

П. А. ШАЛИН, М. И. СТАРШОВ

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОСВОЕНИЯ БИТУМОНОСНЫХ ПОРОД УФИМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ТАТАРИИ

Анализ и обобщение геолого-геофизического, лабораторного и кернового материалов, полученных за пятнадцатилетний период изучения битумоносных пород (БП) Татарии, позволяют сделать определенные выводы о строении битумоносных толщ, скоплений залежей, их литологии и т. д. [1]. Однако поровое пространство продуктивных горизонтов, взаимовлияние воды и природного битума (далее — битумы) в поровом пространстве, характер смачиваемости минеральной основы коллекторов, граничные значения насыщенности коллекторов битумов, при которых возможны безводные притоки, все еще слабо изучены или практически совсем не изучены. В то же время без четкого представления о поровом пространстве пород-коллекторов битумоносных отложений неизбежны значительные ошибки как при подсчете запасов, так и при выборе оптимальных методов извлечения битумов типа мальт из БП.

Цель настоящей работы — с учетом физико-химических свойств пласта изучить возможности извлечения битумов из БП при естественном режиме работы продуктивной толщи. Материалы опытно-промышленных работ по извлечению битумов из БП Мордово-Кармалского месторождения методом внутрислоевого горения (ВГ), равно как и результаты опытных откачек битумов из скважины показывают, что БП уфимских отложений — основной объект опытно-промышленных работ по извлечению битумов в Татарии — имеют большую неоднородность и сложное внутреннее строение коллекторов.

По данным Всесоюзного научно-исследовательского геологоразведочного нефтяного института (ВНИГНИ), уфимские БП имеют гидрофобные свойства. Гидрофобные песчаники, неравномерно распространенные в продуктивном пласте, и большая вязкость битумов (до 10 кПа · с) существенно усложняют их фильтрацию по поровым каналам коллектора, что сказывается на их притоке к скважине. Так, в одних скважинах при интенсивной битумонасыщенности слабосцементированного коллектора при испытании получали воду, а в других — битумы. Эти притоки, их качество и количество, кроме других причин (см. [1, 2]), зависят и от наличия свободной поровой воды, которая образуется за счет гидрофобизации песчаников.

Нами была проанализирована зависимость соотношения между дебитом и качеством продукции скважины от емкостной характеристики пород (рис. 1). Интерпретируя полученные данные, можно выделить граничную точку насыщенности пород-коллекторов. При соответствующем этой точке значении насыщенности можно получать притоки битумов с водой, а из пород с большей насыщенностью — безводный

битум. Эта граничная точка соответствует содержанию битума в породе 11,5 % (по массе).

При равенстве всех прочих условий (гидрофобность, емкостная характеристика) эта величина будет выражать граничное значение одной из категорий промышленных коллекторов, которые можно разрабатывать при естественном режиме работы пласта. Исследования по откачке битумов из скважины и изучение коллекторских характеристик БП уфимских отложений дают основание подразделить эти породы на три группы по емкостной характеристике, битумонасыщенности, продуктивности и практической значимости. Первая группа — это БП с 3—5-процентным содержанием битума и пористостью от 10 до 16,5 %, вторая имеет содержание битума 5—11,5 % и пористость 16,5—24,5 % и третья — соответственно более 11,5 и более 24,5 % [3].

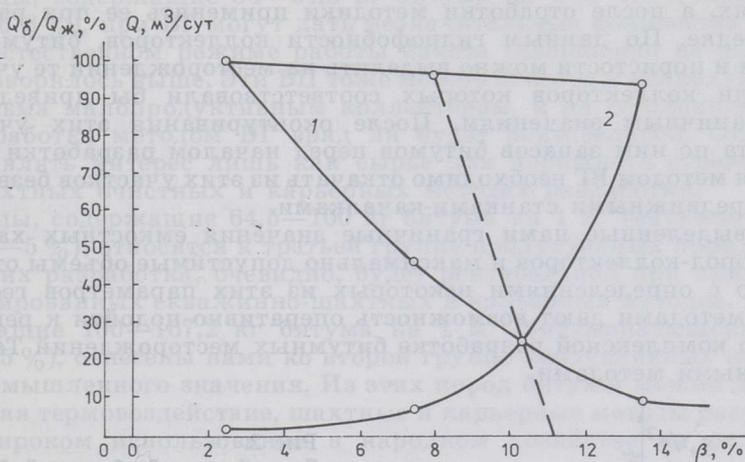


Рис. 1

Зависимость дебита Q (1) и качества продукции скважин $Q_б/Q_ж$ (2) от массовой битумонасыщенности β : $Q_б$ — добыча ПБ, м³/сут, $Q_ж$ — общая добыча жидкости, м³/сут

Первая группа коллекторов независимо от гидрофобности при естественном режиме работы пласта при откачке отдает воду. Вторая отдает воду с битумом, причем их соотношение в значительной степени определяется гидрофобностью коллектора. Как показали результаты опытных откачек, массовая доля битумов в добываемой продукции обычно составляет 0,2—0,3. Третья группа пород-коллекторов при опытных откачках отдает безводный битум, хотя его приток тоже зависит от гидрофобности. Если угол смачивания превышает 90°, то не исключено, что из таких коллекторов можно получить и притоки воды. Однако, как правило, из таких коллекторов преимущественно получают притоки безводного битума.

Анализ строения залежей природных битумов Татарии и их энергетических характеристик показывает, что для достижения стабильных притоков без резкого обводнения скважин в большинстве случаев необходим режим работы насоса, обеспечивающий максимальный дебит в 60—100 л/сут. Следовательно, добыча из скважин безводного битума типа малът при указанных выше значениях битумонасыщенности и пористости возможна, однако непосредственно зависит (помимо прочих причин) от гидрофобности коллектора.

В этой связи очень важно выяснить, насколько геофизические методы, выделение по кривым каротажа применимы для установления степени гидрофобности коллектора, а также для оперативного выяснения по этим данным величин пористости и битумонасыщенности. Оперативное определение названных показателей по геофизическим материалам позволит избежать значительных затрат при работе с керном, снизит себестоимость геологоразведочных работ на природные битумы, повысит оперативность подсчета запасов их залежей. Но самое главное — на стадии разведки будет обеспечена оценка возможности разработки залежей или их участков скважинными методами при естественном режиме работы пласта. Некоторый опыт определения гидрофобности коллекторов геофизическими методами был получен на месторождении Бока-Харука [4], где ее устанавливали макро- и микроэлектрическими методами при заполнении скважин различными растворами.

Подобные исследования необходимо провести и на битумных месторождениях, а после отработки методики применять ее при разведке и доразведке. По данным гидрофобности коллекторов, битумонасыщенности и пористости можно выделить на месторождении те участки, показатели коллекторов которых соответствовали бы приведенным выше граничным значениям. После оконтуривания этих участков и подсчета по ним запасов битумов перед началом разработки месторождения методом ВГ необходимо откачать из этих участков безводный битум передвижными станками-качалками.

Итак, выделенные нами граничные значения емкостных характеристик пород-коллекторов и максимально допустимые объемы откачки совместно с определениями некоторых из этих параметров геофизическими методами дают возможность оперативно подойти к решению вопроса о комплексной разработке битумных месторождений Татарии скважинными методами.

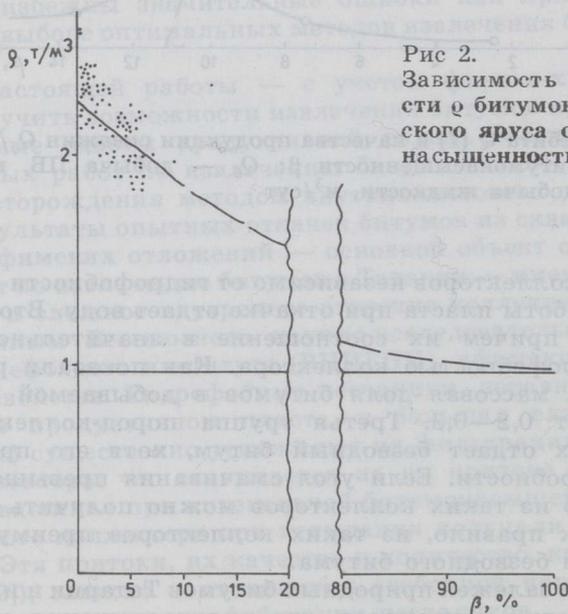


Рис 2.
Зависимость объемной плотности ρ битумонасыщенных пород уфимского яруса от массовой битумонасыщенности β

Выделенные три группы пород-коллекторов мы оценивали с позиции их разработки различными методами, учитывая при этом содержание полезного компонента в 1 м^3 породы. Для этого рассмотрели зависимость битумонасыщенности от объемной плотности БП. Выбор этой зависимости объясняется тем, что в рыхлых породах установить количество битума, приходящееся на единицу объема, можно только на

искусственных образцах. По кривой на рис. 2 эту величину можно определить в некотором приближении к пластовым условиям. Так, в 1 м^3 БП первой группы содержится до 64,5 кг битумов, в породах второй группы — до 100 кг, третьей — до 167,2 кг битумов.

Лабораторные исследования, проведенные в Татарском государственном научно-исследовательском и проектно-институте нефтяной промышленности (ТатНИПИнефть) [5], показали, что для осуществления ВГ необходимы 34 кг битумов на 1 м^3 БП в качестве топлива. Поэтому породы с меньшим содержанием битумов на 1 м^3 можно отнести к категории непродуктивных для разработки методом ВГ. Однако их можно использовать как сырье для дорожного строительства при карьерных методах разработки. (О перспективах карьерной разработки месторождений природных битумов Татарской АССР, о лабораторных и опытно-промышленных работах по изготовлению асфальтобетонных смесей на основе БП см. в [6].)

Породы, содержащие 34—64,5 кг битума на 1 м^3 (битумонасыщенность до 3%), при ВГ могут дать незначительные количества битума, а при естественном режиме работы пакета совершенно не дадут его, о чем говорилось выше. Эти БП тоже можно отнести к непродуктивным или весьма малопродуктивным коллекторам, и на сегодняшний день их разработка методом ВГ вряд ли будет рентабельной. Они могут представлять интерес лишь как сырье для дорожного строительства при шахтных очистных и карьерных методах разработки.

Породы, содержащие 64,5—100 кг битума на 1 м^3 (битумонасыщенность 3—5%), относятся к третьей группе продуктивных пород, и в будущем их разработка, очевидно, будет рентабельной при применении комбинированных скважинно-шахтных и карьерных методов. Породы, содержащие 100—167,2 кг битума на 1 м^3 (битумонасыщенность от 5 до 11,5%), отнесены нами ко второй группе продуктивных коллекторов промышленного значения. Из этих пород битумы можно добывать применяя термовоздействие, шахтные и карьерные методы разработки. При широком использовании в народном хозяйстве их разработка может быть рентабельной уже сегодня.

Породы, содержащие более 167,5 кг битума на 1 м^3 (битумонасыщенность более 11,5%), мы отнесли к первой группе продуктивных коллекторов промышленного значения, разработка которых рентабельна как в случае применения термовоздействия, шахтных и карьерных методов, так и при естественном режиме с выделением в пределах залежи участков по гидрофобности, гидрофильности и битумонасыщенности коллекторов.

Вопрос о разработке залежей и участков на глубинах от 60 до 300 м, для которых карьерные методы нерентабельны, пока можно считать открытым. Хотя и имеется некоторый опыт использования ВГ на Мордово-Кармальском месторождении, прежде чем широко внедрять этот метод, необходимо решить целый ряд различных проблем, среди которых: повышение коэффициента битумоотдачи, управление и контроль за процессом; отбор, подготовка, транспортировка и переработка добываемой продукции; улучшение качества получаемых товарных нефтепродуктов; очистка и утилизация газов горения; пескопроявления и коррозия коммуникаций и оборудования; длительное время обустройства и высокая себестоимость продукции и ряд других.

Поэтому необходимо изыскивать иные методы разработки месторождений, залегающих на глубинах от 60 до 300 м. Шахтные методы для таких месторождений Татарии могут оказаться нерентабельными из-за ограничений по запасам. Анализ отечественной и зарубежной специальной литературы показывает, что для разработки таких месторождений подходит метод скважинной гидродобычи БП, когда битум отделяется на мобильных наземных установках, а отработанная порода

закладывается через скважины в выработанное пространство. По сравнению с методом ВГ этот способ имеет ряд преимуществ. Так, потребуются значительно меньше капитальных затрат на обустройство, повысится коэффициент битумоотдачи и соответственно улучшатся технико-экономические показатели.

Некоторый опыт по гидротранспортировке БП имеет институт «Урал-гипрошахт», известны также работы по добыче песка гидроскважинным способом в Западной Сибири, выполненные под руководством Б. Аренса. Скважинная гидродобыча исключает и некоторые экологические проблемы, которые возникают при ВГ. Вопросы отделения органической фазы от минеральной на наземных установках можно считать практически решенными. Такие разработки выполнены в ТатНИПИнефть и ПечорНИПИнефть, а также в Казанском химико-технологическом институте им. С. М. Кирова. Важно отметить, что характер смачиваемости основы коллектора природных битумов также весьма существен при разделении органической и минеральной фазы БП [7]. Выбор способа добычи битумов определяется прежде всего горногеологическими условиями залегания продуктивного пласта, экономической оценкой добычи и современными экологическими требованиями к ней.

В заключение можно отметить, что проведенные исследования позволяют выделить граничные значения пород-коллекторов, имеющих промышленные кондиции, дать их градацию по продуктивности и методам разработки, предложить экспресс-метод выделения на битумных месторождениях участков, которые можно разрабатывать станками-качалками при естественном режиме пласта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акишев И. М., Анисимов Б. В., Шалин П. А. Новые данные об особенностях строения битумных залежей пермских отложений Татарской АССР // Тр. / ТатНИПИнефть. 1977. Вып. 36. С. 23—28.
2. О преобладающе-гидрофобном характере коллекторов нефтяных залежей / К. Б. Аширов и др. // Нефтяное хозяйство. 1982. № 7. С. 26—30.
3. Шалин П. А. Влияние емкости характеристики битумоносных пород-коллекторов уфимских отложений на их продуктивность // Тр. / ТатНИПИнефть. 1958. Вып. 56. С. 122—126.
4. Выделение гидрофобных пород по геофизическим данным методом двух растворов / Х. А. Кастро и др. // Геология нефти и газа. 1987. № 1. С. 56—59.
5. Определение условий инициирования внутрислоевого горения в битумном пласте / Р. Т. Фазлыев и др. // Нефтяное хозяйство. 1980. № 5. С. 31—34.
6. Перспективы карьерной разработки месторождений природных битумов Татарской АССР / И. М. Акишев, Р. Х. Муслимов, М. И. Старшов, И. М. Старшов // Горючие сланцы. 1986. Т. 3, № 4. С. 396—403.
7. Разделение органической и минеральной фаз битумоносных пород водными растворами ПАВ / В. К. Половняк, И. М. Старшов, М. И. Старшов и др. // РНТС. Нефтепромышленное дело. 1979. № 10. С. 8—10.

Представил Э. Г. Кальвезе

Поступила в редакцию
28.05.1987

Татарский государственный
научно-исследовательский и проектный
институт нефтяной промышленности
г. Бугульма

SOME ASPECTS OF DEVELOPMENT OF UFA BITUMINOUS ROCKS DEPOSITS IN THE TATAR ASSR

The paper considers the extraction of natural bitumens from bituminous rocks under natural conditions of the productive layer taking into consideration the physico-chemical properties of the formation. The dependence of the total amount and quality of well production on the bitumen content of rock has been demonstrated. The bitumen content limit at which water-free bitumen is produced has been determined.

Classification and possible alternatives for the development of bituminous rocks have been proposed. The necessity to determine the nature of wettability of bituminous rocks to choose development alternatives has been pointed out.

*Tatar Institute of Oil Industry
Bugulma*