



УДК 622.245.549

ОСВОЕНИЕ ЗАПАСОВ НЕФТИ В НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КОЛЛЕКТОРАХ



DEVELOPMENT OF OIL RESERVES IN LOW-PERMEABLE RESERVOIRS

Вахромеев Андрей Гелиевич

доктор геолого-минералогических наук,
нач. геологического отдела ИФ РН-Бурение,
профессор кафедры НГД
Института Недропользования ИРНТУ,
зав. лаб. Геологии нефти и газа
Института Земной Коры СО РАН,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
andrey_igp@mail.ru

Ташкевич Иван Дмитриевич

аспирант кафедры нефтегазового дела ИРНТУ,
Иркутский национальный исследовательский технический уни-
верситет
vantash@mail.ru

Сверкунов Сергей Александрович

главный технолог РИТС ИФ ООО РН-Бурение,
доцент кафедры нефтегазового дела ИРНТУ,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
dobro_75@mail.ru

Аннотация. В процессе первичного вскрытия блокируются низкопроницаемые песчаники компонентами буровых растворов (глинистые материалы, полимерные загустители, неорганические соли и т.д.) и обводняются фильтрами промывочных, тампонажных и перфорационных жидкостей. Одним эффективных способов интенсификации является гидроразрыв пласта (ГРП). За счет которого создается искусственная система трещин, благодаря которой восстанавливается естественная проницаемость пород-коллекторов. Так же существует пост-вскрывная обработка пород околоскважинных зон продуктивного пласта, направленная на их осушку и очистку от внедрившихся компонентов технологических жидкостей (соли, глина, цемент, полисахариды).

Ключевые слова: интенсификация, гидроразрыв, метанол.

Vakhromeev Andrey Gelievich

Doctor of Geological
and Mineralogical Sciences,
beg. Geological Department, IP RN-Drilling,
Professor, Department of Oil
and Gas Production,
Institute of Subsoil Use, IRNITU,
Head. Lab Geology of Oil and Gas, Institute of
the Earth's Crust, SB RAS,
Irkutsk National Research
Technical University
andrey_igp@mail.ru

Tashkevich Ivan Dmitrievich

Post-graduate (student) oil and gas ISTU,
Irkutsk National Research
Technical University
vantash@mail.ru

Sverkunov Sergey Alexandrovich

Post-graduate (student) oil
and gas drilling ISTU,
Irkutsk National Research
Technical University
dobro_75@mail.ru

Annotation. In the process of primary opening, low-permeable sandstones are blocked by components of drilling fluids (clay materials, polymer thickeners, inorganic salts, etc.) and are watered with filtrates of washing, plugging and perforating fluids. One effective method of intensification is hydraulic fracturing (fracking). Due to which an artificial system of cracks is created, thanks to which the natural permeability of reservoir rocks is restored. There is also a post-explosion treatment of rocks near the well zones of the productive formation, aimed at drying them and cleaning them from embedded components of technological liquids (salts, clay, cement, polysaccharides).

Keywords: intensification, hydraulic fracturing, methanol.

Низкая проницаемость карбонатного коллектора при доказанном нефтяном насыщении – основная проблема промышленного освоения разведанных залежей и месторождений гигантского Ереминско-Чонского скопления. Традиционные методы освоения запасов нефти вертикальными скважинами оцениваются как низкорентабельные. Ключевая задача на стыке геологии и технологии бурения – найти эффективные технологические подходы вовлечения нефтяных залежей в разработку [1, 2, 4, 7, 10–12].

Сегодня освоение низко проницаемых коллекторов ведущими нефтедобывающими компаниями идет по пути кустового бурения горизонтальных с большим отходом от вертикали¹, или многоствольных скважин с последующей реализацией гидроразрывов пласта (ГРП) [1–5, 10, 12]. Создается

¹ Так, окончательный забой самых протяженных (для материковой части Российской Федерации) скважин с большим отходом от вертикали №№ 1-А и 2-А Юрхаровского месторождения составил 8497 и 7274 метров соответственно. У многоствольной скважины № 3-А (многоствольная скважина) окончательные забои составили 7418 и 7438м соответственно. В апреле 2015 года на Сахалине была пробурена эксплуатационная скважина О-14, длина которой составила 13 500 метров.



дополнительная система трещин, искусственная фильтрационная система нефтенасыщенного пласта-коллектора. А разработка залежей УВ с помощью горизонтальных стволов большой протяженности позволяет значительно увеличить радиус дренирования.

Проектирование операции ГРП предполагает подбор оптимальных параметров технологических операций для рентабельного извлечения нефти из слабопроницаемых пород-коллекторов. Ухудшение качества коллекторов, обусловленное в основном засолением, в меньшей мере – сульфатизацией, плохо поддается прогнозу по данным дистанционных методов. Поэтому инновационные технологии каротажа в процессе бурения г.с. (LWD), с «On-line» корректировкой профиля наклонно-направленной скважины – первый практический шаг к последующему дизайну ГРП. Вторым предварительным этапом к проектированию и проведению большеобъемных ГРП [2–4, 10], следует считать мини ГРП (DataFRAC). Относительно высокая стоимость и техническая сложность большеобъемных гидроразрывов предполагает значительный объем предварительных испытаний и исследований. Исходными параметрами являются давление разрыва пласта, эффективность жидкости разрыва, коэффициент фильтрации жидкости ГРП, конфигурация искусственной трещины по отношению к профилю горизонтального участка ствола скважины к параметрам естественной трещиноватости, характеристики напряженного состояния горного массива пород-коллекторов природного резервуара, пластовое давление углеводородной системы залежи, гидропроводность пласта и др. Проведение соляно-кислотных обработок карбонатных коллекторов как дополнительное мероприятие обеспечивает формирование промытых каналов фильтрации «арочного» типа в ПЗП, исключая в ней деформацию трещинного коллектора [8]. Другим практическим решением является метод газов. Эта технология признана эффективной применительно к модели разработки Преображенского горизонта Верхнечонского НГКМ кустовым бурением с пятиточечной сеткой скважин с межскважинными расстояниями 500 м и большим отклонением стволов (горизонтальные стволы 200 м) [9].

Идея привлечения ГРП в его модификациях применительно к сложным карбонатным коллекторам проработана недропользователями Непско-Ботуобинской НГО в разной степени [9, 11, 12 и др.]. Следует отметить относительно небольшой опыт проведения ГРП на УВ-месторождениях Сибирской платформы, который начат работами Г.Т. Овнатанова (1962, 1970) на Атовском НГКМ [6]. В последнее десятилетие работы по проведению ГРП, в том числе в нефтегазосыщенных карбонатных пластах мегарезервуара карбонатного венда, выполнены на ряде скважин Непско-Ботуобинской НГО. Но следует признать, что пока основной объект дизайна и реализации ГРП – песчаники терригенного венда – верхнечонский, ярактинский продуктивные горизонты [11].

Помимо технологии ГРП существует новый метод осушки водонасыщенных песчаников метанолом и метанольными растворами хлорида кальция и поверхностно-активных веществ (ПАВ) класса проксанолов и алкилсульфонатов. Данный способ позволяет восстанавливать (повышать) природную проницаемость пластов-коллекторов.

Целью технологической операции – метанольной пропитки пласта, является снижение блокирующего действия техногенных вод с порового пространства песчаников пород прискважинной зоны продуктивного пласта и подключение в работу естественно обводненных пропластков более удаленных участков залежи.

Указанная цель достигается тем, что метанол или метанольный раствор ПАВ с помощью цементировочного агрегата подают на устье скважины, предварительно продутой при работе на факел. Активированный влагопоглощающий агент, вследствие более высокой плотности, чем у газоконденсата, самопроизвольно перемещается по затрубью на забой скважины в интервал залегания продуктивного пласта. При закрытых задвижках скважина остается в покое 2–5 суток в зависимости от запланированной величины радиуса охвата околоскважинной зоны. За время выдержки вследствие диффузионно-осмотических перетоков происходит выравнивание концентрацией двух взаиморастворимых жидких систем: метанольный раствор ПАВ – гидроминеральная фаза, насыщающая породы обрабатываемой зоны пласта.

Однородная смесь, представляющая собой воднометанольный раствор ПАВ и хлоридов щелочных и щелочноземельных металлов и имеющая низкие значения поверхностного натяжения на границе с силикатной поверхностью, легко удаляется из обрабатываемой зоны пласта и далее из ствола скважины путем ее продувки. Для получения надежных и эффективных результатов от проведения КПП активированным метанолом необходимы данные о фильтрационно-емкостных свойствах, величине и характере водонасыщения обрабатываемых пород.

Литература

1. Батлер Р.М. Горизонтальные скважины для добычи нефти, газа и битумов. – М.-Ижевск : Ин-т компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2010. – 536 с.
2. Применение горизонтальных скважин с множественными трещинами ГРП для разработки низкопроницаемых пластов на примере опытного участка Приобского месторождения / Г.Г. Гилаев [и др.] // Научно-технический вестник ОАО НК «Роснефть». – 2012. – № 2. – С. 22–26.



3. Дияшев И.Р., Гиллард М.Р, Сморовозов А.А. Супер-ГРП на Яранерском месторождении // Нефтяное хозяйство. – 2001. – № 7. – С. 44–48.
4. Каневская Р.Д. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением гидравлического разрыва пласта. – М. : ООО «Недра-Бизнесцентр», 1999. – 212 с.
5. Опыт закрепления пропанта в условиях низких температур верхнечонского горизонта / Д.В. Кушнаренко [и др.] // Научно-технический вестник РОСНЕФТЬ. – 2011. – № 23. – С. 56–59.
6. Овнатанов Г.Т. Вскрытие и обработка пласта. – М. : Недра, 1979. – 312 с.
7. Райсс Л. Основы разработки трещиноватых коллекторов. – М.-Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2012. – 118 с.
8. Чижов А.П. Кислотное воздействие на карбонатные коллектора в условиях низкого пластового давления / А.П. Чижов, Д.В. Иванов // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти нефтепродуктов. – 2014. – Вып. 4 (98). – С. 34–40.
9. Преображенский горизонт Верхнечонского месторождения: выбор оптимального метода разработки / Д. Херлиман [и др.] // Новатор. – 2009. – № 29. – С. 13–17.
10. Экономидес М. Современное состояние работ по гидроразрыву пласта в мире // Научно-Технический вестник РОСНЕФТЬ. – 2011. – № 23. – С. 46–51.
11. Dubrovin A., Klabukov A., Abaltusov N., Shulga V. Well Drilling Process Optimization in the Verkhnechonskoye Oil, Gas and Condensate Field // 181928-MS SPE Conference Paper. – 2016.
12. Ignatyev N.A., Burdakov D.A. Simulation of multi-stage hydraulic fracturing in discontinuous oil formation // 3-th Irkutsk International Conference GEOBAIKAL-2014. – Irkutsk, 2014. (Extended Abstracts). – URL : [http:// earthdoc.org / publication/publicationdetails/?publication=77332](http://earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=77332)

References

1. Butler R.M. Horizontal wells for oil, gas and bitumen production. – M.-Izhevsk : In-t computer research, SIC «Regular and chaotic dynamics», 2010. – 536 p.
2. Application of Horizontal Wells with Multiple Cracks of Hydraulic Fracturing for Development of Low Permeable Formations on the Example of the Pilot Area of Priobskoye Field / G.G. Gilayev [et al.] // Scientific and Technical Journal of OAO NK Rosneft. – 2012. – № 2. – P. 22–26.
3. Diashev I.R., Gillard M.R., Smarovozov A.A. Super-GRP at Yaranerskoye deposit // Oil economy. – 2001. – № 7. – P. 44–48.
4. Kanevskaya R.D. Mathematical modeling of oil and gas fields development with application of hydraulic fracturing. – М. : Nedra-Business Center, 1999. – 212 p.
5. Experience of proppant fixation in the conditions of low temperatures of the Verkhnechonsk horizon / D.V. Kushnarenko [et al.] // Scientific and technical bulletin ROSNEFT. – 2011. – № 23. – P. 56–59.
6. Ovnatanov G.T. Opening and treatment of formation. – М. : Nedra, 1979. – 312 p.
7. Reiss L. Basics of development of the cracked reservoirs. – Moscow-Izhevsk : Institute for Computer Research, 2012. – 118 p.
8. Chizhov A.P. Acid influence on the carbonate reservoirs in the conditions of the low formation pressure / A.P. Chizhov, D.V. Ivanov // Problems of collection, preparation and transportation of oil products. – 2014. –4 (98). – P. 34–40.
9. Preobrazhenskiy horizon of Verkhnechonskiy field: selection of an optimal development method / D. Herliman [et al.] // Novator. – 2009. – № 29. – P. 13–17.
10. Economides M. Modern state of fracturing works in the world // Scientific and Technical Bulletin ROSNEFT. – 2011. – № 23. – P. 46–51.
11. Dubrovin A., Klabukov A., Abaltusov N., Shulga V. Well Drilling Process Optimization in the Verkhnechonskoye Oil, Gas and Condensate Field // 181928-MS SPE Conference Paper. – 2016.
12. Ignatyev N.A., Burdakov D.A. Simulation of multi-stage hydraulic fracturing in discontinuous oil formation // 3-th Irkutsk International Conference GEOBAIKAL-2014. – Irkutsk, 2014. (Extended Abstracts). URL : [http:// earthdoc.org / publication/publicationdetails/?publication=77332](http://earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=77332)