

Эволюционная модель формирования зон нефтегазоаккумуляции как основа для прогнозирования техногенеза в нефтегазодобывающих районах

Дибиров Д.А., Газалиев И.М., Тыцкая Л.В.
ИГ ДНЦ РАН

Необходимость ретроспективного анализа развития процессов нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции обусловлена проблемой «выработанности» доступных запасов углеводородов (УВ) в старых традиционных нефтегазоносных регионах и значительностью объемов остаточных (не извлеченных технически доступными средствами и способами) ресурсов УВ. Нарушение природного равновесного состояния недр в этих регионах за счет длительной эксплуатации привели к активизации процессов, способствующих перестроению разрабатываемых и образованию новых скоплений УВ, которые можно рассматривать и изучать как модельный аналог глобального процесса формирования и размещения скоплений УВ в осадочном чехле Земной коры в геологическом масштабе ее эволюции.

Общеизвестно и установлено, что образование и скопление УВ происходит в водной среде и отсюда следует, что гидрологические условия недр следует рассматривать как один из важнейших факторов формирования, сохранения и разрушения залежей УВ. Значимость гидрогеологических условий в формировании и размещении залежей УВ в осадочном чехле можно сформулировать в виде следующих положений:

1. Вода - основной фактор образования, сохранения и разрушения скоплений УВ и поэтому гидрологические условия регионов следует рассматривать в качестве одного из главных объектов при прогнозировании нефтегазоносности недр.
2. Особенности разгрузки подземных вод определяют ориентировку и размещение залежей УВ в пространстве - осадочном чехле (накопленность УВ, наличие гидродинамических барьеров и др.) Остальные факторы (структурные, тектонические, литологические и др. можно рассматривать как следствие развития геологических обстановок в ходе геологической эволюции тех или иных регионов.
3. Структурный контроль представляет собой ни что иное, как контроль гидрогеологический - структура перспективна когда она является зоной разгрузки подземных вод. Тектонический контроль предполагает приуроченность процессов образования залежей УВ к определенным циклам тектоногенеза. Стратиграфический и литологический контроль осуществляется приуроченностью залежей к определенным стратиграфическим и литологическим комплексам, объединяемых в водоносные этажи, комплексы и горизонты, в зависимости от характера водообмена в них.

Эволюционная модель формирования зон нефтегазоаккумуляции обосновывается исходя из закономерностей существования водонапорных систем, в пределах которых формируются скопления УВ по схеме: очаг генерации – миграция - аккумуляция.

Первый этап по своему содержанию соответствует развитию природной водонапорной системы (ПВНС), где основной энергетический потенциал (движущие силы) обусловлены геостатическими нагрузками, гидростатическими силами, а также геотектонической активностью недр. Первоначально в зависимости от активности гидравлической связи исследуемого нефтегазоводоносного комплекса со смежными по разрезу, данный этап способствует либо сохранению, либо полному промыванию его инфильтрогенными водами. В ходе дальнейшей геологической эволюции бассейна осадконакопления предполагается обязательным отеснение подвижной воды, содержащейся в системе за контур формирующегося нефтяного скопления. На характер протекания процессов отеснения воды из зоны нефтегазоаккумуляции существенное влияние оказывает геотектонический режим, который определяет скорость формирования зоны нефтегазоаккумуляции. При спокойном геотектоническом режиме скопление происходит за счет выделения капель нефти из воды, их объединение и всплытие в повышенную часть пласта. В этом случае объем выделившейся воды должен соответствовать объему скопившейся в ловушке нефти. Вытесненный объем жидкости разместится в так называемой ореольной зоне, где наиболее ощутимы продукты взаимодействия ее с нефтью и где наиболее эффективно применение гидрогеологических критериев оценки нефтегазоносности отдельных районов.

При достаточно высоком уровне термодинамической напряженности, которой подвергаются, как правило, нижележащие уплотняющиеся толщцы, с активизацией тектонических процессов происходят быстрые изменения гидрогеологической обстановки, приводящие к образованию гидродинамических, гидрохимических и геотермических аномалий. При внедрении флюидов с уровня более высокой термодинамической напряженности законтурная вода может оказаться существенно опресненной за счет конденсационных и соллюционных вод.

Второй этап (техногенный) развивается после установления прямой связи водонапорных систем с поверхностью земли в процессе разбуривания и последующей активной эксплуатацией нефтяных залежей. Главнейшие особенности техногенных гидрогеодинамических систем (ТГГДС) являются:

1. Создание условий для искусственного сообщения пластов с различными энергетическими уровнями, резко отличающихся по запасам потенциальной энергии в процессе разбуривания нефтегазоносных ПВНС. Реализующийся энергетический потенциал ГГДС является основной движущей силой их развития.
2. Высокие темпы извлечения пластовых флюидов из недр приводят к мгновенному (в геологическом масштабе) выравниванию разности энергетических потенциалов различных пластов и перераспределению веществ в системе природных равновесных систем.

3. Техногенные ГГДС формируются на различных энергетических уровнях гидросферы, и время их формирования в общей эволюции нефтегазоносных ПВНС является незначительным, поддающимся интерпретации по данным наблюдений за процессом многолетней разработки отдельных месторождений нефти и газа.

Идеальные условия для формирования техногенных ГГДС возникают, прежде всего, в зонах интенсивной эксплуатации нефтегазовых залежей без воздействия на продуктивные пласты. По характеру воздействия на пласт техногенные системы можно разделить на: депрессионные (развиваемые за счёт отбора пластовых флюидов в процессе интенсивной эксплуатации) и репрессионные (формируемые в результате нагнетания воды с целью поддержания и восстановления энергии пластов). В практике разработки месторождений нефти и газа факторы депрессии и репрессии взаимосвязаны. Отсюда следует, что суть мероприятий по использованию последствий техногенеза для комплексного и эффективного освоения ресурсов недр и охраны геологической среды должны сводиться к достижению оптимального соответствия энергетических уровней процессов формирования ТГГДС.

Для реализации такого соответствия необходимо максимально эффективное использование накопленной информационной базы с последующей интерпретацией её применительно определённых моделей и систем развития ГГДС в осадочном чехле того или иного региона.

Проблемы рационального освоения и охраны ресурсов недр Прикумской нефтегазоносной области Восточного Предкавказья

*М.М. Меликов, Д.А. Дибиров, И.М. Газалиев
ИГ ДНЦ РАН*

В нефтегазовых месторождениях (НГМ) залегают рассолы, представляющие собой жидкие полезные ископаемые – лечебные, термальные и промышленные минеральные воды, которые при разработке могут истощаться и загрязняться. Необходимо уже на стадии разведки месторождений предусматривать меры по охране и рациональному использованию попутных вод, а также и последующем, т.е. и после выработки. В связи с этим актуальность приобретают задачи по утилизации попутных вод нефтегазоводоносных пластов. С одной стороны содержание ценных компонентов в попутных водах и фактор загрязнения окружающей среды представляют собой с другой стороны.

Особенности развития техногенеза при эксплуатации нефтяных и газовых месторождений состоят в том, что происходит техногенное загрязнение почти всех компонентов природной среды. Термин «техногенез» – понятие обобщенное. Различают несколько их типов в зависимости от вида и сферы инженерной и хозяйственной деятельности человека. В нефтегазовой промышленности – «техногенез нефтегазопромышленного профиля» – формируется в геологической среде в стадию длительной эксплуатации нефтяных и газовых месторождений; характерной особенностью является направленность тепломассообмена преимущественно из недр Земли на поверхность, с которым связано загрязнение всех компонентов окружающей среды (атмосфера, гидросфера, гидрогеосфера), а также ухудшение биосферных условий. По направленности тепломассообмена, согласно [1], различают техногенные процессы: 1) инъекционной группы, когда происходит изъятие массы и тепла из геологической среды на поверхность (например, при осушении горных разработок в стадию эксплуатации месторождений полезных ископаемых); 2) инъекционной группы, когда происходит привнос массы и тепла в геологическую среду (например, при законтурном заводнении нефтяных месторождений, захоронение промстоков в глубокие горизонты земной коры).

Масштабы проявления техногенеза особенно велики в старых нефтегазоносных районах, где особое значение имеют его гидрогеологические аспекты в силу большой мобильности жидких компонентов. По характеру проявления последствий разработки НГМ можно выделить две группы: а) поверхностные, включающие загрязнение приповерхностной атмосферы и почвенного покрова нефтепродуктами и попадание их в открытые водоемы; б) подземные воды, приводящие к интенсивной энергетической разрядке недр, истощению ресурсов пластовых флюидов, нарушению гидродинамического режима пластов и в целом системы, изменению химического состава пластовых вод и т. д.

Известно что, основные скопления углеводородов (УВ) во многих нефтегазоносных районах приурочены к зонам повышенных температур и давлений. Попутные нефтяные воды исследуемого региона содержат множество различных химических соединений и элементов. В нефтегазоносных районах отмечается высокая эффективность использования термальных вод (ТВ) для обратной закачки (инъекционные) в продуктивные пласты с целью повышения коэффициента нефтеотдачи. Одним из крупных потребителей ТВ для этих целей является нефтегазодобывающая промышленность. Развитие нефтегазодобывающей промышленности в первую очередь связывается с широким применением законтурного и внутриконтурного заводнений. Известно, что в старых нефтегазоносных регионах, каковым является Восточное Предкавказье, около 90% всей нефти добывается на месторождениях, разрабатываемых с применением заводнения. Однако установлено, что эффект от заводнения тем выше, чем меньше вяз-