

НИЖНИЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАЖ И ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА ГЛУБОКОПОГРУЖЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ

© 2018 г. В. В. Ларичев, В. И. Попков

Кубанский государственный университет, г. Краснодар. E-mail: geoskubsu@mail.ru

В соответствии с современными данными схема гидрогеологического строения нефтегазоносных бассейнов (НГБ), в том числе краевых прогибов, учитывающая их гидродинамические особенности, может быть представлена в следующем виде. Зоне активного водообмена соответствует верхний гидрогеологический этаж преимущественного развития метеогенных вод, характеризующийся выносом солей и выщелачивания пород. Причем темп нарастания минерализации пластовых вод определяется глубиной залегания водоносных комплексов и удалением от краевой области питания.

Нижний гидрогеологический этаж охватывает зоны затрудненного и весьма затрудненного водообмена. Между ними выделяется «зона перехода», которой в разрезе, как правило, соответствует наиболее мощная региональная водоупорная толща. В литогеохимическом плане этот интервал является переходным интервалом от зоны гипергенеза к зоне катагенеза [1, 2].

Нижний этаж имеет двучленное деление: верхний гидрогеологический ярус, характеризующийся преимущественно латеральной и вертикально-латеральной фильтрационной проводимостью, содержащий в себе преимущественно унаследованные седиментогенные и элизионные воды. Для этой зоны характерно резкое уменьшение латеральных потоков и преобладание затрудненной вертикальной разгрузки подземных вод в вышележащие водоносные комплексы. Зоне весьма затрудненного водообмена отвечает нижний гидрогеологический ярус, подверженный активному влиянию возрожденных флюидов на седиментационные воды, характеризующийся латерально-вертикальной сквозь пластовой проводимостью, и «внутренними источниками питания». Переход к нижнему ярусу в некоторых НГБ характеризуется довольно резким проявлением в разрезе инверсионной гидрохимической зональности, в отдельных бассейнах инверсия проявляется менее резко, а в ряде случаев — гидрохимическая зональность имеет прямую зависимость.

Гидрогеологические условия глубокопогруженных комплексов характеризуются целым рядом особенностей, которые не могли не сказаться на его гидродинамических условиях, основными из которых являются термобарические и литофациальные. В условиях рассматриваемых глубин первые (термобарические) характеризуются высокими температурами, обеспечивающими существование подземных вод в перегретом (более 100°C) состоянии и широким распространением сверхгидростатических пластовых давлений (СГПД). Для вторых (литофациальные) характерна повышенная трещиноватость пород флюидоупорных (глинистых) комплексов на фоне высокой степени литификации пород коллекторов.

Последнее обстоятельство, в свою очередь, определяет не высокие емкостно-фильтрационные параметры пород коллекторов, их малую проницаемость в латеральном направлении, и, следовательно, скорость, масштабы и дальность латеральной миграции пластовых геофлюидов. Степень литификации пород, как правило, увеличивается прогрессивно, с нарастанием глубины, но с различной интенсивностью, которая зависит от литологических и минералогических особенностей состава пород, термобарических условий, тектонических напряжений земной коры и т.д., главными из которых являются состав пород и температура. В частности, механически прочные карбонатные породы подвержены действию главным образом физико-химической литификации, основными процессами которой являются перекристаллизация, кальцитизация, доломитизация и другие минеральные преобразования. Терригенные разности в большей степени подвергаются воздействию механической литификации. При этом наименьшее влияние она оказывает на кварцевые песчаные породы, наибольшее — на песчано-алевролитовые породы с глинистым цементом.

В этих условиях горизонты и комплексы пород-коллекторов отличаются значительной неоднородностью по проницаемым свойствам в латеральном направлении. Эта неоднородность

проявляется уже на ранних стадиях седиментогенеза и диагенеза и значительно усиливается при катагенетических преобразованиях. На рассматриваемых глубинах, принадлежащих, как правило, к зоне позднего катагенеза, как в плане, так и в разрезе формируются флюидоупорные или полуфлюидоупорные участки, сильно затрудняющие латеральную проводимость пластов, в связи с чем зоны коллекторов приобретают «островной» (пятнистый) характер, а в гидродинамическом отношении образуются латерально-изолированные или весьма трудно сообщающиеся системы. Даже в пределах отдельных структур для одного и того же пласта отмечены кратные вариации пористости на небольших расстояниях [2–5].

Кроме того, в жестких термобарических условиях коллекторские свойства, пород в большинстве своем являются эпигенетичными. Вторичные процессы оказывают значительные влияния на характер распространения пород-коллекторов как в плане, так и в разрезе. При этом в одних случаях они усиливают формирование вторичной пористости, в других — способствуют залечиванию пор и трещин. В результате соотношение проницаемых и флюидоупорных толщ в разрезе компрессионного этажа носит очень сложный характер, а изолированность этих зон находит подтверждение в процессе разработки залежей, когда падение пластовых давлений в соседних скважинах не адекватны суммарным отборам.

Высокие пластовые температуры, характерные для рассматриваемых глубин, оказывают также значительное влияние на формирование гидродинамических условий компрессионного этажа. В результате в глинистых и прочих минералах исчезает физически связанная вода, минерализация которой обычно меньше по сравнению с рыхлосвязанной, что может влиять на снижение минерализации водных растворов первично-седиментационных вод. Кроме того, практически исчезают силы, удерживающие воду вблизи минеральных зерен, и тем самым значительно облегчается ее фильтрация. В то же время высокие температуры недр стимулируют и интенсифицируют реакции взаимодействия воды и минерального скелета породы. В частности, термодегидратация глинистых минералов, растворение и сравнительно быстрое насыщение вод трудно растворимыми в обычных условиях кремнистыми и карбонатными соединениями из водосодержащих отложений приводит к тому, что при восходящей миграции и смене термобарических обстановок они выпадают из растворов в осадок, залечивая пути разгрузки. В результате мозаичность в распространении зон развития коллекторов усиливается еще больше. Размеры этих зон определить довольно сложно, поскольку изучены они пока слабо, но по оценкам ряда исследователей измеряются сотнями, тысячами метров и первыми десятками километров. Нередко мозаичность проявляется в пределах одной структуры [3, 4].

Характерной особенностью компрессионного этажа является широкое распространение сверхгидростатических, вплоть до аномально-высоких, пластовых давлений (СГПД). Коэффициенты негидростатичности при этом достигают 1.1–1.8, а некоторых случаях 1.9–2.0 и выше, что на фоне повышенных пластовых температур способствует увеличению содержания растворенных газообразных углеводородных и прочих газов в подземных водах, препятствует литификации коллекторов и уплотнению покрышек в смежных флюидоупорах [5]. Последнее связано с наличием высокого противодействия флюидов на стенки пор. В этих условиях литификация идет пульсационно, в момент прорыва флюидов (сравливания давления) в верхние стратиграфические горизонты, поскольку возникающие градиенты давлений в смежных флюидонасыщенных интервалах, как правило, кратно выше, чем внутри какого-либо резервуара.

СГПД способствуют активизации течения физико-химических процессов и реакций по принципу Ла-Шателье, протекающих с уменьшением объема на фоне увеличения плотности. Как правило, восходящий поток флюидов воздействует на горные породы, а агрессивные компоненты его, в частности углекислота, активно вступают в реакцию с карбонатными образованиями, участвуя в формировании вторичной емкости. Мигрирующие вместе с этим потоком УВ-флюиды заполняют образовавшуюся вторичную емкость. Вместе с этим протекают и процессы самозалечивания путей миграции выпадающими минералами — кальцитом, доломитом, ангидритом в окружающей зону СГПД пространстве. Следствием такого избирательного формирования зон развития вторичной пористости на фоне самозалечивания путей миграции является образование латерально изолированных флюидодинамических систем и возникновение высоких гидравлических градиентов между ними и окружающим их пространством.

Итак, изложенное выше позволяет сделать следующие выводы:

1) глубокозалегающие горизонты и комплексы НГБ представляют собой довольно сложно построенную (мозаичную) систему чередующихся зон развития и отсутствия коллекторов, размеры которых сопоставимы с размерами локальных структур;

2) в глубоких горизонтах НГБ региональные инфильтрационные (элизионные) потоки пластовых вод не могут существовать в принципе, что ставит под сомнение влияние краевых зон (горно-складчатого обрамления) и роль элизионных процессов на формирование полей распределения пластовых давлений;

3) литофациальная мозаичность распространения зон развития коллекторов усиливается структурно-тектоническим (в более узком смысле неотектоническим) фактором прямого действия, оказывающим непосредственное влияние на структуру порово-трещинного пространства, формирующим в разрезе зоны растяжений (сжатий), разуплотнений новейшего времени. Наличие таких зон «разбивает» глубокопогруженные комплексы на блоки (ячейки, линзы и т.п.), исключающие возможность значимой латеральной миграции геофлюидов;

4) очаговый характер развития зон коллекторов в глубокопогруженных комплексах, их изолированность в плане и в разрезе позволяет предполагать наличие внутренних источников питания, определяющих энергетический потенциал гидродинамической системы. Такие источники могут располагаться ниже границы распространения осадочных образований — в консолидированной коре.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и Администрации Краснодарского края, проект 16-45-230109 р_юг_a, а также проекта РФФИ 16-05-00013.

Литература:

1. Капченко Л.Н. Гидрогеологические основы теории нефтегазонакопления. — Л.: Недра, 1983. — 263 с.
2. Ларичев В.В., Попков В.И. Гидрогеология доюрских отложений Южного Мангышлака. — Ставрополь: СевКавГТУ, 2003. — 144 с.
3. Медведев С.А., Попков В.И. Генезис вод глубоких горизонтов нефтегазоносных бассейнов молодой платформы юга СССР // Советская геология. — 1986. — № 6. — С. 118–125.
4. Попков В.И., Медведев С.А. Эволюция тектонической проницаемости земной коры Мангышлака и Восточного Предкавказья // Доклады АН СССР. — 1986. — Т. 290, № 3. — С. 690–693.
5. Рабинович А.А. Гидрогеологические особенности доюрского разреза Южного Мангышлака // Советская геология. — 1985. — № 11. — С. 103–112.