID COMPOSITION FOR DRILLING HORIZONTAL WELLS IN UNSTABLE TERRIGENOUS DEPOSITS. AS A RESULT OF THE WORK PERFORMED, A FORMULATION OF A SALT-BASED POLYMER SOLUTION WITH A PLUGGING AGENT FOR DRILLING WELLS IN TERRIGENOUS DEPOSITS HAS BEEN PROPOSED. THE ARTICLE PRESENTS THE COMPONENT COMPOSITION AND PROPERTIES OF THE DEVELOPED DRILLING FLUID AND DESCRIBES ITS ADVANTAGES. USING THE BURSOFTPROEKT SOFTWARE, THE CONDITIONS FOR SAFE DRILLING ON THE DEVELOPED FLUID HAVE BEEN SIMULATED*

**Ключевые слова:** горизонтальная скважина, терригенные отложения, осыпи, обвалы, буровой раствор, свойства раствора, полимер.

Строительство горизонтальных нефтяных и газовых скважин в неустойчивых терригенных отложениях часто сопровождается осыпями, обвалами, сужением ствола скважины из-за набухания глинистых пород, вследствие чего возникают затяжки и посадки при спуске и подъеме колонны буровых труб, а также прихваты и слом бурового оборудования.

Основными причинами обрушений и обвалов являются геологические условия формирования скелета горной породы и технологические условия, а также проникновение

фильтра бурового раствора в стенки скважины на значительную глубину. Существенное влияние на интенсивность обрушения стенок скважины оказывают плотность бурового раствора, низкая механическая скорость бурения, частые остановки и длительные простои.

Для профилактики данных осложнений используют различные способы и методы: применение ингибирующих полимерных буровых растворов или растворов на углеводородной основе,

увеличение плотности раствора и снижение водоотдачи, установка силикатных или битумных ванн, метод электрохимического закрепления пород или перекрытие неустойчивого интервала обсадной колонной.

На основе выполненного анализа литературных источников был выбран способ применения полимерных буровых жидкостей. Поскольку данные растворы наиболее полно отвечают требованиям промывки скважины, обладают низким показателем фильтрации, высокими реологическими, смазывающими и ингибирующими свойствами, не оказывают негативного воздействия на продуктивный пласт и окружающую среду. Параметры растворов могут регулироваться в широком диапазоне в зависимости от горно-геологических условий.

### Методы и материалы

На основе проведенного анализа текущего состояния проблемы неустойчивости ствола скважины при бурении горизонтальных нефтяных и газовых скважин в терригенных породах было принято, что эффективным и целесообразным решением является разработка оптимального рецепта полимерного бурового раствора с контролирующими реологические свойства добавками, используемого для очистки ствола скважины.

Методика исследования заключалась в следующем. Поскольку буровой раствор представляет собой сложную многокомпонентную дисперсную систему, которая обладает различными реологическими, тиксотропными, фильтрационными и другими свойствами, то для их определения используются стандартные приборы и оборудование.

В ходе исследования был разработан состав полимеросолевого бурового раствора плотностью 1140 кг/м<sup>3</sup> (таблица 1). Для сравнительной базы использовался буровой раствор на основе бентонитовых глин российских месторождений BENTOLUX GORIZONT UN. Основные технологические свойства растворов представлены в таблице 2.

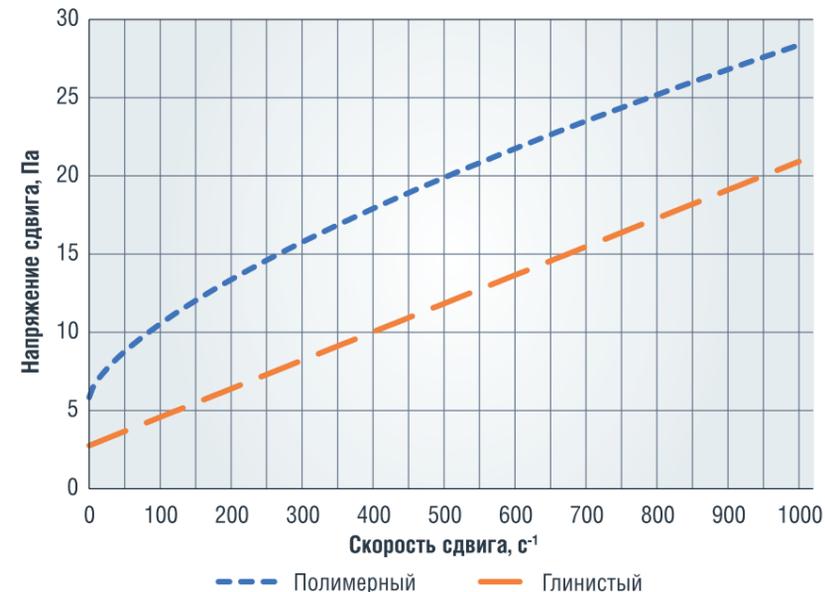
ТАБЛИЦА 1. Состав полимерного бурового раствора

Компонент	Содержание	
Вода	1000 мл	80,3 %
NaCl	150 г	12 %
Ксантановая смола	6 г	0,5 %
ПАЦ-Н	1,5 г	0,12 %
КОН	0,2 г	0,016 %
KCl	28 г	2,25 %
BARACARB 50	60 г	4,8 %

ТАБЛИЦА 2. Свойства буровых растворов

Параметр	Полимеросолевой раствор	Глинистый раствор
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,14	1,02
Условная вязкость, сек.	70	30–40
СНС 1 мин., Па	4,1	2,5
СНС 10 мин., Па	5,0	2,7
Коеф. тиксотропии $\theta_{10}/\theta_1$	1,22	1,08
ДНС, Па	1,5	0,72
Пластическая вязкость, мПа·с	18,9	12,4
Водоотдача, см <sup>3</sup> /30 мин.	3–4	7,5
Толщина фильтр. корки, мм	0,1	<1
pH	9	8
Суточный отстой, %	<0,5	2,4

РИС. 1. Реологические кривые полимеросолевого и глинистого растворов



УДК 622.24

РИС. 2. Зависимость ДНС от температуры раствора



РИС. 3. Зависимость пластической вязкости от температуры раствора



РИС. 4. Фильтрационные испытания растворов на керамическом диске 150 мкм



Наличие хлористого натрия (NaCl) в растворе позволяет обеспечить требуемую плотность жидкости, повышает ингибирующую способность, улучшает термостабильность и устойчивость к бактериальной агрессии. В качестве структурообразователя использовалась ксантановая смола. Для регулирования реологии и фильтрации добавлялась полианионная целлюлоза (ПАЦ). В качестве регулятора щелочности и повышения водородного показателя pH вводился гидроксид калия (KOH). Хлорид калия (KCl) использовался как дополнительный источник ионов калия и дополнительный ингибитор глин. Размер и концентрация BARACARB выбиралась в зависимости от размера поровых каналов горной породы, что позволило создать кольматационную корку и уменьшить поглощение и фильтрацию раствора.

На основе полученных результатов были построены графики реологических моделей для полимерсолевого раствора и для глинистого раствора (рис. 1). Значения ДНС и СНС полученного раствора достаточны и не превышают рекомендуемых значений в 2 и 5 Па соответственно, а значение водоотдачи не превышает рекомендуемые 5 см<sup>3</sup>/30 мин.

### Влияние температуры на реологию раствора

Поскольку в реальных условиях температура на забое скважины может достигать 100 °С, то реологические параметры растворов могут изменяться. С этой целью полимерный и глинистый растворы нагревались до 80 °С и с интервалом в 20 °С производились замеры ДНС и пластической вязкости, результаты представлены на рисунках 2 и 3 соответственно.

По полученным данным видно, что ДНС и пластическая вязкость полимерного раствора при 80 °С ниже значений при 40 °С в среднем на 30 %, в то время как у глинистого раствора ДНС ниже на 70 %, а пластическая вязкость практически не изменяется.

РИС. 5. Проникновение полимерного раствора в фильтрационный диск



### Фильтрационные свойства бурового раствора

Для определения фильтрационных свойств буровых растворов использовался фильтр-пресс OFITE с керамическими дисками. Результаты представлены на рисунке 3. Проникновение фильтрата в фильтрационный диск с размером пор 150 мкм представлено на рисунке 4.

Из полученных результатов следует, что объем мгновенной фильтрации разработанного полимерного раствора составляет 25 мл, глинистого раствора 75 мл, а водоотдача за 30 мин полимерного раствора составила 1,4 мл и глинистого 12,2 мл. Глубина проникновения полимерного раствора в фильтрационный диск, составила 0,3 мм.

### Выводы

В результате проведенных исследований был разработан состав полимерного бурового раствора, который обладает низким значением водоотдачи и мгновенной фильтрации, что положительно скажется на устойчивости стенок скважины и снизит негативное воздействие на продуктивный пласт, а при необходимости можно произвести кислотную обработку призабойной зоны пласта (ПЗП) для удаления карбоната кальция и полимеров.

Реологические параметры раствора не превышают рекомендуемых значений и в то же время достаточны для качественной очистки скважины от шлама даже при высоких забойных температурах до 80 °С. Поскольку горизонтальные скважины имеют сложные пространственные

траектории ствола, то в состав раствора рекомендуется включать смазочные добавки для уменьшения коэффициента трения о стенки скважины. ●

#### Литература

- Chudyk I.I., Femiak Ya.M., Orynychak M.I., Sudakov A.K., Riznychuk A.I. New methods for preventing crumbling and collapse of the borehole walls // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2021, № 4, С. 17–22.
- Агзамов, Ф.А. Химия тампонажных и промывочных растворов: учеб. пособие / Ф.А. Агзамов, Б.С. Измухамбетов, Э.Ф. Токунова. – СПб.: ООО «Недра», 2011. – 268 с.
- Булатов А.И., Проселков Е.Ю., Проселков Ю.М. Бурение горизонтальных скважин: справочное пособие. – Краснодар: Издательство «Советская Кубань», 2008. – 424 с.
- Буровой раствор, содержащий полимер, и применение полимера в буровом растворе: пат. 2388782 РФ // Каражиянни Катерина, Лабо Мари-Пьер, Деблок Элиз – 2008101542/03; заявл. 15.06.2006, опубл. 10.05.2010, бюл. № 13.
- Буянова М. Г. Разработка технологии применения и совершенствования составов модифицированного бурового раствора для повышения эффективности строительства скважин. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. Уфа – 2021. С. 190.
- Васильченко С.В. О теории и практике борьбы с разрушениями стенок скважин // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2009. – № 4. – С. 22–27.
- Ганджумян Р.А. Инженерные расчеты при бурении глубоких скважин: Справочное пособие под общ. ред. А.Г. Калинина / Р.А. Ганджумян, А.Г. Калинин, Б.А. Никитин. – М.: Недра, 2000.
- Гришювец В.Ю., Давыдов Ю.С., Редкин Т.А., Николаев Л.В., Карпиков А.В. Преимущества применения буровых растворов на углеводородной основе при бурении нефтяных и газовых скважин // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН – 2013, № 2 (43) С. 95–102.
- Губанов В.Н., Лопатин Д.В., Сычев В.С., Толстоухов А.А. Книга инженера по растворам ЗАО «Сибирская Сервисная Компания» под общей редакцией Добросмыслова А.С. Для специалистов в области бурения скважин. Изд. «Гарусс». Москва. 2006. 549 с.
- Егорова Е.В. Разработка ингибирующего бурового раствора для бурения в глинистых отложениях. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. Филиал «Астрахань бурение» ООО «Газпром бурение» – 2010 г.

- Зайцев А.А. Исследование реологических свойств растворов ксантановой смолы и крахмала для оценки межмолекулярного взаимодействия данных реагентов в биополимерных буровых растворах. Магистерская диссертация. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2018 г.
- Ивачев Л.М. Промывочные жидкости и тампонажные смеси. М.: Недра, 1987.
- Ингибирующий буровой раствор для бурения в неустойчивых терригенных отложениях: пат. 2755108 РФ // Бакиров Д.Л., Бабушкин Э.В., Фаттахов М.М., Ваулин В.Г., Бакаев Е.Ю., Буянова М.Г. – 2020128054; заявл. 21.08.2020, опубл. 13.09.2021, бюл. № 26.
- Калинин Н.Г. Бурение нефтяных и газовых скважин (курс лекций): Учебник А.Г. Калинин, Российский государственный геологоразведочный университет / Серия «Золотой фонд Российской нефтегазовой литературы». – М.: Изд. ЦентрЛитНефтеГаз, 2008.
- Леушева Е.Л., Моренов В.А. Буровые технологические жидкости: Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. 2018. 52 с.
- Леушева Е.Л., Страупник И.А. Бурение нефтяных и газовых скважин: Методические указания к лабораторным работам для студентов направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело» / Санкт-Петербургский горный университет. 2019. 35 с.
- Литвиненко В.С. Основы бурения нефтяных и газовых скважин: Учебное пособие / В.С. Литвиненко, А.Г. Калинин. – Серия «Золотой фонд Российской нефтегазовой литературы». – М.: Высш. шк., 2007.
- Недолыко Н.М., Ежова А.В. Петрографические исследования терригенных и карбонатных пород-коллекторов: учебное пособие. Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 172 с.
- Овчинников В.П., Аксенова Н.А., Каменский Л.А., Федоровская В.А. Полимерные буровые растворы. Эволюция «из грязи в князи» // Технологии. Бурение и нефть – 2014, № 12, с. 24–28.
- Овчинников В.П., Аксенова Н.А. Буровые промывочные жидкости: Учеб. пособие для вузов. – Тюмень: Изд-во «Нефтегазовый университет», 2008. – 309 с.
- Пуля Ю.А., Мурадханов И.В. Буровые промывочные и тампонажные растворы: учебно-методическое пособие. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014 – 106 с.
- Покрепин Б.В. Разработка нефтяных и газовых месторождений: учебное пособие, 2-е издание. С. 125.
- Рыбальченко Ю.М., Савенок О.В., Третьяк А.Я. Буровые промывочные жидкости: учебное пособие. – Новочеркасск: ЛИК, 2014. – 374 с.
- Третьяков И.А. Преимущества применения буровых растворов на углеводородной основе при бурении нефтяных и газовых скважин // Журнал «Трибуна ученого» – 2020, № 11, с. 122–128.
- Хвоцкин П.А., Некрасова И.Л., Гаршина О.В., Конесев Г.В. Утяжеленный инвертный эмульсионный раствор с регулируемым реологическим профилем для строительства горизонтальных скважин // Нефтегазовое дело. Бурение скважин – 2015, т. 13, № 1, с. 35–44.

KEYWORDS: horizontal well, terrigenous deposits, screes, collapses, drilling mud, mud properties, polymer.

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ СНИЖЕНИЯ РИСКОВ ПРИХВАТОВ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ

## в процессе строительства скважин в сложных горно-геологических условиях

НЕ СМОТЯ НА ТО, ЧТО ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ БУРОВАЯ ТЕХНИКА СТАЛА БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЙ, НЕФТЯНЫЕ КОМПАНИИ ПРОДОЛЖАЮТ НЕСТИ ВРЕМЕННЫЕ И ФИНАНСОВЫЕ ЗАТРАТЫ, ВЫЗВАННЫЕ ТАКИМИ ПРОБЛЕМАМИ, КАК ПРИХВАТЫ ТРУБ, ПОТЕРЯ ОБОРУДОВАНИЯ ИЛИ БУРОВОГО РАСТВОРА. СОКРАТИТЬ ЭТИ ИЗДЕРЖКИ МОЖНО БЛАГОДАРЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ПОСРЕДСТВОМ ОПТИМАЛЬНОГО СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ БУРЕНИЯ

ALTHOUGH DRILLING TECHNOLOGY HAS BECOME MORE EFFICIENT OVER THE PAST 20 YEARS, OIL COMPANIES CONTINUE TO INCUR TIME AND COST LOSSES CAUSED BY PROBLEMS SUCH AS PIPE STICKING, LOSS OF EQUIPMENT OR DRILLING FLUID. THESE COSTS CAN BE REDUCED BY PREDICTING THROUGH THE OPTIMAL COLLECTION AND ANALYSIS OF DRILLING DATA

Ключевые слова: бурение, прихват бурильных труб, строительство скважины, сложные горно-геологические условия, снижение рисков.

**Кузнецова Дарья Александровна**  
студент

**Фролова Мария Сагитовна**  
и.о. проректора по учебной работе, к.т.н.

**Щербакова Ксения Олеговна**  
преподаватель кафедры СТБС

**Овезов Батыр Аннамухаммедович**  
преподаватель кафедры СТБС

ФГБОУ ВО «Российский геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ)

Проблемы, связанные с прихватом бурильных и обсадных труб, являются наиболее частыми в процессе бурения и требуют больше времени для исправления. Признаки, указывающие на возможные проблемы, проявляются уже в процессе бурения. Эти сигналы возникают до того, как проблема станет очевидной, что дает возможность ее предотвратить.

Осложнения, вызванные прихватом труб, могут быть как незначительными, ведущими

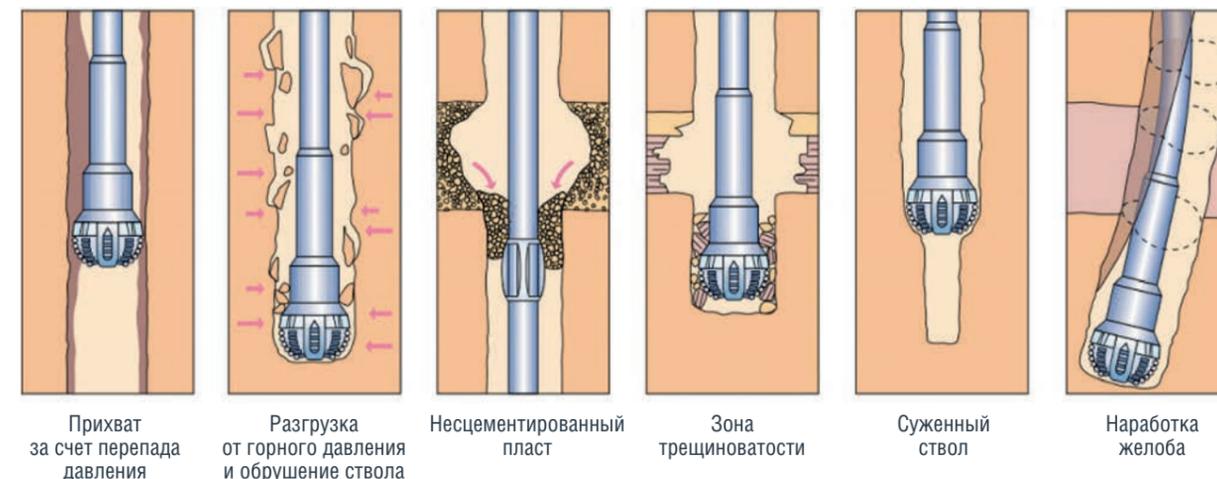
лишь к небольшому увеличению стоимости бурения, так и серьезными, которые могут стать причиной потери бурильного инструмента или привести к ликвидации самой скважины.

Способ ликвидации прихвата зависит от вида прихвата и обусловлен причинами возникновения данного осложнения, поэтому для выбора правильного способа ликвидации прихвата ликвидации, важно разобраться в причинах осложнения (рис. 1) [2].

Сегодня существует несколько точек зрения на природу возникновения прихвата. В своих опытах В.С. Баранов исследовал кинетику изменения прочности и влажности фильтрационной корки в зоне сдвига и установил, что нижние слои корки (прилегающие к поверхности, на которой отлагается корка) обладают большей плотностью и прочностью, чем верхние. В нижних слоях корки непрерывное постепенное уплотнение и отжимание содержащейся в них воды обуславливает не только резкое уменьшение проницаемости при высоких перепадах давления и под действием фактора времени, но и увеличивает их сопротивление сдвигу.

УДК 622.24.053.6

РИС. 1. Осложнения и аварии



Верхняя же часть корки остается более обводненной, обладает весьма малой механической прочностью и меньшим сопротивлением сдвигу [3].

Нарушение устойчивости горных пород, помимо непосредственного вызова неожиданного или мгновенного прихвата (например, при сильных осыпях, обвалах, вытекания горных пород), может косвенно способствовать прихвату инструмента, вызывая, с течением времени, набухание или сужение ствола, осыпи, образование каверн и т.д. Незначительные, труднофиксируемые осыпи пород при недостаточной очистке бурового раствора могут приводить к его загрязнению, а плохие реологические свойства – к ухудшению очистки ствола и забоя скважины, что опосредованно увеличивает вероятность возникновения и силу прихвата, особенно в наклонно-направленных и горизонтальных скважинах. Поэтому вопрос качественной очистки скважин от шлама и предупреждения, тем самым, осложнений и прихватов бурильных труб и инструмента уделяется большое внимание.

Многие исследователи возникновения прихвата связывают с перепадом давления, обусловленным разностью между гидростатическим давлением столба бурового раствора и пластовым давлением в интервалах залегания проницаемых пород. В некоторых работах высказывается мнение, что прихваты возникают путем воздействия на трубы полной величины гидростатического давления при их полном контакте

со стенками скважины (явление, подобное прижатию подводной лодки ко дну океана). Контакт колонны трубы с фильтрационной коркой вызывает ее деформацию с течением времени под действием прижимающих сил, возникающих от нормальной составляющей веса колонны к плоскости контакта, и, особенно, перепада давления. Деформация корки также будет происходить из-за увеличения абсолютного значения гидростатического давления в скважине. Это означает, что начальная плотность корок, отложившихся на большей глубине, будет выше.

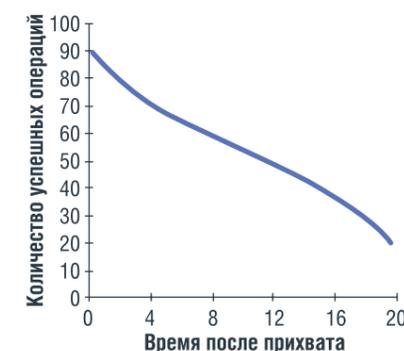
Степень деформации фильтрационной корки, согласно экспериментальным данным, закономерно меняется в зависимости от нагрузки и времени. Наибольшая деформация корки происходит в первые 15–20 минут контакта с трубой. В дальнейшем интенсивность деформации снижается и максимальное вдавливание достигается уже через 60 минут контакта. Повышение  $\Delta P$  до 5 МПа и более существенно не укрепляет структуру корки. Следовательно, в этой области перепадов давления достигается близкое к предельному уплотнению корки [4].

Для быстрой ликвидации возникшего прихвата и предупреждения осложнений при проходке прихватоопасных интервалов рекомендуется включать в КНБК специальный ясс – гидроударник, приводимый в действие в случае возникновения прихвата.

Яссы предназначены для освобождения прихваченного в скважине бурового инструмента. Освобождение происходит в результате нанесения ударов по месту прихвата.

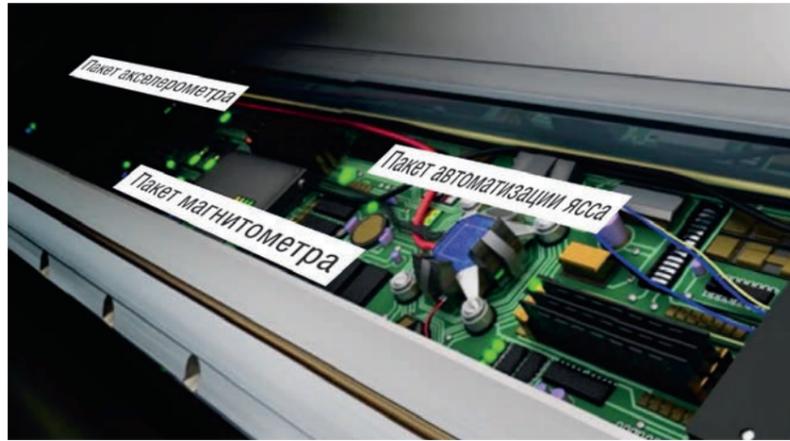
Для получения максимальной эффективности, ясс необходимо размещать как можно ближе к месту ожидаемого прихвата, но не менее чем в двух УБТ (утяжеленные бурильные трубы) над верхним стабилизатором. При прихвате под воздействием перепада давлений ясс устанавливают как можно выше в КНБК.

РИС. 2. Эффективность применения яссов



Яссы, конечно, не уменьшают количество прихватов, но они оказывают непосредственное влияние на застрявшую область. Согласно результатам исследований, в период от 0 до 6 часов после прилипания колонна была выпущена в 57% случаев. В период с 6 до 18 часов успешный исход снижается до 39% (рис. 2).

РИС. 3. Автоматическое принятие решений в процессе бурения



Также необходимо учитывать геологические условия и угол кривизны скважины.

Все это говорит о перспективе внедрения автоматического принятия решения для активизации ясса (рис. 3). Во время бурения есть признаки, которые могут быть связаны с причинами возникновения осложнений. Эти признаки возникают до прихвата и могут быть использованы для принятия решения до возникновения аварийной ситуации.

Предлагается применять метод FMEA (англ. Failure Mode and Effects Analysis), который был разработан в 50-х годах XX века и сначала применялся для авиационной и космической техники. В настоящее время он широко используется в секторах с высоким уровнем риска, таких как аэрокосмическая и оборонная промышленность.

FMEA – это процедура, с помощью которой проводится анализ всех возможных ошибок системы и определения результатов или эффектов на систему с целью классификации всех ошибок относительно их критичности для работы системы.

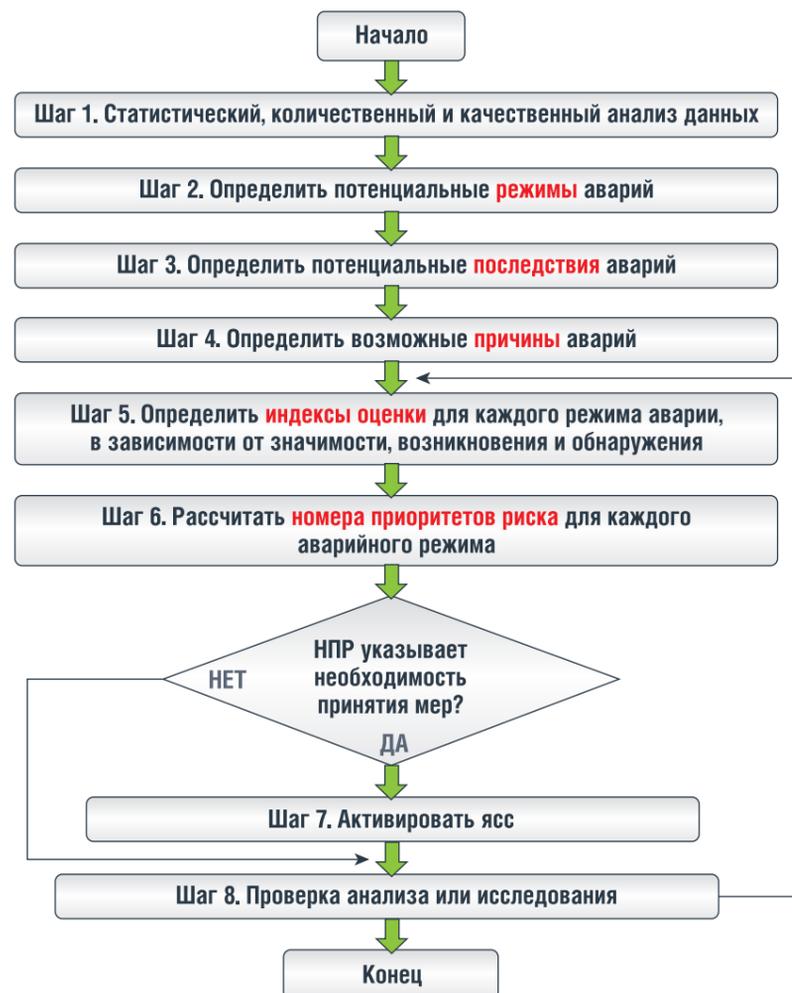
Количественные оценки значимости, возникновения и обнаружения потенциальных несоответствий или их причин определяются на основе статистических данных с помощью соответствующих типовых шкал (от 1 до 10).

Расчет числа приоритетов риска для каждого аварийного режима используется следующий алгоритм:

$$\text{НПР} = 3 * \text{В} * \text{О}$$

Номер приоритета риска (НПР): это математический продукт между индексом значимости (З), возникновения (В) и обнаружения (О). Результирующее значение может варьироваться от 1 до 1000, где 1000 соответствует

РИС. 4. Блок-схема методологии FMEA



наибольшему потенциалу риска. С помощью этого метода можно создать структурные связи причин и следствий для каждого из признаков, в результате можно определить сигналы, которые в наибольшей степени связаны с каждым типом проблемы прихвата труб. Схема процедуры для метода FMEA показана ниже.

Во время бурения есть признаки, которые могут быть связаны с причинами и следствием определенных проблем и осложнений, эти сигналы возникают до самой проблемы и могут быть исправлены до возникновения опасной ситуации. Таким образом, чтобы связать эти сигналы с наиболее вероятным типом проблемы, будем использовать метод FMEA, аналогично с целью прогнозирования осложнения на основе идентифицированных сигналов, будем применять метод ARIMA.

Модель ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) – это один из наиболее распространенных методов анализа и прогнозирования временных рядов. Эта модель позволяет обработать данные временного ряда, чтобы лучше понять этот ряд или предсказать его развитие.

ARIMA использует три основных параметра (p, d, q), которые выражаются целыми числами. Потому модель также записывается как ARIMA (p, d, q). Вместе эти три параметра учитывают периодичность, тенденцию в наборах данных.

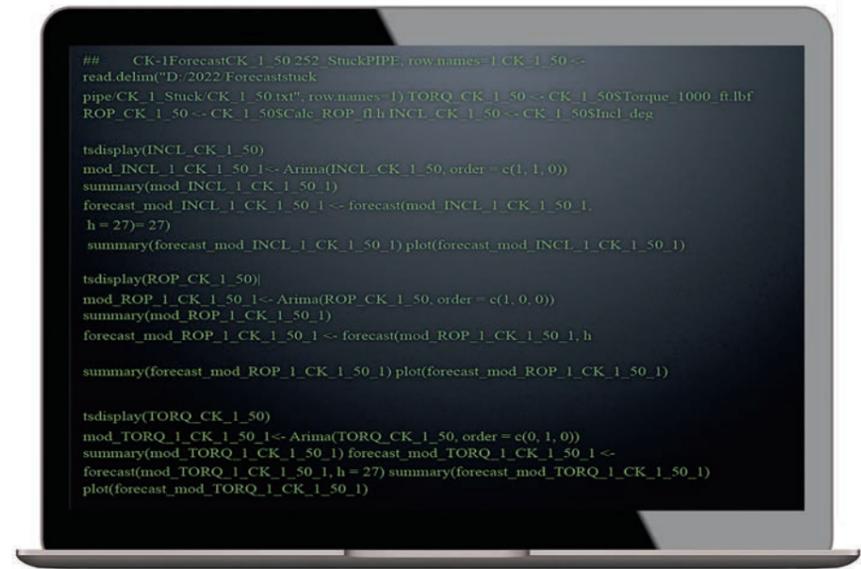
Для отслеживания периодичности используется периодическая модель ARIMA – ARIMA (p, d, q) (P, D, Q) s. Здесь (p, d, q) – непериодические параметры, а (P, D, Q) применяются к периодической составляющей временного ряда. Параметр s определяет периодичность временного ряда.

Процедура анализа по методу ARIMA состоит из следующих этапов:

- сбор данных по времени;
- предварительный исследовательский анализ и выбор параметров исследования;
- моделирование параметров (рис. 5);
- оценка и анализ результатов. Моделирование информации выполняется с помощью программы Rstudio.

Можно предсказать поведение скважины задолго до начала осложнений. С применением метода FMEA осложнения прихвата бурильных труб были разделены на 7 подкатегорий в зависимости от типа причины, кроме того, установлено

РИС. 5. Код программирования ARIMA



33 признака, связанных с причиной и следствием определенных осложнений (таб. 1).

По данным уровням риска можно принять решение, когда необходимо активировать ясса.

Лучшим способом предотвращения риска прихвата труб является использование двух методов, потому что благодаря результатам метода FMEA возможно идентифицировать признаки и прогнозировать тип осложнений, которые могут возникнуть с применением модели ARIMA.

Грамотная оценка риска потенциальных осложнений сводит возникновение прихватов к минимуму. Благодаря революции больших данных, оптимизация затрат по-прежнему имеет большой потенциал в буровых работах.

Во время бурения есть признаки, которые могут быть связаны с возникновением аварийных ситуаций. Эти признаки возникают до прихвата и могут быть использованы для принятия решения до возникновения аварийной ситуации. ●

**Литература**

1. Абатуров В.Г. Бурение в сложных геологических условиях. Часть 1. Аварии, их предупреждение и ликвидация: курс лекций. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1995. – 60 с.
2. Предупреждение и ликвидация осложнений, аварий и брака при строительстве скважин. И.Г. Яковлев, В.П. Овчинников, А.Ф. Семенов, Т.М. Семенов, – Тюмень: ТюмГНГУ, 2014
3. Баранов В.С. Глинистые растворы для бурения скважин в осложненных условиях. М.: Гостехиздат, 1955. – 552 с.
4. Основа нефтегазопромыслового дела: Учебник для вузов обучение по направлению «Нефтегазовое дело», рек. МО РФ В.И. Кудинов – М.: Ижевск: ин-т компьютерных исследований: УдГУ, 2004 – 727 с.
5. Нескоромных В.В. Бурение скважин: учеб. пособие для вузов / В.В. Нескоромных. М-во образования и науки РФ. Сиб. федер. ун-т, Сиб. эксперт. клуб. – М.: ИНФРА-М, Красноярск: СФУ, 2015. – 351 с.
6. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: учебник для вузов, обуч. по спец. «Бурение нефтяных и газовых скважин». Рек. МО РФ А.Н. Попов, А.И. Спивак, Т.О. Акбулатов [и др.]: под общ. ред. А.И. Спивакова. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Недра, 2007.

ТАБЛИЦА 1. Оповещения по уровню риска

Рассчитанное изменение	УРОВЕНЬ РИСКА		
	низкий	средний	высокий
ROP	менее 1	от 1 до 3	больше 3
TORQUE	менее 0,96	от 0,96 до 1,05	больше 1,05
INCL	менее 0,9	от 0,9 до 1	больше 1

KEYWORDS: drilling, taking drill pipes, well construction, difficult mining and geological conditions, risk reduction.

Полная версия журнала  
доступна по подписке