

Исходя из имеющегося фактического материала, кепрок частично пропитан нефтяными битумами, что подтверждает отобранный керн в скважинах 1 Перомайская, 1 Тишковская, 5 Ельская, 4 Шестовичская (в керне отмечены налеты, примазки, включения и запах нефти). Также следует отметить, что в пределах данных отложений не проводились испытания, и лишь в скважине 10 Савичская при испытании в открытом стволе предположительно из отложений кепрока был получен приток пластовой воды дебитом 100,8 м³/сут. Проба, отобранная при испытании, представлена пластовым рассолом, химический состав которого характерен для надсолевых отложений. Имеющиеся критерии оценки нефтеперспективности пластовых рассолов по химическому составу не позволяют применять их к пластовым рассолам надсолевых отложений ввиду того, что они выведены только для отложений межсолевой и подсолевой толщ.

Учитывая значительные мощности отложений кепрока, небольшие глубины залегания, наличие признаков углеводородов в керне, а также недостаточную изученность отложений по геофизическим методам, данным лабораторных исследований кернового материала и испытаний пластов, автор считает актуальным дальнейшее более детальное изучение отложений кепрока для установления его генезиса и возможной нефтеперспективности.

Л и т е р а т у р а

1. Ржанников, В. Е. Два основных литологических типа кепрока верхнесолевой девонской толщи припятской впадины / В. Е. Ржанников // Доклады академии наук БССР. – 1975. – № 12 (XIX). – С. 1116–1119.
2. Большая российская энциклопедия / гл. ред. С. Л. Кравец. – Москва : БРЭ. – 2004–2017. – URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geolog (дата обращения: 02.10.2024).
3. Сводная структурная карта поверхности галитовой подтолщи верхнесоленосных отложений : отчет № 14 / Я. Г. Грибик, Н. К. Карташ, В. Н. Бескопыльный [и др.]. – Минск : РУП «Белгеология», 2011.

УДК 622.276.66

ПОВТОРНЫЙ МНОГОСТАДИЙНЫЙ ГИДРОРАЗРЫВ ПЛАСТА В УСЛОВИЯХ УЛЬТРАНИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КОЛЛЕКТОРОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**А. В. Денисенко, К. В. Мироненко, О. Л. Войтехин,
В. А. Климович, Д. А. Дубина**

*БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение
«Белоруснефть», г. Гомель*

Отмечено, что в настоящее время в РУП «ПО «Белоруснефть» большое внимание уделяется разработке нефтяных залежей с ультранизкопроницаемыми коллекторами. Их освоение и дальнейшая эксплуатация возможны только с использованием прогрессивных технологий, таких как бурение скважин с протяженным горизонтальным стволом и последующим проведением в них многостадийного гидроразрыва пласта (МГРП). Однако и после освоения таких скважин отмечается резкое снижение дебита. Вследствие этого стоит задача повторной стимуляции пластов, которая может быть решена путем проведения повторных МГРП с дивертированием потока жидкости.

Ключевые слова: МГРП, ГРП, реМГРП, трудноизвлекаемые запасы (ТриЗ), ультранизкопроницаемые коллектора, дивертирование.

MULTISTAGE REFRACKING IN ULTRA-LOW-PERMEABLE RESERVOIRS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

**A. V. Denisenko, K. V. Mironenko, O. L. Voitekhn,
V. A. Klimovich, D. A. Dubina**

BelNIPIneft RUF "Production Association "Belorusneft", Gomel

Currently, the greatest attention is paid to the development of ultra-low-permeability reservoirs. Their development and further exploitation is possible only with the use of advanced technologies, such as drilling wells with an extended horizontal trunk and subsequent multi-stage hydraulic fracturing. However, after the development of such wells, a sharp decrease in flow rate is noted, as a result of which the task of repeated stimulation of the formations is faced.

Keywords: multistage hydraulic fracturing, hydraulic fracturing, re-multistage hydraulic fracturing, tight oil, ultra-low-permeability reservoirs, diversion.

Учитывая необходимость повторной интенсификации на скважинах, где вторичное вскрытие целевых отложений выполнено многочисленными разобщенными интервалами, в РУП «ПО «Белоруснефть» осуществлена оценка имеющихся в мировой практике технологий стимуляции подобных скважин. Как возможные варианты повторной стимуляции рассмотрены технологии спуска малогабаритного хвостовика в интервал проведения работ, технология химического отклонения фильтрационных потоков, технология с использованием пакерного оборудования для временной изоляции и направленной обработки и технология гидроразрыва пласта (ГРП) с физическим дивертированием потока жидкости.

Технологии с использованием дополнительных технических решений (малогабаритный хвостовик или двухпакерная компоновка) не в полной мере могут обеспечить адресность и безаварийность работ, а также закачку в пласт необходимой массы расклинивающего агента за небольшой временной отрезок (без дополнительных промежуточных спуско-подъемных операций (СПО) компоновки). При этом в случае получения внештатных ситуаций (получение давления СТОП) риск длительной ликвидации их последствий крайне высок. В РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» имеется опыт выполнения многостадийного гидроразрыва пласта (МГРП) с использованием химических отклонителей. Данные работы выполнялись совместно с одной из зарубежных нефтесервисных компаний за пределами Республики Беларусь. Однако техническая (подтверждение дивертирования потока и качественной обработки всех необходимых зон) и экономическая эффективность данных работ оказалась неоднозначной.

Оценив преимущества и недостатки вышеуказанных технологий, для внедрения выбрана технология «слепого» ГРП с дивертированием потока жидкости как наиболее простая и не требующая специфических технических средств и химических реагентов. Основные принципы технологии дивертирования потока жидкости основаны на теории локального повышения пластового давления в подвергаемых разрыву зонах коллектора путем нагнетания жидкости разрыва (ЖР) и проппанта в пласт, что приводит к отклонению последующей стадии ГРП в следующую зону коллектора. Дополнительным инструментом, повышающим шансы дивертирования потока жидкости, выступает механическое блокирование подвергнутых ГРП зон крупными фракциями проппанта, размещаемыми в прискважинной зоне трещины. Учитывая, что при проведении ГРП с дивертированием потока жидкости на несколько открытых интервалов перфорации отсутствует возможность управлять местоположением и очередностью создаваемых трещин, данная технология относится

к «слепым» технологиям ГРП. При проведении ГРП с дивертированием потока жидкости в качестве повторной технологии стимуляции местоположение создаваемых трещин по стволу скважины происходит от наиболее «выработанных» в процессе эксплуатации скважины участков к менее «выработанным» участкам. При этом теоретически определить интервалы, где будет происходить формирование трещин на начальных этапах закачки, можно путем проведения промыслово-геофизических исследований (ПГИ) на скважине-кандидате до выполнения работ по ГРП (выше приемистость – выше шанс формирования трещины в данной зоне). В случае, если по стволу скважины происходила равномерная выработка запасов, на начальных стадиях проведения МГРП трещины будут образовываться в ближайших к устью скважины зонах вторичного вскрытия (при отсутствии существенных различий по механическим свойствам целевых зон). Для подтверждения процесса дивертирования могут быть использованы различные исследования, проводимые до, при и после проведения ГРП. В качестве подобных исследований могут выступать данные ПГИ, картирование NRT-проппанта, микросейсмические исследования при проведении ГРП и технологии анализа осцилляций давления при мгновенной остановке насосов ГРП. На основании опыта РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» наиболее полную картину о выполненных работах по ГРП с дивертированием дает комплексный анализ нескольких методов геофизических исследований, так как каждая из вышеперечисленных технологий не может дать однозначного ответа по количеству и местоположению создаваемых трещин.

При проведении МГРП с дивертированием потока жидкости на скважинах, где ранее уже выполнялся МГРП, и существует необходимость создания трещин ГРП в зонах, в которых до этого адресная интенсификация не проводилась (например, в зонах между муфтой МГРП и заколонным пакером, либо в интервале муфты МГРП, где при выполнении освоения не удалось создать закрепленную трещину ГРП), дивертирующие проппантные пакеты используются до проведения основного ГРП.

Исходя из фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) и геологического описания пород-коллекторов, в качестве рабочей жидкости используются жидкости разрыва на биополимерной и синтетических основах. В качестве расклинивающих агентов – фрак-пески и проппанты различных фракций. Выбор используемой жидкости разрыва, а также типа расклинивающего агента зависит от необходимой геометрии создаваемой трещины и ФЕС пород-коллекторов с учетом потенциальной выработанности зоны воздействия:

- для ультранизкопроницаемых коллекторов Республики Беларусь, где матричная проницаемость коллектора составляет менее 0,01 мД, эффективная пористость коллектора составляет до 4–8 %, и требуется создание сверхдлинных трещин, используются гибридные технологии закачки, применяя жидкости разрыва на биополимерной и синтетической основах;

- для низкопроницаемых коллекторов Республики Беларусь, где матричная проницаемость коллектора составляет от 0,1 до 10 мД, применяются жидкости разрыва на биополимерной основе, в том числе жидкости разрыва пониженной вязкости.

Использование синтетических жидкостей разрыва и расклинивающих агентов мелких фракций на нетрадиционных коллекторах также обусловлено необходимостью создания благоприятных условий для инициации разветвленной сети трещин eSRV (магистральная трещина и трещины-сателлиты) при проведении reМГРП с самодивертированием потока жидкости. Подобный подход к проведению ГРП на нетрадиционных коллекторах, так называемых «tight oil», используется и при освоении скважин.

В зависимости от количества необходимых к повторной стимуляции зон коллектора, выполненной технологии освоения скважины (объем закачанной жидкости разрыва и проппанта, объем закачанных кислотных составов) и ФЕС пород-коллекторов, а также технических особенностей скважин (наличие приемной воронки в составе э/к и стингера для установки в приемную воронку) при проведении МГРП с дивертированием потока жидкости может выполняться различное количество стадий. Тогда в случае наличия предпосылок для азимутального изменения направления трещин ГРП при повторной стимуляции используется специфический «двойной» график закачки. Процесс азимутального изменения направления создаваемых трещин может быть связан с локальным изменением напряженного состояния пород-коллекторов в призабойной зоне пласта по причине снижения пластового давления в зоне форсированных отборов. Данный процесс наблюдается при низких значениях латеральной анизотропии пород, свойственной карбонатным породам-коллекторам нетрадиционных залежей Республики Беларусь.

В период 2020–2022 гг. в РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» работы по внедрению технологии МГРП с дивертированием потока жидкости выполнены на 4 объектах действующего фонда. При освоении скважин-кандидатов применялись технологии поинтервальных обработок. На момент проведения работ по ГРП на скважинах-кандидатах дебит продукции кратно снизился по сравнению с запускными параметрами.

С целью анализа выполняемых работ по ряду объектов проводились геофизические исследования до, при и после проведения ГРП. Полученная информация позволяет судить о состоятельности предположений о возможности эффективно дивертировать поток жидкости при проведении ГРП на несколько интервалов.

При выполнении работ опробованы различные подходы к дизайну ГРП, направленные на создание дополнительных предпосылок для дивертирования потока жидкости. По причине недостаточности данных для анализа влияния технологических параметров на процесс дивертирования определить успешность и механизм дивертирования потока жидкости в настоящий момент не представилось возможным.

Таким образом, при проведении МГРП с дивертированием потока жидкости на скважинах Припятского прогиба получена 100%-я технологическая эффективность: опробованы различные дизайны ГРП, гибридные технологии закачки и использование синтетических жидкостей разрыва, при этом отсутствовали ранние переходы на стадию продавки и получения давлений СТОП. По большинству объектов получен положительный экономический эффект, выраженный в приросте добычных характеристик. На основании полученного опыта планируется дальнейшее внедрение технологии многостадийного ГРП с дивертированием потока жидкости на месторождениях Республики Беларусь.

УДК 550.8:553.98(476)

ПРИМЕНЕНИЕ РЕТРОКЕРНА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЕЛЕЦКО-ПЕТРИКОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОГО СТРУКТУРНОГО РАЙОНА ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

В. В. Даниленко

*БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение
«Белоруснефть», г. Гомель*

Приведены результаты комплексных исследований ретрокерна из скважин, пробуренных в Южной структурно-тектонической зоне и определены перспективы нефтегазоносно-