



МИГРА́ЦИЯ НЕ́ФТИ И ГА́ЗА

Авторы: Ю. К. Бурлин

МИГРА́ЦИЯ НЕ́ФТИ И ГА́ЗА, процесс перемещения жидких и газообразных углеводородов в земной коре. Сопровождается физико-химич. взаимодействием горных пород и углеводородных флюидов, а также фазовыми превращениями флюидов вследствие изменчивости геологич. и термодинамич. обстановки недр. Механизмы М. н. и г. зависят от физико-химич. состояния флюидов, сил, вызывающих их перемещение в определённых термобарич. условиях, и путей миграции. Среди механизмов М. н. и г. различают: фильтрацию в проницаемых горных породах при наличии градиента давления; всплывание нефти и газа в воде, содержащейся в коллекторах; перенос их потоком подземных вод; отжатие нефти и газа при уплотнении или деформации горных пород; перемещение углеводородных флюидов под действием капиллярных (всасывание) и сорбционных (притягивание минер. частицами) сил; прорывы газа или нефти через глинистые пластичные слои; диффузия их в горных породах и водах. Осн. движущими силами М. н. и г. являются гравитац., гидравлич. и силы молекулярного взаимодействия. Наиболее дискуссионными являются представления о физико-химич. состояниях мигрирующих углеводородов. Большинство исследователей признаёт возможность М. н. и г. в виде отдельных молекул и мицелл, истинных и коллоидных водных растворов, единой газовой фазы (жидкие углеводороды растворены в сжатом газе), струй жидких углеводородов. Однако значения этих видов М. н. и г. для разных глубин и стадий преобразования органич. вещества оцениваются неоднозначно.

Различают М. н. и г. первичную, протекающую в нефтегазоматеринских породах, и вторичную, происходящую в породах – *коллекторах* нефти и газа, приводящую как к формированию залежей, так в дальнейшем и к их расформированию. Первичная М. н. и г. может протекать в осн. в виде водных растворов, в газорастворённом (газоконденсат) состоянии и в свободной фазе (возможно также перемещение углеводородов в виде нефтяной плёнки по поверхности минер. зёрен, вероятны и др. механизмы миграции). Под первичной М. н. и г. понимают совокупность процессов отделения микронепфти (отд. рассеянные нефтяные углеводороды) и газа от материнского органич. вещества и передвижения по нефте- и газоматеринским свитам вплоть до ухода из них. Отделение (десорбция) микронепфти происходит в той или иной мере на всех стадиях преобразования рассеянного органич. вещества, но наиболее интенсивно – в период, когда материнское органич. вещество достигает главной фазы нефтеобразования. В этих условиях идёт массовое образование микронепфти, сопровождаемое генерацией значит. количеств газообразных продуктов, ростом давления вокруг частиц рассеянного органич. вещества и пульсационными выбросами новообразованных продуктов. Это даёт начало передвижению микронепфти внутри нефтематеринской породы. Заключённая в нефтематеринских породах вода изначально находится преим. в связанном состоянии в глинистых минералах и высвобождается в процессе *катагенеза* пород. Она имеет бо́льшую растворяющую способность по сравнению со свободной поровой водой и, отжимаясь из материнской породы, выносит с собой молекулы углеводородов. Осн. роль в первичной М. н. и г. играют градиенты давления, а кроме того – процессы выравнивания концентрации новообразованных углеводородов, капиллярные, электрокинетические и др. явления, особенно на ранних стадиях первичной миграции. На рубеже перехода от материнской породы к породе-коллектору завершается первичная М. н. и г. В

отд. случаях сами материнские породы в результате литогенетических процессов приобретают достаточно высокие фильтрационно-ёмкостные свойства, что позволяет содержать нефть и газ и отдавать их при разработке (т. е. превращаются в коллекторы). В этом случае первичная М. н. и г. ограничивается лишь миним. перемещениями углеводородов.

Вторичная М. н. и г. обусловлена гравитационным, гидравлическим и др. факторами. Движение нефти, газа и воды может происходить как в виде отд. фаз, так и в виде газонасыщенной водонефтяной эмульсии. Попадая в коллектор, заполненный водой, капли нефти и пузырьки газа всплывают в ней к кровле пласта. При наклонном положении пласта всплывание происходит вверх по его восстанию до к.-л. преграды (изгиб пласта в обратную сторону, непроницаемый экран и др.). М. н. и г. возможна даже при незначит. наклоне пласта, если размеры пустот не слишком малы. Всплыванию нефти и газа в воде препятствуют силы межфазового трения и молекулярное притяжение стенок пор в породе. Движению жидких флюидов в пласте препятствуют также капиллярные силы (капиллярное давление), особенно в тонких капиллярах диаметром менее 0,05 мм. Пути М. н. и г. являются вся масса слабопроницаемых пород и пород коллекторов либо локализов. каналы – разломы, трещины и зоны повышенной трещиноватости, плоскости напластования и несогласного залегания пород и др. В связи с неоднородностью слоёв М. н. и г. может быть рассеянной (особенно в плохопроницаемых породах), потоковой (в проницаемом пласте), плоскоструйной (по разлому) или узкоструйной (в цепи антиклиналей). По направлению движения различают вертикальную и латеральную миграцию. Вертикальная М. н. и г. может быть как внутрирезервуарной (происходит в пределах мощного пласта или в рифовом массиве), так и межрезервуарной в случае тектонич. нарушенности структур. Латеральная миграция (боковая, внутрирезервуарная) ограничивается ближайшими структурами, препятствующими дальнейшему перемещению, но может идти и дальше, если ловушка не способна удержать нефть или газ или целиком заполнена. По масштабам движения (расстояния) М. н. и г. разделяется на региональную, контролируемую соотношением в пространстве очагов генерации углеводородов и зон нефтегазоаккумуляции, и локальную, ограниченную отд. структурами (локальными складками, тектонич. разрывами, литологич. выклиниванием пласта и т. д.).

Вопрос о скоростях М. н. и г. не вполне ясен. В реальных геологич. условиях, по-видимому, скорости существенно изменяются в зависимости от тектонич., литологич., гидрогеологич. условий, уклона и перепада давления. В лаборатории скорость вертикальной миграции нефти в водонасыщенном песке составила 100–4300 м в год. По расчётам рос. исследователя С. Г. Неручева, в зависимости от наклона и проницаемости пород скорости М. н. и г. в платформенных областях составляли от 0,34 до 490 км в 1 млн. лет при наклонах в первые градусы, а в складчатых областях – от 0,7 до 2750 км в 1 млн. лет при наклонах св. 10°.

Литература

Лит.: Хант Д. Геохимия и геология нефти и газа. М., 1982; Справочник по геологии нефти и газа / Под ред. Н. А. Еременко. М., 1984; Геология и геохимия нефти и газа / Под ред. Б. А. Соколова. 2-е изд. М., 2004.