

в соответствии с реально действующими напряжениями, которые уменьшаются при данном воздействии и восстанавливаются после периода покоя.

Таким образом, существенное значение в формировании наблюдаемых эффектов действия вибраций на флюидонасыщенную среду имеет напряженно-деформированное состояние среды. Подобную природу, по всей вероятности, имеют и остаточные изменения уровня подземных вод после сильных землетрясений на больших расстояниях от эпицентра.

В нефтяных залежах, особенно в условиях эксплуатации, приводящей к сильной неравномерности системы и большим градиентам давлений, изменения условий фильтрации при вибрационных воздействиях имеют большее значение, чем в водоносных горизонтах. При этом необходимо учитывать влияние вибрации на относительную проницаемость пород для воды и нефти, капиллярные явления, газонасыщенность, то есть на те факторы, которые для водоносных горизонтов несущественны.

**Р. Ф. Абдрахманов, В. Г. Попов, Н. К. Иванова**

## **МОНИТОРИНГ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНАХ**

Изучение влияния нефтепромысловых стоков и нефти на состав пресных подземных вод, а также состав водорастворимых солей и ионообменные свойства глинистых неоген-четвертичных осадков проводилось в прудах-накопителях, построенных около 40 лет назад на Шкаповском нефтяном месторождении.

Шкаповское нефтяное месторождение расположено в пределах Татарского свода. В рельефе он выражен Бугульминско-Белебеевской возвышенностью, со средними абсолютными отметками 300–400 м, глубоко расчлененной (до 100–150 м) долинами рек. Зона интенсивной циркуляции, где развиты пресные воды, сложена трещиноватыми верхнеказанскими терригенно-карбонатными породами. Карбонатные осадки подвержены карстовым процессам.

Пруд-отстойник был сооружен в 1960–1961 гг. в долине р. Базлык (левый приток р. Дема), заложенной в верхнеказанских карбонатных породах. В основании и левом борту долины развиты делювиальные и перигляциальные глины и суглинки мощностью до 10 м. Сброс попутных рассолов с минерализацией 270 г/л осуществлялся в течение 1962–1966 гг. При сооружении названной емкости предполагалось, что глинистый экран явится надежной изоляцией, и утечка через него, ввиду слабых фильтрационных свойств глин, будет незначительной. Однако уже в первый год эксплуатации пруда (летом 1963 г.) ниже плотины появились грифоны соленых вод и наблюдалось засоление источников, ранее использовавшихся для целей водоснабжения. В результате этого эксплуатация пруда была прекращена.

Через 5–6 лет после прекращения сброса рассолов в пруд содержание солей в глинистых отложениях под его дном (на глубине до 2 м) составляло 2000–2500 мг/100 г породы (хлора 1200–1500 мг/100 г). В то же время минерализация водных вытяжек из глин, не подверженных засолению (на склонах долин), составляла 40–70 мг/100 г (хлора 1,8–3,6 мг/100 г). По составу они гидрокарбонатные натриево-кальциевые, типа I (по О. А. Алекину [3]).

Повторное изучение грунтов основания пруда-накопителя, выполненное нами через 19 лет после его

ликвидации (1984 г.), показало (рис., разрез 1), что под первой надпойменной террасой и дном пруда, ежегодно затапливаемыми тальми водами, произошло существенное рассоление глинистых отложений.

Общее содержание солей снизилось до 70–90 мг/100 г, а хлора — до 3–10 мг/100 г. На участках, где породы не были подвержены интенсивному промыву (вторая надпойменная терраса и нижние части склонов долины — скв. 3 и 7), в них сохранились значительно большие количества хлоридных солей (до 350–1600 мг/100 г, в том числе хлора 100–870 мг/100 г). Повышенной минерализацией (до 1,5 г/л) при гидрокарбонатно-хлоридном кальциево-натриевом составе (типа ШБ) характеризовались и подземные воды, вскрытые на глубине 7–8 м в верхнеказанских известняках, подстилающих почвогрунты зоны аэрации [1,2].

С целью выяснения дальнейших изменений в водно-солевом режиме глинистых пород и их обменно-адсорбционных свойств в июле 1991 и августе 1997 гг. выполнен новый цикл исследований. Опробования проводились в тех же точках, что и ранее.

Как видно (см. рис., разрез 2), к 1991 г. произошло дальнейшее рассоление пород в чаше водохранилища. В основании емкости содержание хлор-иона уже не превышает 3–7 мг/100 г (скв. 1а, 2а), что близко к его фону в естественных условиях (3–5 мг/100 г). На второй надпойменной террасе также произошло снижение концентрации солей до 370–620 мг/100 г (хлора до 200–380 мг/100 г).

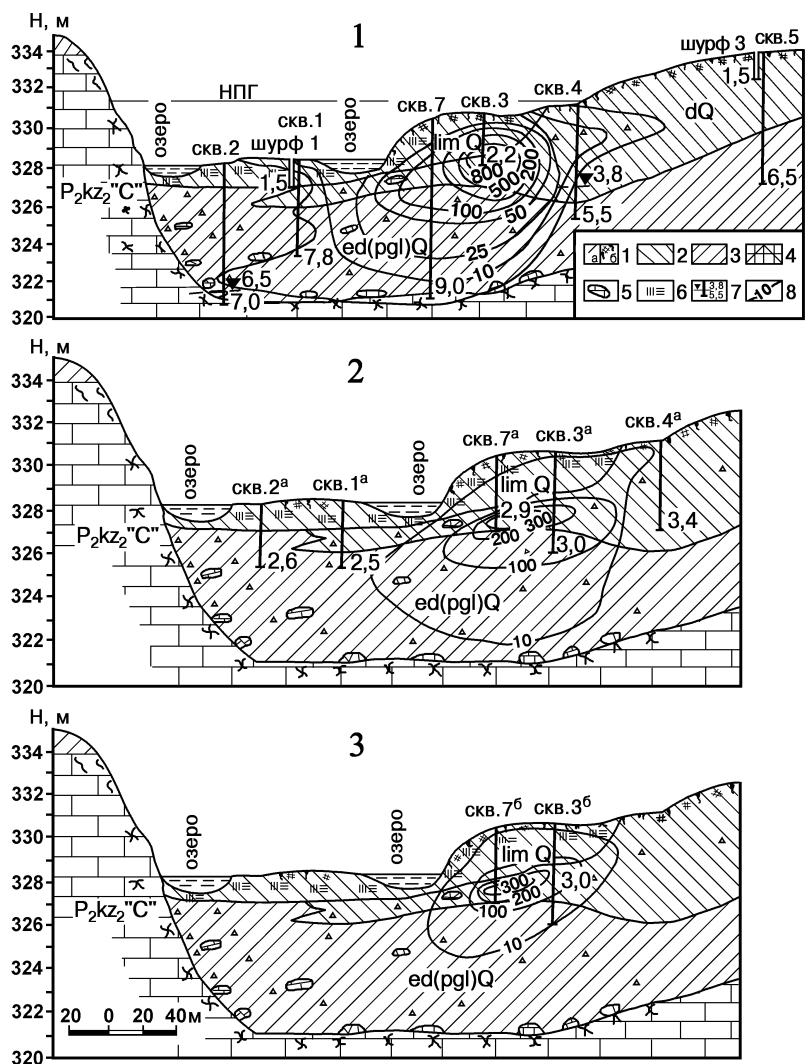
Промыв осуществлялся тальми и дождевыми водами. Весной напор воды в водохранилище достигает 3–5 м, что влечет рост вертикального градиента фильтрации под его дном. Затем в результате инфильтрации уровень в водохранилище быстро падает, и к середине лета–осени здесь остаются только небольшие озера, покрытые с поверхности слоем нефти толщиной до 2–3 см. Вода в озерах пресная (0,31 г/л) гидрокарбонатного натриево-кальциевого состава, типа I. Содержание хлора в ней не превышает 14 мг/л.

Качественные изменения происходят и в составе поглощенного комплекса (ПК) глинистых пород. За пределами влияния техногенеза на геологическую среду глинистые породы характеризуются повышенными значениями ПК до 40–45 ммоль/100 г. В составе обменных катионов доминирующими являются кальций (до 97%) и магний (7,0–75%). Доля натрия и калия не превышает 2–4%. Под прудом-накопителем (после прекращения сброса стоков) в результате катионнообменных процессов между породой и нефтяными рассолами в глинистых осадках, слагающих основание пруда, концентрация натрия и калия достигает 100–250 мг/100 г (10–53,5%). Доля кальция снижается до 60–47%.

Следует отметить, что относительно кратковременное (2–3 года) воздействие нефтепромысловых рассолов на глинистые отложения, а затем длительный промыв их маломинерализованными атмосферными осадками в течение 38 лет значительно изменили не только солевой состав пород, но вызвали изменения и в составе поглощенных катионов. В ПК вновь стали преобладать двухвалентные катионы: кальций — 76–91,5%, магний — 19,5–40%, в отдельных разрезах — до 88%. Концентрация натрия и калия составила 1,3–4,5%. Повышенное содержание (до 9–12,5%) одновалентных катионов сохранилось только в насыщенных хлоридными солями разрезах (сква. 3а, гл. 1,75–3,3 м; сква. 7а, гл. 1,5–3,0 м). Емкость ПК глинистых пород в интенсивно промытой части пруда при этом остается низкой — 16,27–19,69 и 6,68–14,69 ммоль/100 г. В террасовой части, где отсутствовали интенсивное засоление и последующий промыв, величина емкости ПК существенно выше (28,0–45,3 ммоль/100 г).

В 1997 г. максимальное содержание хлора в скважине 7б составило 371 мг/100 г при общем снижении концентрации солей в породах (см. рис., разрез 3). При этом надо особо подчеркнуть то, что содержание нефтепродуктов в породах в течение всего срока наблюдений существенных изменений в сторону снижения не претерпело.

Таким образом, данные натурных наблюдений свидетельствуют о том, что в районах воздействия нефтедобывающих предприятий загрязняющие вещества



**Рис.** Изменение содержания хлор-иона в почвогрунтах основания пруда-накопителя нефтепромысловых сточных вод в долине р. Базлык

1–5 породы: 1а – битум, 1б – почва, 2 – глина, 3 – суглинок, 4 – известняк трещиноватый, 5 – обломки известняка; 6 – заторфованность; 7 – уровень воды и глубина скважины (м); 8 – изолиния содержания хлора в поровом растворе (мг/100 г)

в геологической среде сохраняются длительное время, измеряемое несколькими десятками лет.

**Литература:** 1. *Абдрахманов Р. Ф.* Техногенез в подземной гидросфере Предуралья/УНЦ РАН. Уфа, 1993. 208 с. 2. *Абдрахманов Р. Ф., Попов В. Г.* Формирование подземных вод Башкирского Предуралья в условиях техногенного влияния/БНЦ УрО АН СССР. Уфа, 1990. 120 с. 3. *Алекин О. А.* Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 442 с.