

МАТРИЧНАЯ НЕФТЬ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ДОБЫЧИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Халитова Э.Г.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Для современного периода развития нефтяной промышленности характерно осложнение условий разработки нефтяных месторождений, что связано с ухудшением структуры запасов и увеличением доли трудноизвлекаемых запасов.

Сложившаяся ситуация – это результат синтеза двух процессов:

- вступление большого числа высокопродуктивных залежей и месторождений в позднюю стадию разработки (с резким снижением добычи нефти и ростом обводненности);
- неблагоприятные качественные характеристики запасов нефти в залежах, вновь вводимых в разработку.

На 2006 год в России из 2500 месторождений с нефтяными залежами на долю трудноизвлекаемых нефтей приходилось более половины [1]. К трудноизвлекаемым принято относить нефти - либо по качеству сырья:

- тяжелые (плотность более $0,92 \text{ г/см}^3$);
- высоковязкие (более $30 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ в нормальных условиях);

либо по условиям залегания:

- проницаемость коллекторов менее $0,05 \text{ мкм}^2$.

Месторождениям с трудноизвлекаемыми нефтями присущи низкие и неустойчивые дебиты скважин, для эксплуатации которых необходима разработка и применение разнообразных и дорогостоящих технологий.

В современных условиях российского недропользования эксплуатация месторождений с трудноизвлекаемыми нефтями находится на грани рентабельности, что обуславливает необходимость тщательной научно-технической проработки всех стадий технологического цикла производства.

На рисунке 1 представлены данные по трудноизвлекаемой нефти – долевое распределение в запасах федеральных округов по степени выработанности [1].

Поскольку многие месторождения сочетают ряд неблагоприятных факторов, затрудняющих их разработку, суммарная доля трудноизвлекаемых нефтей в текущих разведанных запасах России в 2013 год превысила 60% [1]. Около 38% запасов нефти приходится на коллектора с низкой проницаемостью, из них более 25% - на Волго-Уральскую НГП.

При этом структура остаточных запасов нефти резко ухудшается из-за выборочной эксплуатации лучшей части запасов, особенно для крупных (запасы более 30 млн тонн) месторождений. Дополнительным фактором ухудшения структуры запасов крупных разрабатываемых месторождений на ближайшую перспективу – их высокая выработанность, в целом составляющая 52%, а по многим из них достигающая 70-80%, что позволяет сделать вывод,

что оставшаяся часть запасов – трудноизвлекаемые запасы нефти. Примером может служить Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение (ОНГКМ), на котором трудноизвлекаемые углеводороды представлены матричной нефтью, так называемым высокомолекулярным сырьем (ВМС).



Рисунок 1 – Долевое распределение трудноизвлекаемой нефти в запасах

Основная залежь Оренбургского НГКМ находится в промышленной разработке с 1974 года. Максимальный уровень добычи газа составил 48,7 млрд м³ в 1979 г. С 1984 г. начался период падающей добычи. Отбор газа на месторождении в последние годы составляет примерно 18 млрд м³.

Матричная нефть является собственным сингенетичным углеводородным сырьем, произведенным карбонатной нефтегазоматеринской системой газоконденсатных месторождений. По объему и местонахождению при открытии ОНГКМ она была определена как остаточная нефть со средней концентрацией в поровых коллекторах 10-15%.

В результате проведения фундаментальных и прикладных исследований и их практической реализации в продуктивных отложениях Оренбургского НГКМ доказан высокий, в различной степени реализованный нефтегазоматеринский потенциал продуктивных карбонатных отложений.

В недрах газовой залежи было обнаружено скопление матричной нефти, рожденной в результате преобразований породообразующей нефтегазоматеринской карбонатно-органической матрицы. В недрах нефтяных подгазовых залежей и в нефтяных оторочках ОНГКМ накопилась нефть, количество и объем которой определили высокую нефтенасыщенность в этих зонах месторождения и рождение нефтяных залежей с высоким газовым фактором.

Недопонимание генезиса нефти и газоконденсата в недрах газоконденсатного месторождения не позволило на тот период отнести нефть в разряд перспективных ресурсов месторождения и уже в начале разработки

газоконденсатного месторождения отрабатывать технологии добычи из его недр жидких нефтяных углеводородов.

По заключению экспертной комиссии Федерального государственного учреждения "Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых" Роснедра Министерства природных ресурсов РФ от 3 июня 2005 г., ресурсы матричной нефти Оренбургского НГКМ в объеме 2,56 млрд т нефтяного эквивалента [5].

Суммарные перспективные весовые ресурсы матричной нефти (53%) - высокомолекулярного сырья Оренбургского НГКМ - равновелики весовым запасам традиционного углеводородного сырья (47%) - газа, конденсата, нефти - и почти в 3 раза превышают остаточные запасы газа и конденсата.

Опытными работами в поисково-оценочной скважине по исследованию ресурсного потенциала прикупольной части основной залежи ОНГКМ доказано практически повсеместное присутствие матричной нефти, и в первую очередь ее жидких углеводородов, во вскрытом скважиной персмко-карбонном продуктивном разрезе. В составе матричной нефти, добытой из девяти опытных объектов в разрезе скважины, содержится до 30% масс. высокомолекулярных компонентов (масла, смолы, асфальтены, парафины) при относительной концентрации в них масел до 50% и более. На рисунке 2 приведен состав матричной нефти Оренбургского НГКМ.



Рисунок 2 – Состав матричной нефти Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения

В поровых коллекторах ($K_p > 6\%$) продуктивных отложений ОНГКМ матричная нефть обладает некоторым сходством с легкой сланцевой нефтью (US-Баккен) по плотности ($0,83-0,89 \text{ г/см}^3$) и вязкости ($4-10 \text{ мПа}\cdot\text{с}$), но в отличие от последней сосредоточена не в сланцевых породах, а в карбонатных резервуарах нефтегазоконденсатных и газоконденсатных месторождений на глубинах более 1 км (для ОНГКМ).

В трещинных коллекторах ОНГКМ матричная нефть является наиболее незрелой и представлена в основном тяжелыми высокомолекулярными

компонентами: тяжелыми смолами, асфальтенами с подчиненным количеством легких смол и масел (примерно 30%), имеет в сухом состоянии плотность в среднем $0,95-1,0 \text{ г/см}^3$, вязкость 50-150 мПа·с и может быть отнесена к битумам [3].

Высокомолекулярные компоненты матричной нефти (асфальтены, смолы) содержат большие концентрации микроэлементов, редких и редкоземельных металлов. Другими словами, содержат практически всю таблицу Менделеева, причем концентрация в них галлия, целого ряда благородных, редких и редкоземельных металлов характеризуется аномально высокими значениями.

Некоторые металлы, например, титан, никель, хром, свинец, цинк, ванадий, галлий, содержатся в матричной нефти в промышленных концентрациях (в 1 т матричной нефти может содержаться до 3 кг титана, до 1,5 кг никеля и хрома, до 1 кг ванадия, до 200 г галлия). При ценах на галлий 500-1500 долларов за 1 кг (на 2012 год) добыча матричной нефти, ее глубокая переработка, в том числе с выделением чистого галлия, делают значительно более устойчивым и рентабельным данный проект "матричная нефть".

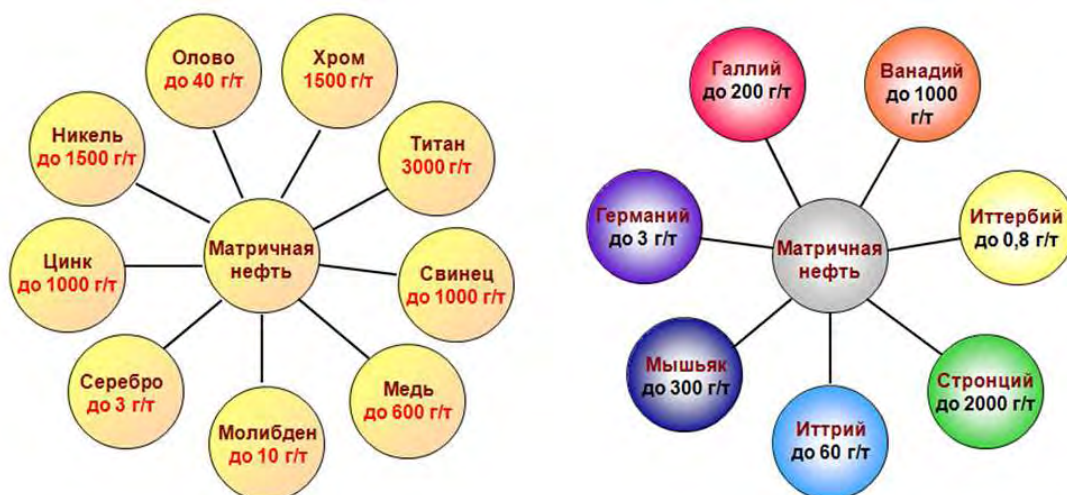


Рисунок 3 – Концентрации цветных и благородных (а), а также редких и редкоземельных (б) металлов в высокомолекулярных компонентах матричной нефти газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений

Таким образом, добыча матричной нефти, включая ее жидкие углеводороды и содержащие широкий комплекс ценных металлов наиболее тяжелые компоненты (смолы и асфальтены), позволит решить задачу увеличения компонентоотдачи на месторождении, в том числе вывести в свободное состояние неучтенные запасы газа, связанного высокомолекулярными компонентами матричной нефти, и вместе с матричной нефтью добыть выпавший в жидкую фазу конденсат.

Традиционные технологии добычи для матричной нефти неприменимы. Она относится к трудноизвлекаемым ресурсам, и оценить экономическую целесообразность ее разработки можно будет только после опытной эксплуатации соответствующих технологий добычи, транспортировки и глубокой переработки.

Для Оренбургского НГКМ специалистами ИПНГ РАН, ООО "ВолгоУралНИПИгаз", ООО "Технология", ООО "НПЦ Газ технология", ООО "Газпром георесурс" НПФ "Оренбурггазгеофизика" на основе проводимых работ с ООО "Газпром добыча Оренбург" опробован ряд технологий воздействия на пласт растворителями, в том числе ароматическими, разработаны регламенты на добычу матричной нефти с применением ароматических растворителей и сухого газа, разработан анализ экономической эффективности реализации данных технологий [6].

Добыча нефти из сложно построенных низкопроницаемых зон нефтегазоматеринских отложений, в том числе высововязкой нефти и битумов, в комплексе технологий требует производства из собственного сырья и использования в качестве рабочих агентов легко испаряемых ароматических растворителей (с возвратом в рецикл после их извлечения из пласта), способствующих снятию эффекта набухания, увеличению проницаемости и освобождению ранее связанных жидких углеводородов, а также растворению, снижению вязкости и извлечению из пласта всех высокомолекулярных компонентов, в том числе смол и асфальтенов, содержащих аномальные концентрации редкоземельных и благородных металлов. Для Оренбургского НГКМ эта проблема может быть решена технологиями извлечения ароматического растворителя из фракций добываемых конденсата и матричной нефти, то есть из собственного сырья месторождения [6].

Для реализации проекта "Матричная нефть газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений" для периода опытной и опытно-промышленной добычи разработана Комплексная научно-техническая целевая программа "Разработка технической и технологической базы для оценки ресурсов и эффективного проведения этапов опытной и опытно-промышленной добычи матричной нефти (высокомолекулярного сырья) на газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождениях ОАО "Газпром" [3].

Рассматривая матричную нефть как перспективное направление добычи трудноизвлекаемых запасов, важно отметить, что большая часть территорий с ее распространением находится в районах с развитой нефтегазовой инфраструктурой, что позволит снизить затраты на ее добычу.

В июле 2014 года в средствах массовой информации появились данные о том, что в результате исследований, проведенных сотрудниками ОАО "Татнефть" совместно с Российской Академией Наук, содержание матричной нефти было обнаружено и на Димитровском месторождении Оренбургской области (по данным информационного агентства "Девон"). Это позволяет высказать предположение, что область распространения данного вида трудноизвлекаемой нефти может быть расширена при дальнейшем развитии данного направления исследований. На сегодняшний день другие аналоги Оренбургского и Димитровского месторождений не известны.

Другим объектом с которым связаны основные перспективы и надежды на увеличение добычи нефти являются "доманикиты", для которых основной проблемой стала трудность извлечения углеводородов, связанная с нахождением "доманиковой нефти" в низкопористой матрице [7].

Таким образом, принимая в расчет уникальное географическое местоположение Оренбургской области, можно сделать вывод, что промышленный интерес к разработке трудноизвлекаемых ресурсов, прежде всего, следует ориентировать на такие направления, как "матричная нефть" и "доманиковая нефть".

Нормативно-правовые аспекты, которые могут стать толчком для развития вышеуказанных направлений исследований в Оренбургской области:

1. Распоряжение Правительства РФ от 3 мая 2012 г. №700-р "О стимулировании реализации новых инвестиционных проектов по разработке участков недр, содержащих запасы трудноизвлекаемой нефти";

2. поправки в налоговое законодательство (вступили в силу в сентябре 2013 г.), в соответствии с которыми месторождения баженовской, абалакской, хадумской и доманиковой свит освобождаются от налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ) на 15 лет.

Кроме того, в феврале 2014 года принято решение о создании в России (при Министерстве природных ресурсов и экологии) Координационного центра по изучению и освоению нетрадиционных видов углеводородов.

Принимая во внимание результаты проведенных исследований, можно заключить, что тенденция увеличения доли трудноизвлекаемой нефти будет только усиливаться. Существующая структура запасов при известных технологиях добычи ставит задачи создания новых принципиальных подходов. Решением данной проблемы может стать разработка новых высокоэффективных технологий добычи нефти, комплексный подход к ее переработке и дальнейшее совершенствование нормативно-правовой базы в нефтедобывающих отраслях.

Список литературы

1. Антониади, Д.Г., Савенок, О.В. Анализ структуры трудноизвлекаемых запасов и тенденций увеличения темпа прироста / Д.Г. Антониади, О.В. Савенок // Аналитический научно-технический журнал «ГеоИнжиниринг». – 2013. - №2 (18).

2. Грачев, И.Д., Некрасов, С.А., Петров, Г.Н. Возможные пути использования месторождений с падающей добычей / И.Д. Грачев, С.А. Некрасов, Г.Н. Петров // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Газовая промышленность». – 2014 -. №704 (спецвыпуск).

3. Гафаров, Н.А., Дмитриевский, А.Н., Днистрянский, В.И., Иванов, С.И., Карнаухов, С.М., Мокшаев, А.Н., Резуненко, В.И., Скибицкая, Н.А. Матричная нефть Оренбургского НГКМ – перспективы развития Оренбургского ГХК / Н.А. Гафаров, А.Н. Дмитриевский, В.И. Днистрянский, С.И. Иванов, С.М. Карнаухов, А.Н. Мокшаев, В.И. Резуненко, Н.А. Скибицкая // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Газовая промышленность». – 2012. - №9 (679).

4. Скибицкая, Н.А., Яковлева, О. Перспективы освоения ресурсов матричной нефти / Н.А. Скибицкая, О. Яковлева // Специализированный журнал «Бурение & Нефть». – 2011. – Июнь.
5. Дмитриевский, А.Н. Инновационное развитие нефтяной и газовой промышленности России / А.Н. Дмитриевский // Специализированный журнал «Бурение & Нефть». – 2012. – Январь.
6. Освоение нетрадиционных источников углеводородов (интервью с Н.А. Скибицкой) // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Газовая промышленность». - 2013. - №11 (698).
7. Халитова, Э.Г. Актуализация перспективности исследований доманиковых отложений в рамках расширения ресурсной базы Оренбургской области / Э.Г. Халитова // Перспектива. Сборник статей молодых ученых – 2014. - №17 (Часть I).