

РЕТРОСПЕКТИВА ИССЛЕДОВАНИЙ ВИЗЕЙСКИХ ВРЕЗОВ

Накопленный опыт разведки месторождений и разнообразные исследования по геологии и нефтеносности Татарстана обогатили и внесли значительный вклад в теорию и практику геологоразведочных работ. Внимание исследователей к нижнекаменноугольным отложениям привлекли мощные толщи песчаника, «врезающиеся» в карбонатные породы турнейского яруса и контролирующее размещение значительных запасов нефти в бортовых зонах Камско-Кинельской системы прогибов. Детальное изучение геологического строения, закономерностей развития врезов способствует прогнозированию и выделению нефтеперспективных зон на уже изученных территориях Республики Татарстан. В статье также рассмотрены различные точки зрения на генезис врезов, приведены доводы исследователей в пользу приемлемости каждой. В заключение автор подчеркивает роль изучения врезов в Республике.

Ключевые слова: врез, эрозия, карст, генезис, исследование.

На территории Татарстана в течение всей истории проведения геологоразведочных работ и глубокого поисково-разведочного бурения накоплен обширный геологический материал. Вопросами региональной и нефтегазовой геологии республики занимались Н.Г. Абдуллин, Л.З. Аминов, И.А. Антропов, С.Б. Бабюк, Г.Ф. Бусел, Р.Н. Валеев, Г.С. Веселов, Э.С. Гришукова, С.П. Егоров, Е.Е. Иванов, А.Н. Желтова, М.Л. Килигина, А.Р. Кинзикеев, И.Х. Кавеев, И.А. Ларочкина, П.И. Лангуев, В.А. Лобов, В.И. Тропольский, А.К. Шельнова, С.С. Эллерн и др. Появились сводные тематические работы, многочисленная серия различных карт и палеотектонических реконструкций, которые раскрывали особенности геологического строения территории республики, типы структур и локальных нефтеносных поднятий.

Детальным изучением стратиграфии и литологии терригенных нижнекаменноугольных отложений Республики Татарстан в разные годы занимался большой коллектив татарстанских геологов, таких как: Н.Г. Ахметзянов, Р.М. Биктяшева, А.П. Блудоров, В.В. Бобровников, Т.В. Бывшева, Ф.П. Введенская, Т.Е. Данилова, Е.Т. Герасимова, А.Н. Желтова, Е.А. Козина, Ю.И. Кузнецов, В.Н. Напалков, М.Я. Малютина, Л.С. Тузова, Л.В. Шаронов и др. (Ларочкина, 2008).

Вопросы геологического строения, закономерностей развития коллекторов и ловушек нефти в терригенных отложениях нижнего карбона успешно решали А.С. Акишева, Л.З. Аминов, Э.З. Бадамшин, В.В. Богатырев, Е.Д. Войтович, Р.Ш. Габдуллина, А.А. Губайдуллин, И.А. Ларочкина, М.И. Мороко, А.К. Шельнова и др. Установлено, что осадконакопление бобриковско-радаевских отложений происходило в условиях отмиравшего морского бассейна с интенсивным речным стоком. Исследователями разработана принципиальная схема развития пластов-коллекторов. В частности Н.Г. Абдуллин, А.А. Губайдуллин и др. полагали, что распространение песчано-алевритовых пород находится в тесной зависимости от структурного плана турнейской поверхности. Эта зависимость выражается в сокращении толщин и выклинивании отдельных пропластков и пластов по направлению от прогибов к сводам локальных поднятий. Однако изменения толщин кол-

лекторов носят более сложный характер и обусловлены палеотектоническим развитием отдельных участков в радаевско-бобриковское время.

Важным поисковым признаком в бобриковских отложениях являются врезы, которые контролируют размещение залежей нефти в бортовых зонах Камско-Кинельской системы прогибов.

Эрозионно-карстовые врезы на территории Урало-Поволжья – это уникальное природное явление. Внимание исследователей к нижнекаменноугольным врезам обусловлено приуроченностью к ним значительных запасов нефти. Высокие фильтрационно-емкостные свойства продуктивных пластов, представленных в заполняющей врезы толще песчаниками средне- и мелкозернистыми, часто слабосцементированными и рыхлыми, обусловили повышенную продуктивность вскрывших их скважин (Мухаметшин, Напалков, 2009).

Впервые необычный и неполный тип разреза турнейских карбонатных отложений, включающего пачку терригенных пород-песчаников мелкозернистых с прослоем углито-глинистых сланцев, вскрыт на территории Татарстана в 1950 г. в скважине №7 на Аксубаевской разведочной площади (восточный борт Мелекесской впадины), а в 1952 г. – в скважине №41 на Сулеевской площади (Южно-Татарский свод). А.П. Блудоровым зафиксирован разрез резко увеличенной мощности терригенной толщи нижнего карбона, включающий пласты углей. Одним из первых с объяснением причин присутствия песчаников в карбонатной толще турнейского яруса выступил В.И. Тропольский, по мнению которого они являются продуктом вымыва в нишеобразные углубления, возникшие в карбонатах во время проявления предвизейских эрозионных процессов и заполненных терригенным материалом в угленосное (бобриковское) время.

В противоположность этому А.В. Шишкин и В.И. Крупин считали, что терригенные отложения среди карбонатов являются разновозрастными с ними, то есть турнейского возраста, и отложившимися в процессе нормального осадконакопления. А.В. Никулин связывал эти отложения с процессами карстообразования. По его представлению, образующиеся в турнейских известняках пустоты за-

полнялись продуктами обрушения вышележащих пород визейского яруса.

В.Н. Напалков, проанализировав по данным керна строение нижнекаменноугольной части разреза в «аномальных» скважинах Кутушско-Кадеевской, Мокшинской и Нурлатской разведочных площадей, следов карстообразования и обрушения пород не обнаружил.

Наличие же четкой слоистости пород в терригенной пачке привело исследователя к мысли о присоединении к точке зрения В.И. Троепольского, которую поддержали А.В. Кузнецов и Л.С. Тузова.

Подробное и последовательное изложение взглядов В.И. Троепольского и С.С. Эллерна на происхождение эрозионных врезов в отложениях нижнекаменноугольного возраста нашло отражение в опубликованной в 1964 г. монографии по Мелекесской впадине (Аксубаево-Мелекесской депрессии). Считая эрозионные врезы порождением речных потоков, основатели кафедры геологии нефти и газа Казанского университета полагали, что устьевые части речных долин заканчиваются в прогибах Камско-Кинельской системы. Этой же точки зрения придерживались и иные представители кафедры: Э.З. Бадамшин, Р.А. Батырбаева, Н.П. Лебедев и др., которые в подчеркивали, что за вычетом некоторых деталей устанавливается достаточно полная генетическая и геологическая аналогия врезов Урало-Поволжья и «шнурков» Восточного Канзаса с рукавообразными структурами Северного Кавказа. Отмечена ими также небольшая ширина врезов (преимущественно сотни метров), при которой они слабо фиксируются сравнительно редкой сетью скважин. Этой же точки зрения придерживались и Е.Д. Войтович, Т.И. Лисовская, М.Д. Малыхин, Р.З. Мухаметшин.

Следует также отметить, что в более ранних работах Э.З. Бадамшин, пытаясь преодолеть явное противоречие между тем, что врезы обусловлены существованием речной системы, и тем, что в современном рельефе палеорула нередко пересекают локальные поднятия, придавал карстовым процессам преобладающее значение в формировании визейских эрозионных врезов.

Мухаметшин Р.З., в свою очередь, также полностью не исключает проявления карста на тех или иных участках турнейского палеорельефа. И в этом плане следует отметить факты обнаружения в единичных скважинах на центральных и восточных площадях Ромашкинского месторождения существенного увеличения толщины терригенной толщи нижнего карбона и неполноты турнейской части разреза. Однако это могло быть вызвано и тектоническими подвижками, обусловившими возникновение разрывных нарушений и сдвиговых явлений небольшой амплитуды.

Придерживаясь аналогичной точки зрения, Е.Д. Войтович и А.К. Шельнова выделяли по времени формирования эрозионные врезы предбобриковские и предрадаевские.

Описывая предрадаевские врезы, Е.Д. Войтович и А.К. Шельнова упоминают об аномальных прослоях песчаников и алевролитов среди турнейских карбонатных пород вблизи бортов эрозионных врезов, в какой-то степени повторяя В.И. Троепольского. Важно при этом отметить, что исследователи обратили внимание на непосредственные контакты в эрозионных врезях песчаников и карбонатных

пород, что не могло не предопределять их гидродинамическую связь. Также существенно, что они высказались в пользу переработки существовавшего в раннекаменноугольную эпоху структурного плана блоковыми подвижками в «позднепалеозойский и альпийский этапы тектонического развития», в результате которых эрозионные врезы к настоящему времени заняли различное по отношению к локальным поднятиям положение.

Русловая теория происхождения врезов представляется нам недостаточно доказательной. Во-первых, анализ площадного распространения врезов на месторождениях, разбуренных эксплуатационной сетью скважин, показывает, что участки их развития практически невозможно соединить в виде протяженных полос древней речной сети в связи с локальным характером их развития. Во-вторых, установлена преимущественная приуроченность врезов к сводовым частям локальных палеоподнятий III порядка. В-третьих, невозможно представить, что только в результате речной деятельности величина «среза» турнейских карбонатных пород на очень коротких расстояниях (300-400 м) изменяется от нескольких до 180 и более метров.

Такие исследователи, как Д.Н. Буракаев, Р.Т. Валиуллина, А.А. Губайдуллин, Л.З. Аминов, Э.З. Бадамшин связывали происхождение врезов с карстово-эрозионными процессами, при наиболее активной роли последних. Под влиянием публикаций Д.Н. Буракаева и Р.Т. Валиуллиной, диссертационные работы которых были посвящены терригенной толще нижнего карбона Башкортостана, его северо-западной и платформенной части соответственно, иные взгляды были высказаны А.А. Губайдуллиным и Л.З. Аминовым. По их воззрениям, базирующимся на фактическом материале по востоку Татарстана, формирование врезов связывалось, главным образом, с эрозионно-карстовыми процессами, протекавшими на грани турнейского и визейского времен, в зонах трещиноватости пород, обусловленной подвижками блоков кристаллического фундамента по линии разломов. Особо отметим, что основой для таких выводов послужили случаи, когда одной скважиной зафиксирован врез, а в соседних, окружающих ее скважинах, вскрыты нормальные разрезы, то есть фрагментарность вскрытых скважин эрозионных зон. Объяснение этому несколько позднее дали Р.С. Шайхутдинов и С.Н. Мельников в близкой по смыслу трактовке: «Трассировать предполагаемые эрозионные долины на сколько-либо значительные расстояния, а тем более до выхода в осевые зоны прогибов, по данным глубокого бурения, не представляется возможным, так как увеличение мощности терригенных отложений имеет, как правило, прерывистый локализованный характер». Таким образом, в настоящее время существуют различные толкования формирования врезов и их условий размещения.

Проведенные ранее исследования позволяют представлять доказательства эрозионно-карстового происхождения врезов в Татарстане, районировать его территорию по условиям проявления этого процесса и масштабам его развития. Представляется, что формирование врезов было обусловлено не только водной эрозией поверхностных вод, но и вод, циркулирующих в карбонатной толще турнейского яруса, а также под влиянием и при преобладающей роли карстовых процессов.

Эрозионно-карстовую теорию происхождения визейских врезов исследованиями подтвердила И.А. Ларочкина.

Сторонники данной точки зрения считают, что врезы образовались под действием эрозионно-карстовых процессов. Протекание их было обусловлено палеотектонической и палеогеоморфологической обстановками седиментации того времени. Это доказывается следующим.

В турнейское время поверхность древнего Южно-Татарского свода, покрытая маломощными глинистыми образованиями елховского возраста, в условиях регионального подъема выше уровня моря подвергалась интенсивному воздействию экзогенных процессов: эрозии и карсту. Оба этих процесса тесно взаимосвязаны и зачастую неразделимы. Карст, как известно, развивается там, где имеются карстующиеся породы и движущиеся воды, способные их растворять. Действие этих факторов было выявлено исследователями при анализе условий седиментации посттурнейского времени.

Литологически породы турнейского возраста представлены карстующимися породами-известняками. В предродаевское время в результате регрессии моря они оказались или на дневной поверхности, или близко к ней. На некоторых участках, в сводовых частях отдельных поднятий, известняки не были перекрыты даже елховскими глинами. В основном же, на территории Южно-Татарского палеосвода турнейскую поверхность покрывали глины толщиной, не превышающей 2-4 м.

В первую очередь на дневной поверхности оказались вершины структур, которые подвергались размыву, а затем карстованию. Воды атмосферных осадков смывали с них маломощный покров глин и просачиваясь, переводились в подземный сток, выщелачивая карбонатные породы.

Другой причиной начала формирования здесь эрозионно-карстовых процессов служат зоны повышенной пористости и проницаемости, что наблюдается в сводовой и присводовой частях поднятий. Они являются наиболее активными водоприемниками атмосферных осадков. А.А. Губайдуллин и Е.А. Козиной установлено (1980), что на территории ЮТС закономерно уменьшается пористость турнейских пород в 3 раза, проницаемость – в 20 раз в разрезах скважин по направлению от сводовой части к межструктурной зоне. Активный режим вод на этих участках сначала привел к образованию каверн и пористо-кавернозных зон, пустот, а затем и карстовых форм.

Таким образом, не вызывает сомнения факт, что формирование врезов контролировалось развитием пористо-проницаемых или трещиноватых зон на структурно-приподнятых участках, а окончательное их образование произошло при совокупном действии коррозивно-эрозионных процессов. Эти факты исключают в чистом виде фактор донной речной эрозии, т.к. реки не могли выбирать себе путь по повышенным участкам рельефа.

Таким образом, в пользу эрозионно-карстового генезиса врезов можно привести следующие факты:

1. Резкие перепады глубин поверхности турнейских известняков. На территории Татарстана они достигают 10-180 м. Равнинные воды того времени не могли сформировать таких глубоких эрозионных переуглублений в твердых карбонатных породах;

2. Комплекс выполняющей их толщи отложений. От-

ложения во врезам идентичны по составу толще, заполняющей современные карстовые воронки и впадины, включающие кроме песчано-глинистых пород, углисто-глинистые сланцы, обвалынные накопления и остаточные образования.

3. Продукты вымыва терригенного материала в нормальном залегающие известняки турнейского яруса. О радаевско-бобринковском возрасте этой терригенной пачки свидетельствуют данные термического и рентгено-структурного анализов аргиллитов, залегающих в известняках турнейского яруса. Подобного рода вымывы формировались под действием подземного стока в боковые западинные формы рельефа, не нарушая выше- и нижележащего нормального залегания турнейских пород.

4. Преимущественная приуроченность врезных зон к древним вершинам и привершинным частям локальных поднятий. На дневной поверхности в первую очередь оказывались вершины структур и они сразу же подвергались размыву, а затем карстованию. Воды атмосферных осадков смывали с них маломощный покров глин елховского возраста и просачиваясь, переводили в подземный сток, по пути выщелачивая карбонатные породы турнейского возраста. Другой причиной начала формирования здесь эрозионно-карстовых процессов послужило наличие в сводовых и присводовых участках зон повышенной пористости и проницаемости (Губайдуллин, Козина, Мороко, 1980).

Проявление эрозионно-карстовых врезов наблюдается в сводовой (Ульяновское, Ивинское, Шегурчинское, Березовское и другие месторождения) и бортовой зонах (Шереметьевское месторождение и др.) Камско-Кинельской системы прогибов.

В заключение можно отметить, что исследования врезов нижнекаменноугольного возраста в Республике Татарстан способствовали:

1. Развитию представления о строении, генезисе и характере распространения зон развития визейских врезов;
2. Созданию более точной модели сложнопостроенной ловушки нефти, осложненной эрозионно-карстовыми врезами в нижнекаменноугольных отложениях;
3. Построению детальных схем корреляции, а значит, выбору наиболее оптимальных мероприятий по интенсификации и совершенствованию разработки месторождений и более обоснованному подсчету запасов.

Литература

Козина Е.А., Хайретдинов Н.Ш. Влияние вещественного состава и структуры карбонатных пород на их коллекторскую характеристику. *Тр.ТатНИПИнефть*. Казань. 1973. Вып. XXII. 69-74.

Губайдуллин А.А., Козина Е.Л., Мороко М.И. Латеральная изменчивость вещественного состава и коллекторских свойств нижнекаменноугольной продуктивной толщи на локальных структурах юго-востока Татарии. *Кн. Перспективы поисков и разведки нефтяных месторождений*. Казань: Изд-во КГУ. 1980. 144-151.

Ларочкина И.А. Геологические основы поисков и разведки нефтегазовых месторождений на территории Республики Татарстан. Казань:ООО «ПФ»ГАРТ». 2008. 210.

Мухаметшин Р.З., Напалков В.Н. Роль выпускников Казанского университета в познании природы нижнекаменноугольных эрозионных врезов. *Сб. мат. межд. науч.-практ. конф.: «Казанская геологическая школа и её роль в развитии геологической науки в России»*. Казань. 2009. 588-591.

ВЫЯВЛЕНИЕ НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЙ ОБВОДНЕНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ПО ИЗМЕНЕНИЯМ СТРУКТУРЫ ВТОРИЧНЫХ СЛЮД

Разработка путей противодействия главной причины техногенного падения фильтрации в терригенных породах, имеющей минералогическую и физико-химическую природу, требует учёта динамики преобразования структуры в системе иллит-сметтит. Известные методы анализа смешанослойных фаз на основе процедуры фитинга не являются вполне корректными для таких объектов. Предлагается альтернативный подход, основанный на анализе картин, получаемых вычитанием спектра, регистрируемого после насыщения препарата этиленгликолем, из спектра сухого объекта. На компьютере был проведен расчёт таких спектров во всём диапазоне концентраций компонент иллита и сметтита при разном типе упорядоченности структуры – факторе ближнего порядка R . Установлено, что на начальной стадии трансформации возникает фаза с одной сеткой H_2O между слоями и фактором ближнего порядка $R=3$, что интерпретируется как внедрение воды по границам блоков. В заводнённых коллекторах присутствует несколько фаз иллит-сметтит с различными вероятностными параметрами структур. Найдены критерии для выбора теоретических спектров, наиболее близких к экспериментальным.

Ключевые слова: добыча нефти, слюды, смешанослойный иллит-сметтит, дифрактометрия.

Опыт разработки крупных месторождений нефти в Татарстане и ряде других регионов выявил явления, не объясняемые в рамках традиционных концепций гидродинамики. Закачка в пласт опреснённых вод из поверхностных источников обычно приводит к снижению фильтрующей способности терригенных пород, особенно при их повышенной глинистости. В толще продуктивного девона Республики Татарстан этот процесс может приобретать катастрофические масштабы. Установлено, что при снижении плотности пластовых вод до $1,09 \text{ г/см}^3$ насыщенная нефтью порода при глинистости $> 5 \%$ иногда перестаёт участвовать в эксплуатации (Krinari et al., 2000). Аналогичные явления наблюдаются и на ряде промышленных объектов Западной Сибири. Далее установлено, что доминирует в снижении добычи не набухание цемента, а встречный электроосмотический поток, создаваемый фиксируемыми в пространстве пор нано блока-

ми слюд с высоким поверхностным зарядом, не способным компенсироваться в отсутствии K^{1+} (Кринари, Храменков, 2009; 2011). Такие блоки возникают в ходе обратной трансформации вторичного иллита в исходный сметтит за счёт снижения концентрации раствора и взаимодействия с пластовой микрофлорой, сопровождаясь образованием смешанослойных иллит-сметтитов.

В прикладном аспекте главный интерес представляет выявление ранних стадий обводнения по минералогическим критериям, что послужило основной целью проводимых исследований. На этой основе можно будет совершенствовать методики интерпретации данных геофизических исследований скважин (ГИС) для детализации смещения зон заводнения и выбора оптимальных технологий добычи нефти. Но кинетика процессов во многом остаётся неизученной, так как отсутствуют методы анализа реальной структуры промежуточных смешанослой-

Окончание статьи Е.Н. Серовой (Михайловой) «Ретроспектива исследований визейских врезов»

E.N.Serova. Retrospective of the Visean Down-Cuttings Exploration.

Field exploration experience and various investigations of geology and oil bearing in the Republic of Tatarstan (Russia) enriched and significantly contributed to the geological exploration theory and practice. Attention of the researchers to the Lower Carboniferous deposits attracted thick masses of sandstone, entrenching in the Tournai stage carbonaceous rocks and controlling considerable oil reserves distribution in the flanks of the Kamsko-Kinelsky Depression System. Detailed study of the geological structure of down-cuttings development regularities conduces forecasting and oil potential areas allocation on the previously explored areas in the Republic of Tatarstan. In the article are also reviewed different points of view of the down-cuttings genesis, researches reasons for acceptability of each point of view are provided. In conclusion, the author emphasizes the role of down-cutting study in the Republic of Tatarstan.

Keywords: down-cutting, erosion, karst, genesis, studies.

*Евгения Николаевна Серова
(Михайлова)*

Младший научный сотрудник. Область научных интересов: изучение геологии эрозивно-карстовых врезов, совершенствование методов поиска и разведки нефтяных месторождений.

Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань
420087, Казань, ул. Даурская, 28. Тел.: (843) 298-16-17.

