

КРАТКИЙ АНАЛИЗ ГЛИНИСТЫХ СЛАНЦЕВ В РАЙОНАХ АКТИВНОЙ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ

Чуйкова Е.П., студент гр. ГНГ-18-1, 2 курс
Научный руководитель: Кочнева О.Е. к. г-м. н., доцент
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный университет"
г. Санкт-Петербург

Преобладающей точкой зрения широкого круга специалистов, занимающихся вопросами развития сырьевой базы нефти и газа России, является мнение об исчерпаемости традиционных скоплений углеводородов (УВ) в районах активной добычи в ближайшее время. Традиционные запасы не смогут обеспечить воспроизводство выбывающих запасов в необходимых объемах, и в первую очередь запасов нефти. В связи с этим особую актуальность приобретает вовлечение в разработку ресурсов нетрадиционных скоплений углеводородов. Поэтому огромное внимание стали уделять нефти, содержащейся в плотных низкопроницаемых резервуарах, главным образом в сланцах.

Глинистые сланцы представляют собой тонкослоистые отложения глинисто-алевритового материала, включающего смектит, иллит, каолинит, хлорит, глауконит, пирит, ангидрит, доломит, кальцит, сидерит, полевопшпат, кварц и кремний органического происхождения. Газоносные глинистые сланцы представляют собой такие же отложения, но богатые органикой, которая представлена материалом животного происхождения, отложенным в морской среде в отсутствие кислорода, хотя может присутствовать и растительная составляющая. Стратиграфически глинистые сланцы могут быть приурочены к различным геологическим периодам, от кембрия до третичных отложений. Сланцы, содержащие большое количество органики в форме керогена, являются нефтематеринскими породами, так как кероген вследствие длительного воздействия температуры и давления преобразуется в углеводороды - нефть и газ. Существует четыре основных типа керогенов. Первый тип образуется из переработанных бактериями остатков планктона и водорослей в условиях озер и морского мелководья, он богат водородом и беден кислородом. Второй тип является результатом переработки планктона в восстановительной среде, он приурочен к морским отложениям средней глубины, богатым водородом и содержащим мало углерода. Третий тип образуется из остатков растений в условиях моря средней и большой глубины, в нем содержится меньше водорода, но больше кислорода. Все эти три типа керогена являются производителями углеводородов. Наконец, четвертый тип керогена почти не содержит водорода, в связи с чем он не является источником нефти или газа и, по существу, представляет собой уголь. Углеводороды из нефтематеринских пород мигрируют в породы-

коллекторы. Если газообразные углеводороды частично остаются в породе, то глинистые сланцы становятся коллекторами газа [1].

Газ в нефтематеринских породах образуется в результате двух возможных процессов: действие анаэробных бактерий во время первой фазы осадков (биогенный газ); температурное разложение керогена после погружения осадков на большие глубины, где температура достаточно высока (термогенный газ). Биогенный газ встречается обычно на глубинах до 1000 м, хотя иногда наблюдается и в значительно более глубоко залегающих отложениях. Он может образовываться также в результате действия микробов в окисленных грунтовых водах, циркулирующих в породах. Способность глинистых сланцев производить нефть или газ термогенного происхождения зависит от количества, сохранности и типа содержащейся в них органики, от интенсивности и длительности теплового воздействия в течение геологической истории и от наличия некоторых элементов, играющих роль катализаторов химического процесса. При высоких температуре и давлении кероген преобразуется только в газ, при несколько более низкой температуре образуются нефть и газ, а при еще более низких параметрах - только нефть. Углекислый газ в глинистых сланцах чаще всего встречается при биогенном происхождении метана.

Начальные условия отложения газоносных глинистых сланцев в разных районах примерно одинаковы и связаны с осадками тонкодисперсного материала в условиях континентальных шельфов, озер, лагун и в дельтах рек. Тем не менее, вторичные, постседиментационные процессы приводят к существенному различию сланцев, проявляющемуся в разных формах залегания, в составе литофаций и степени эрозии. Поэтому по условиям залегания, мощности отложений, литологическому составу и степени однородности месторождения газоносных глинистых сланцев могут существенно различаться, оставаясь по основным параметрам продуктивности экономически перспективными [2].

Главная особенность глинистых сланцев как коллекторов состоит в их предельно низкой проницаемости, составляющей при отсутствии трещин от 0,01 до 0,00001 мД. Естественные трещины, возникшие в отложениях вследствие снижения давления или из-за тектонических процессов и эрозии верхних слоев, несколько увеличивают реальную проницаемость пород.

В глинистых сланцах газ частично адсорбируется на поверхности глинистых частиц или органики. В порах, определенная доля которых образуется вследствие распада керогенов, и в естественных трещинах содержится свободный газ. В термогенных, зрелых сланцах, где углеводороды формировались из органики под действием тепла и давления, основная меньшая доля (10-50%) адсорбирована. В биогенных, незрелых сланцах, где газ образован в результате действия бактерий, в основном содержится адсорбированный газ. Наиболее продуктивные сланцы содержат некоторое количество нефти, воду и значительный объем внутрипорового газа. Они характеризуются и заметной проницаемостью.

Большинство отложений газоносных сланцев США являются термогенными. Из них одним из наиболее крупных является месторождение Barnett, залегающее на глубинах 2000-2600 м, стратиграфически относящихся к отложениям Миссисипи. Эти отложения представлены кремнистыми и фосфатными алевритоглинистыми породами с включениями пирита и большим содержанием органики в форме зрелого керогена. Сланцы месторождения Barnett по своему составу неоднородны, их фациальная характеристика может несколько меняться по площади и глубине, однако всем им присуще наибольшее среди других разведанных отложений содержание газа - от 300 до 350 кубических футов на тонну породы.

Характерным примером сланцев, содержащих газ биогенного происхождения, является, например, месторождение Antrim (штат Мичиган). Коричневые и черные сланцы этого месторождения богаты органикой и пиритом. Стратиграфически они относятся к поздним девонским отложениям, но существенно отличаются от большинства других газоносных сланцев того же возраста. Отличие состоит в том, что сланцы Antrim залегают на небольшой глубине, где в период формирования залежи температурные условия (менее 60 °С) не отвечают возможности термогенного генезиса метана, тогда как биогенному происхождению метана способствует пониженная соленость воды, благоприятствующая существованию бактерий. Отличительной особенностью этих сланцев является также значительное содержание свободной воды, составляющей большую долю в продукции газа. Аналогичные характеристики свойственны и сланцам месторождения NewAlbany (штат Иллинойс).

В США глинистые сланцы залегают на трех уровнях глубины: 75-600 м (NewAlbany, Antrim), 1000-1600 м (Appalachianbasin, Devonianshale) и 1600-2460 м (Barnettshale). Встречаются и более глубоко залегающие продуктивные сланцы - на глубинах до 4000 м. Обычно глинистые сланцы залегают горизонтально, их толщина лежит в пределах 90-180 м, поэтому скважины могут давать стабильный приток газа в течение длительного времени. Основные месторождения сланцевого газа, разведанные в пределах США, охватывают значительные площади - от 5 до 95 тыс кв. миль. [3].

Согласно оценкам, минимальное содержание керогена, при котором из сланцев еще можно добывать газ, составляет 0,5% по весу. Благоприятным для добычи газа является содержание керогена в количестве 4-12% и выше. В США наиболее интенсивно и длительно разрабатывается месторождение Barnett Shale. Оно содержит от 1,4 до 5,6 млрд м³ газа на каждую квадратную милю. Подобные месторождения имеются по всему миру, но пока только в США развита индустрия добычи газа из глинистых сланцев. Согласно последним оценкам запасы газа в глинистых сланцах США составляют 500-1000 триллионов кубических футов ($14,1 \cdot 10^{12}$ — $28,1 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$) [4].

В России начальной точкой отсчета в развитии сланцевой промышленности можно считать 1918 год, когда было принято постановление о добыче и переработке горючих сланцев, организованы

систематическое изучение, разведка запасов и их промышленная разработка. Наиболее активно сланцевая промышленность развивалась в 1960-1990 гг. В эти годы велась активная разработка месторождений Прибалтийского и Волжского бассейнов (Эстонское, Ленинградское, Кашпирское, Общесыртовское месторождения). Разработка месторождений велась посредством добычи горючего сланца с последующей его переработкой. Пиковый уровень добычи в СССР достигал 36 млн. тонн горючего сланца в год. Значительная часть добычи приходилась на Эстонскую ССР. Добыча и переработка горючего сланца продолжается в Эстонии и по сей день. В России же большая часть сланцевых шахт закрылась ввиду экономической неэффективности.

Список литературы:

1. Коржубаев А.Г. Ресурсы и реальный прогноз добычи сланцевого газа в мире// Экологический вестник России. – 2012. –1. – С.16-26 .
2. Аксельрот С.М. Добыча газа из глинистых сланцев//Каротажник: научные обзоры. – 2010. – С.81-110.
3. Бочкарев В.А. Геологическое строение и особенности разработки месторождений нефти и газа в глинистых сланцах формации Игл Форд на юге США// Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2010. – 7. – С.22-29.
4. В поисках нового «центра тяжести» //Нефть России. –2012. - 9. – С.76-79.