



УВЕЛИЧЕНИЕ
НЕФТЕОТДАЧИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
С ТРИЗ

БИОПОЛИМЕРНОЕ
ЗАВОДНЕНИЕ

УСЛОВИЯ
ЗАЛЕГАНИЯ НЕФТИ
БАЖЕНОВСКОЙ
СВИТЫ

Нефтегаз.RU

ДЕЛОВОЙ ЖУРНАЛ

ИНТЕРЕСНО О СЕРЬЕЗНОМ

ISSN 2410-3837

2 [146] 2024

МУН И КИН



Входит в перечень ВАК

РЕКЛАМА

ВСЕЛЕННАЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТЭК

Проект о космических технологиях
на службе отрасли

спецпроект
Neftegaz.RU

kosmos.neftegaz.ru





Биополимерное заводнение для интенсификации добычи нефти

▶ ПРОСЛУШАТЬ СТАТЬЮ

20



Разработка нефтяной залежи на режиме растворенного газа с возможностью управления зонами дренирования пласта

▶ ПРОСЛУШАТЬ СТАТЬЮ

38

СОДЕРЖАНИЕ

Перспективные композиции на основе глубоких эвтектических растворителей для увеличения нефтеотдачи месторождений с ТриЗ



42



Влияние ингибирующей композиции на реологические свойства высокопарафинистой нефти

▶ ПРОСЛУШАТЬ СТАТЬЮ

54

Эпохи НГК 4

РОССИЯ *Главное*

НДД для МУН и КИН 6

А. Новак о ТЭК России 8

События 10

Первой строчкой 12

НЕФТЕСЕРВИС

Вызовы и решения: технологический подход к эксплуатационному бурению в «Газпромнефть-Заполярье» на примере Чайнинского НГКМ 14

Биополимерное заводнение для интенсификации добычи нефти 20

Результаты комплексных исследований термохимической технологии повышения нефтеотдачи пластов высоковязкой нефти 24

НЕФТЕСЕРВИС

Камертонные датчики и стеклянные зонды для измерения вязкости 33

Разработка нефтяной залежи на режиме растворенного газа с возможностью управления зонами дренирования пласта 38

ПРОМЫСЛОВАЯ ХИМИЯ

Перспективные композиции на основе глубоких эвтектических растворителей для увеличения нефтеотдачи месторождений с ТриЗ 42

Влияние ингибирующей композиции на реологические свойства высокопарафинистой нефти 54

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

Пакерные резины производства ООО «ОЗ РТИ-Подольск»: от теории к рабочим кейсам и собственным технологиям 58



Ультразвуковая обработка высокопарафинистой нефти: влияние на структуру и состав осадков

▶ ПРОСЛУШАТЬ СТАТЬЮ

60

Методы внутрипластовой генерации водорода из углеводородного сырья



66

Вариации состава добываемой нефти как способ уточнения механизма и пространственной геометрии питания скважин



72

Условия залегания нефти баженовской свиты



▶ ПРОСЛУШАТЬ СТАТЬЮ

80

ПРИКЛАДНАЯ НАУКА

Ультразвуковая обработка высокопарафинистой нефти: влияние на структуру и состав осадков 60

ПРОМБЕЗОПАСНОСТЬ

Тепловизионные камеры INFIRAY для обеспечения безопасности на объектах ТЭК 64

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Методы внутрипластовой генерации водорода из углеводородного сырья 66

ДОБЫЧА

Вариации состава добываемой нефти как способ уточнения механизма и пространственной геометрии питания скважин 72

Россия в заголовках 77

ЦИФРОВИЗАЦИЯ

Научные решения релейной защиты от НПП «Микропроцессорные технологии» 78

ГЕОЛОГОРАЗВЕДКА

Условия залегания нефти баженовской свиты 80

Хронограф 87

ГОСРЕГУЛИРОВАНИЕ

Механизм государственного регулирования нефтегазового комплекса 88

БУРЕНИЕ

Промышленный дизайн долот для бурения нефтяных и газовых скважин 94

Новости науки 102

Нефтегаз Life 104

Классификатор 106

Цитаты 112

323 года назад

В 1701 году в Двинской летописи были записаны сведения о том, что племя чудь на р. Ухта собирает из ям нефть и использует ее в качестве лекарства. Также летопись упоминает, что в 1597 году крестьяне привезли «горючую воду» в Москву.

303 года назад

В 1721 году Г. Черепанов, который «в стране Коми» нашел капельный выход нефти со дна р. Ухты, сообщил о нем в Берг-коллегию. Пробы нефти он доставил в Москву, откуда их отправили для исследования в Голландию.

193 года назад

В 1831 году П. Филиппс открыл производство серной кислоты контактным методом, окисление осуществлялось на платиновом катализаторе.

183 года назад

В 1841 году создана первая геологическая карта Европейской части России в масштабе 30 верст в дюйме.

156 лет назад

В 1840 году в Литве в г. Ковно был введен в действие первый суперфосфатный завод.

133 года назад

В 1891 году во Франции организовано производство соды по способу Леблана.

108 лет назад

В 1916 году начала свою деятельность Ассоциация производителей резервуаров.

105 лет назад

В 1919 году в Петрограде создан Российский институт прикладной химии, впоследствии переименованный в Государственный институт прикладной химии – ГИПХ.

104 года назад

В 1920 году создано первое в СССР высшее отраслевое учебное заведение – Московский химико-технологический институт им. Д. И. Менделеева.

76 лет назад

В 1948 году у деревни Ромашкино бригадой мастера С. Кузьмина и бурильщика Р. Халикова вскрыт девонский пласт и получен фонтан дебитом более 120 тонн в сутки. Так было открыто Ромашкинское месторождение.

Издательство Neftegaz.RU

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор
Ольга Бахтина

Шеф-редактор
Анна Павлихина

Редактор
Анастасия Никитина

Аналитики
Анатолий Чижевский
Дарья Беляева

Журналисты
Анна Игнатьева
Елена Алифирова
Анастасия Гончаренко
Анастасия Хасанова
Анна Шевченко
Полина Паршинова

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., ФГОБУ 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



Издательство:
ООО Информационное агентство
Neftegaz.RU

Директор
Ольга Бахтина

Отдел рекламы
Дмитрий Аверьянов
Валентина Горбунова
Анна Егорова
Марина Шевченко
Галина Зуева
Евгений Короленко

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

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

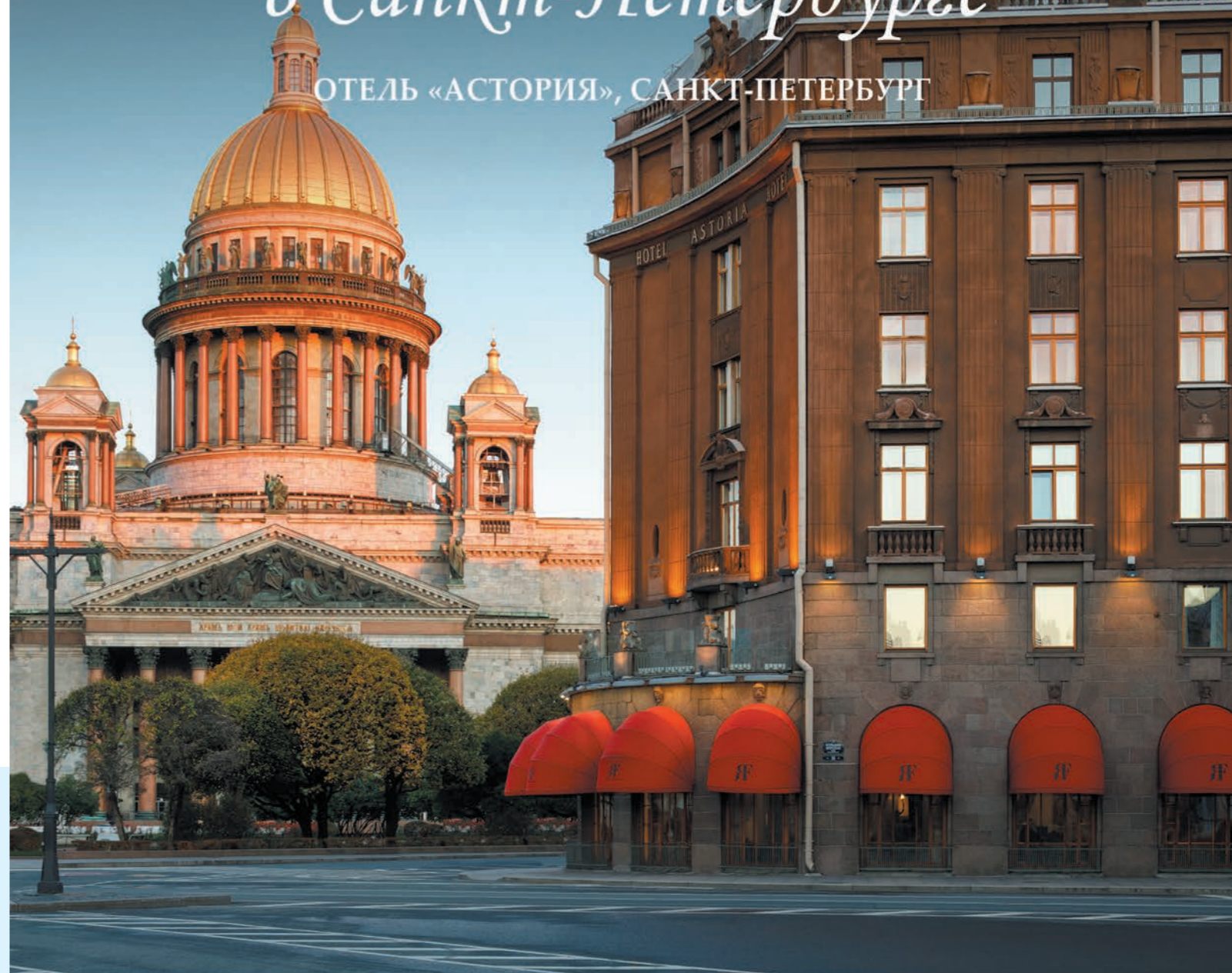
Отпечатано в типографии
«МЕДИАКОЛОР»

Заявленный тираж
8000 экземпляров



Ваши роскошные выходные в Санкт-Петербурге

ОТЕЛЬ «АСТОРИЯ», САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



реклама



HOTEL ASTORIA
ST PETERSBURG

A ROCCO FORTE HOTEL

Исаакиевская пл. / Ул. Большая Морская, 39, Санкт-Петербург, 190031, Россия

Тел. +7 812 494 5757

roccofortehotels.com

46 %
нефти добывается
в России на льготных
условиях

Из 18 млрд т разведанных
в России запасов нефти
12 млрд т
приходится на ТРИЗ

В 2023 году дефицит
федерального бюджета
превысил
3,2 трлн руб.

КИН в России
составляет
25 %

НДД для МУН и КИН

Анна Павлихина

В начале февраля Минфин и Минприроды вернулись к рассмотрению давнего вопроса о господдержке месторождений с трудноизвлекаемыми запасами, на которых применяются методы увеличения нефтеотдачи пласта. Налоговое стимулирование в виде перевода с налога на добычу полезных ископаемых на налог на дополнительный доход в качестве меры, направленной на поддержание добычи нефти, обсуждается не впервые.

В 2005 году была сформирована программа по преодолению падения нефтедобычи, согласно положениям которой в Закон «О недрах» и Налоговый кодекс должны были быть внесены изменения, способствующие повышению рентабельности внедрения технологий, направленных на повышение нефтеотдачи на месторождениях с ТРИЗ. В 2008 году концепцию по сохранению уровня извлечения нефти дорабатывала комиссия, созданная при Росэнерго. Ее эксперты настаивали на освобождении от налогов добычи с применением МУН на 5–7 лет, что в конечном результате должно было существенно повысить прирост запасов.

В 2019 году нефтяная отрасль частично перешла на НДД. Таким образом, с компаний, осуществляющих добычу трудноизвлекаемых запасов, налоговая нагрузка была снята в настоящем моменте и перенесена на прибыль в будущем. Предполагается, что такая мера простимулирует недропользователя инвестировать в разработку новых месторождений и увеличивать коэффициент извлечения нефти на старых.

Эта система налогообложения очень понравилась нефтяникам, ведь сегодня из 18 млрд тонн разведанных в России запасов нефти 12 млрд тонн приходится на ТРИЗ и их доля продолжает увеличиваться. Сегодня к месторождениям с трудноизвлекаемыми запасами относят залежи кумско-керестинской свиты



на Северном Кавказе, отложения палеозоя Западной Сибири, нефть баженовских, абалакских, хадумских и доманиковых продуктивных отложений, сверхвязкую нефть, а также залежи низкопроницаемых ачимовских отложений. Этот список постоянно пополняется не только количественно, но и номенклатурно.

Очевидно, что добыча углеводородов на этих месторождениях требует внедрения технологий, способствующих повышению нефтеотдачи, что увеличивает капитальные и текущие затраты и снижает инвестиционную привлекательность. Стимулировать недропользователей к разработке таких месторождений можно с помощью налоговых льгот.

Этот механизм заработал с введением НДД, на тот момент доля нефти, добываемой на льготных условиях, составляла 9%. Сегодня на льготных условиях

добывается 46% нефти, что совсем не радует Минфин, так как с увеличением количества месторождений, попадающих под льготу растет и сумма выпадающих доходов бюджета.

В то же время Минэнерго и Минприроды настаивают на том, что расходы государства при льготном налогообложении невелики, а добыча и, следовательно, доход от увеличившейся налогооблагаемой базы – существенно выше. Этот аргумент Минфин не устраивает и осенью прошлого года, сочтя механизм НДД неэффективным, ведомство предложило сократить льготы по НДД.

Учитывая, что доля месторождений с ТРИЗ постоянно увеличивается, рано или поздно все углеводороды могут оказаться в категории трудноизвлекаемых. В то же время в 2023 году дефицит федерального бюджета превысил 3,2 трлн рублей. Это значит, что

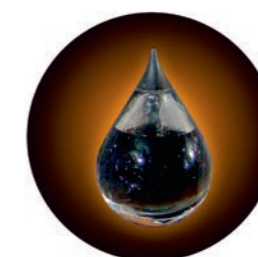
Минфин будет вынужден искать дополнительные источники пополнения казны, а вопрос о налоговом стимулировании добычи ТРИЗ будет рассмотрен с точки зрения скорости поступлений финансов в бюджет, в то время как НДД предполагает обратный принцип.

Кроме перехода на льготное налогообложение добычи на месторождениях с применением МУН, рассматривается также вопрос о подобных льготах при использовании методов увеличения коэффициента извлечения нефти. Степень выработки месторождений – вопрос, который становится все более актуальным из года в год. Если в 60-х годах прошлого века КИН в России составлял 51%, то сегодня – 25%. Увеличить КИН можно посредством применения соответствующих технологий, внедрение которых также требует дополнительных затрат.

Поэтому Минфин справедливо задается вопросом, что именно следует финансировать – МУН или КИН, намекая, что министерство будет считать наиболее привлекательными те технологии, которые позволят получить отдачу от льгот больше и быстрее.

Перетягивание каната Минфином и Минэнерго в целом сводится к противопоставлению двух интересов: текущей необходимости и потенциальной выгоды, при которых, с одной стороны, налоговые поступления от ТЭК составляют почти треть бюджета, это отрасль донор, а не реципиент, с другой стороны, доля ТРИЗ постоянно растет, и поддержка сложной добычи становится важной задачей, если государство и в будущем надеется рассматривать отрасль как основного налогоплательщика.

Номер журнала, который вы держите в руках, посвящен вопросам увеличения методов нефтеотдачи, разработанных российскими учеными с целью повышения технологической и экономической разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. ●



А. НОВАК О ТЭК РОССИИ

Елена Алифирова

В Совете Федерации состоялся «открытый диалог» с вице-премьером РФ А. Новаком, основной темой которого стало развитие топливно-энергетического комплекса в России.

Среди приоритетов энергетической политики страны А. Новак назвал обеспечение национальной энергетической безопасности, бесперебойное снабжение энергоресурсами, стабильные поставки топлива на внутренний рынок.

Согласно озвученным данным, добыча нефти и газового конденсата в России в 2023 г. снизилась на 0,9% относительно 2022 г. и составила 530,6 млн т, экспорт нефти сократился на 3,3%, до 234,3 млн т, 85% ушло в восточном направлении, 15% – в западном, первичная переработка нефти выросла на 1,1%, до 275 млн т, производство автомобильных бензинов выросло на 3,1%, до 43,9 млн т, дизельного топлива – на 3,5%, до 88,1 млн т, глубина переработки нефти составила 84,1%, сохранившись на уровне 2022 г.

Добыча газа снизилась на 5,5%, до 636,9 млрд м³, экспорт трубопроводного газа упал на 29,9%, до 99,6 млрд м³, СПГ – снизился на 1,9%, до 45,4 млрд м³. Поставки газа на рынок возросли на 2,8%, до 500 млрд м³, потребление газа в качестве моторного топлива увеличилось на 29,4%, до 2,2 млрд м³, производство крупнотоннажных полимеров снизилось на 2,8%, до 6,9 млн т.

Добыча угля снизилась на 1,1%, до 438,7 млн т, экспорт сократился на 3,9%, до 212,5 млн т, поставки на внутренний рынок – на 0,2%, до 181,2 млн т.

Потребление электроэнергии выросло на 1,4%, до 1,139 трлн кВт·ч, выработка – на 1,1%, до 1,151 трлн кВт·ч, установленная мощность увеличилась на 0,3%, до 254,3 ГВт, выработка ВЭС выросла на 11,5%, до 6,3 млрд кВт·ч, СЭС – на 4%, до 2,6 млрд кВт·ч.

Также А. Новак сообщил, что по итогам 2023 г. в России было построено 712 быстрых зарядных станций для электромобилей, еще более 1,1 тыс. быстрых и около 3,3 тыс. медленных зарядок планируется построить в 2024 г. ●

Рейтинги Neftegaz.RU

Эксперты Минпромторга и Минэнерго подсчитали, что разработка российского оборудования для нефтегазовой отрасли обойдется в 19,8 млрд рублей в период с 2023 по 2030 год. Доля импортозамещающих технологий и оборудования растет, но возможно и надо ли стремиться к стопроцентной независимости от импорта в вопросе высоких технологий для ТЭК?

Возможно ли абсолютное импортозамещение в российском ТЭК?

18%
Да, в исследовательских центрах создаются новые технологии, но надо способствовать их более быстрому внедрению

21%
Нет, импортозамещение – это не разовый процесс, чтобы отрасль оставалась конкурентоспособной, надо не только производить аналоги иностранного оборудования, но быть на шаг впереди

19%
Да, иностранное оборудование можно заменить отечественным, если будет достойное финансирование

17%
Нет, абсолютное импортозамещение технологий и оборудования, соответствующих последнему слову науки, не под силу ни одной стране

25%
Да, но такое импортозамещение будет носить догоняющий характер и потребует слишком больших вложений

Представитель фракции КПРФ предложил обменивать российскую нефть на тюльпаны и другие цветы из Кении, Эквадора и Колумбии. В 2023 году рассматривалась возможность обмена российской нефти на орехи и другие продукты из Афганистана. Надо ли переходить на натуральный обмен, когда вопрос касается торговли углеводородами?

Целесообразно ли переходить на натуральный обмен в нефтегазовой отрасли?

10%
Да, нефть становится валютой и ее можно обменивать на необходимые товары

18%
Нет, ценность нефти в том, что ее можно продать за валюту, на которую можно купить технологии

17%
Да, если нет другого варианта приобрести импортный товар

9%
Нет, такой обмен не эквивалентен

20%
Да, натуральный обмен сокращает количество операций в товарообороте

16%
Нет, нефть – это невозполнимый ресурс и обменивать ее на продукты сельского хозяйства невыгодно

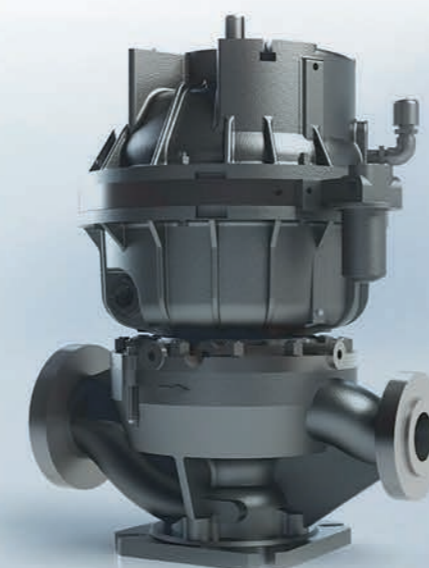


ВАРТЕЕС LTD

ПРЕЖНЕЕ НАЗВАНИЕ «BEIJING AEROSPACE PETROCHEMICAL TECHNOLOGY AND EQUIPMENT ENGINEERING CORPORATION LIMITED»



Высокоскоростной центробежный насос со встроенным редуктором (API 610 OH6)



Вертикальный насос (OH6)

Насосные агрегаты • Запасные части • Сервис

- ▶ **Расход** 1~360 м³/ч, напор: 80~3600 м
- ▶ **Мощность двигателя** 5,5~2000 кВт
- ▶ **Температура** -130~+340 °С
- ▶ **Область применения:** нефтеперерабатывающая, нефтехимическая, химическая отрасли
- ▶ **Типичное применение:** этилен, пропилен, ПЭ, ПП, ТФК и др.
- ▶ **ISO Сертификаты:** ISO9001, ISO14001, OHSAS 18001
EAC Сертификаты: TP TC 010/2011, TP TC 012/2011, TP TC 020/2011
- ▶ **Квалифицированный поставщик:** BASF, BP, CTCL, Daelim, Enter, Fluor, Foster Wheeler, GS, Hyundai, Saipem, Samsung, Tecnimont, Toyo
- ▶ **Насосы применялись** в процессах, лицензированных Invista, BP, Univation, Technip, UOP, Axens, Fluor, Siemens и Johnson Matthey
- ▶ **Конечные потребители в СНГ:** ООО «Амурский газохимический комплекс» (Сибур), Иркутская нефтяная компания, АО «ПОЛИЭФ» (Сибур), Русоксо и ПКОП Шымкентский НПЗ



Цех



Испытательный стенд



Сервис на площадке Сибур

Штаб-квартира г. Пекин, Китай
Контактное лицо: Лю Сяо
Тел: +86-10-87094356, 87094328
+8617319371970
E-mail: liux@calt11.cn, burw@calt11.cn

Авторизованный дилер ООО «Юникс Инжиниринг»
Тел/Факс: +7(495) 648-62-78
E-mail: office@unix-eng.ru

www.calt11.com

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

Второй венка ВСТО
Богучанская ТЭС запущена
Продажа квот
Цены на газ
Южный поток
Дошли руки до Арктики
Северный поток достроили

Зеленый свет климатическим проектам с УЕ

Комитет Госдумы по бюджету и налогам рекомендовал нижней палате парламента принять в первом чтении законопроект, предусматривающий освобождение от налога на добавленную стоимость климатических проектов с углеродными единицами.

Согласно пояснительной записке, мера направлена на стимулирование реализации климатических проектов и на развитие рынка УЕ в целом. В финансово-экономическом обосновании к проекту закона предложено компенсировать выпадающие доходы федерального бюджета за счет увеличения отчислений НДС, которые возникнут в связи со стимулированием деятельности по реализации климатических проектов.

Отчисления будут проводиться в связи с расходами компаний на закупку дорогостоящего оборудования, а также при получении обязательных заключений органов по валидации и верификации парниковых газов в ходе реализации климатических проектов. По словам замглавы Минэкономразвития И. Торосова, Россия тратит 10 млрд руб. в год на климатические проекты, включая высадку лесов и определение поглощающей способности экосистем и океанов.

Китайская нефтегазовая компания Sinorec открыла в провинции Сычуань новое сверхглубокое месторождение сланцевого газа, получившее название Хексинчан. На месторождении пробурили 21 разведочную скважину, средний дебит – 155 000 м³ газа в сутки. Доказанные геологические запасы составляют 133,012 млрд м³

На площадке сооружения АЭС Эль-Дабаа в Египте начался основной этап строительства четвертого энергоблока. АЭС Эль-Дабаа станет первой атомной электростанцией в Египте, она будет состоять из четырех энергоблоков мощностью 1200 МВт каждый с реакторами типа ВВЭР-1200 (водо-водяной энергетический реактор) поколения 3+

СП «Росатома» и «Норникеля» займется добычей лития

Совместное предприятие «Росатома» и «Норникеля» – «Полярный литий» – планирует выпустить первую опытную партию лития объемом 5 тыс. т в 2026 г. Объем инвестиций составляет около 49 млрд руб. В 2024 г. будет разработана технология извлечения лития из сподуменовой руды. Разрабатываемое компанией Колмозерское месторождение – наиболее перспективное месторождение литиевых руд в стране. Оно содержит 18,9% российских запасов лития. Прогнозные ресурсы месторождения по категории P1 составляют 13,5 млн т руды, 152,6 тыс. т оксида лития, 1,215 тыс. т пентоксида тантала и 1,485 тыс. т пентоксида ниобия. Лицензия действует до 20 февраля 2043 г. Проект разработки месторождения предполагает выпуск карбоната и гидроксида лития в объеме 45 тыс. т в год, для достижения этого объема

производства планируется обеспечить добычу руды в объеме 2 млн т в год, т.е. запасы месторождения предполагают возможность добычи в течение 40 лет. Строительство горно-обогатительного комплекса планируется в две очереди: первая, рассчитанная на 400 тыс. т руды в год, должна быть введена в эксплуатацию в 2026 г., с вводом второй очереди, запланированной на 2030 г., добыча вырастет до 2 млн т в год.

43 новых месторождения

Госкомиссия по запасам сообщила, что в 2023 г. российские геологи открыли на территории страны 43 месторождения углеводородного сырья. Общий прирост извлекаемых запасов промышленных категорий (A+B1+C1) составляет 550 млн жидких углеводородов и 705 млрд м³ природного газа.

Также в 2023 г. проведена госэкспертиза 4586 объектов, в том числе по оперативному изменению состояния запасов УВС – 1949, по подсчету геологических запасов – 65, по подсчету извлекаемых запасов – 243, по твердым полезным ископаемым – 297, по подземным водам и подземным сооружениям – 248 объектов. Крупные приросты нефти обнаружены по месторождениям: Ромашкинское – 45,9 млн т и Приобское – 32,3 млн т. В целом в 2023 г. прирост запасов снизился.

В Калининградской области будут производить компоненты для солнечных модулей

В г. Черняховске запущено производство кремниевых пластин ключевого компонента для производства солнечных модулей. На заводе Энкор будут выращивать монокристаллы кремния и выпускать кремниевые пластины для солнечных ячеек суммарной мощностью до 1,3 ГВт в год. Кроме того, завод обеспечит продукцией смежные производства. Объем выпуска кремниевых пластин составит более 200 млн ед. в год.

Следующим этапом развития проекта станет запуск завода по созданию солнечных ячеек из выпускаемых на предприятии кремниевых пластин. Запуск второго завода запланирован на первый квартал 2024 г. Мощность производства составит 1 ГВт в год. Оборудование для завода разработано научно-техническим центром компании Хевел.

Гетероструктурная технология (HJT) предполагает использование двух типов полупроводников – легированных слоев аморфного кремния с положительными носителями заряда (p) и кристаллического кремния с отрицательными носителями заряда (n). Эффект p-n перехода

Правительство РФ поддерживает продление мер по обязательной продаже валютной выручки крупнейшими экспортёрами до конца 2024 г. По словам вице-преьера А. Белоусова эти меры дали возможность покрыть дефицит валюты, необходимой импортерам для сохранения поставок продукции в нашу страну. У ряда компаний это вызвало сложности и создало ситуацию, при которой требуется двойная конвертация

Группа Уралхим и китайская компания Xinjiang Golden Pomegranate Agricultural Import and Export Co. Ltd заключили соглашение о поставках до 600 тыс. т фосфорных и сложных удобрений с 2024 по 2026 г. Поставки будут включать моноаммонийфосфат и комплексные удобрения. Транспортировать удобрения будут по железной дороге

обеспечивает выработку электроэнергии при попадании солнечного света на солнечный элемент.

Саудиты построят НХК в Китае

Саудовская нефтехимическая компания Saudi Basic Industries Corporation (SABIC, подконтрольна Saudi Aramco) приняла окончательное инвестиционное решение по проекту строительства нефтехимического комплекса в китайской провинции Фуцзянь в партнерстве с китайской государственной компанией Fujian Fuhua Gulei Petrochemical. Предприятие будет включать установку крекинга мощностью 1,8 млн т этилена и технологические линии по производству этиленгликоля, полиэтилена, полипропилена, поликарбоната и других продуктов. Стоимость проекта оценивается в 6,4 млрд долл.

Строительство начнется в первой половине 2024 г., опытная эксплуатация – во второй половине 2026 г. Начало коммерческой эксплуатации запланировано на первое полугодие 2027 г.

Нелетная территория


Минэнерго РФ подготовило проект постановления, которым может быть установлена зона ограничения полетов воздушных судов и других летательных аппаратов над объектами ТЭК. Министерство предлагает закрепить в качестве зон безопасности объектов ТЭК не только наземное и водное, но также воздушное пространство, по границам которого будет установлена зона ограничения полетов. Полет любых воздушных судов, а также газовых, тепловых или комбинированных аэростатов (или дирижаблей) и шаров-зондов в этой зоне будет запрещен.

Исключение предлагают ввести только для летательных аппаратов, предназначенных для защиты промышленных объектов, а также рейсов с литерными А и К (присваиваются рейсам президента и премьер-министра России; самолетам с лидерами других стран, главами правительств и правительственных делегаций). Полностью бесполетную зону над объектами ТЭК Минэнерго РФ предлагает вводить только в качестве специальной меры защиты. ●

На **18,5%**,
до **4,5** млн т,
выросла добыча
угля в Приамурье в 2023 г.



На **47%**,
до **13,1**
млн т,
российские
компании увеличили поставки
угля в страны Юго-Восточной
Азии в 2023 г.



На **105%**
восполнил
запасы нефти
РН-Няганьнефтегаз в 2023 г.



100 млрд
руб.
планирует вложить Эн+
в строительство ветропарка
в Амурской области




1,3 трлн
кВт-ч
составило
производство
электроэнергии в России
в рамках Единой
энергосистемы в 2023 г.,
что на **1,11%** выше уровня 2022 г.



До **3** млн
барр./
сутки
Россия сократила морской
экспорт нефти



С **59,8%**
до **83,4%**
Росимущество
увеличило долю участия в ТГК-2




1 млрд долл.
инвестирует
норвежская Crown LNG
в индийский СПГ-терминал
Kakinada LNG, запуск которого
намечен на 2028 г.



36 судов
планирует поставить
заказчикам ОСК в 2024 году



На **5,2%**
вырос грузооборот
российских морских портов
в 2023 году



Еще
1,65 млрд
долл.
направило правительство
Великобритании на подготовку
к строительству третьей
очереди АЭС Sizewell



На **168%**
Оренбургнефть
восполнила
запасы
углеводородов в 2023 г.




До **23** млрд
долл.
ADNOC
увеличит
инвестиции в декарбонизацию




На **0,3%**
НОВАТЭК
увеличил добычу
природного газа
в 2023 г., жидких
углеводородов – на **3,6%**




На **37%**
до **34** млрд руб.
увеличилась выручка
Горнорудного дивизиона
Росатома в 2023 г.



На **10,7%**
Япония сократила
импорт СПГ из
России в 2023 г.



\$7,3 млрд
заплатит
американская
Sunoco LP при покупке
оператора сети трубопроводов,
терминалов и нефтехранилищ
NuStar Energy LP



На **5,1%**
в годовом
выражении Норвегия
увеличила добычу природного
газа в декабре 2023 г.



107 млн т
нефти приобрел
Китай у России в 2023 г.,
что почти на **1/4** больше, чем в 2022 г.



5,6 млрд
м³
газа получила
Венгрия из России по МГП
Турецкий поток в 2023 году



1 трлн
руб.
достигли инвестиции
в химический комплекс
России в 2023 г.



На **9%**
ожидают падения добычи
нефти в Азербайджане
в 2024 – 2027 гг.



ВЫЗОВЫ И РЕШЕНИЯ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЭКСПЛУАТАЦИОННОМУ БУРЕНИЮ В «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ЗАПОЛЯРЬЕ» на примере Чаюдинского нефтегазоконденсатного месторождения

Азимов
Тимур
Тофикович

Басанаев
Даниил
Сергеевич

Кудашев
Ринат
Ришатович

Помазов
Артем
Николаевич

Рагозина
Дарья
Анатольевна

Федоров
Максим
Владимирович

Шкуратов
Станислав
Игоревич

«Газпромнефть-
Заполярье»

СТРОИТЕЛЬСТВО СКВАЖИН – ОДИН ИЗ НАИБОЛЕЕ КАПИТАЛОЕМКИХ И САМЫЙ РИСКОВАННЫЙ ЭТАП РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. ДЛЯ ЕГО УСПЕШНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ НЕОБХОДИМО ОСУЩЕСТВИТЬ КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ, ТРЕБУЮЩИХ ПОЛУЧЕНИЯ ТОЧНЫХ ДАННЫХ, ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОДХОДА И ЗАЧАСТУЮ НЕТРИВИАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ. АВТОРЫ СТАТЬИ РАССКАЗЫВАЮТ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЯХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ СПЕЦИАЛИСТАМИ «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ЗАПОЛЯРЬЯ» ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИН В СЛОЖНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

WELL CONSTRUCTION IS ONE OF THE MOST CAPITAL-INTENSIVE AND RISKIEST STAGES OF FIELD DEVELOPMENT. FOR ITS SUCCESSFUL IMPLEMENTATION, IT IS NECESSARY TO CARRY OUT A SET OF MEASURES THAT REQUIRE OBTAINING ACCURATE DATA, AN INDIVIDUAL APPROACH AND OFTEN NON-TRIVIAL SOLUTIONS. THE AUTHORS OF THE ARTICLE TALK ABOUT TECHNOLOGICAL SOLUTIONS USED BY SPECIALISTS OF GAZPROMNEFT-ZAPOLYARYE LLC WHEN CONSTRUCTING WELLS IN DIFFICULT GEOLOGICAL CONDITIONS

Ключевые слова: *строительство скважин, геолого-разведочные работы, бурение, эксплуатационная скважина, гидродинамический каротаж.*

Процесс строительства скважины включает ряд отличий на каждом из этапов. Особую актуальность приобретает вопрос применения наукоемких технологий в случаях, когда речь идет о разработке месторождений со сложным геологическим строением и расположением в особенных климатических и географических условиях. Одно из таких – Чаюдинское НГКМ. Это крупнейшее месторождение Якутии с аномально низким пластовым давлением и температурой пласта, содержит 263 млн тонн высоковязкой, сернистой нефти. Добыча таких трудноизвлекаемых запасов, осложненных, помимо прочего, наличием газовой шапки, требует применения особых методов и технологий.

Специалисты «Газпромнефть-Заполярье» совместно с экспертами «Газпром нефти» сформировали портфель решений, делающих процесс добычи ТРИЗ эффективным в любых геологических условиях.

Чтобы максимально снизить риски и затраты, при строительстве скважин специалисты предприятия проводят комплексный, системный анализ результатов разведки и добычи, включая материалы лабораторных исследований ядра и пластовых флюидов. Эффективность проекта на этапе строительства скважины во многом зависит от оптимального подбора технологических решений и программы исследований, определяемых геологическими задачами, что предполагает

индивидуальный подход к каждой скважине. Специалисты проводят круглосуточный мониторинг и контроль качества поступающих данных, – по керну, опробованию пластов с отбором проб в пилотных стволах и достижению плановой проходки по коллектору, вовлечению всего разреза целевого интервала бурением горизонтальной секции, – и при необходимости вносят оперативные корректировки по мере получения новой геологической информации в процессе бурения эксплуатационных скважин.

Остановимся подробнее на вызовах, с которыми пришлось столкнуться специалистам «Газпромнефть-Заполярье» при разработке Чаюдинского НГКМ – от геологоразведки до непосредственной добычи углеводородов – и методах, позволяющих оптимизировать производственные процессы.

Сложные геологические условия

Мониторинг добычного потенциала

Бурение горизонтальных эксплуатационных скважин в геологических условиях, осложненных наличием в разрезе интрузивных тел, а также разветвленной сетью разрывных нарушений, связано с существенными рисками катастрофических поглощений и вероятностью неконтролируемых газонефтеводопроявлений. Для их минимизации при планировании траектории каждой скважины уточняются границы интрузивных тел в районе бурения с учетом возможных погрешностей, а для пересекаемых разрывных нарушений оценивается давление их активации с использованием постоянно актуализируемой геомеханической модели месторождения.

Высокая степень расчлененности и неоднородности продуктивных пластов в комплексе с малой плотностью фонда разведочных скважин и слабой корреляцией фильтрационно-емкостных свойств с данными сейсморазведочных работ в 3D приводит к объективно низкой прогнозной способности геологической модели. Поэтому при сопровождении бурения скважин в дополнение к геонавигации, оперативной интерпретации материалов геофизических исследований и

обновлению геологической модели в «Газпромнефть-Заполярье» проводится оперативный мониторинг добычного потенциала скважины и эффективности выбранных на этапе планирования конструкции и схемы заканчивания. Также при существенном отличии разреза, вскрываемого в транспортной секции эксплуатационной скважины, от первоначального прогноза

Отложения продуктивных пластов представлены дельтовым комплексом фаций, сформировавшихся в условиях пролювиальных и приливно-отливных процессов, который осложнен врезанными долинами. Отложения русловых песчаников врезанных долин нарушают последовательность дельтовых отложений, размывая их при своем формировании. Они встречаются по разрезу хаотично, без тенденций к прогнозированию, что существенно осложняет изучение геологического строения

как в части структуры и рисков преждевременного обводнения, так и по фильтрационно-емкостным свойствам, назначение ствола корректируется на мини-пилотный, изучается весь разрез с последующим выбором оптимального интервала проводки горизонтальной скважины.

Комплексный анализ

Множественные процессы вторичных преобразований продуктивных коллекторов существенно расширяют спектр встречающихся в разрезе литотипов. Поэтому использование базовых методик существенно искажает результаты интерпретации данных геофизических исследований скважин и снижает достоверность прогноза добычных характеристик на основе геологического и гидродинамического моделирования. Для решения этой задачи на предприятии проводят комплексный анализ всех имеющихся материалов геофизических исследований, результатов гидродинамического каротажа и опробования пластов на кабеле, а также данных гидродинамических исследований и динамики работы ранее пробуренных скважин. Так, на первом этапе производится расчленение разреза по материалам ГИС на основании граничных значений, определенных по результатам исследований ядра, с дальнейшей калибровкой петрофизических зависимостей с результатами ГДК/ОПК в пилотных стволах и ГДИС.

Сокращение сроков строительства скважин на этапе бурения

По мере накопления опыта бурения скважин в различных условиях, а также постоянной актуализации геомеханической и геологической моделей месторождения, специалисты

«Газпромнефть-Заполярье» успешно реализовали мероприятия, направленные на сокращение сроков и стоимости строительства скважин. К ним, в частности, относится отказ от крайней срезки на боковой ствол при бурении скважин по конструкции «фишбон», что позволило сократить время более чем на 18 часов, при этом все возложенные на скважину геологические задачи в части обеспечения охвата и добычного потенциала были полностью выполнены.

Еще одним эффективным методом стала практика отбора ядра четырехсекционными керноотборными снарядами, позволяющая сократить количество спуско-подъемных операций и общего времени, затраченного на строительство.

Аналитический инструмент сопровождения бурения для сокращения затрат

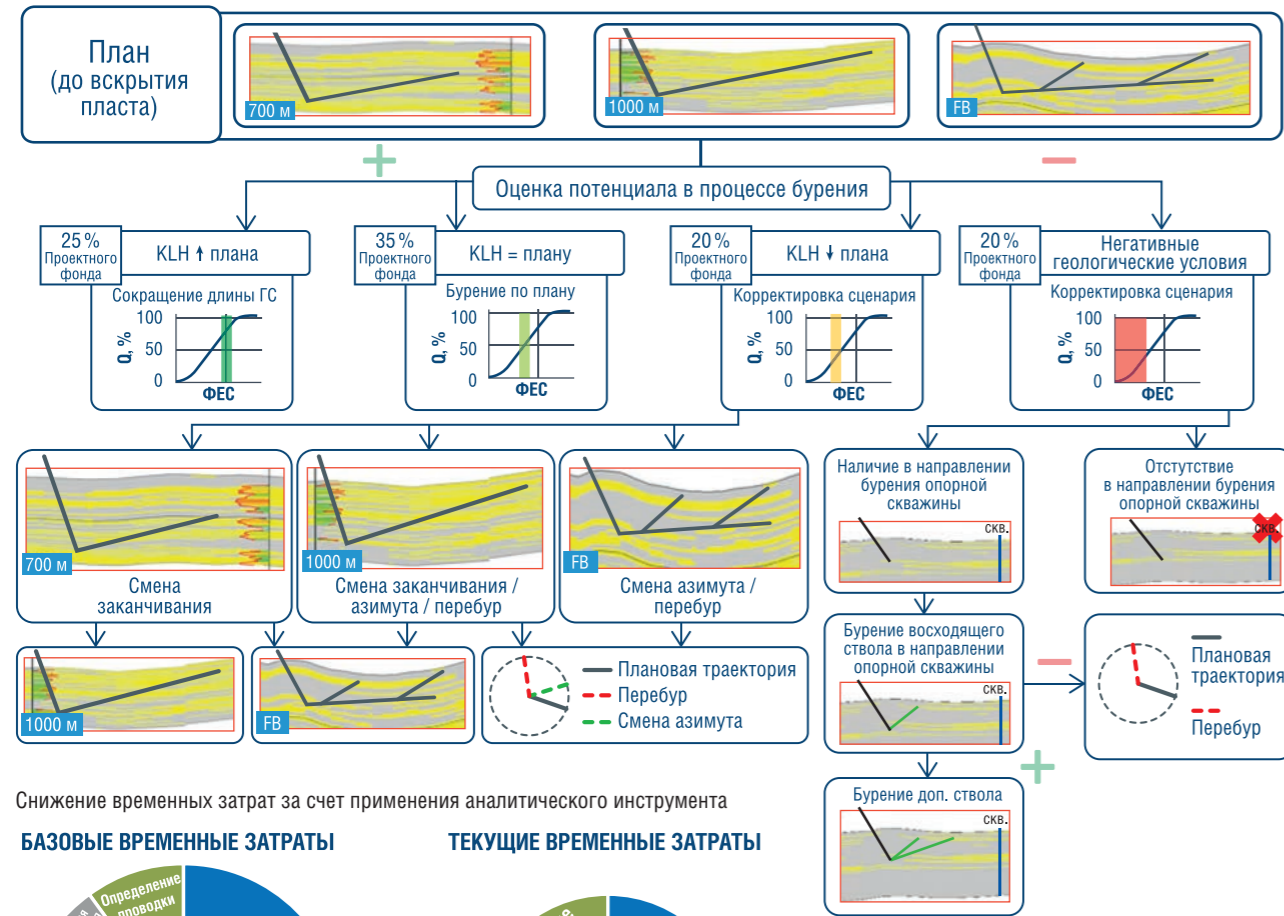
В связи с тем, что из-за литологических и вторичных изменений ЧНГКМ, как и другие активы Восточной Сибири, отличается неоднородным геологическим разрезом и слабой предсказуемостью, перед специалистами стоит задача оперативной оценки достижения геологического потенциала и принятия решений в ходе бурения. Для этого был создан аналитический инструмент.

Он представляет собой блок-схему решений, которую применяют непосредственно в процессе

УДК 622.24



РИСУНОК 1. Пример блок-схемы принятия решений



Снижение временных затрат за счет применения аналитического инструмента

БАЗОВЫЕ ВРЕМЕННЫЕ ЗАТРАТЫ

ТЕКУЩИЕ ВРЕМЕННЫЕ ЗАТРАТЫ



бурения. Достижение потенциала оценивается с помощью заранее рассчитанного геологического потенциала для каждого сценария бурения, помогающего определить дебит скважины в зависимости от длины ГС и фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пласта. Помимо оперативной оценки достижения геологического потенциала аналитический инструмент позволяет экономить время за счет упрощения процесса принятия решений и их согласования со всеми контрагентами (рис. 1).

Использование аналитического инструмента состоит из четырех этапов. На первом определяется набор геологических параметров, влияющих на стартовый дебит скважины, и диапазон их неопределенности. Технологические параметры при этом фиксируются. На втором этапе на секторной

гидродинамической модели (ГДМ) проводятся многовариантные расчеты с целью оценки дебитов для всего возможного диапазона значений геологических параметров. На третьем этапе рассчитывается влияние каждого геологического параметра на дебит скважины. А на четвертом – создаются графики зависимости геологического параметра от дебита. Успешное применение аналитического инструмента можно рассмотреть на примере бурения скважины **26.

Изначальной конструкцией скважины был стандартный ГС 750 м с восходящим профилем. При достижении точки T2 аналитический расчет показал значительное недостижение дебита в сравнении с плановым показателем. Для достижения запланированного дебита, принято решение о бурении бокового ствола с целью вовлечения

ранее не дренируемых пропластков. Эти действия привели к вскрытию коллектора с высокими ФЕС, расчеты на инструменте показали достижение целевого дебита. В итоге в ходе ГДИ был получен дебит, заметно превысивший плановый.

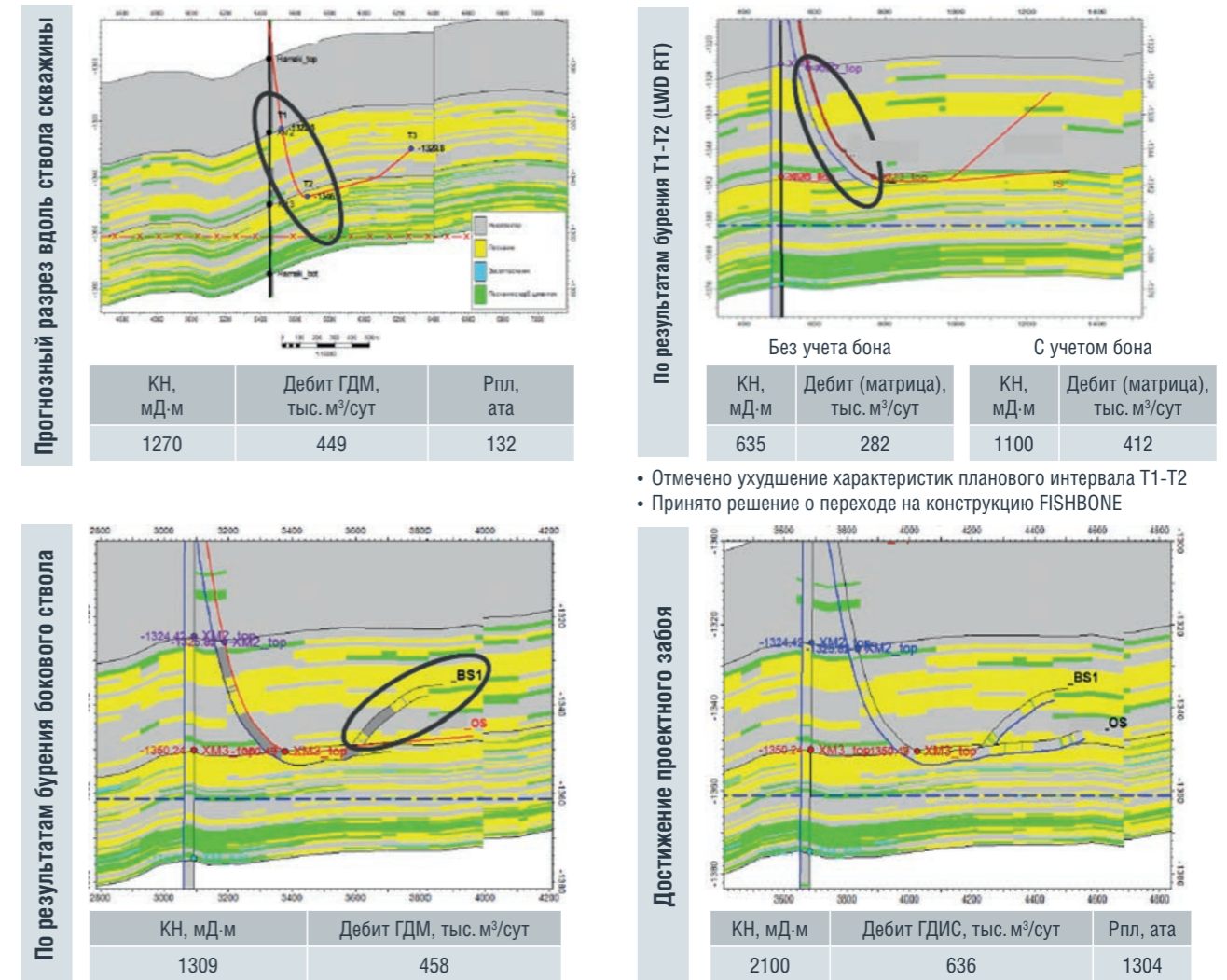
Прогнозирование дебита

Из-за вторичных изменений (засолонения отложений) определить однозначную зависимость проницаемости от пористости не удалось (рис. 3), разброс значений Кпр при одном значении пористости может достигать 3–4 порядков.

Для решения задачи корректного прогнозирования дебитов использовали зависимость Кпр (Кп), полученную в результате адаптации гидродинамической модели к итоговым данным ГДИ.

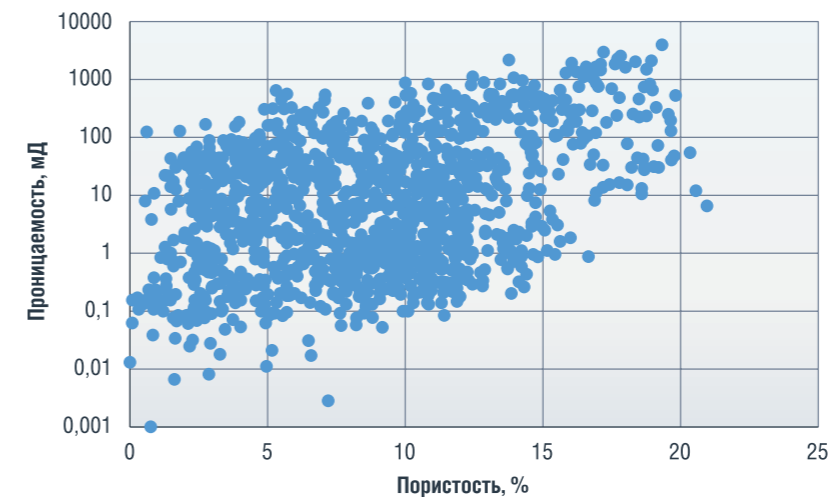
Зачастую адаптация гидродинамической модели проходит путем внесения в модель локальных множителей проницаемости или других параметров. Такой подход, несомненно, помогает корректно воспроизвести в ГДМ поведение фактических скважин, однако он не позволяет повысить прогнозную способность модели, поскольку

РИСУНОК 2. Пример успешного применения аналитического инструмента при бурении скважины **26



- Отмечено ухудшение характеристик планового интервала T1-T2
- Принято решение о переходе на конструкцию FISHBONE

РИСУНОК 3. Проницаемость пласта по керновым данным



не всегда есть однозначное представление о том, как именно распространять эти множители в неразбуренные участки пласта. Для подбора зависимости Кпр (Кп) производилась адаптация ГДМ к данным ГДИ с целью добиться максимально возможного

совпадения расчетных дебитов с фактическими при максимальных режимах. Контроль скважин осуществлялся по фактическому Руст, VFP-таблицы построены индивидуально для каждой скважины по результатам адаптации моделей скважин к данным ГДИ.

В ходе адаптации была подобрана зависимость Кпр (Кп), позволившая наилучшим образом воспроизвести фактические дебиты в ГДМ (рис. 4).

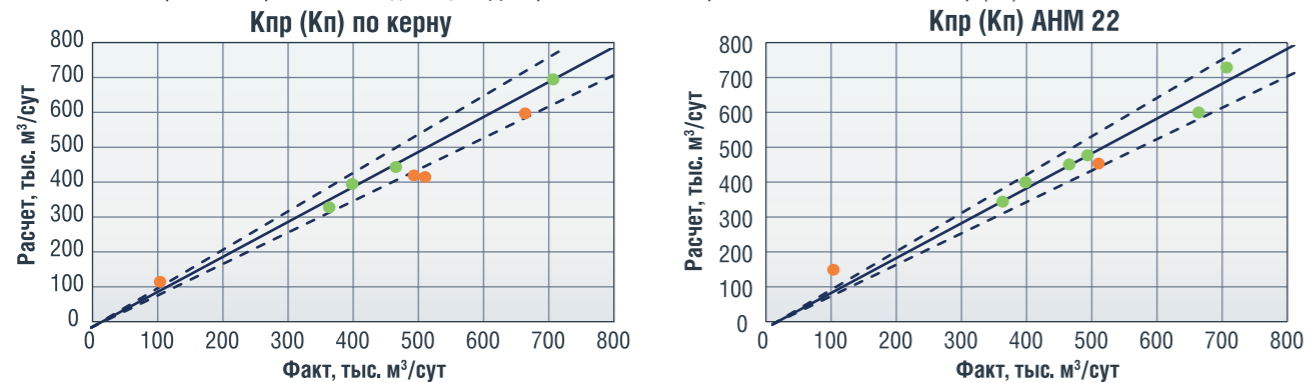
Как видно из рисунка 4, для большинства зон полученная зависимость позволила воспроизвести дебит и для новых скважин, пробуренных после ее получения. Таким образом, прогнозная способность модели подтвердилась фактом бурения.

Решение проблемы шероховатости

Помимо геологических неопределенностей, в ходе анализа были выявлены и технологические неопределенности. Наиболее важные из них – гидравлические потери в вертикальном стволе.

В ходе адаптации моделей скважин к результатам ГДИ было выявлено повышенное значение шероховатости стенок НКТ. Среднее значение шероховатости составляет

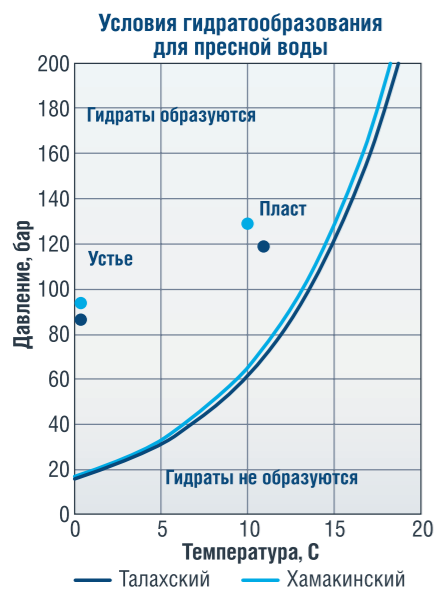
РИСУНОК 4. Сравнение кросс-плотов адаптации ГДМ при использовании различных зависимостей Кпр (Кп)



около 0,25 мм, но по отдельным скважинам она превышает 0,7 мм.

Наиболее вероятными причинами повышенной шероховатости в условиях Чайнинского НГКМ являются: гидратообразование, налипание остатков бурового раствора на стенки НКТ и плохое состояние НКТ (ржавчина, механические неровности).

РИСУНОК 5. Кривая гидратообразования для талахского и хамакинского горизонтов



Как было отмечено выше, Чайнинское НГКМ, как большинство месторождений Восточной Сибири, отличается аномально низкой пластовой температурой. Это приводит к тому, что по термобарическим условиям пласты уверенно находятся в зоне гидратообразования (рис. 5) для пресной воды. Хотя пластовая вода отличается высокой минерализацией и не приводит к образованию гидратов, в самом газе всегда присутствует некоторое количество водяного конденсата, который, выпадая из газа в ходе

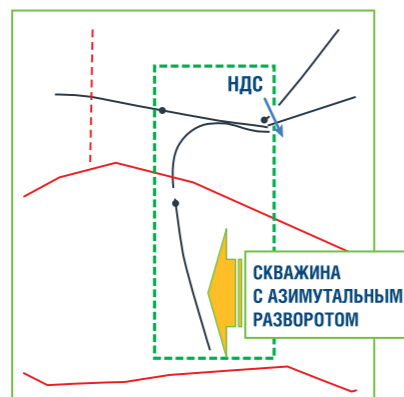
эксплуатации скважин, немедленно образует газогидраты.

В ходе ПГИ и видеоконтроля были обнаружены скопления остатков бурового раствора в горизонтальном стволе скважины. В ходе эксплуатации эти загрязнения выносятся восходящим потоком газа в НКТ и оседают на ее стенках, создавая тем самым дополнительную шероховатость.

Плохое состояние некоторых труб обусловлено хранением их на открытом воздухе и подтверждено визуальным осмотром. Согласно проведенным в последние годы исследованиям, при нахождении труб НКТ на открытом воздухе шероховатость увеличивается в 2–3 раза за год и до 5 раз за два года, что приводит к потере дебита до 20%. По данным специалистов предприятия, средняя шероховатость 0,25 мм приводит к потере дебита в 20–30% в сравнении с «чистыми» НКТ с шероховатостью 0,05 мм. Поэтому для прогноза дебита проектных скважин задают среднее по фактическому фонду значение шероховатости.

Для борьбы с загрязнением стенок НКТ рассматриваются различные варианты обработок.

РИСУНОК 6. Скважина с азимутальным разворотом



В ходе отдельных проб кислотно-метанольным составом было отмечено уменьшение шероховатости до 5 раз с приростом дебита до 30%.

Высокие потери при трении в вертикальном стволе также накладывают определенные ограничения на подходы к бурению и планированию траекторий скважин.

Так, в ходе анализа фактических и проектных скважин было выявлено, что увеличение длины НКТ на 500 м при прочих равных ведет к снижению дебита скважины до 7%. В связи с этим при планировании траекторий скважин необходимо стремиться избегать неоправданного удлинения скважины, прежде всего скважин с азимутальным разворотом (рис. 6).

Вывод

Современная конъюнктура рынка, а также тенденция на усложнение структуры остаточных запасов диктует необходимость разработки новых и модернизации существующих технологических подходов к эксплуатационному бурению, которые позволят обеспечить экономическую эффективность добычи трудноизвлекаемых запасов. Сейчас на основании собственного и мирового опыта «Газпромнефть-Заполярье» совместно с экспертами из «Газпром нефти» сформирован обширный портфель готовых технологических решений для различных геологических условий, успешно тиражируемый на новые активы компании. В качестве дальнейшего развития ведутся работы по автоматизации повседневных рутинных процессов, что в конечном итоге позволит повысить эффективность используемых ресурсов. ●

KEYWORDS: well construction, geological exploration, drilling, production well, hydrodynamic logging.



РОССИЯ, МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

НЕФТЕГАЗ

23-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

«ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА»

15–18.04.2024

Подробности на сайте
www.neftegaz-expo.ru

Реклама 12+



БИОПОЛИМЕРНОЕ ЗАВОДНЕНИЕ

для интенсификации добычи нефти



▶ ПРОСЛУШАТЬ СТАТЬЮ

ОСОБУЮ ЗНАЧИМОСТЬ ПРИОБРЕТАЕТ РАЗРАБОТКА ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ. ЭТОТ РАЙОН СПЕЦИФИЧЕН НЕ ТОЛЬКО С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ И ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, НО И ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ НЕТРАДИЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ МНОГОПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. ОДНИМ ИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТА В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ЯВЛЯЕТСЯ ПРИМЕНЕНИЕ БИОПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ. В КАЧЕСТВЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ БЫЛ ВЫБРАН УЧАСТОК ПОКАМАСОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, НА КОТОРОМ ПОЛУЧЕН ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ ОТ ОБРАБОТКИ СКВАЖИН БИОПОЛИМЕРОМ. ПРОВЕДЕННЫЕ РАСЧЕТЫ И СТОИМОСТНАЯ ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ ПО УЧАСТКУ СВИДЕТЕЛЬСТВУЮТ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕГО РАЗРАБОТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАЛОГА НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ДОХОД

THE DEVELOPMENT OF HARD-TO-RECOVER DEPOSITS IN WESTERN SIBERIA IS OF PARTICULAR IMPORTANCE. THIS AREA IS SPECIFIC NOT ONLY IN TERMS OF NATURAL-CLIMATIC AND MINING-GEOLOGICAL CONDITIONS, BUT ALSO IN TERMS OF THE INTRODUCTION OF NEW UNCONVENTIONAL TECHNOLOGIES FOR THE DEVELOPMENT OF MULTI-LAYER DEPOSITS. ONE OF THE PROMISING METHODS FOR INCREASING OIL RECOVERY IN WESTERN SIBERIA IS THE USE OF BIOPOLYMER FLOODING. AN AREA OF THE POKAMASOVSKOE OIL FIELD WAS CHOSEN AS THE OBJECT OF STUDY, WHERE A POSITIVE EFFECT WAS OBTAINED FROM TREATING WELLS WITH A BIOPOLYMER. ONE OF THE PROMISING METHODS FOR INCREASING OIL RECOVERY IN WESTERN SIBERIA IS THE USE OF BIOPOLYMER FLOODING. AN AREA OF THE POKAMASOVSKOE OIL FIELD WAS CHOSEN AS THE OBJECT OF STUDY, WHERE A POSITIVE EFFECT WAS OBTAINED FROM TREATING WELLS WITH A BIOPOLYMER. THE CALCULATIONS AND COST ASSESSMENT OF OPTIONS FOR USING BIOPOLYMER FLOODING AT THE SITE INDICATE THE TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF ITS DEVELOPMENT USING AN ADDITIONAL INCOME TAX

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экономическая оценка, вариант разработки месторождения, доход недропользователя, доход государства, биополимерное заводнение, коэффициент нефтеотдачи.

Богаткина Юлия Геннадьевна

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки, Институт проблем нефти и газа Российской академии наук, к.т.н., в.н.с.

Применение биополимерного заводнения предназначено для воздействия на различные пласты с трудноизвлекаемыми запасами, средняя проницаемость которых более 10–20 миллидарси. Наиболее эффективно применение биополимерных композиций на объектах с сильно выраженной неоднородностью, как по толщине, так и по простиранию.

Композиции на основе биополимера могут использоваться для объектов нефтедобычи с пластовой температурой до 120 °С. Коллектор как терригенный, так и карбонатный [1–4].

Биополимерные составы могут использоваться для выполнения следующих видов работ:

- закачка композиций для выравнивания профиля приемистости нагнетательных скважин, перераспределение фильтрационных потоков и вовлечение в эксплуатацию неработающих пропластков;
- селективная изоляция водопритока в эксплуатационных скважинах;
- ликвидация заколонных перетоков;
- повышение эффективности вскрытия пласта.

УДК 004:330.322:622.276

Как известно, нефтяные пласты Западной Сибири имеют весьма неоднородное строение, как по площади, так и по высоте залегания. При закачке воды в слоисто-неоднородные коллекторы происходит ее быстрый прорыв по наиболее высокопроницаемым пропласткам, вызывая быстрое обводнение добываемой продукции.

Отрицательное влияние неоднородности на эффективность заводнения пласта существенно усиливается с ростом вязкости нефти.

Вследствие ранних прорывов воды, несмотря на значительное количество неизвлеченной нефти, добыча становится экономически невыгодной.

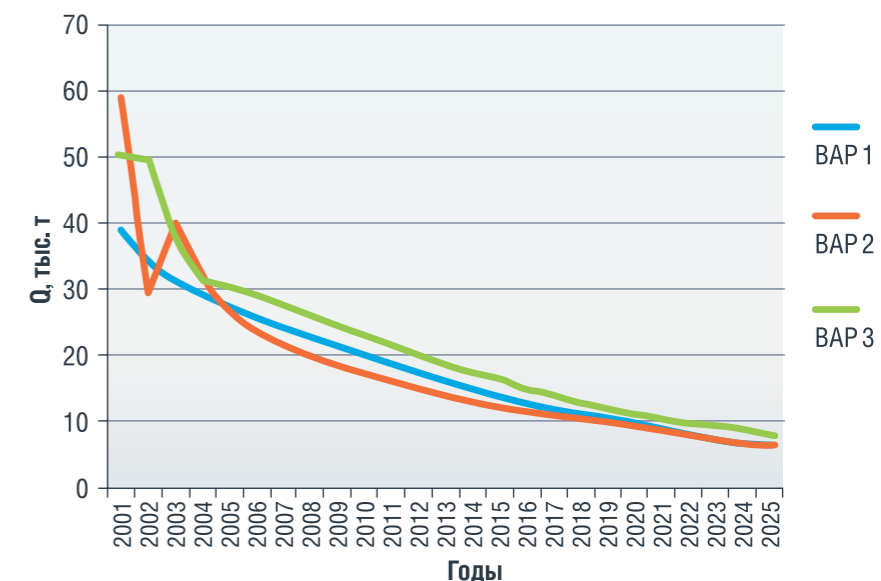
Изменяя свойства закачиваемой воды таким образом, чтобы уменьшить ее подвижность, и улучшая тем самым охват нефтяного пласта воздействием, повышаются показатели разработки, а именно – снижение обводненности, увеличение темпов извлечения нефти и повышение нефтеотдачи.

Физической основой применения полимеров для заводнения нефтяных пластов является их способность весьма существенно снижать подвижность нагнетаемой в пласт воды (в 2–10 раз при концентрации полимера в воде 0,01–0,1%), хотя вязкость при этом возрастает не столь заметно. Такая пониженная проводимость пористой среды может сохраняться и после замещения полимерного раствора водой (остаточное сопротивление).

При закачке полимера в наиболее промытые участки пласта за счет гелеобразования происходит увеличение фильтрационного сопротивления, и закачиваемая вода начинает двигаться в участки пласта, ранее не охваченные заводнением. Тем самым повышается нефтеотдача.

Преимущество биополимеров, наряду с высокой температурной устойчивостью, состоит в их более высокой способности противостоять высоким механическим нагрузкам, возникающим при движении полимерного раствора через насосы, колонну НКТ и прискважинное пространство [1–4].

РИСУНОК 1. Динамика добычи нефти на нефтяном участке Покамасовского месторождения по трем вариантам



Отличительной особенностью российского биополимера является экспериментально подтвержденная возможность его использования в виде постферментационной жидкости (товарная форма Продукт БП-92). Последнее обстоятельство имеет принципиальное значение. Исключение стадий выделения и сушки при производстве биополимера обеспечивает многократное снижение себестоимости. Кроме того, такая технология производства позволяет сохранить ряд полезных свойств раствора, необратимо утрачиваемых при традиционных способах выделения сухого биополимера из постферментационной жидкости.

Цель этой обработки – создать в призабойной зоне и пласте высоковязкий (гелеобразный) состав, заполняющий наиболее промытые фильтрационные каналы и заставляющий закачиваемую затем воду двигаться в неохваченные заводнением участки пласта. Условная вязкость образующегося в пласте геля примерно в 10 000 раз выше, чем вязкость воды. Такое существенное снижение фильтрационной проводимости заставляет нагнетаемую в пласт воду искать новые пути фильтрации, двигаться в участки пласта, ранее неохваченные заводнением, то есть увеличивать охват пласта воздействием.

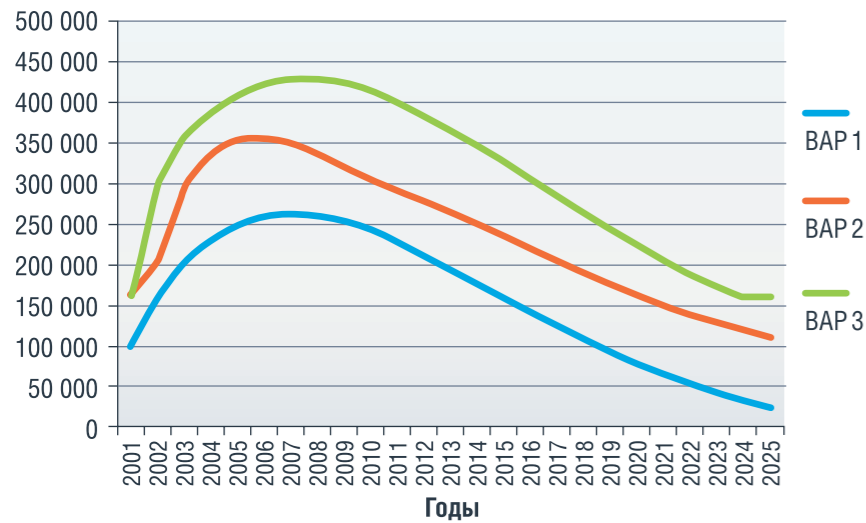
На основе биополимера БП-92 были разработаны различные композиции и технологии их применения как для закачки в нагнетательные скважины (с целью изменения направления фильтрационных потоков), так и для воздействия на призабойную зону добывающих скважин (для ограничения водопритока), учитывающие тип коллектора, температуру, свойства пластовых вод и т.п.

Полимерные композиции обладают следующими свойствами:

- имеют низкие значения вязкости в процессе закачки, в то время как в пластовых условиях их вязкость многократно увеличивается;
- проникают только в высокопроницаемые, высокообводненные пропластки, не изменяя при этом фильтрационных характеристик низкопроницаемой нефтенасыщенной зоны пласта [5].

На опытном участке Покамасовского месторождения ведутся работы по продлению безводного периода эксплуатации скважин и, как следствие, повышению коэффициента нефтеотдачи. Месторождение относится к старым объектам со снижающейся добычей, для которого была проведена экономическая оценка только остаточных извлекаемых запасов [6].

РИСУНОК 2. Динамика ЧДД по вариантам с применением НДС



На этом участке был получен положительный эффект от обработки скважин биополимером, а также имелись фактические данные об улучшении технологических показателей с начала разработки. Геолого-физические характеристики на этом участке близки к геолого-физическим характеристикам пласта в целом. Для выбранного участка осуществлено гидродинамическое компьютерное моделирование с воспроизведением динамики технологических показателей по различным вариантам с применением биополимерного заводнения.

Для экономической оценки технологических решений использованы динамическая модель расчета экономических показателей вариантов оценки разработки нефтяных месторождений.

Экономическая оценка освоения месторождения с применением биополимерного заводнения была проведена по трем вариантам:

- базовому с закачкой воды (ВАР 1);
- с одноразовой закачкой биополимера (ВАР 2);
- с постоянной закачкой биополимера (ВАР 3).

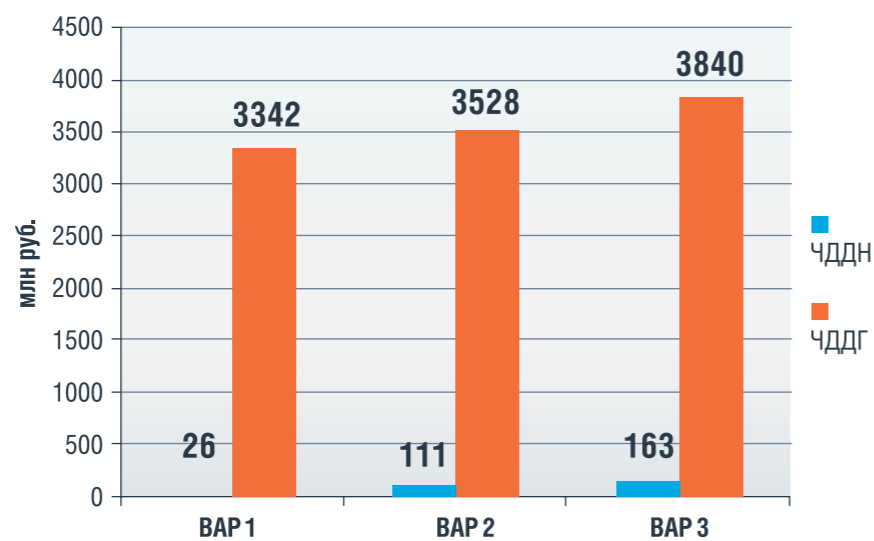
Экономические расчеты по указанным вариантам выполнены на основании технологических показателей, представленных в динамике на рисунке 1.

Варианты остаточных запасов нефти Покамасовского

месторождения оценены по накопленной величине дисконтированных потоков денежной наличности, которые рассчитываются как дисконтированная разность между выручкой от продажи нефти на внутреннем и внешнем рынках и предстоящими затратами на добычу, включая налоговые отчисления. Все затраты и ставки налоговых отчислений были приняты на начало 2022 года. Экономическая оценка эффективности освоения нефтяного участка была получена равными долями при реализации нефти на внутреннем и внешнем рынках.

На рисунке 2 показана динамика чистого дисконтированного дохода недропользователя

РИСУНОК 3. Значения накопленного ЧДД и ЧДДГ по вариантам с применением НДС



(ЧДДН) по вариантам с применением налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ) [7, 8].

На рисунке 3 показаны накопленные значения чистого дисконтированного дохода недропользователя (ЧДДН) и чистого дисконтированного дохода государства (ЧДДГ) по вариантам с применением налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ) [7, 8].

Результаты экономических расчетов показывают, что эксплуатация участка с применением НДС по первому варианту нерентабельна, а по остальным двум вариантам находится на грани экономической рентабельности.

В связи с этим был осуществлен переход от применения НДС на применение налога на дополнительный доход (НДД) с девятого года разработки, когда выработка запасов превысила 80%. Данный налоговый маневр показал значительное повышение ЧДДН при незначительном снижении чистого дисконтированного дохода государства (ЧДДГ), что позволило считать последние два варианта рентабельными и рекомендовать их к рассмотрению (рис. 4, 5). При этом первый технологический вариант остался на грани экономической рентабельности.

На рисунке показана динамика ЧДДН по вариантам

РИСУНОК 4. Динамика ЧДДН по вариантам с применением НДД

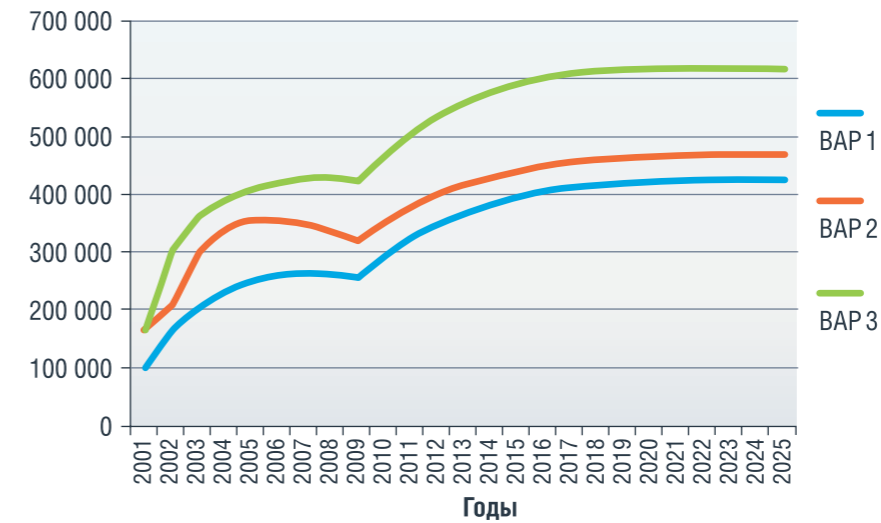
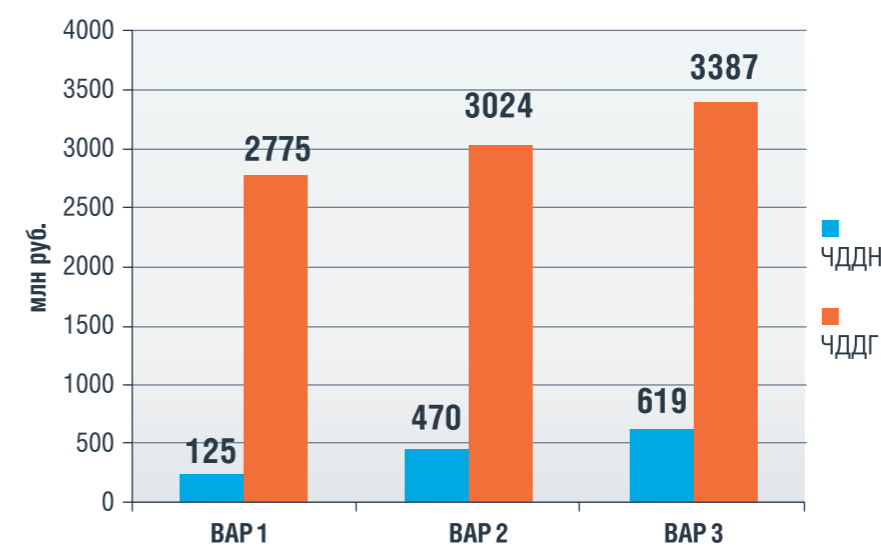


РИСУНОК 5. Значения ЧДДН и ЧДДГ по вариантам с применением НДД



с применением налога на дополнительный доход (НДД) [7, 8].

Отметим, что первый вариант при всех условиях налогообложения находится на грани экономической рентабельности. Применение налогового маневра показало, что по вариантам 2 и 3 закачка биополимера является эффективной. Коэффициент извлечения нефти по варианту 2 составляет 0,344, а по варианту 3 составляет 0,408. Необходимо отметить, что по варианту 3 не только повышается конечный коэффициент извлечения нефти, но и значительно улучшается характеристика динамики добычи нефти (рис. 1). Прирост конечного коэффициента извлечения нефти по варианту 3 определяется относительно варианта 2 и составляет 0,064.

Проведенные расчеты и стоимостная оценка вариантов применения биополимерного заводнения с применением налогового маневра свидетельствуют о его технологической и экономической эффективности, а также о целесообразности широкого промышленного внедрения. При этом применение биополимерного заводнения позволяет увеличить коэффициент извлечения нефти и увеличить добычу нефти.

Необходимо отметить, что применение биополимерного заводнения на месторождениях Западной Сибири с трудноизвлекаемыми запасами должно стимулировать использование низкодебитных скважин с продолжением срока

их эффективной эксплуатации и обеспечить дополнительные поступления в бюджет за счет налогов на финансовый результат. ●

Статья подготовлена по результатам научных исследований, выполненных в рамках государственного задания по теме: «Фундаментальный базис энергоэффективных, ресурсосберегающих и экологически безопасных, инновационных и цифровых технологий поиска, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений, исследование, добыча и освоение традиционных и нетрадиционных запасов и ресурсов нефти и газа; разработка рекомендаций по реализации продукции нефтегазового комплекса в условиях энергоперехода и политики ЕС по декарбонизации энергетики (фундаментальные, поисковые, прикладные, экономические и междисциплинарные исследования)» № в РОСРИД 122022800270-0.

Литература

1. Подопригора Д.Г. Текущий уровень и перспективы развития технологий большеобъемных закачек с использованием полимеров для повышения нефтеотдачи / Д.Г. Подопригора, Р.Р. Бязров, Е.А. Христин // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14. – № 2. – URL: <https://esj.today/PDF/37NZVN222.pdf> DOI: 10.15862/37NZVN222.
2. Полимерное заводнение для увеличения нефтеотдачи на месторождениях легкой и тяжелой нефти / А. Тома, Б. Саюк, Ж. Абирова, Е. Мазбаев // Территория Нефтегаз. – 2017. – № 7–8. – С. 58–68.
3. Гумерова Г.Р. Технология применения сшитых полимерных составов / Г.Р. Гумерова, Н.Р. Яржева // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2017. – № 2. – С. 63–79.
4. Галимов Р.И. Технология полимерного заводнения на поздней стадии разработки месторождений / Р.И. Галимов. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2017. – № 40 (174). – С. 4–6. – URL: <https://moluch.ru/archive/174/44555/> (дата обращения: 14.06.2021).
5. Методы и технологии повышения нефтеотдачи для коллекторов Западной Сибири: Учебное пособие / Г.Ф. Ильина, Л.К. Алтунина. – Томск: ТПУ, 2006. – С. 76–83.
6. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А. Комплексная экономическая оценка месторождений углеводородного сырья в инвестиционных проектах // М. – Наука, 2006 г., 134 с.
7. Налоговый кодекс Российской Федерации. Части первая и вторая: текст с посл. изм. и доп. на 1 февраля 2022 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://nalog.garant.ru/fns/nk> (дата обращения: 2023.03.11).
8. Справочная информация ФНС РФ Налог на дополнительный доход от добычи углеводородного сырья. <https://www.nalog.gov.ru> (дата обращения: 2023.03.23).

KEYWORDS: economic assessment, field development option, subsurface user income, state income, biopolymer flooding, oil recovery coefficient.

Полная версия журнала
доступна по подписке