

## О перспективах процессов освоения сверхвязких нефтей и природных битумов горизонтальными скважинами

В Республике Татарстан сосредоточено до 36% от ресурсов природных битумов Российской Федерации. В Татарстане выявлено 450 залежей природных битумов. Основной рентабельного развития битумного производства может стать совместная эксплуатация месторождений природных битумов и залежей сверхвязких нефтей, расположенных на глубине 800-1200 м. Из-за высокой вязкости природных битумов добыча их традиционными методами невозможна, необходимо применять методы, понижающие вязкость. В первую очередь необходимо заняться поисками новых наиболее эффективных технологий добычи тяжёлых нефтей и только после этого вплотную заняться наращиванием добычи. В Академии наук Республики Татарстан разработана сводная программа освоения тяжёлых нефтей и природных битумов до 2030 года. Особое внимание нужно уделить фундаментальным исследованиям, так как только прикладными исследованиями с минимальным финансированием проблему не решить. Необходимо финансирование работ не только за счёт недропользователей, но и прямого действенного государственного финансирования. Сверхвязкие нефти и природные битумы в кратко- и среднесрочном периодах становятся одним из доступных энергоисточников, способных восполнить дефицит нефти и служить в течение длительного времени «энергетическим мостом» между традиционным нефтяным периодом и будущими принципиально новыми энергетическими технологиями. Переход на принципиально новые системы разработки месторождений с комплексным применением тепловых методов и горизонтальных скважин, которые имеют повышенную поверхность вскрытия пласта и обеспечивают эффективное дренирование, являются одним из наиболее рациональных и перспективных направлений интенсификации выработки трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов углеводородов.

**Ключевые слова:** сверхвязкие нефти, природные битумы, программа освоения тяжёлых нефтей, тепловые методы, горизонтальные скважины, горизонтальные технологии нефтеизвлечения.

Суммарные ресурсы и запасы природных битумов в Республике Татарстан составляют от 1,4 до 7,8 млрд.т или до 36% от ресурсов РФ (Рис. 1) при среднем залегании на глубине от 80 до 200 м. Татарстан обладает исключительно благоприятным потенциалом для перспектив процесса освоения сверхвязких нефтей (Яраханова, 2014а) и природных битумов. В республике выявлено 450 залежей природных битумов (Рис. 2). Большая часть из них – свыше 260 – связана с отложениями уфимского и казанского ярусов. Битумы залегают в форме локальных скоплений и встречаются в виде рассеянных проявлений различной интенсивности или как скопления со сплошной пропиткой пород.

Природный битум – ближайший аналог и заменитель нефти. Вместе с тем природный битум отличается от нефти рядом специфических особенностей в химическом составе, свойствах, технологиях его добычи и переработки. Исходя из запасов и состава природных битумов разработка месторождений указанного сырья является важнейшей народнохозяйственной задачей.

Самостоятельное развитие битумного производства в условиях рыночной экономики и самофинансирования практически невозможно. Это обусловлено низкими уровнями добычи природных битумов и высокой себестоимостью добываемой продукции.

С открытием месторождений с более тяжёлыми вязкими нефтями значение тепловых методов их извлечения будет непрерывно возрастать. И даже в России применение тепловых методов в ближайшие 25-30 лет из экзотики может превратиться в массовое явление. Возможности этих методов большие. Источников энергии достаточно много, разработанных и перспективных методов также достаточно. Но все эти методы должны быть эффектив-

ными не только в технологическом, но особенно в экономическом отношении. В настоящее время в качестве теплоносителя, применяемого для нагнетания в пласт, используются горячая вода или перегретый пар (Муслимов, 2014). Из-за высокой вязкости природных битумов добыча их традиционными методами невозможна, необходимо применять методы, понижающие вязкость. Наиболее эффективными в данном случае являются тепловые: паротепловое воздействие, электропрогрев и др.

Положительно зарекомендовала себя система разветленно-горизонтальных скважин и при использовании тепловых методов нефтедобычи. К тому же, горизонтальные скважины используются для увеличения нефтеотдачи пласта, особенно с применением термических методов воздействия на пласт. Горизонтальная скважина обеспечивает большую область контакта с коллектором и поэтому повышает приемистость нагнетательной скважины. Это особенно выгодно в тех случаях увеличения нефтеотдачи, когда приемистость является проблемой (Муслимов, 2014).

В настоящее время разработано много различных форм разветвления и профилей стволов разветвлено горизонтальных скважин (РГС) (Рис. 3), отличающихся друг от друга числом ответвлений, их формой и протяжённостью (Яраханова, 2014б). Основными предпосылками для выбора той или иной формы скважины и профиля её стволов, как и для горизонтальной скважины, являются, наряду с геологической характеристикой данного разреза, условия эксплуатации и разработки, с одной стороны, и технические возможности современного уровня техники и технологии бурения, крепления, освоения и ремонта РГС, с другой.

Вначале РГС бурились в основном для разработки нефтяных месторождений с низким пластовым давлением, а

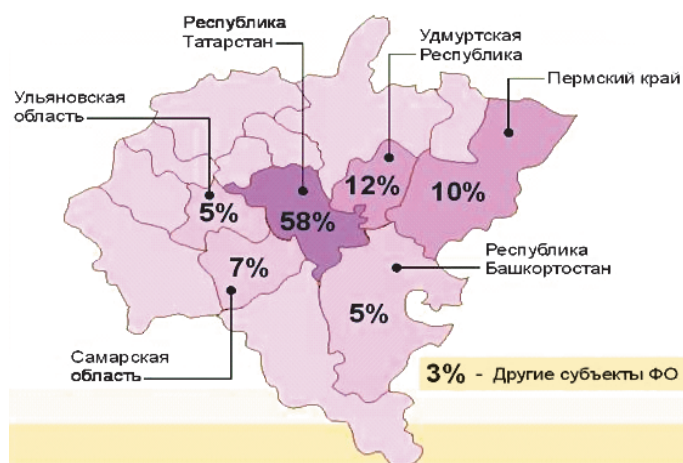


Рис. 1. Распределение извлекаемых запасов Приволжского ФО (Яраханова, 2014).

точнее, для доразработки выработанных в значительной степени залежей, разработки залежей с высоковязкими нефтями, слоистых продуктивных пластов.

Большое разнообразие геолого-технических условий, различное состояние разработки месторождений, условия и способы эксплуатации требуют применения различных видов профиля, числа и протяжённости стволов РГС.

Одной из основных причин в ряду снижения продуктивности скважин, по-видимому, следует поставить неоднородность пласта, причём как по простиранию, так и по наслоению. Как известно, на строительство каждой горизонтальной скважины (ГС) составляется индивидуальный проект. Поэтому на стадии проектирования ГС производятся необходимые детальные исследования, позволяющие уточнить геологическое строение залежи или участка: структурный план по кровле горизонта (пласта); наличие различных нарушений, так называемых «врезов»; направление крупных трещин и степень трещиноватости, анизотропию пласта; максимально точное определение типа ловушки, положение ВНК и подошвы пласта (Яраханова, 2008).

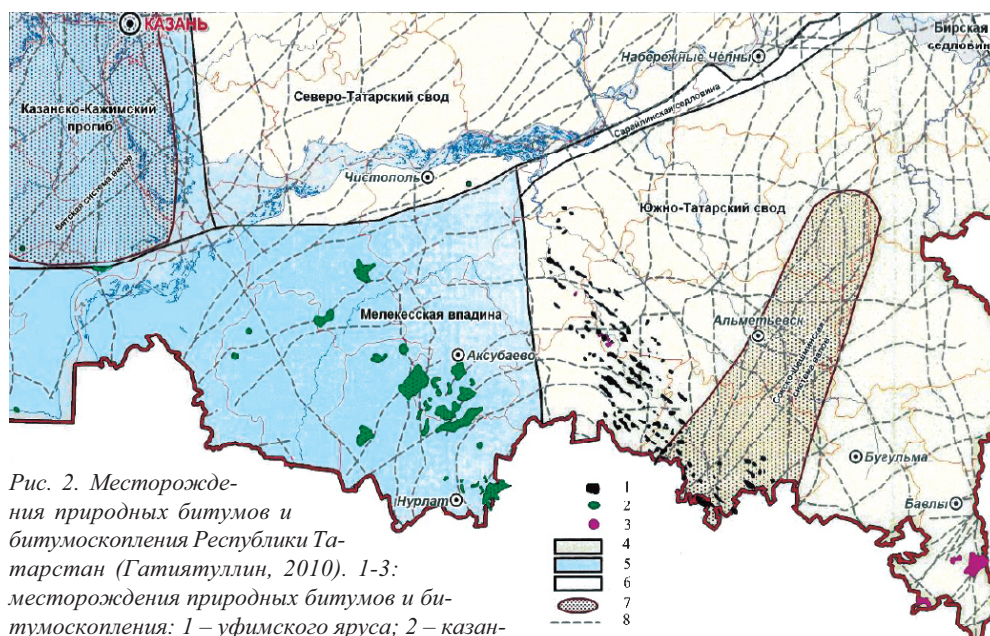


Рис. 2. Месторождения природных битумов и битумоскопления Республики Татарстан (Гатиятуллин, 2010). 1-3: месторождения природных битумов и битумоскопления: 1 – уфимского яруса; 2 – казанского яруса; 3 – нижнепермского отдела; 4 – своды; 5 – впадины, прогибы; 6 – седловины; 7 – системы валов второго порядка (С-Р); 8 – разломы фундамента.

В Западной Австралии на мелких маргинальных месторождениях Норз-Геральд и Сауз-Поппер пробурены три горизонтальные скважины глубиной менее 1400 м, что обеспечивало притоки чистой нефти вместо смеси нефти с водой. Кроме свиты писчего мела Остин (Техас, Луизиана) горизонтальное бурение считается весьма эффективным для пород из свит Ниобрара, Месаверде и Баккен, в которых встречаются различные типы коллектора, но нефть и газ не ассоциируют с водой (Яраханова, 2008).

К тому же, с помощью ГС производится добыча битумов. Природные битумы большинства выявленных залежей (80-85%) жидкие, полужидкие, подвижные. Твёрдые битумы выявлены в выходах пластов на дневную поверхность и ниже поверхностей водобитумного контакта (ВБК). Относительно подвижные битумы залегают в песчано-алевролитовых коллекторах, более вязкие в карбонатных. Максимальная глубина залегания битумных залежей около 500 м. Основные месторождения погружены на глубину от 50 до 250 м.

Известно, что в 1998 году начат проект добычи сверхтяжелой, высоковязкой нефти холодным способом в бассейне Ориноко (Венесуэла) с использованием одиночных горизонтальных скважин.

Горизонтальные скважины используются также в Африке, КНР и на ближнем Востоке в Абу-Даби, Дубае, Омане, Саудовской Аравии и Турции в основном в низкопроницаемых коллекторах для повышения их нефтеизвлечения (Яраханова, 2014).

Основой рентабельного развития битумного производства может стать совместная эксплуатация месторождений природных битумов и залежей сверхвязких нефтей, расположенных на глубине 800-1200 м.

Битумная отрасль существенно отличается от традиционной нефтяной из-за особенностей природных битумов. В первую очередь необходимо заняться поисками новых наиболее эффективных технологий добычи тяжёлых нефтей и только после этого вплотную заняться наращиванием добычи. А научно-исследовательские работы по этой проблеме необходимо развивать (Муслимов, 2012).

В 2011 г. в Академии наук Республики Татарстан разработана сводная программа освоения тяжёлых нефтей и природных битумов на период до 2030 года, основные положения которой следующие:

1. Основное внимание в рассматриваемом периоде сосредоточить на теоретических, научно-исследовательских и опыт-

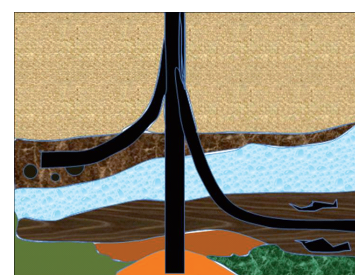


Рис. 3. Разветвлённо-горизонтальная скважина (Яраханова, 2014).



но-промышленных работах по освоению залежей углеводородов в пермских отложениях Республики Татарстан.

2. Все работы должны привести к районированию территории Республики Татарстан по степени перспектив нефтебитумоносности с учётом концентрации запасов, технико-экономической эффективности их освоения с составлением карты прогнозных ресурсов углеводородов с разделением их на сверхвязкие нефти и природные битумы. Последние с дальнейшим разделением на текучие и нетекучие.

3. Ориентация главным образом на анализ и выбор высокорентабельных отечественных технологий и технических средств, допуская в отдельных случаях закупку последних за рубежом.

4. Акцент не на сиюминутное увеличение добычи сверхвязких нефтей и природных битумов, а на отработку в первой половине периода высоких технологий геолого-разведочных работ, нефтебитумоизвлечения с некоторым увеличением физических объемов работ и добычи во второй половине планируемого периода.

5. Эффективная экономика освоения месторождений природных битумов обеспечивается при применении современных технологий переработки с предварительным разделением сырья на лёгкую часть и тяжёлый остаток с последующей раздельной их переработкой лёгкой части на существующих и проектируемых НПЗ, а тяжёлой части – на установках, строящихся в районах добычи сырья. В данном варианте используется принцип совокупной рентабельности единого комплекса « добыча-переработка ».

6. Обязательное участие государства в решении проблемы освоения залежей высоковязких нефтей и сверхвязких нефтей с прямым софинансированием на условиях частно-государственного предпринимательства и освобождением от всех налогов (кроме налога на прибыль на срок периода окупаемости проекта).

Особое внимание нужно уделить фундаментальным исследованиям, так как только прикладными исследованиями с минимальным финансированием проблему не решить. Необходимо финансирование работ не только за счёт недропользователей, но и прямого действенного государственного финансирования.

Сверхвязкие нефти и природные битумы в кратко- и среднесрочном периодах становятся одним из доступных энергоисточников, способных восполнить дефицит нефти и служить в течение длительного времени «энергетическим мостом» между традиционным нефтяным периодом и будущими принципиально новыми энергетическими технологиями.

Таким образом, переход на принципиально новые системы разработки месторождений с комплексным применением тепловых методов и горизонтальных скважин, которые имеют повышенную поверхность вскрытия пласта и обеспечивают эффективное дренирование, является одним из наиболее рациональных и перспективных направлений интенсификации выработки трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов углеводородов.

## Литература

Гатиятуллин Н.С. Особенность пространственного размещения пермских битумов и нижележащих залежей нефти на территории Республики Татарстан. *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. 2010. Т. 5. № 3. [http://www.ngtr.ru/rub/9/34\\_2010.pdf](http://www.ngtr.ru/rub/9/34_2010.pdf)

Муслимов Р.Х. Нефтеотдача: прошлое, настоящее, будущее (оптимизация добычи, максимизация КИН). Казань: «Фэн». 2014. 750 с.

Муслимов Р.Х. Нефтеотдача: прошлое, настоящее, будущее: учебное пособие. Казань: «Фэн». 2012. 664 с.

Яраханова Д.Г. Исследование особенностей притока жидкости к горизонтальной скважине с целью интенсификации добычи нефти. Автореф. дисс. канд. техн. наук. Уфа. 2008. 22 с.

Яраханова Д.Г. О перспективах процессов освоения сверхвязких нефтей и природных битумов. *Мат. между. научно-практ. конф. «Трудноизвлекаемые и нетрадиционные запасы углеводородов: опыт и прогнозы»*. Казань: «Фэн». 2014. С. 403-404.

Яраханова Д.Г. Применение горизонтальных скважин для добычи трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов углеводородов. *Мат. между. научно-практ. конф. «Трудноизвлекаемые и нетрадиционные запасы углеводородов: опыт и прогнозы»*. Казань: «Фэн». 2014. С. 400-402.

## Сведения об авторе

Дильяра Газымовна Яраханова – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры геологии нефти и газа, Казанский (Приволжский) федеральный университет 420008, Казань, ул. Кремлевская, д. 4/5  
Тел: +7 (919) 693-88-17

## Prospects for the Development of Heavy Oil and Natural Bitumen by Horizontal Wells

D.G. Yarakhanova

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia, e-mail: dilyara.yar@mail.ru

**Abstract.** Up to 36% of natural bitumen resources of Russian Federation are concentrated in the Republic of Tatarstan. 450 deposits of natural bitumen are found in Tatarstan. Joint exploitation of natural bitumen and heavy oil reservoirs located at depth of 800-1200 m can be the basis for cost-effective bitumen production. Due to the high viscosity of natural bitumen, their production by conventional methods is impossible. It is necessary to apply methods for lowering the viscosity. The first step is to look for new efficient technologies for heavy oil extraction, and then to perform production growth. The Academy of Sciences of Tatarstan

has developed consolidated program for the development of heavy oil and natural bitumen until 2030. Particular attention should be paid to fundamental research, since applied research with minimal funding cannot solve the problem. It is necessary to fund the works not only at the expense of subsoil users, but also by efficient direct government funding. Heavy oil and natural bitumen in short and medium term become one of the available energy sources, capable to replenish oil deficiency. They can also serve for a long time as “energy bridge” between the conventional oil period and future radically new energy technologies. The transition to a

fundamentally new systems of field development with complex application of thermal methods and horizontal wells with high surface of reservoir penetration and effective drainage, is one of the most rational and promising directions for development of heavy and unconventional hydrocarbons.

**Keywords:** heavy oil, natural bitumen, program of heavy oil development, thermal methods, horizontal wells, horizontal technology of oil recovery.

### References

Gatiyatullin N.S. Peculiarity of spatial occurrence of Permian bitumens and more deep oil pools on the Tatarstan Republic territory. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika* [Petroleum Geology - Theoretical and Applied Studies]. 2010. T.5. No 3. [http://www.ngtp.ru/rub/9/34\\_2010.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/9/34_2010.pdf)

Muslimov R.Kh. Oil recovery: past, present, future. 2 Ed. Kazan: «Fen» Publ. 2014. 750 p. (In russian)

Muslimov R.Kh. Oil recovery: past, present, future. Kazan: «Fen» Publ. 2012. 664 p. (In russian)

Yarakhanova D.G. Issledovanie osobennostey pritoka zhidkosti k gorizontal'noy skvazhine s tsel'yu intensivifikatsii dobychi nefti [Research features of fluid flow to a horizontal well in order to intensify oil production]. *Avto-ref. Diss. kand. tech. nauk* [Abstract Cand. tech. sci. diss.]. Ufa. 2008. 22 p.

Yarakhanova D.G. O perspektivakh protsessov osvoeniya sverkhvlyazkikh neftey i prirodnykh bitumov [Prospects of heavy oil and natural bitumen development processes]. *Mat. Mezhd. nauchno-prakt. konf. «Trudnoizvlekaemye i netraditsionnye zapasy uglevodorodov: opyt i prognozy»* [Proc. Int. Sci. and Pract. Conf. «Hard- and unconventional hydrocarbon reserves: experience and predictions»]. Kazan. 2014. Pp. 403-404.

Yarakhanova D.G. Primenenie gorizonta'nykh skvazhin dlya dobychi trudnoizvlekaemykh i netraditsionnykh zapasov uglevodorodov [The use of horizontal wells for the extraction of difficult and unconventional hydrocarbon resources]. *Mat. Mezhd. nauchno-prakt. konf. «Trudnoizvlekaemye i netraditsionnye zapasy uglevodorodov: opyt i prognozy»* [Proc. Int. Sci. and Pract. Conf. «Hard- and unconventional hydrocarbon reserves: experience and predictions»]. Kazan. 2014. Pp. 400-402.

### Information about author

*Dilyara G. Yarakhanova* – Senior Lecturer of the Oil and Gas Geology Department

Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan (Volga region) Federal University

420008, Kazan, Kremlevskaya str., 4/5

Phone: +7 (919) 693-88-17