



ДОРАЗРАБОТКА
ВОДОПЛАВАЮЩЕЙ
ЗАЛЕЖИ

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ КИН

НОВЫЕ
НАПРАВЛЕНИЯ
РАЗВЕДКИ

Neftegaz.RU

ДЕЛОВОЙ ЖУРНАЛ

ИНТЕРЕСНО О СЕРЬЕЗНОМ

ISSN 2410-3837

7 [103] 2020

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ
ДОБЫЧИ



Входит в перечень ВАК

Профилактические медицинские осмотры — это не только обязательство работодателей, но и неотъемлемая часть современной системы охраны здоровья, построенной на риск-ориентированном подходе.

Медосмотры позволяют сопоставить индивидуальные риски для здоровья работника и риски, связанные с его трудовой деятельностью. Это даёт возможность определить пригодность к работе, а также разработать индивидуальные профилактические программы, направленные на сохранение качества жизни и трудовое долголетие.

Дополнительно к требованиям законодательства GMS Clinic предлагает расширенные медосмотры, адаптированные под корпоративные

требования наших клиентов. Также у нас есть упрощенные медосмотры, направленные на выявление ключевых рисков у работников, не подлежащих обязательным профосмотрам (например, офисный персонал, работающий во 2 классе условий труда).

Кроме того, GMS Clinic является единственной клиникой в России от Владивостока до Калининграда, которая может проводить медосмотры по международному стандарту OGUK.

ЧТО ТАКОЕ СЕРТИФИКАТ OGUK?

Сертификат OGUK — это документ, который выдаётся специалистам нефтегазовой отрасли по итогам медицинского осмотра и действует 2 года. Сертификат подтверждает возможность работать на удалённых и особо удалённых оффшорных объектах нефтегазовой отрасли. В большинстве развитых стран документ является обязательным для допуска к работе на морских проектах.



ПРОФОСМОТР В КЛИНИКЕ GMS — ЭТО:

- Консультации и анализы в одном месте за 2-3 часа с результатами в тот же день;
- Работа по принципам доказательной медицины;
- Понимание потребностей корпоративных клиентов;
- Выдача медицинских сертификатов международного образца (OGUK);
- Доброжелательная атмосфера;
- Доверие лидеров нефтегазовой отрасли в России и за рубежом.

www.gmsclinic.ru
Tel. 7-495-781-55-77
occupational@gmsclinic.ru

Конец эпохи сланцевой нефти?



6

Энергосберегающие технологии разработки неоднородных коллекторов при нестационарном заводнении



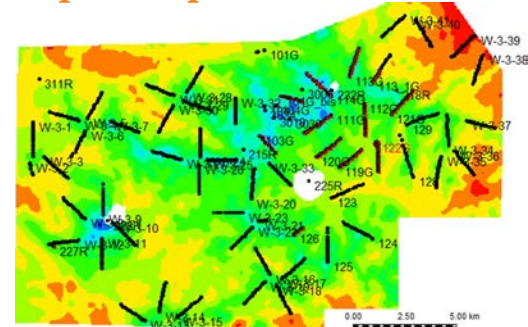
14

Регулирование приемистости нагнетательных скважин нефтяных месторождений



38

Определение радиуса контура питания для горизонтальных скважин с МГРП на верхнеюрских отложениях



42

Эпохи НГК

4

РОССИЯ Главное

- Конец эпохи сланцевой нефти? 6
- Прямое одобрение обратного акциза 8

События

10

Первой строчкой

12

ДОБЫЧА

- Энергосберегающие технологии разработки неоднородных коллекторов при нестационарном заводнении 14
- О способе доразработки водоплавающей залежи с запасами низконапорного газа 22

ДОБЫЧА

- Регулирование приемистости нагнетательных скважин нефтяных месторождений 28
- Определение радиуса контура питания для горизонтальных скважин с МГРП на верхнеюрских отложениях 34
- Вариации состава извлекаемой нефти Угутского месторождения 40

НЕФТЕСЕРВИС

- Наноструктурированные гели и золи 44
- Ультразвуковые технологии восстановления продуктивности низкодебитных скважин 50

ГЕОЛОГОРАЗВЕДКА

- Новые направления поисков и разведки скоплений УВ сырья 58

Вариации состава извлекаемой нефти Угутского месторождения



40



Ультразвуковые технологии восстановления продуктивности низкодебитных скважин

50

Проблемы контроля качества реагентов на основе эфиров целлюлозы для буровых растворов



74

Сравнительный анализ конструктивных особенностей двух- и трехшарошечных буровых долот



80

ЦИФРОВИЗАЦИЯ

- Виртуальный ввод в эксплуатацию технологической ячейки и обучение персонала с помощью VR 66

Календарь событий

71

БУРЕНИЕ

- Проблемы контроля качества реагентов на основе эфиров целлюлозы для буровых растворов 74
- Сравнительный анализ конструктивных особенностей двух- и трехшарошечных буровых долот 80

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

- Энергоменеджмент как инструмент снижения затрат на энергоресурсы 84

МАКРОЭКОНОМИКА

- Роль нефтегазовых доходов в иранской экономике в 2020 г. 88

Хронограф

93

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

- Фундаментальные основы нефтегазовой геологии 94
- Россия в заголовках 99
- Есть ли ограничения у бесцехового производства? 100

Нефтегаз Life

104

Классификатор

106

Цитаты

112

181 год назад

В 1839 году французский ученый Э. Беккерель начал экспериментировать с электролитическими ячейками, генерирующими электричество под воздействием солнечного света.

157 лет назад

В 1863 году для освещения Большого и Малого Императорских театров построили небольшой газовый завод.

123 года назад

В 1895 году Россия контролировала 45 % мирового нефтяного рынка, добыча составила 6,5 млн тонн.

117 лет назад

В 1903 году братья Райт впервые запустили самолет на авиационном керосине.

87 лет назад

В 1933 году Standard Oil получила первый контракт на бурение на нефть в Саудовской Аравии.

86 лет назад

В 1934 году основоположник советской школы сверхглубокого бурения Тимофеев Н.С. на о. Артем в Каспийском море опробовали кустовое бурение, при котором несколько скважин бурятся с общей площадки. Впоследствии этот метод стал широко применяться при бурении в условиях ограниченного пространства.

61 год назад

В 1959 году была первая попытка создать международную организацию поставщиков нефти. Участники Арабского нефтяного конгресса в Каире, заключили джентльменское соглашение о совместной нефтяной политике.

53 года назад

В 1967 году в результате шестидневной войны между Израилем и коалицией арабских государств цены на нефть выросли на 20 %.

45 года назад

В 1975 году конгресс США создал стратегический нефтяной запас, чтобы снизить зависимость экономики от экспортной нефти.

32 года назад

В 1988 году произошла крупнейшая в истории авария на нефтяной платформе. Загорелась британская платформа Piper Alpha в Северном Море.

Издательство Neftegaz.RU

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор
Ольга Бахтина

Шеф-редактор
Анна Павлихина

Редактор
Анастасия Никитина

Выпускающий редактор
Илья Громов

Аналитики
Артур Гайгер
Анастасия Султанова

Журналисты
Анна Игнатьева
Елена Алифинова
Денис Савосин
Сабина Бабаева

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

Галиулин Рауф Валиевич
д.г.н., Институт фундаментальных проблем биологии РАН

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

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

Данилов Александр Михайлович
д.т.н., ВНИИ НП

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 РАЕН, 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 РАЕН, Институт энергетической стратегии

Мищенко Игорь Тихонович
д.т.н., профессор, Академик РАЕН, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

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

Половинкин Валерий Николаевич
д.т.н., профессор, действительный член РАЕН, Военно-морская академия

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



Издательство:
ООО Информационное агентство Neftegaz.RU

Директор
Ольга Бахтина

Представитель в Евросоюзе
Виктория Гайгер

Отдел рекламы
Дмитрий Аверьянов
Денис Давыдов
Екатерина Романова
Ольга Щербакова
Валентина Горбунова
Антон Пауль

pr@neftgaz.ru
Тел.: +7 (495) 650-14-82

Отдел по работе с клиентами
Софья Егорова

Служба технической поддержки
Андрей Вережкин
Сергей Прибыткин
Евгений Сукалов

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:
127006, г. Москва, ул. Тверская, 18, корпус 1, оф. 812
Тел. (495) 650-14-82, 694-39-24
www.neftgaz.ru
e-mail: info@neftgaz.ru
Подписной индекс МАП11407

Передача 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 «МЕДИКОЛОП»

Заявленный тираж
8000 экземпляров



КЛЮЧЕВОЕ СОБЫТИЕ ОТРАСЛИ:

в центре внимания, в центре Москвы

НАЦИОНАЛЬНЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ ФОРУМ

26-29 апреля 2021 г.
Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

www.oilandgasforum.ru

20-я международная выставка

НЕФТЕГАЗ-2021

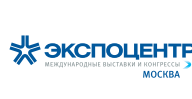


26-29 апреля 2021 г.
Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

www.neftgaz-expo.ru

Реклама

12+





КОНЕЦ ЭПОХИ СЛАНЦЕВОЙ НЕФТИ?

СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ ВНОВЬ ПЫТАЮТСЯ УЖЕСТОЧИТЬ САНКЦИИ ПРОТИВ РОССИИ. ЧТО СТОИТ ЗА ЭТИМ СТРЕМЛЕНИЕМ? ТЕНДЕНЦИЯ НА СВОРАЧИВАНИЯ СЛАНЦЕВОЙ ИНДУСТРИИ ПОДСКАЗЫВАЕТ, ЧТО ТАКИМ ОБРАЗОМ АМЕРИКАНЦЫ ПЫТАЮТСЯ ВЫДАВИТЬ С РЫНКА КОНКУРЕНТА, ПРЕДЛАГАЮЩЕГО БОЛЕЕ ДЕШЕВЫЙ ТРУБОПРОВОДНЫЙ ГАЗ. КАК ПОВЛИЯЕТ КРИЗИС АМЕРИКАНСКИХ СЛАНЦЕВЫХ КОМПАНИЙ НА ГЛОБАЛЬНЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РЫНОК?

Анна Павлихина

О сланцевых углеводородах было известно достаточно давно. Однако, долгое время этот нефтяной массив, оцениваемый сегодня в 425 млрд баррелей, лежал нетронутым в виду отсутствия сколько-нибудь рентабельных технологий. И вот, в начале нулевых такие технологии появились. Совершенствование ГРП, прогресс буровой химии и современное оборудование превратили США в мирового лидера по нефтедобыче. Если 10 лет назад американские компании добывали 44 млрд баррелей, то в прошлом году только сланцевой нефти было добыто 58 млрд баррелей. Несмотря на это, сланцевый бизнес по-прежнему был далек от той рентабельности, которую ожидали инвесторы, и, начиная с 2019 г. американские сланцевые компании начали стремительно терять позиции на рынке. Акции средних предприятий падали в цене, а крупные игроки стали распродавать активы.

В начале лета второй по величине производитель природного газа и двенадцатый по величине производитель нефти в США – компания Chesapeake Energy объявила о банкротстве. Этот гигант с тридцатилетним опытом с самого начала сделавший ставку на добычу сланцевого газа и нефти, применяющий при этом ультра-современные технологии, не устоял перед падением спроса и цен.

Его судьбу с начала 2020 года повторили еще 20 американских производителей сланцевой нефти, среди которых Ultra Petroleum и Whiting Petroleum. Последняя пять лет назад была в числе лидеров по разработке нефтяных полей в штате Северная Дакота, но не выдержала конкуренции. Компании, добывающие нефть в штате Техас, несут меньшие затраты на разработку и могут продержаться при цене 20 долл за барр. Для Whiting Petroleum возможной нижней границей оказалась цена в 50 долл за барр. Для других компаний аналитики Rystad Energy посчитали минимальную рентабельность в 40–45 долл за барр. Но и эти отметки недостаточны



для восстановления добычи, помимо приемлемой цены крупным компаниям нужна устойчивость ее позиции.

Эксперты другой консалтинговой компании – Mizuho Securities USA прогнозируют, что тенденция банкротств среди сланцевых предприятий США только набирает обороты. По их оценкам, из 6 тысяч производителей сланцевой нефти пострадают более 70 %, а в ближайшие два года могут обанкротиться 40 % предприятий.

Несмотря на то, что цена на нефть заняла более или менее устойчивую позицию, остановившись на отметке 40 долл за барр, ожидать восстановления ситуации в ближайшее время не приходится.

В период кризиса компании сократили расходы на 35 %, а количество буровых установок упало до рекордного уровня и это скажется в долгосрочной перспективе. Вероятнее всего, как отмечают эксперты, в течение года отрасль будет консолидироваться.

Но и век тех, кто сохранит позиции на рынке, не долг. Специалисты подсчитали, что при сохранении темпов добычи американской сланцевой нефти хватит на 24 года, а на пик добычи она выйдет уже через пять лет, пик добычи сланцевого газа придется на 2040 год. Это позитивный прогноз, который возможен при сочетании двух основных факторов: высокой и устойчивой цены на углеводороды и стремительном развитии технологий, призванных увеличить коэффициент извлечения.

Пока же ситуация противоположная, чему рады поставщики традиционной нефти и газа, в частности, Россия. Американская сланцевая нефть долгое время была основным сдерживающим фактором в попытках регулировать рынок. Еще один повод для радости российских компаний в том, что в расчете на американский сланцевый газ по Европе раскинулась обширная инфраструктура, готовая принять танкеры с СПГ. Россия, развивающая СПГ-проекты, получит европейский рынок, где ее конкурентами останутся страны Ближнего Востока.

Затоваривание рынка, при прямом участии сланцевой нефти, способствовало понижению цены, что сыграло против американских компаний, занимающихся дорогой добычей сланцевой нефти. Но Америка не захочет терять позиции, завоеванные десятилетним сланцевым бумом, и, вероятно, будет давить на конкурентов, в первую очередь, на Россию, а заодно и Ближний Восток (некоторым могут грозить не только санкции). Есть и другой путь – США будут развивать энерго- и ресурсосберегающие технологии, не зря они считаются (и, осмелюсь утверждать, являются) центром мировой современной науки.

Так или иначе, пример сланцевого бума, простимулировавшего и вобравшего в себя лучшие достижения технологического развития нефтегазовой отрасли, и оказавшийся совершенно невосприимчивым к кризисным моментам, должен послужить поводом задуматься над рисками, которые несет бездумный экспорт чистых углеводородов. ●

ПРЯМОЕ ОДОБРЕНИЕ ОБРАТНОГО АКЦИЗА

Денис Савосин

Правительство РФ одобрило проект федерального закона «О внесении изменений в часть вторую Налогового кодекса РФ в части введения обратного акциза на этан, сжиженные углеводородные газы и инвестиционного коэффициента, применяемого при определении размера обратного акциза на нефтяное сырье» и внести его в Госдуму. Законопроект направлен на развитие нефтегазохимического комплекса России.

Вопрос о разработке законопроекта вводящего обратный акциз на этан и СУГ для стимулирования нефтегазохимии, правительство обсуждало с 2018 г. Однако, ведомствам долго не удавалось найти по нему консенсус. В частности, спорным оставался вопрос компенсации обратного акциза на СУГ.

В мае 2020 г., по итогам совещания о поддержке энергетической отрасли, президент РФ В. Путин дал поручения правительству среди которых обеспечение установления вычета по акцизу на этан и СУГ в зависимости от объема инвестиций в нефтегазохимические мощности.

Разработкой законопроекта занимались совместно два ведомства – Минфин и Минэнерго. Чтобы получить обратный акциз на СУГ компании должны с 1 января 2022 года ввести новые мощности по его переработке не менее 300 тыс. тонн в год или обновить существующие производства. Также компании должны заключить с Минэнерго соглашение о модернизации мощностей, согласно которому нужно будет вложить с 2021 по 2027 годы не менее 65 млрд рублей, а в 2020 году направить на переработку более 100 тыс. тонн СУГ. Содержащиеся в документе меры позволят привлечь около 3 трлн руб. новых инвестиций в отрасль.

Ранее глава Минэнерго А. Новак сообщил, что ведомство вместе с Минфином подготовили и внесли в правительство законопроект, направленный на развитие нефтехимии и нефтепереработки.

В июне 2020 г. вице-премьер РФ Ю. Борисов сообщил, что закон об обратном акцизе может заработать уже в 2020 г. ●

Рейтинги Neftegaz.RU

Традиционные покупатели российского газа сокращают объемы импорта, цена на газ на мировых рынках снижается, а Россия продолжает строить газопроводы во всех направлениях. Найдут ли они свое применение?

Нужно ли России столько газопроводов?

17%

Да, экспорт трубопроводного газа – одна из основных составляющих государственного бюджета

35%

Нет, Европа сокращает закупки, а Китай переходит на СПГ

5%

Да, снижение спроса – временное явление

26%

Нет, конкуренция со стороны СПГ нарастает, а российские газопроводы рассматриваются как запасные

3%

Да, у России много газа, внутри страны столько не переработать

14%

Нет, российские газопроводы тесно сплетены с политикой и создают много проблем, да и строить их дорого

Американские компании, добывающие сланцевую нефть и газ, одна за другой объявляют о банкротстве. Означает ли это, что США снова станут импортерами УВ?

Закончилась ли эра сланцевой нефти и газа?

12%

Да, в начале июля обанкротилась одна из самых старых и крупных сланцевых компаний

15%

Нет, цена на нефть поднимется и сланцевую нефть снова будет выгодно добывать

15%

Да, рентабельных технологий добычи сегодня нет, сверхгигантское сланцевое месторождение Грин Ривер до сих пор не разрабатывают по этой причине

8%

Нет, в Европе построили инфраструктуру для приема СПГ из США, спрос простимулирует предложение

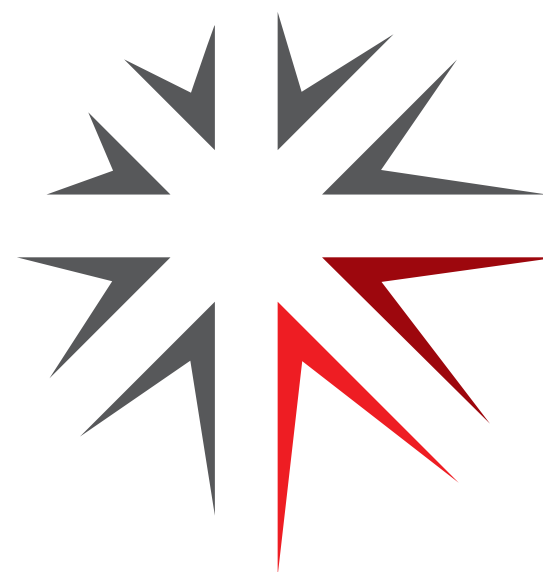
50%

Все в мире циклично, скоро появятся новые технологии и сланцевые нефть и газ снова будет выгодно добывать

6–9
ОКТАБРЯ 2020

КЛЮЧЕВАЯ
ПЛОЩАДКА
СФЕРЫ ТЭК

РЕКЛАМА



РОССИЙСКИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
РМЭФ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
ФОРУМ

XXVII МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
**ЭНЕРГЕТИКА И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ПАРТНЁР



ПАРТНЁР



18+

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

ENERGYFORUM.RU
rief@expoforum.ru
+7 (812) 240 40 40, доб.2160

EXPOFORUM

ENERGETIKA-RESTEC.RU
energo@restec.ru
+7 (812) 303 88 68



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

СП для разработки ТриЗ

Газпром нефть, ЛУКОЙЛ и Татнефть закрыли сделку по созданию СП Новые технологии добычи нефти (НТДН) для поиска и добычи трудноизвлекаемых запасов (ТриЗ) углеводородов в Оренбургской области. Опытно-промышленную разработку Савицкого и Журавлевского участков недр, содержащих доманиковую нефть, планируется начать в 2024 г. Партнеры



объединят операционные и технологические компетенции для наиболее эффективного освоения традиционных залежей нефти, а также разработки рентабельных технологий для промышленного освоения ТриЗ на двух участках недр в Оренбургской области. Одним из ключевых направлений деятельности НТДН станет создание технологий для разработки доманиковых отложений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Доманиковые отложения, а также баженовскую свиту, называют аналогами американской сланцевой нефти. Технологий рентабельной добычи на данный момент не существует. Доманиковые отложения распространены на площади в 500 тыс. км² в Волго-Уральском, Тимано-Печорском и Прикаспийском бассейнах, залегая на глубинах в 1–4 тыс. м. Извлекаемые запасы нефти доманика, по оценкам Газпром нефти, составляют 3–6 млрд т.

Однако разработка этих отложений осложняется высокой плотностью породы, низкой проницаемостью, неоднородностью коллектора и наличием больших зон литологического замещения коллекторов непроницаемыми плотными породами.

В портфель активов НТДН вошли граничащие друг с другом Савицкий и Журавлевский участки недр. Опытно-промышленную разработку планируется начать в 2024 г.

Закупки по-китайски

Крупные китайские нефтяные компании собираются сформировать альянс, чтобы совместно заниматься закупками



нефти. Это должно усилить их рыночную позицию, а также создаст крупнейшего в мире покупателя сырья.

Четыре государственных нефтеперерабатывающих завода совместно заявят цену на некоторые сорта нефти. Предварительные переговоры ведут руководство China Petroleum & Chemical, PetroChina, CNOOC и Sinochem Group. Инициатива поддержана правительством Китая и регулирующими органами. Утверждается, что китайские компании таким образом надеются получить и более широкое влияние на объемы и цены покупаемой нефти. На первом этапе альянс намерен коллективно выпускать заявки на определенные российские

марки на спотовом рынке, уже в следующем месяце ожидается совместная подача заявки китайских НПЗ на поставку российской нефти марки ESPO.

Германия откажется от угля к 2038 г.

Бундестаг одобрил законопроект правительства Германии по выходу из угольной энергетики не позднее, чем 2038 г. В Greenpeace и Левой партии законопроект недовольны, т.к. считают, что Германия могла бы уйти от угля и раньше – к 2030 г.

В парламенте также поддержали законопроект по пакету мер финансовой помощи для регионов, закрывающих угледобывающие предприятия. Размер выплат – около 40 млрд евро к 2038 г. Деньги направят на переориентацию экономики в таких землях, как Бранденбург, Саксония, Саксония-Анхальт, Северный Рейн – Вестфалия.



Операторам угольных электростанций выплатят компенсацию за преждевременное закрытие предприятий. Министр экономики и энергетики ФРГ П. Альтмайер заявил, что отказ от угля – «исторический проект поколений», и эпоха угольной промышленности в Германии «безвозвратно уходит». На сегодняшний день в Германии есть только разработки бурого угля открытым способом – в карьерах и разрезах.

Второй ветка ВСМО

Богучанская ТЭС запущена

Продажа квот

Дошли руки до Арктики

Южный поток

Цены на газ

Слишком капиталов

Северный поток достроили

Терминал Утренний построят к 2022 г.

Подписан контракт на строительство СПГ-терминала Утренний проекта Арктик СПГ-2 между ФГУП Гидрографическое предприятие, дочкой Росатома, и Межрегионтрубопроводстроем. Стоимость работ составит 95,7 млрд руб. Подрядчику предстоит выполнить дноуглубительные работы в акватории и на подходном



канале участка № 2 морского порта Сабетта объемом свыше 20 млн м³ донного грунта, построить ледозащитные сооружения общей протяженностью свыше 4,4 км, а также создать объекты системы обеспечения безопасности мореплавания и пункта пропуска через государственную границу. Работы будут выполняться в крайне сжатые сроки (период безледовой навигации в месте проведения работ составляет 60–70 календарных дней в году). Строительство терминала в порту Сабетта позволит увеличить отгрузку углеводородов на экспорт.

Работы будут проводиться в рамках проекта Арктик СПГ-2 и освоения Салмановского (Утреннего) НГКМ НОВАТЭКа, которое станет ресурсной базой для СПГ-завода.

Строительство терминала должно быть завершено в 2022 г. Терминал Утренний будет построен на западном побережье п-ва Гыдан, в районе существующих причальных сооружений Салмановского месторождения.

Северный поток-2 все-таки достроят

Датское энергетическое агентство (DEA) разрешило Nord Stream 2 достроить датский участок Северного потока-2 судами с якорным позиционированием

Оставшаяся для достройки в водах Дании часть МГП Северный поток-2 проходит за пределами той зоны, где не рекомендуется донное траление, постановка на якорь и другие придонные работы из-за рисков, создаваемых сброшенными затопленными боеприпасами



Изменения открывают возможность для использования трубоукладочных суда с якорным позиционированием как отдельно, так и в сочетании с судами, оснащенными системой ДП. Решение было принято DEA спустя всего лишь месяц после подачи заявки, что можно считать рекордной оперативностью ведомства. Однако немедленно начать работы с помощью дополнительных судов Nord Stream 2 не сможет. Выданное DEA в конце октября 2019 г. разрешение, после двух лет проволочек, предусматривает прохождение МГП Северный поток-2 в исключительной экономической зоне Дании к юго-востоку от о. Борнхольм.

Нет земли – нет экспорта

Индия перестанет закупать энергооборудование в Китае и Пакистане.

Ранее Индия импортировала энергетическое оборудование на сумму 710 млрд рупий (9,4 млрд долл. США), включая импорт на сумму 210 млрд рупий (2,8 млрд долл. США) из Китая. Однако теперь, из-за конфликта в пограничной зоне, такое сотрудничество будет прекращено. Министр энергетики Индии уточнил, что госкомпания не смогут отдавать заказы на поставку оборудования китайским организациям. Кроме того, Индия будет проверять все электрооборудование, закупленное ранее за границами страны (в т.ч. в Китае) на наличие вредоносных программ и троянских вирусов.

Китай и Индия давно конфликтуют из-за участка горной территории на севере Кашмира и почти 60 тыс. м² в северо-восточном штате Аруначал-Прадеш.



В регионе Ладакх проходит линия фактического контроля, заменяющая в этом регионе границу между странами. Из-за обострения ситуации страны пытаются повлиять друг на друга экономически.

Индия заблокировала на своей территории 59 мобильных приложений, разработанных в Китае, а также намерена отстранить китайскую компанию Huawei от участия в испытаниях сетей 5G. Китай сообщает, что будет принимать необходимые меры для защиты законных интересов своих компаний в Индии. ●

14 участков недр

с суммарно доказанными запасами **13,09 млн т нефти и 2 млрд м³** предложило Правительство ХМАО-Югры для освоения в 2020 г.

На **5%**

сократилась добыча нефти и газового конденсата в России в 1-м полугодии 2020 г. Добыча газа сократилась на **10%**

Экспорт газа из Ирана в соседние страны увеличился

На **3,6** млрд м³

Общая добыча газа в прошедшей Солнечной хиджре достигла **270 млрд м³**

До **39,68** \$/барр

упала средняя цена Urals в 1-м полугодии 2020 г.

Цена на нефть этого сорта в январе-июне 2019 г. составляла **65,63 долл. США/барр.**

Число нефтегазовых буровых установок в мире в июне 2020 г. сократилось на **1148** ед.

В годовом выражении количество действующих буровых установок сократилось более чем на **50%**

На **45%**

снизился транзит газа через Украину в 1-м полугодии 2020 г.

и составил **24,9 млрд м³**. Газпром использовал **78%** забронированных мощностей

1,95 млн рублей

– сумма заказа Газпрома на трубы большого диаметра, разделенного между **5** поставщиками

На **89%**

забронированы Мощности польского участка МГП Ямал-Европа на следующий газовый год

На **11%**

Татнефть сократила добычу нефти в 1-м полугодии 2020 г.

добыв **13,26 млн т нефти**

РусГидро приобретет у Роснефти

7,68%

акций Сахалинской энергетической компании

Сумма сделки составит **1 млрд руб.**

1,95 млн рублей

составила сумма ущерба из-за несанкционированного отбора газа

В Воронежской области в 1-м полугодии 2020 г. выявлено **37** случаев

185 млн долл. США

выплатит ВТБ Роснефти по мировому соглашению

Компания требовала взыскать с банка 185 млн долл. США основного долга, возникшего из-за неоплаты аккредитивов, и более **7 млн долл. США** процентов за пользование чужими денежными средствами

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

разработки неоднородных коллекторов при нестационарном заводнении

В СТАТЬЕ ВЫЯВЛЕНЫ КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ И УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРАБОТКИ НЕОДНОРОДНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОМ ЗАВОДНЕНИИ. ПОКАЗАНО, ЧТО ОДНИМ ИЗ ОСНОВНЫХ МЕХАНИЗМОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ ЯВЛЯЕТСЯ АКТИВИЗАЦИЯ УПРУГО-КАПИЛЛЯРНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ. АВТОРЫ ДОКАЗЫВАЮТ, ЧТО ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦИКЛИЧЕСКОГО ЗАВОДНЕНИЯ УВЕЛИЧИВАЕТСЯ С УВЕЛИЧЕНИЕМ ПОЛУЦИКЛА ПАДЕНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ

THE ARTICLE UNCOVERS QUALITATIVE AND QUANTITATIVE PATTERNS OF HOW NATURAL FACTORS AND CONTROLLING ACTIONS INFLUENCE THE DEVELOPMENT INDEXES OF NON-UNIFORM RESERVOIRS DURING NON-STATIONARY WATER FLOODING. IT WAS SHOWN THAT ONE OF THE MAIN MECHANISMS OF EXTRACTING HYDROCARBONS IS ACTIVATION OF RESILIENT CAPILLARY BACKFLOWS. AUTHORS PROVE THAT EFFECTIVENESS OF CYCLIC WATER FLOODING IS INCREASED WITH AN INCREASE OF THE HALF-CYCLE OF SHELF'S PRESSURE DECREASE

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нестационарное заводнение, разработка неоднородных коллекторов, энергосбережение, добыча углеводородов, нагнетательная скважина.



**Мищенко
Игорь
Тихонович**

заведующий
кафедрой РиЭНМ
РГУ нефти и газа
им. И.М. Губкина,
профессор, д.т.н.



**Бравичева
Татьяна
Борисовна**

доцент кафедры
РиЭНМ
РГУ нефти и газа
им. И.М. Губкина,
к.т.н.



**Бравичев
Кирилл
Арсеньевич**

доцент кафедры
РиЭНМ
РГУ нефти и газа
им. И.М. Губкина,
к.т.н.

Существенная доля запасов углеводородов находится в терригенных и карбонатных неоднородных коллекторах месторождений Урало-Поволжья и Западной Сибири, в т.ч. в пластах с суперколлекторами (Талинская площадь Краснотинского месторождения, Ванкорское и Оренбургское месторождения и т.д.). Среди указанных коллекторов имеются как характеризующиеся наличием гидродинамической связи во всем объеме пласта между слоями, областями, зонами с различной проницаемостью, так и показателями неоднородности в соответствии с классификацией ВНИИнефть имени академика А.П. Крылова (песчанность, расчлененность, зональная и послойная неоднородность) [4]. При определенном сочетании указанных параметров повышение эффективности разработки неоднородных коллекторов возможно при нестационарном заводнении (циклическое заводнение) с целью активизации упруго-капиллярных механизмов нефтеизвлечения.

Несмотря на большое количество исследователей, внесших огромный вклад в развитие

технологий нестационарного заводнения, таких как М.Л. Сургучев, А.А. Боксерман, Р.Х. Муслимов, А.И. Губанов, Ю.П. Желтов, А.А. Кочешков, В.Г. Оганджянц, А.Т. Горбунов, О.Э. Цынковой, Н.И. Хисамутдинов, В.Е. Гавура, И.Н. Шарбатова, Д.Ю. Крянев и многие другие, до настоящего времени при выборе технологических параметров недостаточно полно учитываются сложные механизмы нефтеизвлечения, связанные с обменом флюидами между неоднородными слоями, областями, зонами.

При нестационарном заводнении в периоды повышения пластового давления возникают гидродинамические градиенты давления в сторону малопроницаемых элементов пласта, в т.ч. усиливающие процесс капиллярной пропитки. При этом увеличивается упругий запас и, следовательно, объем воды, внедряемой в пласт. В период снижения пластового давления знак градиента давления меняется, и внедрившаяся вода вместе с нефтью получают возможность обратного перетока в высокопроницаемые участки; из-за микрон неоднородности

поровой среды и ее гидрофильных свойств (особенности смачивания) часть нефти в наименее мелких порах замещается водой под действием капиллярных сил. В полувеличении снижения пластового давления происходит расширение системы пласт – флюид, способствующее выравниванию давления в областях с различной пьезопроводностью, т.е. перетоку флюида в высокопроницаемые составляющие.

Обобщение результатов теоретических, экспериментальных и промысловых исследований показало, что в настоящее время недостаточно обоснованы критерии применения как самих технологий нестационарного заводнения, так и технологических параметров (продолжительность полуциклов, гидродинамические градиенты и др.). Это связано с большим числом природных и технологических факторов, влияющих на эффективность разработки указанных коллекторов. Для оценки влияния указанных факторов на эффективность разработки исследуемых коллекторов используются приближенные зависимости, полученные при соответствующих допущениях, а также статистические зависимости как результат обобщения промысловых и экспериментальных лабораторных исследований. Учитывая вышеизложенное, дальнейшее изучение процессов извлечения углеводородов связано с проведением численных

исследований при использовании современных программных продуктов. Для планирования, проведения и анализа численных исследований необходима разработка соответствующих научно-методических основ.

Методика планирования и проведения численных исследований процессов разработки карбонатных коллекторов порово- трещинного типа

Численные исследования проведены на подробных секторных моделях, в т.ч. на моделях двойной проницаемости. Данная модель предполагает моделирование двух сред: трещинной и поровой. Размер ячейки сеточной области составлял 20×20×5 метров. Капиллярные давления на начало расчетов в блоках матрицы задаются постоянными, что соответствует однородности блоков на микроуровне. Такое допущение можно считать оправданным для низкопроницаемой матрицы без учета микротрещин и каверн. В противном случае капиллярная пропитка реализуется в значительно меньшей степени.

Все закономерности, полученные в результате численных исследований по моделям фрагментов пластов, выявлены в рамках принятых допущений и в тех пределах, в которых варьировались природные параметры. Вместе

с тем результаты численных исследований являются достоверными (при принятых допущениях), поскольку при построении моделей фрагментов максимально учитывались геолого-промысловые условия.

Следует отметить, что при применении циклического заводнения может иметь место гистерезис фазовых проницаемостей и капиллярных давлений, а также гистерезис проницаемости системы при увеличении эффективного давления (полуцикл снижения давления). Указанные выше процессы могут учитываться в современных программных продуктах по гидродинамическому моделированию. Для повышения достоверности гидродинамических расчетов необходимо иметь полный комплекс геолого-геофизических исследований и данные физического моделирования. Например, при гидравлическом обжиге керна можно оценить границы изменения пластового давления при недопущении необратимых потерь проницаемости системы.

Гидродинамическая модель фрагмента карбонатного пласта для проведения численных исследований построена на основе фильтрационно-емкостных и физических свойств системы, близких к условиям Приразломного месторождения арктического шельфа РФ. Гидродинамические модели фрагментов терригенного пласта с суперколлектором и терригенного неоднородного



РИС. 1. Динамика накопленной добычи нефти при циклическом и стационарном заводнении

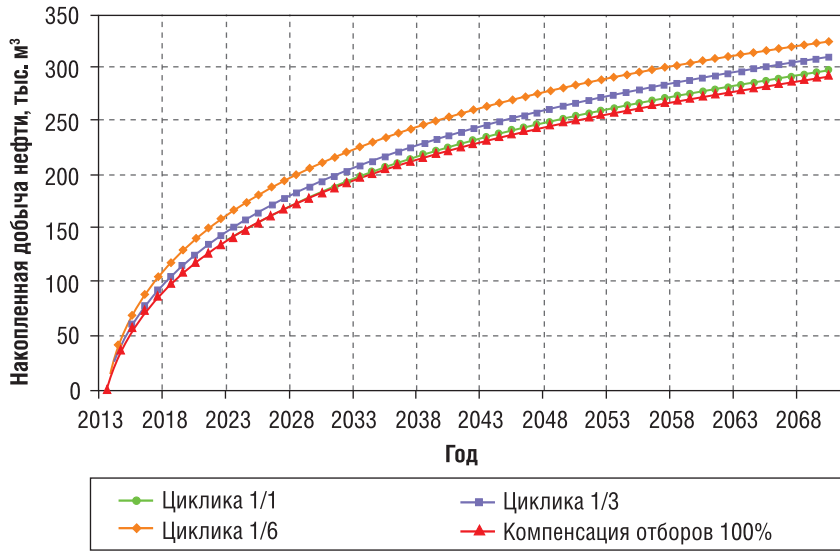


РИС. 2. Характеристики вытеснения «Обводненность – КИН» при циклическом и стационарном заводнении

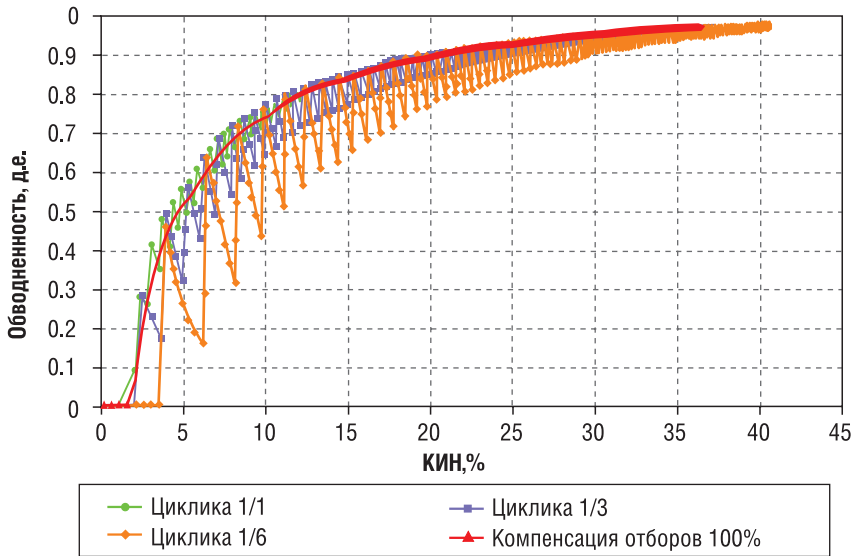
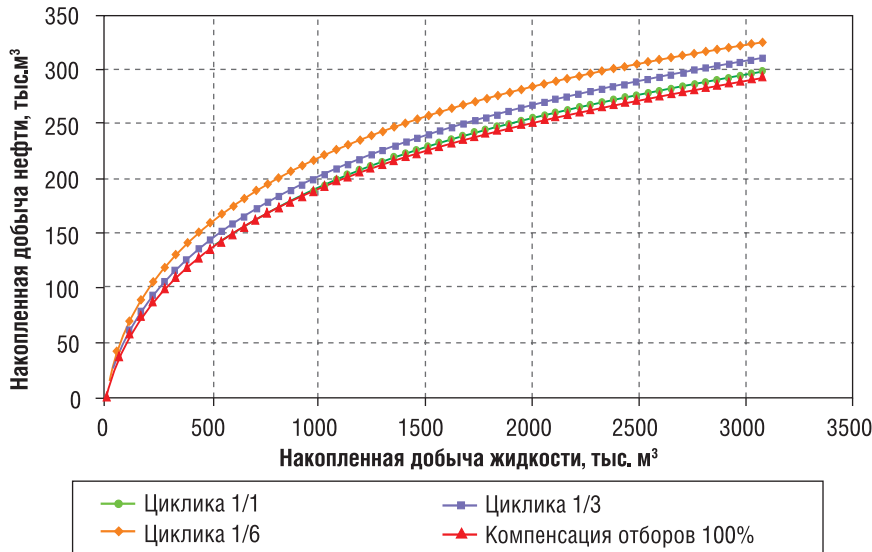


РИС. 3. Характеристики вытеснения «Накопленная добыча нефти – накопленная добыча жидкости» при циклическом и стационарном заводнении



расчлененного пласта построены для условий, близких к Талинской площади Красноленинского месторождения и для одного из горизонтов месторождения Узень Республики Казахстан, показатели неоднородности которого соответствуют эффективному применению нестационарного заводнения [4].

Во всех случаях капиллярное давление низкопроницаемых составляющих соответствовало особенностям смачивания исследуемых коллекторов, а также учитывалось изменение проницаемости системы от эффективного давления, что позволяет наиболее полно учесть возможность активизации упругих и капиллярных сил при применении циклического заводнения.

Авторами был проведен значительный комплекс исследований для получения закономерностей влияния природных параметров и управляющих воздействий на показатели разработки указанных типов неоднородных коллекторов [1–3].

Ниже приведены результаты, которые можно считать типовыми для обоснования технологических параметров при циклическом заводнении.

Влияние гидродинамических градиентов при стационарном заводнении карбонатных коллекторов

На первом этапе исследования изучалось влияние гидродинамических градиентов на эффективность разработки карбонатных коллекторов порово-трещинной структуры (основные запасы приурочены к низкопроницаемой матрице). Проведены расчеты для модели с размерами блоков матрицы 10×10×10 м при полной компенсации, перекомпенсации (105 %) и неполной компенсации (95 %) (таблица 1, рисунки 1–3). Под уровнем компенсации в данном случае понимается ограничения на дебиты и приемистости скважин. При разных ограничениях пластовые давления поддерживаются на разных уровнях. Результаты расчетов показали, что недокомпенсация приводит к увеличению накопленной добычи нефти по сравнению

ТАБЛИЦА 1. Показатели для вариантов разработки порово-трещинного коллектора с различными размерами блоков матрицы

№	Название варианта	Накопленная добыча нефти, тыс. м³	Накопленная добыча воды, тыс. м³	Накопленная закачка, тыс.м³	Срок разработки, год	Обводненность, д.е.	КИН, %	Изменение КИН, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Проницаемость матрицы 5 мД, трещин – 200 мД, размер матричного блока 10х10х10 м								
13	Компенсация отборов	222,56	2839,06	3092,14	57	0,98	27,71	–
14	Перекомпенсация	215,76	2852,79	3107,54	57	0,98	26,86	-3
15	Неполная компенсация	239,54	2676,04	2922,57	57	0,97	29,82	8
16	Циклика 1/1	259,14	2801,65	3100,74	57	0,97	32,26	16
17	Циклика 1/3	277,41	2777,77	3088,07	57	0,97	34,54	25

с полной компенсацией на 7 %, перекомпенсация – к уменьшению на 3 %. При этом в варианте в недокомпенсацией уменьшается накопленная добыча воды на 6 % и накопленная закачка на 5 % по сравнению с базовым вариантом при полной компенсации. Добыча воды и закачка в варианте с перекомпенсацией сопоставимы с показателями в базовом варианте. Так, вариант с неполной компенсацией характеризуется более высокими показателями разработки (табл. 1). Неполная компенсация приводит к постепенному снижению пластового давления. Поэтому данный вариант характеризуется более низкими гидродинамическими градиентами давления в пласте, что способствует активизации упруго-капиллярных сил. Напротив, в варианте с перекомпенсацией наблюдается рост пластового давления до некоторого максимального значения, величина которого зависит от приемистости нагнетательной скважины. Более подробно исходные данные для построения секторных гидродинамических моделей приведены в [1].

Обоснование режимов работы добывающих и нагнетательных скважин при циклическом заводнении карбонатных коллекторов

Представлены результаты численных исследований процесса циклического заводнения для рассмотренной модели

карбонатного пласта. Сравнение показателей разработки проведено с вариантом полной компенсации отборов закачкой. Рассмотрено три варианта циклического заводнения (циклика 1/1, циклика 1/3, циклика 1/6). Под цикликой 1/3 понимается, что нагнетательная скважина находится в работе, например, 1 месяц с последующей остановкой на 3 месяца. Добыча ведется постоянно. Аналогично для других вариантов циклического заводнения. Кроме того, приведено исследование влияния продолжительности полуциклов добычи на эффективность нефтеизвлечения. В данном разделе циклическое заводнение рассмотрено как альтернатива традиционному заводнению.

В целом рассмотренные варианты циклического заводнения характеризуются лучшими показателями разработки по сравнению с базовым вариантом стационарного заводнения при полной компенсации (рисунки 1–3, таблица 1). Так, накопленная добыча для циклики 1/6 выше на 11 %, незначительно уменьшаются объемы попутно добываемой воды и закачка (1–2 %) (таблица 1). Однако циклика 1/1 не приводит к значительным изменениям показателей разработки. Это свидетельствует о том, что для данных геолого-промысловых условий более эффективной оказывается циклическое заводнение с неравномерными полуциклами при увеличении продолжительности полуцикла добычи [1].

Применение систем горизонтальных скважин при циклическом заводнении карбонатных коллекторов

Для исследуемого типа карбонатных коллекторов (проницаемость матрицы 5 мД, проницаемость трещин – 200 мД) оценивались показатели разработки при циклическом заводнении при применении горизонтальных добывающих скважин (ГС) при шахматном расположении. Длины добывающих горизонтальных скважин: 200, 400, 600, 800, 1000 м. Рассмотрены варианты циклического заводнения с полуциклом повышения пластового давления (закачки) продолжительностью 1 месяц; продолжительность полуциклов падения пластового давления изменялась от 1 до 6 месяцев, рисунок 4.

Для низкопроницаемых карбонатных коллекторов (проницаемость матрицы – 3 мД, проницаемость трещин – 30 мД), длины добывающих горизонтальных скважин: 200 и 1000 м, рассмотрены варианты циклического заводнения с полуциклом повышения пластового давления (закачки) продолжительностью 1 месяц; продолжительность полуциклов падения пластового давления изменялось от 1 до 6 месяцев, рисунок 5.

Учитывая вышеизложенное, циклическое заводнение эффективно для

РИС. 4. КИН в зависимости от длительности полуцикла падения пластового давления и длины ГС для высокопроницаемого коллектора

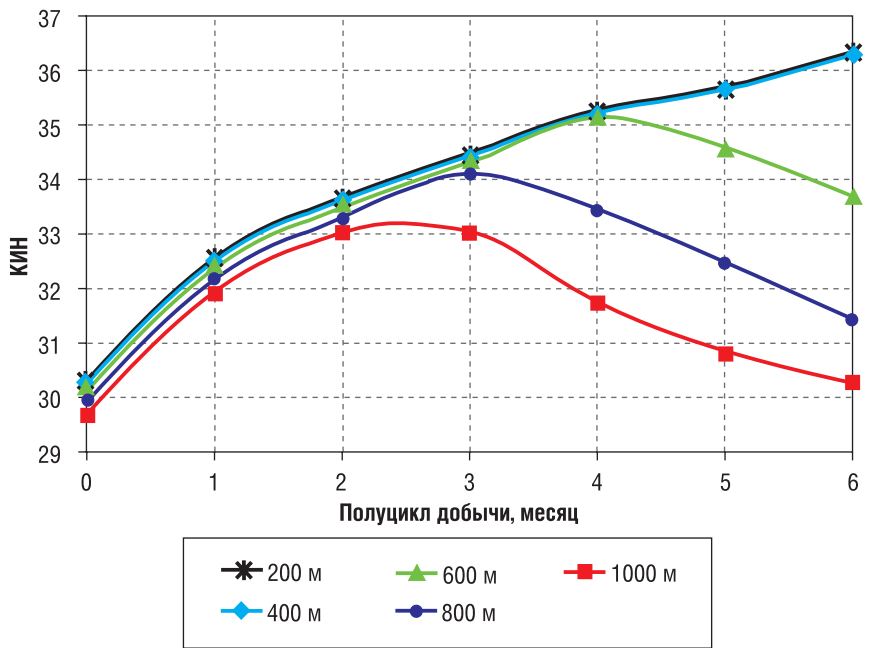
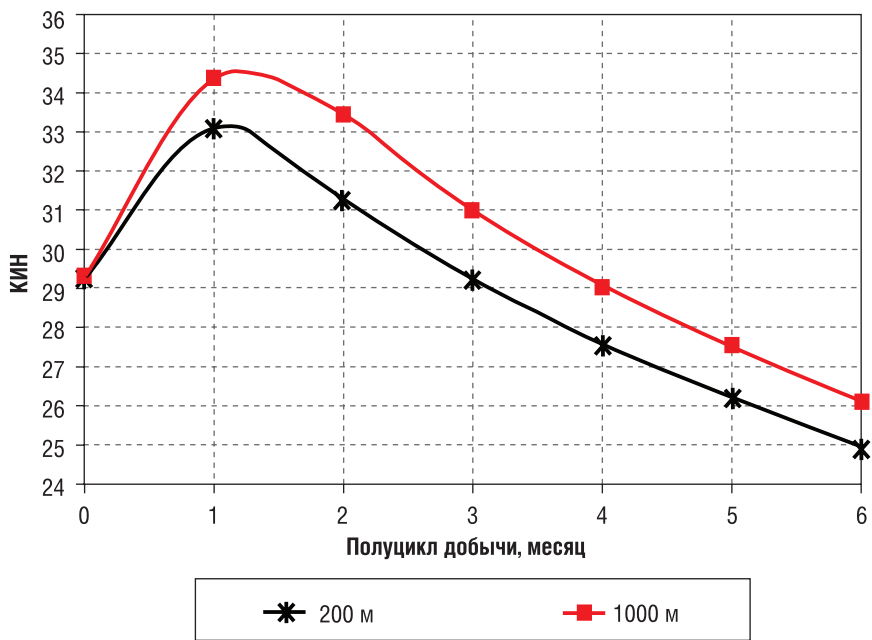


РИС. 5. КИН в зависимости от длительности полуцикла падения пластового давления и длины ГС для низкопроницаемого коллектора



низкопроницаемого карбонатного коллектора при одинаковой продолжительности полуциклов. При этом с увеличением длины горизонтального участка эффективность нефтеизвлечения возрастает, в то время как для высокопроницаемого коллектора при увеличении длины горизонтальных скважин эффективность нефтеизвлечения снижается вследствие обводнения продукции ГС по трещинам.

Обоснование режимов работы добывающих и нагнетательных скважин при циклическом заводнении пластов с суперколлектором

При проведении численных исследований получены количественные закономерности влияния на эффективность заводнения следующих природных и технологических параметров:

проницаемости основного низкопроницаемого пласта и суперколлектора, а также продолжительности полуциклов.

При проведении численных исследований в пластах с суперколлекторами также получены количественные закономерности влияния указанных выше природных и технологических параметров (продолжительность полуциклов и др.). Так, влияние полуцикла закачки (при длительности полного цикла 90 суток) при различных проницаемостях основного пласта и суперколлектора (рис. 6).

Эффективность циклического заводнения оценивалась по сравнению со стационарным заводнением при максимально возможной добыче жидкости. В работе изменялся только режим работы нагнетательно скважины, добыча осуществляется непрерывно.

Численные исследования проводились при участии аспиранта кафедры Загайнова Александра Николаевича [2].

Обоснование режимов работы добывающих и нагнетательных скважин при циклическом заводнении расчлененных коллекторов

При численных исследованиях оценивалось влияние на показатели разработки момента начала применения циклического заводнения и соотношения полупериодов закачки и падения пластового давления в соответствии с таблицами 2–5 и рисунками 7, 8. Практически все исследуемые технологии циклического заводнения позволяют увеличить накопленную добычу нефти и снизить водонефтяной фактор за исследуемый период времени (30 лет) [3].

Следует отметить, что при применении циклического заводнения с начала разработки в пласте практически отсутствует подвижная вода и перетоки между прослоями приводят лишь к обмену равным количеством нефти – циклическое заводнение снижает темпы отбора нефти и практически не влияет на динамику обводнения. Циклическое заводнение начинает работать по мере насыщения водой высокопроницаемого коллектора.

Получены зависимости относительного прироста добычи нефти и снижения ВНФ от доли периода бездействия, причем указанная доля периода бездействия – отношение длительности периода, в течение которого нагнетательная скважина бездействует, к общей продолжительности цикла (рис. 7, 8). Оптимальная доля периода бездействия составляет 0,3–0,5 д. ед. и практически не зависит от длительности цикла, который может составлять от 2 до 8 недель, причем с увеличением периода остановки нагнетательной скважины снижается ВНФ.

Таким образом, показано, что для исследуемых условий [3] технологии циклического заводнения более эффективны по сравнению со стационарным заводнением, накопленная добыча нефти увеличивается на величину более 10 %, а водонефтяной фактор снижается на величину от 10 до 90 %. Оптимальное отношение периода бездействия нагнетательной скважины к длительности цикла составляет 0,3–0,5 д. ед. Длительность цикла в диапазоне от 1 до 8 недель практически не влияет на эффективность циклического заводнения. Циклическое заводнение целесообразно начинать после прорыва воды в добывающие скважины. Позднее начало циклического заводнения снижает его эффективность, однако оно все равно остается эффективнее стационарного заводнения. Эффективность циклического заводнения зависит от соотношения показателей послойной и зональной неоднородности в соответствии с результатами интерпретации ГИС.

Закключение

Для повышения эффективности разработки неоднородных коллекторов, в том числе карбонатных, при нестационарном заводнении выявлены качественные и количественные закономерности влияния на показатели разработки природных факторов (макро- и микронеоднородности пластов по фильтрационно-емкостным и физическим свойствам) и управляющих воздействий (расстановка и режимы работы добывающих и нагнетательных скважин и др.).

РИС. 6. Диаграмма максимального КИН для различного соотношения проницаемостей НПК и ВПК

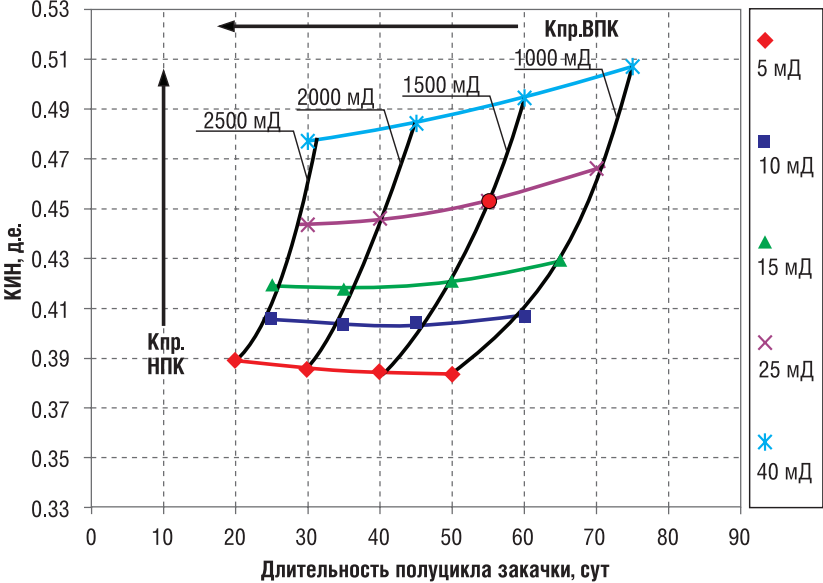


ТАБЛИЦА 2. Зависимость КИН за расчетный период от продолжительности полуцикла падения пластового давления

КИН, д. ед		период простоя, сутки			
		7	14	28	56
период закачки, сутки	7	0,341	0,342	0,308	0,282
	14	0,348	0,348	0,339	0,318
	28	0,345	0,356	0,356	0,337
	56	0,335	0,341	0,357	0,348

ТАБЛИЦА 3. Зависимость относительного прироста добычи нефти от продолжительности полуцикла падения пластового давления

изменение добычи нефти, %		период простоя, сутки			
		7	14	28	56
период закачки, сутки	7	8 %	5 %	-3 %	-11 %
	14	10 %	10 %	7 %	0 %
	28	9 %	12 %	12 %	6 %
	56	6 %	8 %	13 %	10 %

ТАБЛИЦА 4. Значения ВНФ за расчетный период от продолжительности полуциклов закачки и падения пластового давления

ВНФ, м³/м³		период простоя, сутки			
		7	14	28	56
период закачки, сутки	7	5,02	3,22	1,74	0,94
	14	6,7	4,78	3	1,97
	28	8,14	6,35	4,52	2,95
	56	9,45	5,02	6,19	4,57

ТАБЛИЦА 5. Относительное изменение водонефтяного фактора при циклическом заводнении

изменение ВНФ, %		период простоя, сутки			
		7	14	28	56
период закачки, сутки	7	-52%	-69%	-83%	-91%
	14	-36%	-54%	-71%	-81%
	28	-22%	-39%	-57%	-72%
	56	-10%	-52%	-41%	-56%

РИС. 7. Зависимость прироста добычи нефти от доли периода бездействия нагнетательных скважин

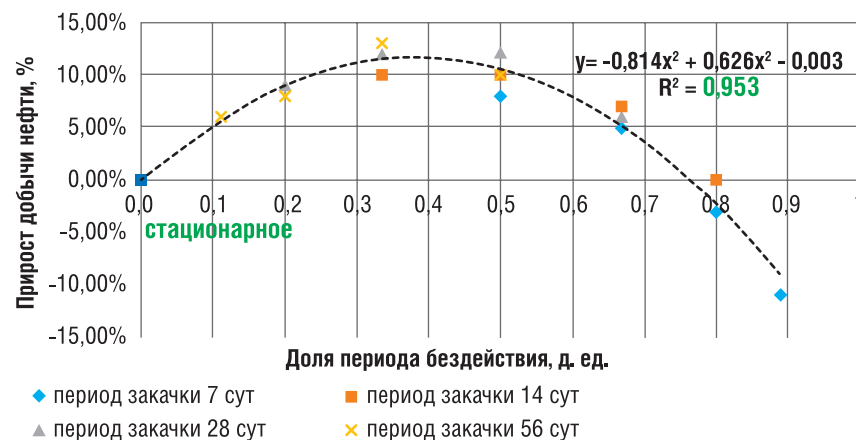
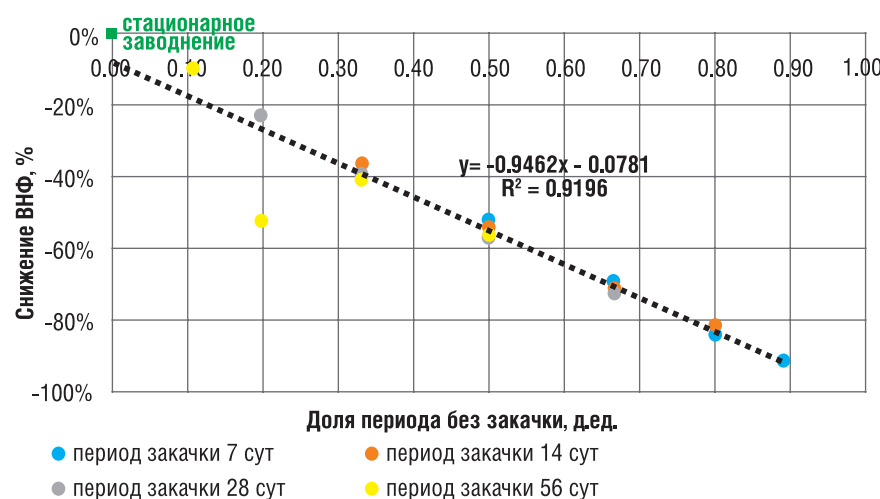


РИС. 8. Зависимость снижения ВНФ от доли периода бездействия



Показано, что одним из основных механизмов извлечения углеводородов является активизация упруго-капиллярных проявлений. Вместе с тем при изменении эффективного давления необходимо учитывать кинетику проницаемости.

Зависимость проницаемости от изменения эффективного давления может быть получена при воспроизведении испытаний скважин. Для обоснования границ изменения пластового давления необходимо физическое моделирование процессов увеличения и уменьшения эффективного давления при гидравлическом обжиге керна для учета необратимых потерь фильтрационно-емкостных свойств (гистерезис проницаемости).

Эффективность циклического заводнения увеличивается с увеличением полуцикла падения пластового давления. Это связано с активизацией

упругих и капиллярных проявлений в пластовой системе при нестационарном режиме разработки.

Для пластов с суперколлекторами определены параметры полуциклов повышения и падения пластового давления при циклическом заводнении, которые позволяют достичь максимального коэффициента извлечения нефти для различного соотношения проницаемостей низко- и высокопроницаемых слоев (при соответствующих зависимостях капиллярных давлений и остаточной водонасыщенности). Так, в пласте с проницаемостью низкопроницаемых слоев 25 мД и суперколлектора – 1500 мД максимальный КИН, равный 0,453 (точка 1), достигается при циклическом заводнении с продолжительностью полуцикла закачки 55 суток.

При применении циклического воздействия для расчлененных коллекторов в соответствии

с методикой ВНИИнефть имени акад. А.П. Крылова рациональное соотношение полупериодов закачки и простоя нагнетательных скважин получается различным, несмотря на существенное влияние упруго-капиллярных сил. Длительность цикла в диапазоне от 1 до 8 недель практически не влияет на эффективность циклического заводнения. Полученные результаты можно считать типовыми для исследуемого типа коллекторов. Для расчлененных пластов с показателями зональной и послойной неоднородности благоприятными по классификации ВНИИнефть имени акад. А.П. Крылова выявлены и систематизированы количественные закономерности влияния технологических параметров при циклическом заводнении на эффективность нефтеизвлечения.

Следует отметить, что при циклическом заводнении может иметь место гистерезис фазовых проницаемостей и капиллярных давлений, а также гистерезис проницаемости системы при увеличении эффективного давления (полуцикл снижения давления). Указанные выше процессы должны учитываться в современных программных продуктах по гидродинамическому моделированию. Для повышения достоверности гидродинамических расчетов необходимо иметь полный комплекс геолого-геофизических исследований и данные физического моделирования. ●

Литература

1. Мищенко И.Т., Бравичев К.А., Загайнов А.Н. Повышение эффективности разработки карбонатных коллекторов порово-трещинного типа с низкопроницаемой гидрофильной матрицей // Нефть, газ и бизнес, 10/2013, с. 34–42.
2. Мищенко И.Т., Бравичев К.А., Загайнов А.Н. Обоснование технологии циклического заводнения пластов с суперколлекторами в условиях упругих деформаций // Нефтяное хозяйство, 10/2014, с. 89–91.
3. Мищенко И.Т., Бравичев К.А., Казаков К.В., Шайхлисламова Э.Р. Анализ эффективности применения технологии циклического заводнения в неоднородных расчлененных коллекторах // Вестник ассоциации буровых подрядчиков, 2/2019, с. 34–40.
4. Крянев Д.Ю. Нестационарное заводнение. Методика критериальной оценки выбора участков воздействия. – М.: ОАО «Всерос. нефтегаз. науч.-исслед. ин-т», 2008. – 208 с.

KEYWORDS: non-stationary flooding, development of heterogeneous reservoirs, energy saving, hydrocarbon production, injection well.



ИДЕАЛЬНОЕ ВРЕМЯ ТАКТА

- Высокая производительность линии — до 850 НКТ в сутки.
- Современная автоматизированная линия диагностики и ремонта НКТ.
- Быстрая переналадка при смене сортамента НКТ — не более 30 минут.



БЕЗУПРЕЧНОЕ КАЧЕСТВО РЕМОНТА

- Неразрушающий контроль тела трубы с определением координат дефектов одновременной работой 16 датчиков.
- Гидроиспытание в соответствии с ГОСТ 633-80 и требованиями с Заказчика.
- 100% контроль прямолинейности труб высокоточными инструментами.



РАЗУМНАЯ КОМПАКТНОСТЬ

- Планировочное решение, позволяющее разместить полноценное производство на небольших площадях — 18х30 м.
- Организация рабочих мест, исключающая непроизводительные перемещения НКТ при диагностике и ремонте.
- Применение широкого инструментария бережливого производства на каждом этапе технологической цепочки.



БЕРЕЖЛИВЫЙ ТЕХПРОЦЕСС

- Минимизировано количество технологических отходов ремонта НКТ за счет точного определения характера и места дефекта с одновременной регулировкой длины отрезаемых участков трубы.
- Оптимальное количество персонала — не более 7 человек в смену.
- Закрепление навыков персонала с минимальным числом итераций (коучинг, TWI).

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ УСЛУГИ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

Шефмонтаж оборудования:

- трубонарезных станков с числовым программным управлением;
- линии автоматизированной дефектоскопии;
- установки гидравлических испытаний;
- муфтодоверточных станков;
- любого дополнительного оборудования по первому требованию Заказчика.

ПРЕИМУЩЕСТВА

- Возможность проектирования и монтажа линии ПОД КЛЮЧ в рекордно короткие сроки.
- Гарантии на оборудование от производителей и дальнейшее сервисное сопровождение в течение 12 месяцев.
- Ноу-хау от производителя станут Вашими.
- Индивидуальный проект под Ваши площади.

Полная версия журнала
доступна по подписке