УДК 552.061.12/.17

А.Н.КОЛЬЧУГИН
Казанский государственный университет

ПРИЧИНЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОНАЛЬНОСТИ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ ЮГО-ВОСТОКА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Зональное строение нефтяных залежей в карбонатных коллекторах обусловлено несколькими причинами. Основными следует считать минералого-литологическую неоднородность разреза и физико-химическую эволюцию флюидодинамических процессов во времени. Хорошая способность карбонатов подвергаться преобразованиям под влиянием вторичных процессов позволила установить общие закономерности в последовательности формирования залежей.

Zonal structure of oil deposits in carbonate collectors is caused by the several reasons. The main ones are mineralogical and lithological heterogeneity of sedimentary rocks and physical and chemical evolution of deep streams in time. Good ability of carbonates to be exposed to transformations by secondary processes has allowed establishing general regularities in the sequence of the deposit formation.

В литературе вопросу зональности нефтяных залежей в карбонатных коллекторах уделено много внимания, но каких-либо обобщающих работ, касающихся причин ее формирования, крайне мало. Основной целью работы было изучение неоднородности разреза и анализ эволюции флюидных процессов, участвующих в формировании нефтяных залежей во времени, а также характеристика динамики вторичных процессов и условий карбонатонакопления. Названные причины объясняют неоднородность и зональность нефтяных залежей в карбонатных коллекторах.

Основными методами изучения каменного материала явились рентгенофазовый анализ, оптико-микроскопические и макроскопические исследования. Анализировались также материалы ГИС, структурные карты и построенные разрезы.

Объектом исследований явился керновый материал ряда месторождений нефти юго-востока Республики Татарстан. Скважинами были вскрыты залежи двух типов: промышленные и непромышленные. Согласно схеме тектонического районирования Волго-Уральской антеклизы [1], все залежи относятся к массивным, неоднородным, приуроченным к различным по амплитуде антиклинальным поднятиям III-IV порядков. Залежи локализованы в биокластовых известняках турнейского яруса нижнего карбона.

Присутствие различных литотипов известняков в пределах разрезов определяет их сильную неоднородность. Известняки представлены тремя литотипами: биокластовыми зооморфными, биокластовыми фитоморфными и пелитоморфными (заметно меньше). Их существенное различие по свойствам определяется двумя основными факторами: седиментогенезом и вторичными изменениями, связанными с наложенными процессами.

Структурная особенность биокластовых зооморфных известняков заключается в том, что раковины и продукты их грануляции задают жесткость каркасу породы, что препятствует уплотнению пород при выщелачивании. Эта особенность хорошо отразилась в характеристике емкостно-фильтрационных свойств данного типа известняков.

Наложенные вторичные процессы создали в них кавернозный тип пустотного пространства, что предопределило их хорошие коллекторские свойства. Биокластовые фитоморфные и пелитоморфные известняки по своей природе являются более плотными породами. И наложенные процессы в силу слабой проницаемости таких известняков почти никак в них не отражены, что обусловливает их весьма слабые коллекторские свойства.

Формирование залежи следует рассматривать в связи с элизионной стадией развития осадочного бассейна [3], так как вторичные наложенные процессы, предопределившие коллекторские свойства, и собственно углеводороды связаны именно с глубинными флюидами. Нужно отметить, что формирование ее, вероятно, происходит с нарастанием и спадом интенсивности флюидодинамического процесса во времени.

Нарастание интенсивности сопровождается в данном случае увеличением флюидного давления, которое наряду с химическим составом, можно считать одним из главных параметров флюидодинамической системы. Нарастание давления, в первую очередь, определяется наличием флюидоупоров. Как правило, это плотные породы, в качестве которых могут выступать плотные аргиллиты или плотные известняки.

С постепенным нарастанием давления флюидоупорные свойства пород-покрышек меняются. При достижении критических значений происходит прорыв и самого лучшего флюидоупора. На данном этапе развития залежи начинается мощная динамика вторичных процессов, обязанная растворенным агрессивным компонентам в составе флюида. Установлено, что первые порции эллизионных потоков богаты растворенным диоксидом углерода [2], причем при повышении концентрации углекислоты растворимость кальцита увеличивается. Процессы растворения и выноса части кальцита способствуют цементации органических остатков. В пределах залежи начинает формироваться кавернозность и перекристаллизация кальцита. Такие известняки, обладая высокой пористостью и проницаемостью, относятся к кавернозным коллекторам и обладают равномерной промышленно значимой нефтенасыщенностью [3].

На стадии спада давления в результате естественной эволюции этого физико-химического процесса покрышка начинает залечиваться и принимать прежние флюидоупорные свойства. По мере развития процесса начинается и вторичная минерализация, связанная с эволюцией поступающего флюида. Принято считать, что на нисходящей ветви интенсивности в подготовленное пространство приходит уже водонефтяной флюид; там начинается процесс его разделения на нефть и воду [3]. На заключительной стадии в зонах водонефтяных контактов формируется вторичный доломит.

На инфильтрационной стадии развития осадочных бассейнов благодаря миграции флюидов сверху вниз в породах появляются вторичные сульфаты: гипс и ангидрит. Однако на коллекторские свойства известняков данные процессы не влияют.

Интересная особенность заключается в тяготении зон водонефтяных контактов (ВНК) к смене литотипов известняков, смене снизу вверх более проницаемых пород менее проницаемыми. Это можно объяснить неспособностью флюидов проникать через плотные слои пород на стадии спада флюидного давления в системе. В этом случае эти слои выполняют роль флюидоупоров для последних порций приходящих флюидов. На стадиях формирования залежи приходят растворы, богатые ионами магния, что выражается достаточно сильной доломитизацией в зонах ВНК. Доломиты здесь формируют серии мономинеральных линз и пропластков. Это указывает на то, что водоносная часть залежи подвергается фильтрации растворами, которые и несут в себе необходимый пополняемый ресурс магния. Другая их роль выражается в дополнительном уплотнении пород флюидоупоров вследствие отложения вторичного кальцита, причем фильтрация носит преимущественно латеральный характер.

Наблюдается четкая зависимость, по крайней мере, высокопродуктивных промышленных и непромышленных залежей, с одной стороны, и типов ВНК, с другой. В пределах высокопродуктивных промышленных залежей наличествуют зоны древнего и современного ВНК, в непромышленных залежах – лишь зоны современного ВНК. Важным фактом также следует признать отсутствие гидродинамической связи между нефтяной и водоносной частями залежи, что подтверждено эксплуатационными данными.

Таким образом, флюидодинамические процессы, отвечающие за формирование залежи, непосредственно влияют на ее строение, что обусловлено физико-химической эволюцией флюидных потоков во времени. Строение залежи существенно зависит от структуры пустотного пространства пород, слагающих разрез, и от степени их вторичной измененности. Формирование зон ВНК залежи следует связывать, прежде всего, с водами последних порций флюидов, а не с остаточными водами залежи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Войтович Е.Д.* Тектоника Татарстана / Е.Д.Войтович, Н.С.Гатиятуллин. Казань: Изд-во КГУ, 2003.

2. Формирование вторичной кавернозности в карбонатных коллекторах турнейского яруса в пределах восточного борта Мелекесской впадины и западного склона Южно-Татарского свода РТ / В.П.Морозов, Э.А.Королев, Г.А.Кринари, С.Н.Пикалев // ТЭК России – основа процветания страны: Сб. докл. СПб: Недра, 2004.

3. *Холодов В.Н.* Постседиментационные преобразования в элизионных бассейнах (на примере Восточного Предкавказья) // Тр. ГИН АН СССР. Вып.372. 1983.

Научный руководитель доц. *В.П.Морозов*