

## НЕТРАДИЦИОННЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ МАЙКОПСКОЙ СЕРИИ ПОРОД ЗАПАДНО-КУБАНСКОГО ПРОГИБА

В статье рассмотрены вопросы нефтеносности майкопской серии пород Западно-Кубанского передового прогиба на примере естественных выходов нефти из пород-коллекторов трещинного типа и олистолитов – рыхлых коллекторов с поровым типом пустотного пространства.

*Ключевые слова:* Западно-Кубанский передовой прогиб, глина, олистолит, олистостромы, пористость, проницаемость, литотипы, пустотное пространство, нефтеносность, породы.

Майкопские отложения имеют широкое распространение на Кавказе. Несмотря на вековую историю изучения майкопских отложений Северо-Восточного Кавказа (СВК) и Западно-Кубанского прогиба остаётся ещё много нерешённых проблем строения и формирования этого своеобразного комплекса отложений на Альпийском этапе развития. Интерес к его изучению связан с нефтегазонасностью этих отложений, а также подстилающих и перекрывающих слоёв. Майкопские отложения обнаруживают такие специфические особенности строения, как разная морфология и генезис складок и разрывов, этажность строения и несогласия, олистостромы, проявления диапировой и криптодиапировой тектоники, клиноформы и др. Несмотря на продолжительность изучения, представления о структуре этих отложений до сих пор противоречивы. Майкопские отложения отнесены к раннеорогенной терригенной формации. Как установлено предыдущими исследователями, скорости осадконакопления в майкопское время составляли до 15 см/тыс. лет (Шарафутдинов, 2003).

К настоящему времени в майкопской толще Предкавказских прогибов открыто свыше 50 залежей нефти и газа, расположенных в различных регионах Кавказа. Несмотря на то, что майкопская толща отличается большим количеством естественных выходов нефти и газа, а также нефтегазопрооявлениями в скважинах на всей территории их развития, при проведении геологоразведочных работ на нижележащие мезозойские отложения в течение десятков лет не учитывалась перспективность проходимых скважинами майкопских отложений и они не подвергались разведке. На основе результатов наблюдений по естественным источникам нефти и газа, а также по нефтегазопрооявлениям в скважинах, можно констатировать, что большая их часть приурочена к зонам тектонических нарушений верхнего майкопа и к олистолитам, а не к прослоям алевролитов, как это характерно для других нефтегазоносных провинций. Этим объясняется то обстоятельство, что многие нефтегазопрооявления в майкопских отложениях не подчинены структурному фактору и встречаются в разнообразных тектонических условиях (Шарафутдинов, 2003). Ввиду отсутствия крупных пластовых коллекторов основная часть генерируемых в майкопских отложениях углеводородов (УВ) локализуется в нетрадиционных ловушках. По тектоническим, литологическим, морфологическим и генетическим признакам выделены виды ловушек, в которых установлены и прогнозируются залежи нефти и газа. К установленным ловушкам относятся: рукавообразные,

литологически-экранированные, литолого-стратиграфические, тектонически осложнённые, катагенетические, пластово-сводовые; к прогнозируемым: клиноформные, олистолитовые, трещинно-жильные, врезовые. Нетрадиционность открытых залежей находит объяснение в специфических особенностях формирования геологического строения майкопских отложений, определивших образование в них ловушек различных генетических типов (Шарафутдинов, 2003).

Цель исследований авторов настоящей статьи заключается в установлении лито-фациальных типов пород и в оценке перспектив нефтегазонасности майкопских отложений Западно-Кубанского прогиба (на примере разреза майкопских отложений в долине р. Иль).

Река Иль протекает на окраине п. Ильский Краснодарского края. В тальвеге р. Иль наблюдаются коренные выходы пород майкопской серии. Река обмелела, и состоит из серии ступенчато погружающихся плесов (ямы) и порогов. Породы трещиноватые, из трещин, вдоль плоскостей напластования и из-под четвертичных отложений сочится черная нефть. Нефть из пластов пород поступает в р. Иль, смешивается с водой, пропитывает аллювиальные русловые отложения р. Иль. Простираение коренных пород субширотное, падение вертикальное. Наблюдается переслаивание пород: алевролитистых уплотнённых глин, уплотнённых глин, органогенных уплотнённых глин и опоковидных алевролитистых глин, толщина слоёв 10–25–50 см. В нижней части разреза (запад) отмечаются отдельные слои (0,3–0,4 м) олистолитов и конгломератов (0,3–0,5 м). Породы серые, голубовато-серые, трещиноватые. Алевролитистые уплотнённые глины и уплотнённые глины литифицированы, слабо размокают в воде, в ряде случаев обводнены. Олистолиты рыхлые, содержат обломки алевролитов, песчаный и алевролитистый материал, гальку кремнистых пород, обводнены и пропитаны нефтью.

Лабораторные исследования пород из изучаемого разреза (петрографическое описание шлифов, количественный минералогический анализ, отмучивание, гранулометрический анализ аллотигенных минералов и рентгеноструктурный анализ аутигенных дисперсных минералов (фракция 0,005–<0,005 мм), петрофизические исследования) проводились с целью определения их литолого-фациальной принадлежности, коллекторских свойств, и выявления причин низкой проницаемости литифицированных пород.

Нелитифицированная порода – олистолит изучалась комплексным рентгено-минералого-гранулометрическим

анализом (Суркова, 1994), разработанным одним из авторов настоящей статьи.

Литифицированные породы (обр. 1,2,3,4) представляют собой уплотненные кремнистые глины и их разновидности. Они близки по размеру и составу терригенной и пелитовой фракций и отличаются друг от друга структурой, составом и содержанием минералов, как алевритовой, так и пелитовой размерности, наличием или отсутствием обугленного детрита, фаунистических остатков и глауконита, а также количеством и размером пор и трещин, что обуславливает вариации литотипов пород. Комплекс аутигенных минералов слагает основную массу пород и представлен дисперсными минералами (0,001 – <0,0005 мм): иллит-монтмориллонит с преимущественным соотношением иллитовых и монтмориллонитовых пакетов 1:1, цеолиты, пелитоморфный кальцит, глобулярный кремнезем и кристобалит. В основную массу пород погружены плохо окатанные зерна кварца (от 5 до 20%), полевых шпатов (ед.), чешуйки мусковита (ед.), округлые выделения бурого цвета (0,5 – 0,1 мм), сложенные спутано-волоконистым агрегатом смешанослойного минерала иллит-монтмориллонит (глауконит), а также обугленный растительный детрит, фаунистические остатки: спикулы губок, мшанки, пелелиподы?, количество которых варьирует. Камуфлированная пирокластика придает, в ряде случаев, породе пепловую структуру. Акцессорные минералы, характеризующие бассейн сноса, представлены ильменитом, рутилом, сфеном, анатазом, цирконом. Рисунки 2 – 3 демонстрируют фотографии шлифов.

Олистолит – порода рыхлая (обр. 5) и представляет собой глинисто-алевритно-песчано-дресвяную брекчию, образовавшуюся в результате подводных оползней с крутых склонов и обрывов более древних отложений. Доля терригенного материала различной размерности составляет 87,46%. Порода в пласте пропитана нефтью. Пелитовый материал (12,54%) олистолита (размер менее 0,005 мм), представлен (по данным рентгеноструктурного анализа) кальцитом, смешанослойными минералами иллит-монтмориллонит, дисперсным кварцем, цеолитами ряда клиноптилолит-гейландит, кристобалитом, тридимитом с примесью каолинита и рентгеноаморфного органического вещества (возможно нефть или битумы) и аморфного кремнезема.

Из петрофизических характеристик лабораторными методами были определены объемная и минералогическая плотности пород, а также общая пористость, закрытая пористость и открытая пористость согласно стандартным методикам. Результаты измерений сведены в таблицу.

Кремнистые глины являются переходными породами между собственно глинами и силицитами (трепела, опоки), они обладают с ними целым рядом общих черт, в первую очередь, высокой пористостью. Но проницаемость у

№ обр.	Минералогическая плотность, г/см <sup>3</sup>	Объемная плотность, г/см <sup>3</sup>	Общая пористость, %	Закрытая пористость, %	Открытая пористость, %
1	2,9	2,54	12,4	0,5	11,9
2	1,85	1,54	16,8	1,0	15,8
3	2,02	1,42	29,7	16,9	12,8
4	1,69	1,4	17,2	10,0	7,2

Табл. Петрофизические характеристики пород, установленные лабораторными методами.

них низкая. Это обусловлено структурой их пустотного пространства.

Значения коэффициента общей пористости (Табл) позволяют образцы 1,2,3 отнести к пористым коллекторам, но рассматривать их как пористые коллекторы нельзя. Нефтью они практически не пропитаны, что связано с наличием в их составе цементирующих минералов – цеолитов (5 – 10%) и глобулярного глинозема. Вклад в пустотное пространство литифицированных пород (обр. 1,2,3,4) вносят трещиноватость, макропористость и микропористость. Макропористость связана с пустотами (порами) размером 0,05 – 0,1 мм, реже до 0,5 мм и с трещинками, размер 0,05 – 0,2 мм x 1,5 – 2 см.

Микропористость пород связана с глинистыми смешанослойными минералами иллит-монтмориллонит и цеолитами. Эти дисперсные минералы имеют в своей структуре пустоты, в которых могут локализоваться структурированные молекулы воды и некоторых других жидкостей с мелкими полярными молекулами. Вода в структуре цеолитов и монтмориллонитов образует гидратную оболочку вокруг обменных катионов, может удаляться при нагревании и вновь входить в эти пустоты. Глинистые смешанослойные минералы иллит-монтмориллонит содержат структурированную воду в монтмориллонитовых межслоевых промежутках, цеолиты – в каналах внутри структуры.

При определении пористости пород в лабораторных условиях часто используется их насыщение парами воды после предварительного высушивания при температуре 105° и взвешивание. При этом определяется общая пористость (микропористость + макропористость). Но так как размер монтмориллонитовых межслоевых промежутков и каналов цеолитов составляет первые А<sup>0</sup>, то только наиболее мелкие полярные молекулы воды, этиленгликоля, глицерина и, возможно некоторых углеводородов, способны в них проникнуть, более крупные молекулы углеводородов такой способностью вряд ли обладают, так как их размер не соответствует размеру микропор минералов. В литературе отсутствуют сведения по данной тематике. Поэтому значения эффективной пористости завышаются, и запасы могут быть посчитаны неверно. По этой же причине наблюдается несоответствие между определением коэффициента пористости лабораторными (по воде) и геофизическими методами по ГИС и под оптическим микроскопом. Под оптическим микроскопом определяется макропористость, она то и участвует в фильтрации нефти. Проницаемость пород связана с размерами пор и со степенью их открытости в трещинки (открытая пористость). При определении проницаемости таких пород по воздуху, по воде, существует несоответствие между проницаемостью и пористостью, так как цеолиты и глобулярный кремнезем практически не участвуют в фильтрации нефти, но участвуют в фильтрации воды и газов.

Мы пробовали насытить смешанослойные минералы иллит-монтмориллонит пробы № 5 (фракция < 0,005 мм) нефтью месторождения Ильское. Первый рефлекс минерала, межплоскостное расстояние которого в воздушно-сухом состоянии препарата составляло 13,73 А<sup>0</sup>, после насыщения нефтью переместился в область 14,02 А<sup>0</sup>, что говорит о некотором «разбухании» структуры минерала, и свидетельствует об увеличении высоты монтмориллонитовых пакетов по оси с\*, но вопрос требует доработки, так

как фракционный состав нефти не известен и неизвестно, какие молекулы УВ вошли в межслоевые монтмориллонитовые промежутки.

Глобулярный кремнезем также обладает микропористостью до 50%. Размеры микропор не превышают 10 А°, они также способны поглощать молекулы воды, возможно и углеводородов, но такие данные из литературы не известны. Так как глинозем является рентгеноаморфным и структура его относительно стабильна, то установить проникновение молекул углеводородов в микропоры глобулярного кремнезема методом РФА было не возможно на данном этапе исследований.

В изучаемых литифицированных породах (обр. 1,2,3,4) доля макропор не велика и они не сообщаются между собой, поэтому их проницаемость должна быть довольно низкой, что и наблюдается на практике. Нефть не пропитывает эти породы в условиях атмосферного давления. Но уплотненные кремнистые глины трещиноваты, трещиноватость связана, очевидно, с тектонической активностью территории. Поэтому тип порового пространства этих пород определен нами как трещинный. В этих породах нефть мигрирует вдоль контактов пластов, по трещинкам и трещинам, которые являются резервуарами для нефти. Данные породы являются нетрадиционными трещиноватыми коллекторами.

Олистолит (обр. 5) – порода рыхлая, благодаря значительному содержанию, различной степени окатанности и размерности терригенной компоненты (87,46%), поэтому порода обладает хорошей проницаемостью и пористостью, замерить которые не удалось. В разрезе линзы и пласты олистолитов пропитаны нефтью, и из них она поступает в р. Иль. Этому способствует также повышенная трещиноватость вмещающих пластов пород. Олистолиты являются коллекторами с поровым типом пустотного пространства.

Изученные литотипы пород майкопской серии относятся к мелководно-морской фаций с накоплением терригенного материала (подгруппа относительно глубоководной зоны) (Формации..., 1986). Данная фация является генетическим членом раннеорогенной терригенной формации с широким развитием смешанных типов пород, образовавшихся в результате закономерной эволюции терригенного осадкообразования в условиях неспокойного тектонического режима и поступления в бассейн осадконакопления вулканогенной пирокластики. Толща пород нижней части разреза майкопской серии представляет собой переслаивание алеврито-кремнисто-глинистых коллекторов с трещинным типом пустотного пространства, рыхлых олистолитовых коллекторов с поровым типом пустотного пространства и кремнисто-глинистых флюидоупоров, обеспечивающих благоприятные условия для миграции и концентрации УВ.

Но в данном тектоническом блоке породы опрокинуты, благодаря тектоническим процессам, и имеют вертикальное падение. Толщина пластов не превышает 0,5 м. Нефть не концентрируется в ловушках, а свободно изливается на поверхность, что составляет определенную экологическую опасность. В таких случаях более рентабельно разрабатывать подобные залежи открытым способом (карьерами) или неглубокими скважинами большого диаметра, где бы нефть накапливалась, после чего откачива-

лась. Таким природным резервуаром является врез реки Иль. Исходя из экологической безопасности, необходимо целенаправленно и организованно собирать нефть и сдавать ее в переработку.

Нефтеносность майкопских отложений является очевидным фактом. Обоснование территорий первоочередных поисково-разведочных работ в пределах передового Западно-Кубанского прогиба связано с выявлением нефтегазосности тектонических блоков пород, с уточнением геологического строения перспективных участков и с прогнозной оценкой неструктурных залежей УВ и их типов. Наряду с антиклинальными ловушками промышленная нефтегазосность может быть связана также с нетрадиционными ловушками: трещинно-жильного, олистостромового, клиноформного строения, что стимулирует начало проведения целенаправленных работ не столько в традиционных гранулярных коллекторах, сколько в зонах их отсутствия. Первостепенного внимания при этом заслуживает южный борт Западно-Кубанского передового прогиба в зонах неглубокого залегания майкопских отложений, где и следует сосредоточить комплекс геолого-геофизических поисковых работ. Необходимо также уделить пристальное внимание экологической безопасности территории в связи с естественными выходами нефти.

## Литература

Суркова А.Н. Методика количественного минералогического анализа дисперсных минералов. ДВИМС. Хабаровск. 1994. 80.

Формации осадочных пород. Отв. ред. П.П. Тимофеев, Ю.К. Бурлин. М.: Наука. 1986.

Шарафутдинов В. Ф. Геологическое строение и закономерности развития майкопских отложений северо-восточного Кавказа в связи с нефтегазосностью. Автореферат диссертации на соискание учёной степени д. г.-м. н. Москва. 2003.

A.N. Surkova, S.V. Kuznetsov, Yu.Sh. Rakhmatullina. **Nonconventional collectors of the Maycop terran of the West-Kuban foredeep**

Oil content aspects of the Maycop terran of the West-Kuban foredeep were discussed taking as an example the natural oil productions, come from reservoir rocks of the fracture type and from free-open textured reservoir rocks (olistolite).

*Keywords:* West-Kuban foredeep, clay, olistolite, olistostrome, porosity, permeability, hollow space, oil content, rocks.

*Алевтина Николаевна Суркова*

К.г.-м.н., ведущий геолог ООО «ЦСМРнефть». Научные интересы: геологическое моделирование и литолого-фациальный анализ нефтеносных палеозойских толщ.

420111, Россия, Казань, а/я 266. Тел.: (843)293-41-49.

*Сергей Владимирович Кузнецов*

Начальник отдела повышения нефтеотдачи пластов ООО «ЛУКОЙЛ – Волгограднефтегаз».

400131, Россия, г. Волгоград, ул. Комсомольская, 16. Тел.: (844)296-77-25.

*Юлия Шамилевна Рахматуллина*

геолог-нефтяник ООО «ЦСМРнефть».

420111, Россия, Казань, а/я 266. Тел.: +7(843) 292-96-92.