

## ВОЗМОЖНОСТЬ ПОПОЛНЕНИЯ ЗАПАСОВ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ В СТАРЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ В СВЕТЕ СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 70-е годы прошлого столетия Стерлитамакская ГПК объединения «Башнефть» проводила буровые работы на территории Южного Приуралья. При этом нередко наблюдалось искривление стволов скважин в местах пересечения ими плоскостей надвижения. Здесь же имели место осложнения, выражающиеся в смятии обсадных колонн, довольно часто встречающиеся в практике буровых работ на нефть и газ. Например, замечено, как по зонам разрывов неоднократно возобновлялось смещение горных пород, которое происходило плавно, либо скачкообразно. Видимо после прекращения тектонических движений горные породы определенное время сохраняют остаточную упругую энергию. Это дало основание полагать, что некоторые надвиги и в настоящее время здесь являются сейсмически активными. Наличие новейших тектонических движений было замечено и при изучении режима эксплуатации обсадных колонн в разведочных скважинах, при проходке горных выработок на некоторых месторождениях и твердых полезных ископаемых.

Факты приуроченности смятия обсадных колонн к зонам тектонических нарушений в ряде случаев описаны Т.М. Гасан-Джалаловой и Н.И. Болтышевым в Азербайджане. В качестве одного из интересных примеров можно привести смятие обсадной колонны в поисковой скважине № 46 на Заманкульском нефтяном месторождении. Заманкульская площадь расположена на западной оконечности Сунженской антиклинальной зоны, в пределах выделенной П.П. Забаринским Датыхско-Ахловской зоны разломов. К этой зоне приурочены эпицентры ряда современных землетрясений, в том числе и на Заманкульской площади, на которой сейсморазведкой и бурением выявлена складка, сопряженная с надвигом. Мощность зоны разрыва достигает нескольких десятков метров (интервал 3974–4031 м). С октября 1964 г. по октябрь 1965 г. в скважине проводились работы по опробованию верхнемеловых отложений в поднадвиговой части (интервал 4230–4242 м). Однако нарушение обсадной колонны на глубине 4010–4020 м вынудило отказаться от освоения поднадвигового интервала. Характерно, что пересечение зоны надвига сопровождалось изменением на 26° азимута ствола скважины № 46 (рис. 1). Основная причина деформации обсадных колонн в местах пересечения скважинами тектонических разрывов очевидна. Но следует иметь в виду, что это реально происходит и по техническим причинам (повышенный износ труб и пр.).

Региональные геолого-структурные исследования в области Восточно-Европейской платформы, Урала, Крыма, Карпат, Кавказа и др., а также имеющиеся материалы по геологии Аппалачей, Гималаев и других горных сооружений показывают, что отдельные разрывные структуры, зародившиеся в докембрии, палеозое, мезозое и кайнозое, проявляют тектоническую активность и в настоящий период. Примеры, свидетельствующие о формировании древними надвигами молодых структур и современных форм рельефа, многочисленны не только на Восточно-Европейской платформе, но и в пределах Сибирской, а также Северо-Американской. Судя по этим данным, неотектонический этап развития Земли характеризуется оживлением движений древних аллохтонных пластин в условиях бокового сжатия земной коры. Например, за 12 лет по надвигу, прослеживающемуся вдоль границы провинции Долин и Хребтов и плато Кемберленд, между городами Харриман и Роквуд штата Теннесси, установлено горизонтальное смещение пенсильванских сланцев и песчаников на запад, на расстояние 25 см. При этом вертикальная амплитуда равнялась 16 см. Движение пород по надвигу не было равномерным. Среднее годовое смещение с 1966 по 1974 г. составило 3,8 см, а с 1974 по 1978 г. заметных движений не происходило. В 15 км восточнее предыдущего

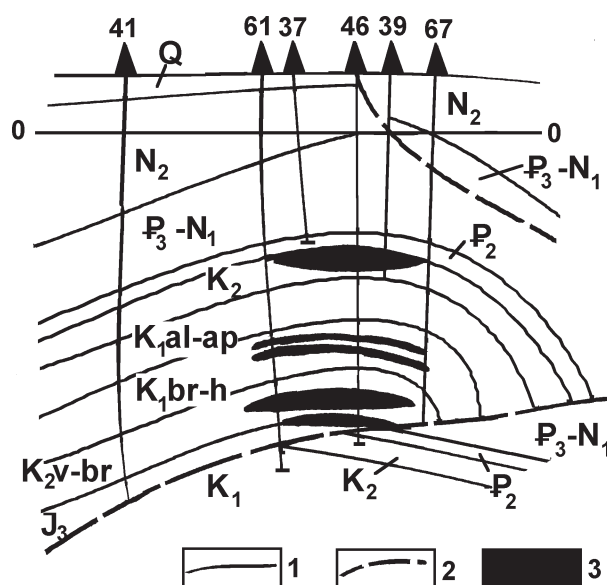


Рис. 1. Схематический геологический разрез Заманкульского месторождения (по Н.И. Болтышеву [1977])

1 — стратиграфические границы; 2 — зона надвигов Датыхско-Ахловской зоны Терско-Сунженской нефтегазоносной области; 3 — залежи нефти

надвига, в другом разрыве, прослеживающемся параллельно первому, зафиксировано горизонтальное смещение пород по поверхности напластования на 20 см и вертикальное на 7,5 см (рис. 2).

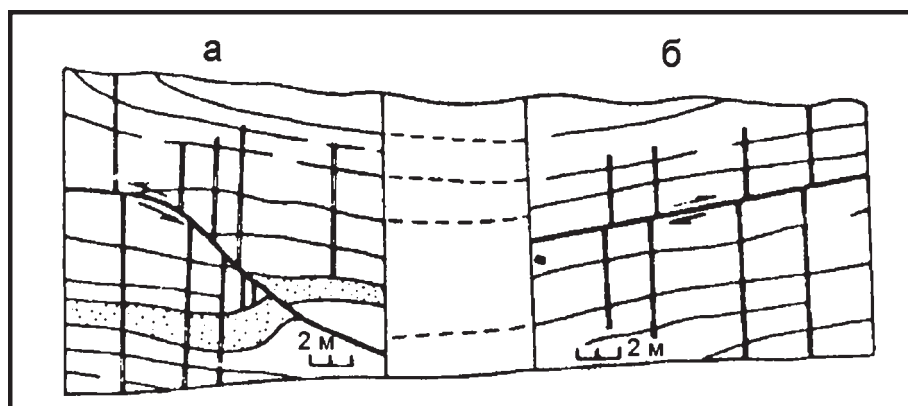
В пределах этой же провинции, северо-западнее г. Миллер-Стоун штата Пенсильвания, толщи девонских кварцитов за десятилетний период испытали горизонтальное перемещение по надвигу на расстояние 15 см. В 6 км северо-западнее г. Порт-Матильда того же штата Пенсильвания, в миссисипских и пенсильванских красноцветных песчаниках и алевролитах установлены надвиги, по которым происходили современные перемещения пород. Проскальзывание осуществлялось на контактах песчаников и глин, где понижено трение. Здесь у одного из надвигов было отмечено горизонтальное смещение пород на 14 см и вертикальный подъем на 5 см, у другого — горизонтальное смещение составило 5 см, а вертикальное — 1,8 см. Другой пример. Гималайская цепь высокосейсмична. Большинство очагов землетрясений здесь относительно неглубокие (9–40 км). Глубинность очагов уменьшается при движении на юг, к фронтальной части горной системы, что указывает на связь землетрясений с движением по пологой наклонной поверхности. Землетрясения вызваны поперечным сжатием горной системы. На предгорной равнине наблюдается изменение профилей каналов, а в Дехрадуне на одной из галерей фиксируется горизонтальное смещение на несколько десятков миллиметров в месяц. Высоточное нивелирование показывает изменения высот порядка единиц миллиметров в год. Как и в рассмотренных выше случаях, аналогичные примеры можно привести и на территории Восточно-Европейской платформы. Одной из антиклинальных структур, сформированной древним надвигом, является Сотниковское поднятие Нурлат-Черемшанской зоны Татарии. Названное поднятие выражено в современном рельефе земной поверхности, что свидетельствует об активности данного надвига и в наши дни. На поверхности Сотниковского выступа соответствует междуречье Шешма – Кичуй. Этот участок относится к северо-западной оконечности Бугульминско-Белебеевской возвышенности с абсолютными высотами до 240–290 м, характеризующейся плоскими поверхностями

междуречий и интенсивным эрозионным расчленением. Речная сеть имеет глубоко врезаемые (до 100–120 м) узкие и в основании асимметричные долины, свойственные молодому рельефу, возникающему в условиях значительной неотектонической активности территории.

Сейсмотектонические исследования также дают ценную информацию о современной тектонической активности зон разрывов в каждом конкретном районе. Проведение нами такого картирования на территории Башкортостана показало, что отдельные тектонические нарушения характеризуются весьма внушительными сейсмологическими значениями. На других же — такая активность не обнаружена вовсе. Как правило, повышенные сейсмопоказатели свойственны структурам древнего заложения, с унаследованным характером развития [Казанцев и др., 2002].

Обнаружение деформаций земной коры на поверхности рельефа, приуроченных к разрывам, возникшим еще в палеозое, подтверждает унаследованность современной геодинамики от тектонических событий геологического прошлого. Ввиду этого стратегия геологоразведочных работ в первую очередь должна базироваться на современных представлениях и детальном изучении структурной геологии района еще на стадии их планирования.

Разработка шарьяжно-надвиговой теории формирования земной коры позволила установить, что основные природные явления (накопление вещественных комплексов, в том числе магматических, структурообразование, горообразование, сейсмичность, формирование руд и углеводородов) обусловлены процессами надвигания горных масс. В свете этого мы последовательно доказывали, что современная структура всех горных областей, предгорий и платформ сформирована воздействием мощного тангенциального сжатия и представляет собой сложный комплекс разновозрастных и разноранговых аллохтонов, последовательно надвинутых друг на друга. В этом случае естественно, что доминантная часть разрывных нарушений земной коры представлена надвигами и сдвигами. Велика роль надвигов в формировании структурных ловушек, о чем мы



**Рис. 2.** Молодые надвиги и складки в отложениях пенсильванских песчаников и сланцев, между пунктами Роквуд и Харриман, штат Теннесси (по [Schaffer, 1979])

Вертикальными линиями обозначены стволы пробуренных скважин, смещенные: а — в результате надвигания и б — вдоль плоскости напластования

писали неоднократно, начиная с середины 70-х годов прошлого столетия. Активные в тектоническом плане надвиги в современный период также могут способствовать концентрированию нефти и, следовательно, пополнению запасов углеводородного сырья даже в тех залежах, которые считаются уже отработанными. Это вытекает из новых взглядов на решение проблемы генезиса месторождений нефти и газа, практически объединяющих органическую и неорганическую концепцию в той ее части, которая касается первичных источников углеводородов.

Как известно, ожесточенные дискуссии между сторонниками органического и неорганического (глубинного) происхождения нефти и природного газа не утихают более 120 лет. Первые убеждены, что углеводороды нефтяных и газовых залежей образовались за счет остатков растительных и животных организмов. Вторые считают их продуктами дегазации глубоких недр Земли, ее подкоровых слоев. В соответствии с деформационно-декомпрессионной концепцией происхождения углеводородов, разрабатываемой нами с 1982 г., месторождения нефти и газа образуются при движениях тектонических пластин [Казанцева, Камалетдинов, Казанцев, Зуфарова, 1982; и др.]. Механизм образования нефти мы представляем в следующем виде. Силы бокового давления и повышенные в этих условиях значения температур в периоды максимальных тектонических напряжений достигают определенных участков платформ, вызывая в толще осадков с достаточным количеством органического вещества преобразование последнего в углеводороды. При достижении максимальных горизонтальных напряжений сжатия происходит скалывание толщ с образованием надвигов, способствующих, с одной стороны, формированию положительных структур, с другой — резкому снижению давлений в зонах разрывов. Таким путем в пределах соседних участков литосферы создается контрастная обстановка с большим перепадом давлений, что способствует увеличению подвижности флюидов и обеспечивает их миграцию и нагнетание из областей больших давлений в зоны малых их значений. В этом заключается большая роль надвигов как структур, обеспечивающих аккумуляцию и миграцию углеводородов. Действительно, надвиги представляют собой зоны интенсивно дробленных пород, высокопроницаемые для флюидов и газов. Возникая в условиях мощного горизонтального сжатия земной коры, как естественная реакция пород на воздействие сил сжатия, они пользуются чрезвычайно широким распространением, обеспечивая «сбор» углеводородов на обширных площадях и по всей мощности осадочного чехла. Надвиговые дислокации, таким образом, следует рассматривать как важнейшие нефтегазоконцентрирующие структуры, которые являются также важным поисковым признаком при поисково-

разведочных работах на углеводородное сырье. Такое понимание процессов генезиса и миграции нефти и газа базируется на признании условий их образования не только как статических, связанных с медленно изменяющимся комплексом физико-химических параметров в результате погружения толщ, но и на геодинамическом характере геологического развития региона. Радикальные преобразования органического вещества в углеводороды, обязанные мощной механохимической активизации в плоскостях перемещений толщ, приводят к трансформации минерального скелета осадочных пород и притоку углеводородов в структурные ловушки. Сказанное согласуется с экспериментальными исследованиями академиков А.А. Трофимука и Н.В. Черского по определению роли сейсмических движений в генезисе нефти и газа, а также с данными Н.С. Ениколопяна [1979]. При этом оказалось, что нефтематеринскими породами для УВ могут служить не только терригенные толщ с захороненной органикой, но и известняки, химически связанный углерод которых в условиях сейсмической активности соединяется с водородом воды, давая начало образованию углеводородных молекул. Следует сказать, что органическая теория происхождения нефти и в настоящее время продолжает играть важную роль в теоретической геологии. Но, как считают сторонники альтернативной концепции, остаются дискуссионными многие принципиальные вопросы. Некоторые из них удовлетворительно объясняет шарьяжно-надвиговый механизм генезиса месторождений углеводородов. Это: 1) источники энергии для синтеза нефтяных углеводородов из керогена; 2) механизм собирания рассеянных углеводородов в скопления; 3) факты аномально высоких пластовых давлений в залежах; 4) приуроченность многих месторождений углеводородов к разломным структурам; 5) присутствие и даже высокая концентрация в нефтях металлов; 6) широкое распространение битуминозных веществ в некоторых рудах; 7) факты распространения в любых горных породах нефтегазоносных районов рассеянных углеводородов и др. Имеются и факты, которые частично объяснимы структурными особенностями нефтегазоносных районов. Например, большие глубины, на которых обнаруживаются месторождения нефти и газа, могут быть обусловлены тектоническим совмещением толщ, т. е. шарьяжно-надвиговым строением района. Наличие во многих местах залежей нефти и углеводородного газа в магматических и вулканических горных породах не исключает возможности размещения под надвигами нефтематеринских осадочных толщ. Как пример можно отметить многочисленные месторождения нефти и газа в серпентинитах о. Куба, надвинутых на осадки краевого прогиба (рис. 3). Однако трудно применить органическую теорию для объяснения впечатляющих примеров обнаружения месторождений нефти и газа в изверженных породах бассейна

Кыулонг (Вьетнам). Органическая точка зрения не в состоянии объяснить и столь представительные факты размещения месторождений нефти и газа в кристаллическом фундаменте платформ. Полная сводка таких данных содержится в монографии И.Н. Плотниковой [2004].



Рис. 3. Схема структуры (вверху) (по А.Ф. Адамович и В.Д. Чехович [1964]) и схематический геологический разрез по линии I—I (внизу) (составил Ю.В. Казанцев) района о-ва Кубы

1 и 2 — неогеновые карбонатно-терригенные образования Багамской плиты и краевого прогиба; 3 — вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования геосинклинали; 4 — серпентинитовый меланж гипербазитового пояса; 5 — Главный Кубинский надвиг

Имеются и другие сведения, которые с точки зрения органической теории нефтегазообразования не находят удовлетворительного объяснения. Среди них называют: невозможность количественно объяснить образование крупнейших и гигантских месторождений нефти и газа за счет рассеянного в окружающих породах органического вещества; крайняя неравномерность в распространении запасов нефти на Земле; впечатляющие примеры нефтяных провинций, где наблюдаются значительные отклонения в геологическом строении каждого конкретного месторождения при одинаковом составе их нефтей. Одной из таких провинций, например, является Ближний и Средний Восток с нефтяными месторождениями Ирака, Ирана и Саудовской Аравии. Как считают, 60% мировых извлекаемых запасов открыты к концу двадцатого столетия именно в этом регионе. Но по площади он занимает менее 1% поверхности суши земного шара. Детально изучившие геологическое строение этой территории исследователи пишут, что этот самый богатый нефтегазоносный регион характе-

ризуется недостатком нефтематеринских пород в общепринятом смысле. Нефть здесь сконцентрирована в отложениях от среднеюрского до миоценового возраста. Максимальные скопления залежей отмечаются в породах среднего интервала мела и олигоцен — миоцена. Столь внушительный диапазон возрастов предполагает неоднородность химического состава нефтей, что не соответствует действительности. А потому следует признать, что источниками исходного нефтегазообразующего вещества вполне могут являться глубинные газы. Видимо не случайно считают, что основной нерешенной проблемой органической концепции является вопрос о первичных источниках углеводородов. Странники теории глубинного происхождения нефти и газа объясняют приведенные выше данные чрезвычайным богатством углеводородами мантии, подстилающей названные регионы. Но проблемой здесь остается обоснование путей миграции в осадочные толщи верхних слоев литосферы, нередко характеризующейся значительной тектонической усложненностью. Среди вариантов неорганической концепции заслуживает внимание тот, в котором основным источником нефти на планете признается метан. Метаносферную гипотезу в 80-е годы разрабатывал известный нефтяник страны Б.М. Юсупов, согласно взглядам которого, метан является организующим фактором нефтяных и газовых месторождений. Ведущая его роль обосновывается тем, что основной компонент залежей представлен во многих бассейнах именно метаном, а также преимущественно метановым составом растворенных в нефтях газов. Это возможно, как пишет названный исследователь, лишь в анаэробных условиях, когда миграция происходит в закрытых природных резервуарах, где господствует восстановительный флюидный режим. Следовательно, по его мнению, нефтяные углеводороды образовались как производные от геохимического воздействия метана и водорода на погребенную органику. Эта смешанная концепция (из органической и неорганической) неплохо согласуется с шарьяжно-надвиговой моделью нефтегазоаккумуляции.

Итак, геологически активные в настоящее время надвиги могут способствовать генерированию нефти и пополнению запасов углеводородного сырья. Вероятно поэтому молодые, более активные в современное время складчатые регионы значительно богаче залежами нефти и газа, нежели древние. Все сказанное выше актуально в плане имеющихся убедительных фактов, свидетельствующих о том, что на некоторых месторождениях нефти и газа и в настоящее время имеют место притоки углеводородов. Так, К.Б. Аширов, Т.М. Боргест и А.Л. Карев [2000] отметили, что с конца 50-х годов прошлого столетия и по настоящее время на ряде месторождений Самарской области отмечен рост запасов нефти на отдельных из разрабатываемых месторождений. И это несмотря на то, что подсчет запасов

производился неоднократно и базировался на данных уже детально разбуренных площадей. Впечатляющий факт значительного притока углеводородов недавно привели А.А. Баренбаум с соавторами [2006]. Они показали, что на Шебелинском месторождении (Украина) добытое количество газа (около 430 млрд. м<sup>3</sup>) уже давно превысило начальные его запасы. За время его разработки (с 1956 г.) количество притекшего газа составило не менее 80 млрд. м<sup>3</sup>. Если из этого месторождения ежегодно извлекать 2–2,5 млрд. м<sup>3</sup> газа, то его разработка может продолжаться бесконечно долго. По информации профессора Московской государственной академии нефти и газа им. И.М. Губкина В. Гаврилова (Аргументы недели, 5 апреля 2007 г.) запасы нефти в Татарстане в период ее открытия оценивали в 709 млн. т. К настоящему времени уже добыто 2,7 млрд. т. Так, из Ромашкинского нефтяного месторождения, разрабатываемого более 60 лет, уже давно получали не «легкую», как в начале, а «тяжелую» нефть. Однако в настоящее время из скважин вновь поступают легкие фракции. Не меньше впечатляют факты превышения добытой нефти над расчетными запасами на ряде месторождений Западной Сибири. Нефть в Терско-Сунженском районе Чеченской Республики разрабатывают с конца 19 века. За годы эксплуатации скважин выкачали более 100 млн. т. нефти. Затем продуктивность пластов снизилась во много раз, и добыча стала не рентабельной, потому была приостановлена на 15 лет. Однако в 50-х годах прошлого столетия отдача скважин вернулась на прежний уровень.

В свете изложенных данных и представлений нами рекомендуется следующий комплекс работ. Структурные исследования интересующего объекта с целью выявления разрывных дислокаций горизонтального сжатия, определения их современной тектонической активности. Сейсмотектонические исследования, которые должны быть направлены на обнаружение пары надвиг + складка, и там, где сейсмологические показатели будут соответствовать повышенному уровню активности, прогноз на возобновление эксплуатационных работ следует считать благоприятным. Сейсмологические наблюдения в этом случае могут осуществляться с помощью высокоточных сейсмических приемников ПАСС, разработанных в Институте физики Земли акад.

С.А. Соловьевым, апробированных нами при сейсмотектоническом картировании территории Башкортостана [Казанцев, 2007].

Современная тектоническая активность структур горизонтального сжатия, ее унаследованный характер от дислокаций геологического прошлого, возможность притоков углеводородов в настоящее время в древние месторождения, учет новых представлений о генезисе углеводородов позволяют рассматривать сейсмотектоническую методику как целесообразную для переоценки отработанных площадей с целью обнаружения пополненных запасов.

#### *Литература:*

**Адамович А.Ф., Чехович В.Д.** Основные черты геологического строения Восточной Кубы // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1964. № 1. С. 10–21.

**Аширов К.Б., Боргест Т.М., Карев А.Л.** Обоснование причин многократной восполнимости запасов нефти и газа на разрабатываемых месторождениях Самарской области // Изв. Самарского НЦ РАН. 2000. Т. 2, № 1. С. 5–10.

**Баренбаум А.А., Закиров С.Н., Закиров Э.С. и др.** Интенсификация притока глубинных углеводородов // Докл. РАН. 2006. Т. 406, № 2. С. 221–224.

**Болтышев Н.И.** Об одной малоизученной особенности зон локальных тектонических раврывов // Геотектоника. 1977. № 3. С. 86–90.

**Ениколопан Н.С.** Процессы полимеризации в экстремальных условиях // Проблемы химической кинетики. М.: Химия, 1979. С. 97–120.

**Казанцев Ю.В.** Первая сейсмотектоническая карта Башкортостана // Известия Отделения Наук о Земле АН РБ. Геология. 2007. № 11. С. 3–28.

**Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А.** Сейсмичность центрального Башкортостана // Наука в России. 2002. № 6. С. 32–39.

**Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Зуфарова Н.А.** Происхождение нефти: Препринт Уфа, 1982. 30 с.

**Плотникова И.Н.** Геолого-геофизические и геохимические предпосылки перспектив нефтегазоносности кристаллического фундамента Татарстана. Спб.: Недра, 2004. 172 с.

**Schaffer K.** Recent thrusting in the Appalachians // Nature. 1979. V. 280, No 5719. P. 223–226.