

СОПРЯЖЕННЫЕ РЕСУРСНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЛИТОСФЕРЫ В ПРЕДЕЛАХ ДЕПРЕССИОННЫХ ВОДОНАПОРНЫХ СИСТЕМ

Л.А. Абукова¹, Ю.И. Яковлев¹, J.M. Cheng²

1 – ИПНГ РАН, Москва

2 – China University of Geosciences, Wuhan (China)

Разномасштабные депрессионные водонапорные системы (ДВС), выявленные во многих нефтегазоносных бассейнах мира, характеризуются высокой гидродинамической изолированностью. В связи с этим возникают благоприятные условия для сохранения залежей нефти и газа, а также для надежного захоронения экологически вредных жидких веществ (ЭВЖВ). Таким образом, в пределах ДВС возможна сопряженная реализация ресурсно-экологических функций литосферы путем одновременной разработки месторождений углеводородов с захоронением промстоков.

В ДВС отсутствуют или слабо выражены области питания, поэтому не происходит восполнения потерь пластовой энергии, если часть пластовых флюидов удаляется из системы в разломные зоны фундаментов при тектонических, в том числе и неотектонических, подвижках. Это значит, что закачка воды для поддержания пластового давления в этих условиях становится решающим фактором восполнения потерь пластовой энергии. Строго отрицательный градиент пластовых давлений делает вполне приемлемым использование для поддержания пластового давления ЭВЖВ – вместо вод, извлекаемых из поверхностных или подземных источников.

Возможность замены природных вод на ЭВЖВ – основа экологической концепции разработки месторождений в пределах депрессионных водонапорных систем. Важно и то, что гидрогеологические условия ДВС позволяют захоронять промышленные отходы как безвозвратно, так и с последующим их извлечением. Дифференциации мест и способов захоронения способствует блочность гидродинамической системы. Предварительно выработанные небольшие газовые залежи в пределах ДВС могут использоваться в качестве газохранилищ.

Захоронение наиболее опасных отходов (отходы атомной и химической промышленности) наиболее целесообразно производить в отложения кристаллического фундамента на отдельных структурах, удаленных от нефтегазопромыслов. Расстояния

между ними могут быть рассчитаны на основании законов массопереноса с учетом реальных фильтрационно-емкостных свойств среды.

С экологической точки зрения можно выделить несколько негативных особенностей, характерных для месторождений нефти и газа с пониженным пластовым потенциалом. Первая из них – развитие просадочных явлений. Просадки известны и хорошо наблюдаемы даже на тех территориях, где гидродинамический потенциал системы изначально высок. В случае если пластовое давление системы еще до начала разработки месторождения ниже условно гидростатического, эти негативные процессы развиваются стремительно.

На снижение пластовых давлений чутко реагируют растворенные в воде газы. Хорошо известно, что на больших глубинах, где повышается доля углекислого газа, падение пластового давления будет вызывать смещение карбонатного равновесия в системе вода – порода, а выпадение нерастворимых солей приведет к коагуляции порового пространства коллекторов и, соответственно, к снижению их фильтрационно-емкостных свойств. Разгрузка пластов будет осуществляться при меньших дебитах, импульсно в результате гидроразрывов. Нарушение газогидрохимического природного равновесия послужит стимулирующим фактором гидратообразования, которое активно может развиваться как в пластовых, так и в скважинных условиях.

Минимизировать эти негативные процессы естественным образом «помогает» основная особенность ДВС – стабильный в геологическом времени отрицательный градиент напоров подземных вод.

В настоящее время известны примеры захоронения промстоков в зоны пониженных пластовых давлений на месторождении Пендхелл в Техасе (J. Puckette, Z. Al-Shaieb, 2003). Закачка жидких радиоактивных отходов в зоны дефицита пластового давления стала мировой практикой. Так, например, в Центральные Альпах закачка радиоактивных отходов ведется в пласт с субгидростатическим давлением на глубине всего 400 м (L.W. Diamond, 1998). Оценены возможности закачки CO₂ применительно к условиям бассейна Сунляо (R.R. Zhao, J.M. Cheng, K.N. Zhang & M. Chang, 2008). Производится закачка углекислого газа в зоны субнормального давления в бассейне Альберта в Канаде (S. Bachu, W.D. Gunter, 2004). Однако все известные примеры захоронения техногенных жидкостей и газов не могут конкурировать с возможностями подсолевых отложений

Непско-Ботуобинской антеклизы, где дефицит пластовых давлений развит регионально и вертикально вплоть до пород фундамента.

Таким образом, ДВС Непско-Ботуобинской антеклизы является идеальным объектом для большеобъемной закачки ЭВЖВ даже при наличии в недрах крупных месторождений нефти и газа. Специфические геологические и гидродинамические условия этой системы позволяют осуществлять добычу из недр углеводородного сырья одновременно с захоронением отходов нефтегазовой, горнодобывающей, химической и атомной промышленности без каких бы то ни было экологических последствий. Сроки хранения ЭВЖВ могут исчисляться геологическими масштабами времени с полной гарантией нераспространения их в окружающую среду или атмосферу даже при многомагнитудных землетрясениях.

Особое внимание заслуживает захоронение отходов химической и атомной промышленности. Громадные размеры депрессионной системы Непско-Ботуобинской антеклизы позволяют без особых сложностей найти такие объекты на глубине ниже 1500 м, в которых отходы атомной промышленности будут храниться сколь угодно долго без экологических последствий; и что немаловажно, в любой момент они могут быть извлечены на поверхность и использованы по назначению.

В заключение отметим следующее. Закон РФ «О недрах» предусматривает строительство и эксплуатацию подземных сооружений, в том числе и для захоронения отходов промышленности, не связанных с добычей полезных ископаемых (ст. II.6, II.10 и др.). Однако применительно к депрессионным водонапорным системам существует не только возможность, но и объективная необходимость совмещения строительства и эксплуатации подземных сооружений с добычей углеводородного сырья, что определяет основную сущность экологической концепции добычи нефти и газа.