ВРЕМЕНА И ДЛИТЕЛЬНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, - ПО ДАННЫМ ИЗОТОПИИ БЛАГОРОДНЫХ ГАЗОВ

Толстихин И.Н.

Геологический институт КНЦ РАН, Анапты

Атмосфера является единственным источником изотопов ^{20}Ne , ^{36}Ar , ^{84}Kr , ^{130}Xe в земной коре: эти изотопы не возникают в недрах Земли; они растворяются в метеорных водах и переносятся в недра после погружения вод. Концентрации БГ в метеорных (впоследствии подземных) водах известны из данных о растворимости. Знание исходных концентраций (и отношений) БГ позволяет моделировать их фракционирование между сосуществующими газовыми, нефтяными и водными фазами в процессе образования, миграции и хранения углеводородов.

Радиогенные (*) изотопы, $^4\text{He}^*$, $^{21}\text{Ne}^*$, $^{40}\text{Ar}^*$, $^{136}\text{Xe}^*$, мигрируют из пород (минералов), в которых они возникают в результате радиоактивного распада, деления ядер и ядерных реакций в подземные воды, смешиваются с атмосферными изотопами и, с течением времени, накапливаются в системе вода – порода. Накопление радиогенных изотопов в поровых водах проявляется в росте отношений $^4\text{He}^*/^{20}\text{Ne}_{\text{АТМ}}$, $^{21}\text{Ne}^*/^{20}\text{Ne}_{\text{АТМ}}$, $^4\text{He}^*/^{36}\text{Ar}_{\text{АТМ}}$, $^{40}\text{Ar}^*/^{36}\text{Ar}_{\text{АТМ}}$, $^{136}\text{Xe}^*/^{130}\text{Xe}_{\text{АТМ}}$. Концентрации родительских изотопов ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{40}K в содержащих подземную воду породах, известные из измерений или *a priori* данных, позволяют ответить на вопрос как долго накапливались радиогенные изотопы. Поскольку растворимости благородных газов в воде весьма низки, БГ практически полностью переходят в углеводородные фазы; поэтому отношения изотопов БГ не меняются при дегазации вод в ходе формирования месторождений углеводородов:

Концентрации радиогенных изотопов БГ в пористом пространстве месторождений углеводородов, как правило, настолько высоки, что их невозможно генерировать и накопить *in situ*. Единственным источником радиогенных изотопов БГ в месторождениях углеводородов являются подземные воды, в которые эти изотопы мигрируют из вмещающих воду пород и накапливаются в ней. Таким образом, отношения $^4\text{He}^*/^{20}\text{Ne}_{\text{АТМ}}$, $^{21}\text{Ne}^*/^{20}\text{Ne}_{\text{АТМ}}$, $^4\text{He}^*/^{36}\text{Ar}_{\text{АТМ}}$, $^{40}\text{Ar}^*/^{36}\text{Ar}_{\text{АТМ}}$ в углеводородных месторождениях пропорциональны интервалу между временем погружения подземных вод (прекращением их контакта с атмосферным воздухом и началом накопления в них радиогенных изотопов) и дегазацией вод в ходе формирования месторождений углеводородов: «интервал погружение – дегазация, ИПД».

Использование мирового банка данных позволяет определить значения ИПД для большого количества месторождений углеводородов, расположенных в разных тектонических обстановках: на древних платформах, на молодых платформах, в мобильных поясах. ИПД систематически увеличиваются с возрастом осадочных – пород источников углеводородов, и значения ИПД близки к этим возрастам. Эта важная особенность ИПД для различных месторождений углеводородов свидетельствует о: (а) происхождении радиогенных изотопов БГ в подземных водах, при дегазации которых возникло месторождение; (б) относительно недавнем времени образования месторождений углеводородов, – иначе они не могли бы захватить БГ из древней воды; (в) коротких интервалов времени образования месторождений.

При достаточно детальных исследованиях время и продолжительность образования углеводородных месторождений могут быть оценены. Например, почти постоянные отношения $^{21}\text{Ne}^*/^{20}\text{Ne}_{\text{АТМ}}$, $^{40}\text{Ar}^*/^{36}\text{Ar}_{\text{АТМ}}$, измеренные в образцах из нефтяного месторождения Магнус (Северное море), соответствуют длительности накопления ≈ 10 млн. лет. Следует подчеркнуть, что вышеупомянутые соотношения изотопов БГ дают оценки времени, которые не зависят от геологических реконструкций.

Количества БГ в углеводородных месторождениях позволяют характеризовать объем подземных вод, из которого БГ были перенесены в месторождение; обычно этот объем превышает объем месторождения на порядки величины.