

РАЦИОНАЛЬНАЯ МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ В НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ КОМПЛЕКСАХ

Высокоэффективная методика поисков и разведки залежей нефти в осадочной толще палеозойских отложений на высокоизученной геолого-геофизическими методами территории Татарстана должна базироваться на тектонической основе с размещением геотипов ловушек в нефтегазоносных комплексах. Оптимальная плотность сейсмопрофилей для подготовки объектов под глубокое бурение составляет 3,0 – 3,5 пог.км/км², что позволяет с высокой степенью надежности установить свод, периклинали и крылья структуры. Опоискование девонских залежей рационально проводить углублением эксплуатационных скважин, запланированных на нижний карбон в техсхеме разработки, на расстоянии 0,7 – 1,5 км по подъему пластов от поисковой скважины, вскрывшей наиболее высокие отметки (вершину) структуры в нижекаменноугольных отложениях.

Ключевые слова: сейсморазведка, методика поисков, плотность сейсмопрофилей, девонская залежь, успешность поисков, ловушка, врезы, смещение свода, контур залежи.

Несмотря на высокую опоискованность и освоенность начальных суммарных ресурсов, территория Татарстана и на сегодняшний день располагает значительными перспективами новых открытий. Наличие накопленной геолого-геофизической информации представляет универсальные возможности для ее переинтерпретации, анализа, выбора оптимального варианта методики поисков и разведки залежей нефти и подготовки их к разработке.

На территории Татарстана в течение многолетней практики проведения геологоразведочных работ сложился высокоэффективный комплекс геолого-геофизических методов поисков залежей нефти.

Свои знания в разработку и совершенствование методики поисков и разведки месторождений нефти Татарстана вносили многие ученые и практики. Но в первую очередь необходимо отметить Р.Х. Муслимова, внесшего наибольший вклад в развитие методов поисков и разведки нефтяных месторождений республики.

Основным методом подготовки объектов под глубокое бурение является сейсморазведка, и не существует сегодня более эффективных методов для выявления месторождений на территории Татарстана. Она занимает первое место среди геофизических методов по разрешающей способности и глубинности исследований.

В настоящее время основные объемы исследований сейсморазведкой сосредоточились на поисках и разведке мелких и мельчайших объектов, что естественно для современного этапа опоискованности территории. Несмотря на такие условия, эффективность введенных в бурение подготовленных сейсморазведкой поднятий в последние 10 лет не снижается, а держится на уровне 70 – 80 %.

В итоге многолетних геолого-геофизических исследований, и в первую очередь отдавая дань сейсморазведке, на территории республики получены весьма важные геологические результаты, позволяющие выстроить детальную тектоническую модель территории, являющуюся опорой для применения методики геологоразведочных работ: уточнено строение макроструктурных элементов, особенности их сочленения, конфигурации границ; на уровне склонов структур I порядка и их отдельных частей – валообразных зон, девонских грабенообразных прогибов, эрозионно-карстовых врезов в ниже- и среднекаменноугольных отложениях, тектонических нарушений в кристаллическом фундаменте и осадочной толще и других элементов осадочной толще, произошло выявление новых, уточнение границ ранее известных; результаты детализационных сейсморазведочных исследований позво-

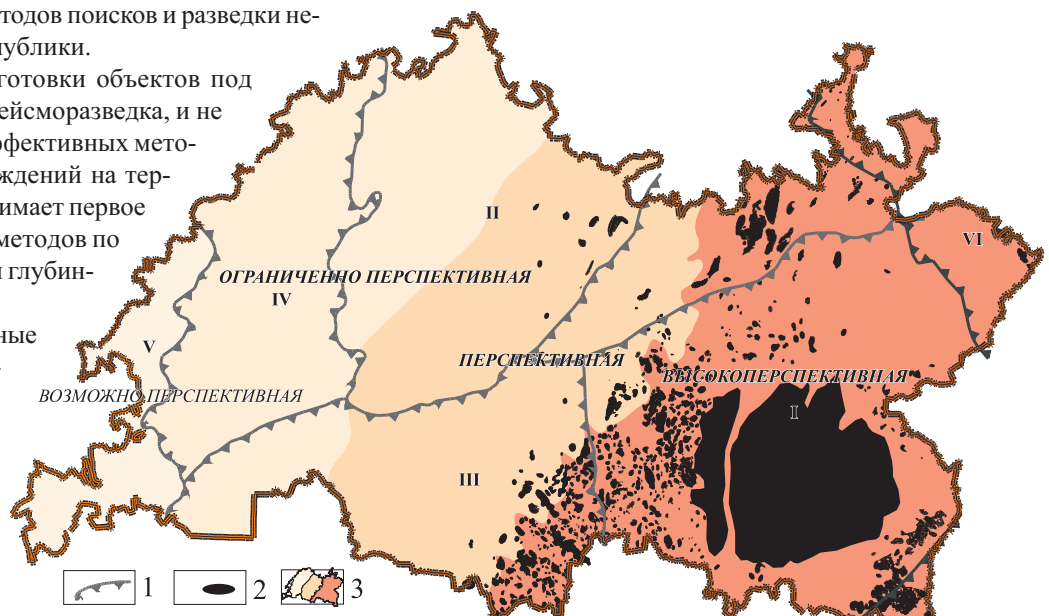


Рис. 1. Схема перспектив нефтегазоносности палеозойских отложений. 1 – современные границы структур I-го порядка: I – Южно-Татарский свод, II – Северо-Татарский свод, III – Мелекесская впадина, VI – Казанско-Кировский прогиб, V – Токмовский свод, VI – Камско-Бельский авлакоген, VII – Сергиевско-Абдулинский авлакоген; 2 – месторождения нефти; 3 – категории земель.

лили уточнить контуры нефтяных залежей, выявить и подготовить массу новых перспективных объектов, воплощенных в открытиях новых месторождений. На перспективных разведочных площадях Татарстана ежегодно открывается до 10 – 12 новых месторождений нефти.

В современных сложных геологических условиях, когда основными объектами поисков и разведки являются мало-размерные и малоамплитудные объекты, в придачу характеризующиеся погребенными условиями залегания, как это наблюдается в нижних, девонских нефтегазоносных комплексах, успешность открытия зависит от степени изученности поднятия. Исходя из практики геологоразведочных работ в республике, успешность бурения на подготовленных поднятиях на 10 – 12 % выше, чем на выявленных; в свою очередь, чем выше степень подготовки объекта, тем выше эффективность бурения поисково-разведочных скважин.

Идеальный вариант подготовки объектов – сейсморазведка модификации 3Д. Но в силу различных обстоятельств (финансовых, физико-географических условий местности и др.), она не всегда может быть применима.

Зачастую недропользователь при недостаточной изученности участка проводит дополнительное его изучение сейсморазведкой. Заложение направлений профилей должно корреспондироваться с региональным тектоническим строением: вкрест простирания структурных зон второго порядка, валов, девонских конседиментационных прогибов, перпендикулярно к ним прокладываются связующие продольные профили.

При поисках новых структур плотность профилей должна выбираться сообразно размерам ожидаемых структур и с таким расчетом, чтобы ни одна из них не была пропущена. При современной конъюнктуре мирового нефтяного рынка становится рентабельным выявление любого нефтяного месторождения, даже малоразмерного, на территории Татарстана.

Нами доказано, что для подтверждаемости современных искомым структурных объектов размерами до 0,5 км² сетка профилей должна равномерно покрывать изучаемую площадь с плотностью не менее 3,0 – 3,5 пог.км/км². Только в этом случае с высокой надежностью будет установлено положение сводовой части структуры, ее периклинальные и крыльевые элементы.

В отношении перспективных и высокоперспективных земель Татарстана (Рис. 1), где лишь наличие ловушки в нефтегазоносных комплексах само по себе обеспечивает аккумуляцию в ней нефти, успешная подготовка объектов под глубокое бурение может осуществляться исключительно сейсморазведкой, без комплексирования с дополнительными геофизическими методами. Методы локального прогноза здесь не могут заменить сейсморазведку – они не дают надежной информации точного местоположения для заложения поисковой скважины.

На землях ограниченно и возможно перспективных необходимо проведение сейсморазведки по сгущенной сети профилей, в некоторых случаях в комплексе с высокоточной гравиразведкой. Высокоточную гравиразведку рекомендуется провести в Казанско-Кировском прогибе, где в комплексе с сейсморазведкой результаты исследований позволят расшифровать строение осадочной толщи, в первую очередь, девонских отложений, определить наличие или отсутствие потенциальных ловушек в девонской терригенной толще.

Кроме того, на землях Западного Татарстана считаем

целесообразным на подготовленных к глубокому бурению поднятиях, предваряя бурение поисковых скважин, дополнительно проверять все объекты методами локального прогноза нефтеносности, такими как низкочастотное сейсмическое зондирование (НСЗ) и ГГХМ, опробованные и показавшие эффективность их применения в восточной части Татарстана. Эти методы позволят уточнить характер флюида, насыщающего ловушку, и не будут излишне обременять комплекс исследований в объеме финансовых затрат.

Важнейшим приоритетным направлением является поиск залежей нефти в нижних продуктивных комплексах – муллинско-пашийско-тиманском, эйфельско-ардатовском. Пока еще сейсморазведка имеет ограниченные возможности при картировании девонской поверхности и кровли кристаллического фундамента. Успешность поисков залежей нефти в девонских терригенных комплексах при разбуривании поисково-разведочными скважинами фонда локальных поднятий, подготовленных как по отражающему горизонту «Д», так и по горизонту «У» со вскрытием девонских продуктивных горизонтов, колеблется по годам на уровне 22 – 28 %.

По своему генотипу ловушки эйфельско-ардатовского и муллинско-пашийско-тиманского комплексов представляют преимущественно класс тектогенных ловушек – линейных и брахиантиклинальных складок, куполов облекания локальных выступов кристаллического фундамента. При современной изученности сейсморазведкой территории Татарстана остались невыявленными небольшие по размерам девонские ловушки, преимущественно погребенного типа. И тем не менее, в последние годы на северном склоне Южно-Татарского свода сейсморазведкой был выявлен Ленский выступ фундамента, здесь же, на северном склоне, после уплотнения сетки сеймопрофилей до 3,0 пог.км/км² были выявлены другие ловушки куполов облекания небольших выступов фундамента с залежами в тиманском горизонте, средние дебиты скважин из которых составляют 10 – 12 т/сут.

Наиболее значимые по своей промышленной ценности залежи в терригенных комплексах девона будут открываться в границах высокоперспективной восточной территории Татарстана. Именно здесь необходимо в приоритетном порядке довести изученность сетью сеймопрофилей до 3,0 – 3,5 пог.км/км².

Важным поисковым признаком для поиска погребенных структурных форм в девонских отложениях являются девонские конседиментационные прогибы. Валообразные структурные зоны, сопряженные с прогибами и осложняющие их тектогенные структурные формы различного типа в эйфельско-ардатовском и муллинско-пашийско-тиманском нефтегазоносных комплексах, должны привлечь внимание исследователей и изучаться с максимальной возможной детальностью сейсморазведкой. Особенностью подготовки таких поднятий является использование палеоструктурных построений для прогноза местоположения поднятия и его свода.

Еще одним из важнейших признаков нефтеносности ловушек в фаменско-турнейском, кожимско-алексинском, серпуховско-верейском комплексах являются врезы, особенности развития которых подчиняются определенным закономерностям как в региональном, так и локальном планах. В последние годы значительно повысилась надежность картирования пространственных границ этих геоло-

гических образований. Результаты площадных сейсморазведочных исследований дают детальные представления о сложнопостроенных геологических конструкциях, каковыми являются врезы, способствуют разработке реальных моделей ловушек в этих комплексах.

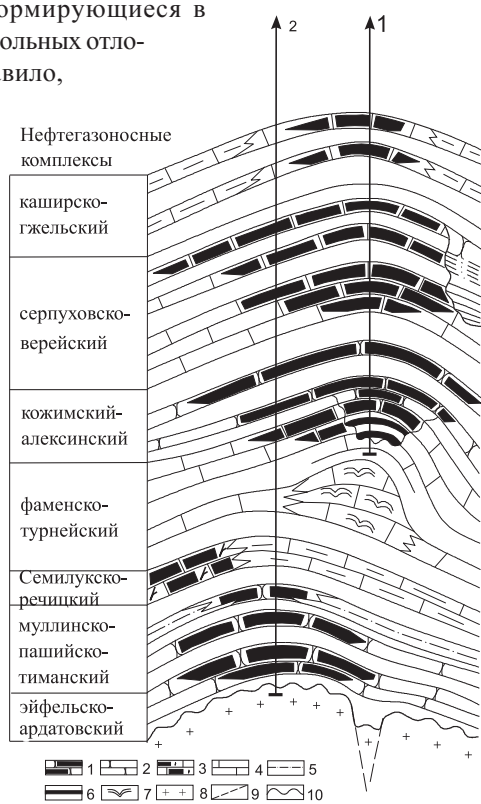
Эрозионно-карстовые визейские и карстово-эрозионные верейские врезы формируют тектоно-аккумулятивно-деструктивные группы ловушек в ряде нефтегазоносных комплексов осадочной толщи Татарстана. Появление такого признака как врез на временном разрезе должно служить первоочередным признаком существования не только определенного типа ловушки и контролируемой ими залежи нефти, но и, как правило, наличия ловушки вообще.

На современном этапе поисков месторождений нефти в Татарстане подготовка объектов под глубокое бурение осуществляется сейсморазведкой в основном по трем отражающим границам – в кровле верейского горизонта по отражающему горизонту «В», в кровле тульского горизонта по отражающему горизонту «У», в терригенных девонских отложениях по отражающему горизонту «Д». Как правило, выявляемые сегодня объекты небольших размеров и амплитуд, и обоснование глубины бурения поисковых скважин зависит от перспективности разреза. В этой связи поиск залежей нефти в Татарстане сегодня осуществляется по поисковым этажам. Этот принцип экономически целесообразен, и каждый недропользователь сегодня самостоятельно определяет глубину вскрытия перспективного горизонта и, соответственно, глубины бурения поисковых скважин.

Геологическая изученность территории Татарстана на сегодняшний день достаточно высока, особенно на высокоперспективных и перспективных землях, и поэтому недропользователь, принимая решение по опоискованию этажей осадочного чехла лицензионной зоны, прежде всего исходит из экономической эффективности, которая базируется на геологической основе.

Ловушки, формирующиеся в среднекаменноугольных отложениях, как правило, являются

Рис. 2. Типовая схема месторождения нефти. 1 – песчаники нефтеносные; 2 – песчаники водоносные; 3 – карбонаты нефтеносные; 4 – карбонаты водоносные; 5 – алевролиты; 6 – угли; 7 – карбонаты биогермные; 8 – породы кристаллического фундамента; 9 – разломы и разломные зоны; 10 – эродированная поверхность.



сквозными тектоно-седиментационными формами облекания нижнекаменноугольных, и в этой связи первая поисковая скважина, планируемая к бурению в оптимальной точке на объекте, подготовленном по отражающему горизонту «В», при наличии качественного объекта – по горизонту «У» и соответствующего первому в плане, должна буриться со вскрытием пород турнейского яруса.

Исключение составляют поднятия, подготовленные на северо-восточном борту Мелекесской впадины, где отсутствие изолирующих экранов над коллекторами фаменско-турнейского и кожимско-алексинского нефтегазоносных комплексов способствовали созданию негерметичных ловушек, и по этой причине поисковые скважины здесь целесообразно бурить только со вскрытием пород башкирского яруса.

На локальных поднятиях, подготовленных по отражающим горизонтам «У» и «Д», соответственно, для поисковых скважин выбирается оптимальное местоположение, и в первом случае скважина бурится со вскрытием пород турнейского яруса, а во втором – либо эйфельско-воробьевских, либо муллинско-пашийских.

Исследования по соотношению структурных планов девонских и каменноугольных отложений доказывают, что на поднятии, подготовленном по отражающему горизонту «У», не имеет смысла опоисковывать весь разрез до девонских отложений.

Причина состоит в плановом несовпадении в вертикальном разрезе девонской и каменноугольной структурных поверхностей (Рис. 2).

Как показывают аналитические исследования, лишь в 12 – 14 % случаев из поисковых скважин, заложенных в сводовых частях объектов, подготовленных по отражающему горизонту «У» в структурной поверхности тульского горизонта, получены промышленные притоки нефти из продуктивных комплексов девонских отложений. Этот, безусловно, низкий коэффициент успешности поискового бурения в девоне связан с несовпадением контуров нефтеносности залежей в разновозрастных ловушках. Причина отсутствия плановой унаследованности девонских и каменноугольных ловушек – их различный генезис.

На основании установленных закономерностей нефтегазоносные комплексы в девонских терригенных отложениях должны быть самостоятельным поисковым этажом, а скважины с целью поиска залежей нефти в них должны закладываться исключительно на объекты, подготовленные по отражающему горизонту «Д». Таким образом, методика опоискования объектов на территории республики должна выполняться, как правило, по двум поисковым этажам – девонскому и нижнекаменноугольному, и лишь в отдельных случаях по трем – девонскому, нижнекаменноугольному и среднекаменноугольному.

Однако затруднения, которые испытывает сейсморазведка МОГТ при картировании девонских структурных форм, связаны не только с их малоамплитудностью, но и с ложной волновой картиной, которую создают многочисленные биогермные постройки, находящиеся в подстилающей толще карбонатных пород. Поэтому методически возможно осуществить поиск залежей нефти в терригенных девонских комплексах на основе детально изученных структурных планов каменноугольных отложений.

Исследования по соотношению с контурами залежей в пашийско-тиманских горизонтах разбуренных нижнека-

менноугольных поднятий показали, что эффективное опосредование девонских залежей возможно методом выборочного углубления краевых скважин из технологических схем разработки турнейского или бобринско-тульского продуктивных горизонтов.

Комплексный анализ мелких девонских залежей высокоперспективных земель Татарстана позволил установить, что 41 % из общего числа девонских скважин легли в межструктурные понижения по кровле турнейского яруса, а основная доля – 59 % – рассредоточились в крыльевых и периклинальных частях турнейских поднятий. Выявленные закономерности соотношения контуров девонских залежей нефти с поднятиями в нижнекаменноугольной поверхности подтвердили тезис, что первой поисковой скважиной, заложенной в сводовой части объекта, подготовленного по отражающему горизонту «У», как правило, невозможно выявить залежь в девонском терригенном комплексе.

Исследованиями по определению направления смещения свода девонской ловушки по отношению к контуру нижнекаменноугольных структурных форм установлено следующее: на западном склоне Южно-Татарского свода смещение девонских залежей происходит в двух направлениях – юго-западном и восток-северо-восточном, как в сторону падения, так и подъема слоев. На южном и юго-восточном склонах Южно-Татарского свода основное направление смещения контуров девонских залежей – северо-восточное и северо-западное, в сторону общего подъема слоев, на небольшом изучаемом восточном участке юго-восточного склона Северо-Татарского свода аналогичное – северо-восточное – по вектору общего восстания пластов.

Статистический анализ смещения сводов девонских залежей по отношению к каменноугольным показал, что расстояния, на которые смещены ловушки в каменноугольных отложениях в сторону регионального падения, составляют 0,7 – 1,5 км. Исходя из выявленных соотношений, размеров и конфигурации полей нефтеносности, считаем, что опосредование девонской залежи должно проводиться углублением эксплуатационной (нагнетательной) скважины, которая запроектирована в технологической схеме разработки на расстоянии 0,7 – 1,5 км, не менее, по подъему пластов в профиле с поисковой скважиной с целью вскрытия девонских продуктивных пластов.

Методика опосредования объектов, подготовленных по отражающему горизонту «У», хорошо отработана, и эффективность бурения поисковой скважины в своде поднятия достаточно высока.

Важнейшим поисковым признаком существования ловушек и контролируемых ими залежей в группе нефтегазоносных комплексов от фаменско-турнейского до кожимско-алексинского, а иногда до каширско-гжельского включительно, являются эрозивно-карстовые врезы в нижнекаменноугольных отложениях на высокоперспективных землях.

Прямым показателем наличия близрасположенного вреза в фаменско-турнейском и кажимско-алексинском нефтегазоносных горизонтах, а значит, и соответствующих ловушек, может служить появление в обычном нормальном разрезе скважины маломощных угольных пластов.

Применение индивидуальной, специфической методики опосредования требуют сложности геологического строения отдельных категорий ловушек и прогнозируемых в них залежей в некоторых нефтегазоносных комплексах.

Специфического подхода поисков и разведки требуют

тектогенные трещинно-экранированные ловушки в семилукско-речицком нефтегазоносном комплексе. Они представляют из себя сложнопостроенные ловушки, образованные локальными зонами развития повышенной трещиноватости карбонатных пород в области влияния региональных разломных зон в пределах малоамплитудных девонских поднятий. Их опосредование необходимо проводить специальными скважинами или боковыми стволами, совмещая с поиском залежей в муллинско-пашийско-тиманском комплексе.

В настоящее время выявление этих залежей носит, как правило, случайный характер, и на Ромашкинском месторождении их обнаружение происходило, в основном, в результате эксплуатационного бурения на муллинско-пашийско-тиманском комплексе.

Последнее десятилетие в ОАО «Татнефть» последовательно и целенаправленно проводятся исследования по выявлению новых залежей нефти в семилукском и речицком горизонтах. Методика их проведения предусматривает переинтерпретацию геолого-геофизического материала всего фонда пробуренных скважин с выделением и корреляцией пластов-коллекторов и флюидоупоров, проведение геолого-геофизических исследований в бурящихся скважинах: отбор керна, грунтов, оценка нефтеносности разреза, КИИ – 146 и др.

По апробированной методике поиск залежей нефти в семилукско-речицком нефтегазоносном комплексе может успешно проводиться не только на Ромашкинском месторождении, но и на Ново-Елховском и других эксплуатационных площадях, где объектом разработки является муллинско-пашийско-тиманский комплекс.

Разведку открываемых мелких месторождений на современном этапе геологоразведочных работ, так же как и выявление контура нефтеносности, необходимо осуществлять с помощью опережающих эксплуатационных скважин. Эти скважины или боковые стволы при горизонтальном бурении закладываются на крыле по продольному профилю, затем по поперечному, в зависимости от геоморфологической характеристики ловушки по данным сейсморазведки. Опережающие эксплуатационные скважины от продуктивной поисковой бурятся с шагом, равным расстоянию между эксплуатационными скважинами по технологической схеме разработки залежи.

Существующие перспективы выявления новых залежей нефти на территории Татарстана высоки, и применение рациональной методики их поисков и разведки позволит успешно осуществлять их опосредование и вводить в разработку.

I.A. Larochkina. Rational techniques for oil exploration.

High-performance oil exploration techniques to be used in the Palaeozoic sedimentary sequence of highly explored Tatarstan should employ tectonic maps showing the genotype distribution of traps in oil and gas plays.

Key words: seismic prospecting, exploration techniques, seismic line spacing, Devonian deposit.

Ларочкина Ирина Андреевна

Государственный советник при Президенте Республики Татарстан по вопросам недропользования, нефти, газа и экологии, академик РАЕН, д. г.-м. н.

420014, Казань, Кремль, Аппарат Президента РТ

Тел.: (843) 567-87-30