

ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОСТВОЛЬНЫХ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ СКВАЖИН ТИПА «РЫБЬЯ КОСТЬ»

Минева Оксана Карловна, доктор экономических наук, профессор, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: okmineva@rambler.ru

Минев Владислав Сергеевич, студент, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: minev98@icloud.com

В рамках данной статьи приведен статистический анализ изменения пула основных игроков на мировом рынке экспортеров нефти и доказанных объемов ее запаса. Природное труднодоступное расположение большинства месторождений, высокая стоимость их добычи актуализируют необходимость совершенствования применяемых технологий бурения. В статье приведен результат исследования сопоставления традиционной технологии бурения скважин с использованием гидравлического разрыва и современной технологии типа «Рыбья кость». Технология типа «Рыбья кость» позволяет повысить продуктивность скважины за счет лучшего подсоединения резервуара к стволу скважины. Конструкция позволяет направить каждое из ответвлений в отдельные нефтяные участки недр, не задевая соседние пласты с газом или водой. Преимуществами применения технологии типа «Рыбья кость» выступают следующие позиции: увеличение стартового дебита скважин, при относительно небольшом объеме буровых работ существенно увеличивается охват нефтенасыщенных участков пласта, значительное уменьшение степени и риска загрязнения глубинных вод, более компактное оборудование, снижение количества обслуживающего персонала, постоянное повышение компетенций персонала, снижение стоимости добычи нефти, повышение конкурентоспособности продукции. Приведены первые результаты, данные по использованию технологии типа «Рыбья кость» в России на Восточно-Мессояхском месторождении.

Ключевые слова: нефть, трудноизвлекаемые запасы, технологии типа «Рыбья кость», гидравлический разрыв, нефтяная скважина, экология, освоение скважины, проводка скважины

ADVANTAGES OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY OF FISHBONE MULTI-LATERAL HIGH-TECH WELLS

Mineva Oksana K., D.Sc. (Economics), Professor, Astrakhan State University, 20a Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: okmineva@rambler.ru

Minev Vladislav S., student, Astrakhan State Technical University, 16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: minev98@icloud.com

A statistical analysis of key players pool change in the international market of oil exporters and proven oil reserves is given in the article. Naturally-occurring remote placing of a number of oil fields and high cost of oil extraction keep the necessity of advancing of applied drilling technologies current. The results of research comparison of traditional drilling technologies with hydraulic fracturing and modern Fishbone technology are given in the article. Fishbone technology offers the following advantages: increased starting well capacity, mitigated risk of internal water contamination, more compact equipment, less service personnel, constant personnel skills enhancement, increased cost efficiency of oil extraction, improved competitiveness of the products. The first results of implementation of Fishbone technology in Eastern Messoyahsk oil field (Russia) are presented.

Keywords: oil, challenging reserves, Fishbone drilling technology, hydraulic fracturing, oil well, ecology, exploration well, holding well

Традиционные тепловые технологии бурения с использованием вертикальных скважин (закачка пара, горячей воды, внутрипластовое горение) сегодня уступают лидирующее место современным технологиям строительства высокотехнологичных скважин. Данные технологии позволяют максимально эффективно разрабатывать залежи со сложным геологическим строением, минимизируя издержки на проведение буровых работ и снижая потенциальную экологическую угрозу повреждения соседних газовых и водоносных пластов. Для России применение подобных технологий бурения способствует не только повышению конкурентоспособности получаемого конечного продукта, но и удержанию собственных позиций на мировом рынке энергоресурсов (рис. 1).

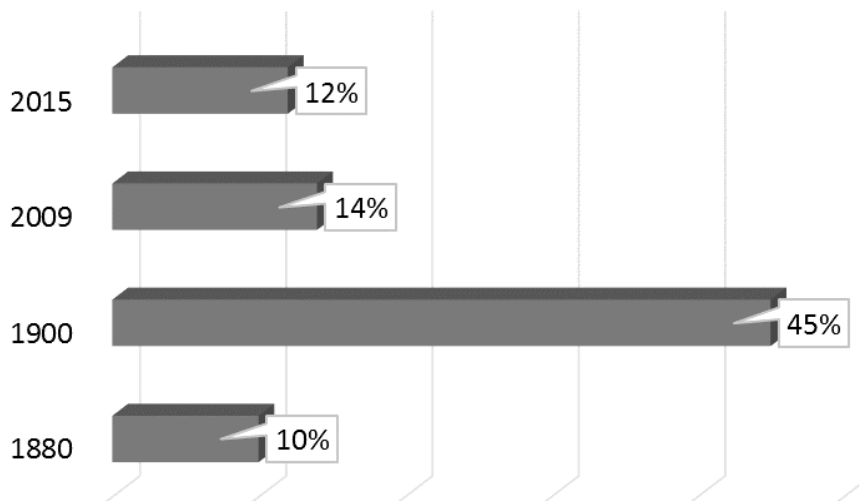


Рис. 1. Доля России в мировом экспорте нефти 1880–2015 г.
(составлено авторами на основе анализа данных [1–3, 11, 14])

Несмотря на то, что в последние десятилетия в России наблюдается неуклонный рост добычи нефти и газоконденсата, удельная доля отечественного предложения на мировом рынке сокращается (рис. 2).

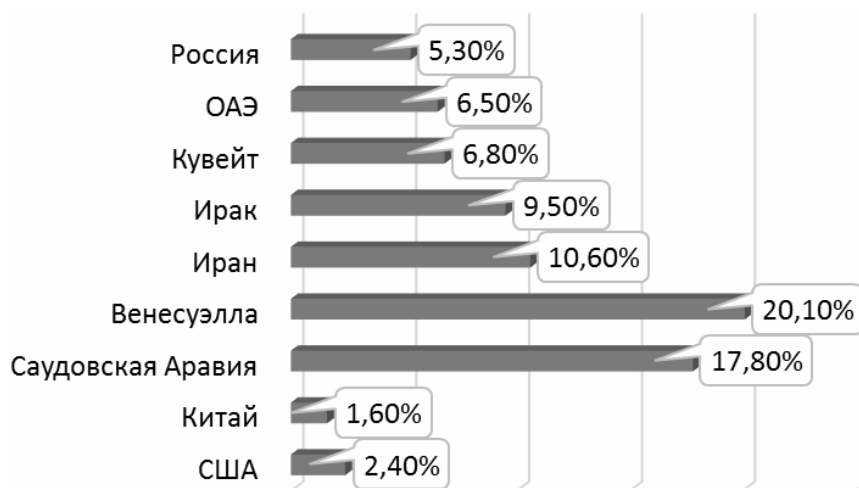


Рис. 2. Доля от общего объема запасов в мире в 2015 г.
(составлено авторами на основе анализа данных [13])

Это в том числе связано и с распределением по странам доказанных запасов нефти, которые на конец 2015 г. составлял в мире 1492,7 млрд т (доля России около 5 % (80,0 млрд т)).

Следует обратить внимание на то, что сегодня конкурируют не столько собственно объемы запасов природных ресурсов, сколько передовые технологии их освоения.

По состоянию на 2016 г. в России доля активных запасов нефти в балансе большинства нефтяных компаний, расположенных на материковой части страны, составляет не более 45 % [7, 9]. Большая часть из них является трудно извлекаемой. Величина риска по извлечению трудноизвлекаемых запасов составляет более 50 %. Средняя эффективность поисково-разведочной деятельности по миру составляет 35 % (рис. 3).



Рис. 3. Ухудшение запасов углеводородов [6]

Повышение нефтеотдачи продуктивных пластов и снижение себестоимости ее добычи является сегодня приоритетной задачей для удержания мировой доли экспорта нефти. Решением этой задачи может стать только применение современной техники и технологий.

Для современного этапа освоения этих природных ресурсов характерна девяностопроцентная экспансия иностранных компаний на рынке высоких нефтегазовых технологий: гидроразрыва пластов, геонавигации, долот, забойных двигателей, колтюбинга, в том числе программных продуктов по основным направлениям разработки месторождений и переработки углеводородов [10].

Так, в компании «Газпром нефть» в 2011 г. была пробурена первая горизонтальная скважина (далее – ГС) без многостадийного гидравлического разрыва пласта (далее – МГРП). В 2013 г. – бурение ГС поставлено «на поток», МГРП состоит из 6–10 стадий. Это дало прирост дебита добычи минимум на 10 %. В 2016 г. пробурена первая многоствольная шахта, с МГРП до 30 стадий, что дает эффект увеличения накопленной добычи до 30 %.

В рамках данной статьи будет дан обзор одной из современных технологий добычи – типа «Рыбья кость» (fishbone). Данная технология представляет

собой многоствольную скважину с особой траекторией, при которой от одного горизонтального ствола в разные стороны отходят многочисленные ответвления. Технология «Рыбья кость» выступает альтернативой использования технологии гидравлического разрыва пласта и согласно обзору зарубежного опыта использования позволяет добиться увеличения добычи до 8,3 раз за счет лучшего подсоединения резервуара к стволу скважины [8].

Траектория горизонтальных стволов по типу «Рыбья кость» позволяет существенно увеличить охват нефтенасыщенных участков пласта по сравнению с традиционной горизонтальной скважиной и при этом требует меньшего объема буровых работ, чем строительство отдельной скважины на каждый горизонтальный ствол. Следует отметить, что бурение одной многозабойной скважины обходится дешевле, чем нескольких горизонтальных. Однако работы по прокладке ствола скважины являются технически затруднительными и возможны только при условии использования геомеханической модели. Конструкция fishbone собирается заранее и включает трубу и прикрепленные к ней трубки меньшего диаметра, называемые иглами. При нагнетании жидкости под давлением около $2,1 \text{ т/м}^2$ в конструкцию иглы выдвигаются и проникают в породу.

Давление на иглы позволяет им проникать в породу до тех пор, пока они полностью не расширятся, создавая каналы, через которые может протекать нефть.

Технология типа «Рыбья кость» выступает альтернативой гидравлическому разрыву. При ее реализации породы разрываются жидкостью под давлением, создавая трещины в глубоких слоях породы, через которые в них могут протекать природный газ, нефть и соляные растворы. Технология типа «Рыбья кость» позволяет за счет использования множества более тонких скважин снизить риск попадания в сопряженные пласты.

Технология типа «Рыбья кость» позволяет на 95 % сократить расход жидкости, что значительно уменьшает степень и риск загрязнения глубинных вод и облегчает проведение работ по утилизации, повышая тем самым экологическую безопасность. Данная технология помогает снизить и расход кислоты, чем при применении технологии гидравлического разрыва. Ученые считают, что в ближайшее время технология типа «Рыбья кость» усовершенствуется, и применение соляной кислоты практически будет сведено к нулю.

Операции бурения с использованием технологии гидравлического разрыва являются сложными и дорогостоящими. Вместе с тем оборудование для бурения скважин по технологии типа «Рыбья кость» технически более компактное и не требует специализированного громоздкого оборудования. Его обслуживание требует меньшее количество специалистов, что также положительно сказывается на стоимости бурения (рис. 4) [15].

Производительность скважин типа «Рыбья кость» не снижается со временем, что происходит с прочими скважинами, вследствие необходимости изоляции непродуцируемых трещин. Стартовый дебит многозабойных скважин типа «Рыбья кость» оказался примерно на 40 % выше, чем дебит обычных горизонтальных скважин, пробуренных на тех же участках пласта. По статистическим данным «Газпром нефти», для части скважин дебит нефти по сравнению с плановыми показателями удалось повысить на 57 т в сутки [5, 7].

АО «Мессояханефтегаз», совместное предприятие «НК «Роснефть» и «Газпром нефти» добыло на Восточно-Мессояхском месторождении миллионную тонну нефти, менее чем за пять месяцев. В настоящее время 94 эксплуатационные скважины на Восточно-Мессояхском промысле обеспечивают среднесуточную добычу нефти 7,3 тыс. т/сут.

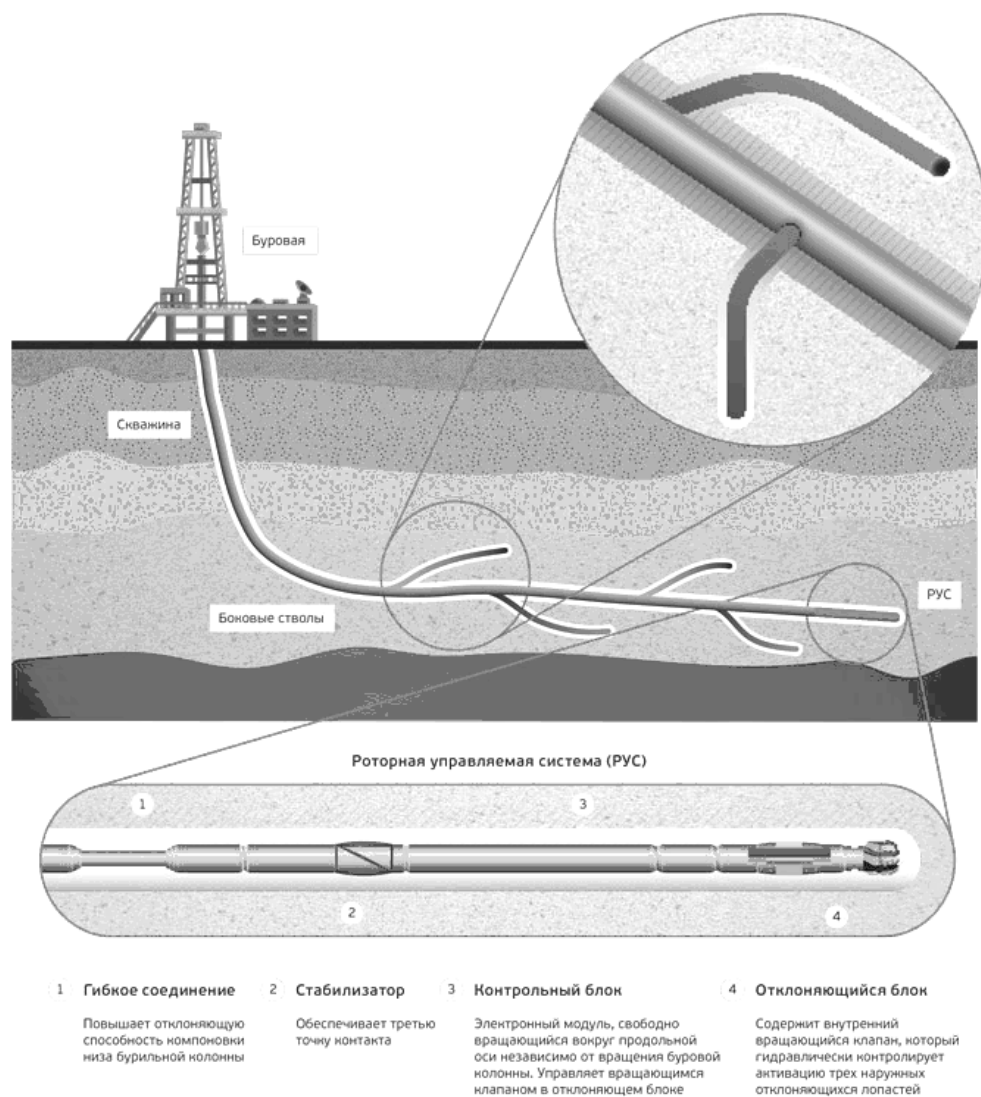


Рис. 4. Схема бурения типа «Рыбья кость» [4]

В 2017 г. на месторождении планируется значительно увеличить объемы бурения. Для этого дополнительно доставят 11 буровых установок. Всего на Восточно-Мессояхском месторождении одновременно будут работать 19 станков. Ожидается, что на долю новых скважин в 2017 г. придется до 50 % всего объема добычи «Мессояханефтегаза». Извлекаемые запасы нефти и конденсата на месторождении составляют более 340 млн т нефти [5].

Список литературы

1. Девять технологий, которые помогут увеличить добычу нефти // ТЭКНОБЛОГ. – Режим доступа: <http://teknoblog.ru/2014/11/10/26686>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
2. Инфографика об энергоресурсах (2010–2014) // МедиаМера. – Режим доступа: <http://mediamera.ru/post/24301>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
3. Кокшаров А. Новая нефтяная реальность / А. Кокшаров // Эксперт. – 2014. – № 19. – С. 32.
4. Кулаков К. Скважины в форме / К. Кулаков. – Режим доступа: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/589/1114979/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

5. На Восточно-Мессояхском месторождении в Ямало-Ненецком АО добыт первый миллион тонн нефти // ОКО ПЛАНЕТЫ. – Режим доступа: <https://oko-planet.su/finances/financesnews/358411-na-vostochno-messoyahskom-mestorozhdenii-v-yamalo-nenetskom-ao-dobyt-pervyy-million-tonn-nefti.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

6. Никитина А. Разработка нетрадиционных запасов / А. Никитина // Нефтегазовая вертикаль. – Режим доступа: http://www.ngv.ru/news/nauchno_tekhnicheskii_tsentr_gazprom_nefti_zdes_rozhdayutsya_tekhnologii_chast_3/?sphrase_id=6896751, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

7. Перелесов С. Арктическая «Рыбья кость»: Россия будет добывать нефть по-новому / С. Перелесов // ПОЛИТРОССИЯ. – Режим доступа: <https://politros.com/economy/45861/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

8. «Рыбья кость» (Fishbone) – технология увеличения продуктивности скважины // Neftegas.RU. – Режим доступа: <http://neftegaz.ru/science/view/1279-Rybya-kost-Fishbone-tehnologiya-uvelicheniya-produktivnosti-skvazhiny>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

9. Серебряков А. О. Промысловые исследования залежей нефти и газа / А. О. Серебряков, О. И. Серебряков. – Москва : Лань, 2016. – 240 с.

10. Серебряков О. И. Современное состояние и перспективы разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений горизонтальными и наклонными скважинами / О. И. Серебряков, А. В. Ермолина // Геология, география и глобальная энергетика. – 2017. – № 1. – С. 55–61.

11. Судо М. М. Топливо-энергетический баланс мира. Век уходящий / М. М. Судо, Э. Р. Казанкова // Россия в окружающем мире: 1998. – Москва : Международный независимый эколого-политологический университет, 1998. – С. 236–240.

12. Хамидуллин Р. Д. Сравнение технологических показателей работы многозабойных скважин различной конфигурации / Р. Д. Хамидуллин, В. А. Сахаров, Н. А. Еремин // Нефтяное хозяйство. – 1999. – № 1. – С. 45–46.

13. BP Statistical Review of World Energy 2016, OPEC Annual Statistical Bulletin, 2015. – Режим доступа: http://www.opec.org/opec_web/en/index.htm, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

14. BP Statistical Review of World Energy. – Режим доступа: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

15. Fishbones Stimulation Technologies define a new level of precision and efficiency in reservoir stimulation. You can vertically connect the reservoir throughout a long well in one short pumping operation. – Режим доступа: <http://fishbones.as/news/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

References

1. Devyat tekhnologiy, kotorye pomogut uvelichit dobychu nefiti [Nine technologies that will help increase oil production]. *TEKNOBLOG* [TECHNOBLOG]. Available at: <http://teknoblog.ru/2014/11/10/26686>.

2. *Infografika ob energoresursakh (2010–2014)* [Infographics about energy resources (2010–2014)]. *MediaMera*. Available at: <http://mediamera.ru/post/24301>.

3. Koksharov A. *Novaya neftyanaya realnost* [New oil reality]. *Ekspert* [Expert], 2014, no. 19, p. 32.

4. Kulakov K. *Skvazhiny v forme* [Wells in the form]. Available at: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/589/1114979/>.

5. Na Vostochno-Messoyakhskom mestorozhdenii v Yamalo-Nenetskom AO dobyt pervyy million tonn nefiti [At the East Messoyakhsky field in the Yamal-Nenets Autonomous District, the first million tons of oil]. *OKO PLANETY* [EYE OF THE PLANET]. Available at: <https://oko-planet.su/finances/financesnews/358411-na-vostochno-messoyahskom-mestorozhdenii-v-yamalo-nenetskom-ao-dobyt-pervyy-million-tonn-nefti.html>.

6. Nikitina A. *Razrabotka netraditsionnykh zasposov* [Development of non-traditional reserves]. *Neftegazovaya vertikal* [Oil and Gas Industry]. Available at: http://www.ngv.ru/news/nauchno_tekhnicheskii_tsentr_gazprom_nefti_zdes_rozhdayutsya_tekhnologii_chast_3/?sphrase_id=6896751.

7. Perelesov S. *Arkticheskaya «Rybya kost»*: Rossiya budet dobyvat nefit po-novomu [Arctic «fishbone»: Russia will produce oil in a new way]. *POLITROSSIYA* [POLITICAL RUSSIA]. Available at: <https://politros.com/economy/45861/>.

8. «Rybya kost» (Fishbone) – tekhnologiya uvelicheniya produktivnosti skvazhiny [Fishbone of technology to increase the productivity of a well]. *Neftegas.RU*. Available at: <http://neftegaz.ru/science/view/1279-Rybya-kost-Fishbone-tehnologiya-uvelicheniya-produktivnosti-skvazhiny>

9. Serebryakov A. O., Serebryakov O. I. *Promyslovyye issledovaniya zalezhey nefiti i gaza* [Field research of oil and gas deposits], Moscow, Lan Publ., 2016. 240 p.

10. Serebryakov O. I., Yermolina A. V. *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvedki i razrabotki neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy gorizontalnymi i naklonnymi skvazhinami* [Current state and prospects of exploration and development of oil and gas fields by horizontal and inclined wells]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energetika* [Geology, Geography and Global Energy], 2017, no. 1, pp. 55–61.

11. Sudo M.M., Kazankova E. R. *Toplivno-energeticheskiy balans mira. Vek ukhodyashchiy* [Fuel and energy balance of the world. Century leaving]. *Rossiya v okruzhayushchem mire: 1998* [Russia in the World Around: 1998], Moscow, International Independent Ecological and Political University Publ. House, 1998, pp. 236–240.

12. Khamidullin R. D., Sakharov V. A., Yeremin N. A. *Sravnienie tekhnologicheskikh pokazateley raboty mnogozaboynykh skvazhin razlichnoy konfiguratsii* [Comparison of technological performance of multi-hole wells of various configurations]. *Neftyanoe khozyaystvo* [Oil Industry], 1999, no. 1, pp. 45–46.

13. *BP Statistical Review of World Energy 2016, OPEC Annual Statistical Bulletin, 2015*. Available at: http://www.opec.org/opec_web/en/index.htm.

14. *BP Statistical Review of World Energy*. Available at: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf>.

15. *Fishbones Stimulation Technologies define a new level of precision and efficiency in reservoir stimulation. You can vertically connect the reservoir throughout a long well in one short pumping operation*. Available at: <http://fishbones.as/news/>.