

ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ УРОВНЕЙ ЖИДКОСТЕЙ В НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СКВАЖИНЕ ПРИ НЕФТЯНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

В.Л. Воронин

Загрязнение подземных вод нефтепродуктами характеризуется наличием в порах жидких нефтепродуктов, не смешивающихся с поровой водой (свободных нефтепродуктов, СНП). СНП способны к самостоятельной миграции в поровом пространстве, поэтому работы по реабилитации загрязненных водоносных горизонтов обычно начинаются с их извлечения. Для оценки степени загрязнения подземной среды основная информация обычно бывает получена из данных наблюдений уровней в скважинах.

Большинство СНП имеет плотность менее 1 г/см^3 , поэтому границей их вертикального распространения в подземном пространстве является свободная поверхность грунтовых вод, где они формируют слой СНП, который является основным объектом изучения.

При организации наблюдательной сети, ошибки в конструкции скважин могут привести к тому, что данные об уровнях жидкостей не отражают картины распространения СНП, особенно в слоистых водоносных горизонтах [2]. Однако, даже информация полученная из идеальных наблюдательных скважин требует внимательной интерпретации с учётом процессов, влияющих на формирования уровней жидкостей.

Водонасыщенность пород выше свободной поверхности определяется действием капиллярных сил. В этой зоне формируется слой СНП, при этом в пределах зоны распространения СНП присутствуют вода и воздух. Насыщенность пор водой, СНП и воздухом определяется сочетанием капиллярных сил на контактах воды и СНП и СНП и воздуха. Существует методика расчёта насыщенности пор СНП на всём интервале их распространения в порах [1], основанная на предположении, о гидростатическом распределении давлений в фазах порового флюида, однако в реальных условиях такое распределение давлений может быть принято только для относительно коротких интервалов времени.

В условиях колебания уровня грунтовых вод основными факторами, влияющими на формирование уровней жидкости в скважинах являются: деформация капиллярной каймы, вертикальная неоднородность вмещающих отложений, возмущение вносимое самой наблюдательной скважиной. Отдельно следует рассматривать влияние защемлённых нефтепродуктов.

При подъёме свободной поверхности грунтовых вод происходит сжатие капиллярной каймы. Аналогично капиллярное поднятие воды в слое СНП и капиллярное поднятие СНП выше их свободной поверхности сжимается что приводит к снижению мощности их слоя в грунтах и в наблюдательной скважине при неизменном их количестве. При понижении свободной поверхности грунтовых вод происходит увеличение мощности слоя СНП в скважине. Дополнительное возмущение вносит и сама скважина, так как по ней происходит переток жидкостей.

Наличие в разрезе вмещающих пород слабопроницаемых прослоев может служить непреодолимой преградой для распространения СНП. При этом если такой прослой расположен ниже зоны распространения СНП в грунтах, то в период снижения уровней грунтовых вод скважина не только не будет показывать реальное расположение СНП в разрезе, но и будет способствовать распространению загрязнения.

Мобилизация и иммобилизация защемлённых нефтепродуктов также вносит свою долю в изменение мощности слоя СНП в скважине. Так как при вытеснении СНП воздухом они вытесняются в первую очередь из крупных пор, а при вытеснении водой – из мелких, количество защемлённых нефтепродуктов выше и ниже их слоя существенно отличается. По данным, представленным в литературе [3], насыщенность защемлённых воздухом нефтепродуктов составляет 0,03 – 0,07, а насыщенность защемлённых водой — 0,10 – 0,26. Такое различие приводит к тому, что при периодических колебаниях свободной поверхности грунтовых вод во время подъёма уровня значительная часть СНП оказывается в защемлённом состоянии, а при понижении уровня эти нефтепродукты оказываются вновь мобильными. В отдельных случаях возможно полное исчезновение слоя СНП в период подъёма уровня.

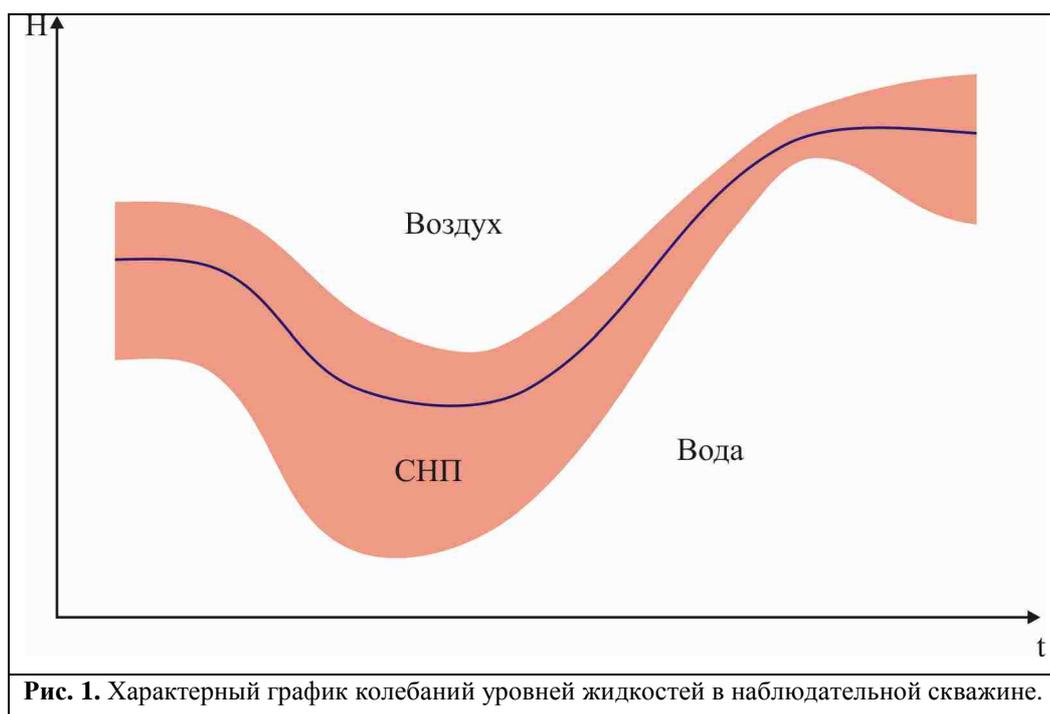


Рис. 1. Характерный график колебаний уровней жидкостей в наблюдательной скважине.

Совместное действие описанных факторов приводит к формированию характерного графика колебаний уровней жидкостей в наблюдательной скважине (рис. 1). Для интерпретации данных наблюдений можно использовать данные полученные после стабилизации уровней, причём разница между мощностью слоя СНП в скважине при высоком и низком стоянии уровней даёт информацию о защемлённых нефтепродуктах. Тестовые расчёты показывают, что для достижения гидростатического равновесия требуется период от нескольких дней до нескольких

месяцев, в зависимости от свойств вмещающих отложений. В последнем случае использование данных наблюдений для расчётов по модели вертикального равновесия невозможно.

Таким образом, использование наблюдений уровней жидкостей в скважинах для оценки количества СНП возможно только после анализа данных режимных наблюдений. Информация, полученная при разовых замерах уровней, является недостаточной для интерпретации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронин В.Л. Формирование тела свободных нефтепродуктов в грунтовых водах. // Вестник МГУ, сер. 4. Геология. 1998, №2, с. 46-52.
2. Воронин В.Л. Особенности наблюдений в скважинах при загрязнении подземных вод нефтепродуктами. Доклад на Ломоносовских чтениях, 2004.
3. Mayer A.S., S.M. Hassanizadeh. Soil and groundwater contamination: Nonaqueous phase liquids. Washington, AGU, 2000, 216 с.