УДК 556

О.Л. Павленко
канд. геол.-мин. наук
член ЕСОЭН
Тюменский индустриальный университет
Западно-Сибирский институт проблем геологии нефти и газа[1]
заведующая лабораторией ресурсов термальных и бальнеологических подземных вод
Pavlenko_Olga@tmnsc.ru

Д.А. Хасанов
член ЕСОЭН
Тюменский индустриальный университет
Западно-Сибирский институт проблем геологии нефти и газа[1]
заведующий сектором исследований поглощающих скважин
DAHasanov@tmnsc.ru

Ю.В. Гуляева
Тюменский индустриальный университет
Западно-Сибирский институт проблем геологии нефти и газа[1]
младший научный сотрудник
Bespalova_y@mail.ru

Экологическая коллизия при создании наблюдательной сети на полигоне подземного захоронения отходов

[1]Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 56, каб. 417

В статье приводятся материалы гидрогеологического мониторинга недр на участке подземной закачки отходов, которые свидетельствуют, что иногда наблюдательная скважина, которая призвана лишь давать информацию о состоянии недр, сама является источником загрязнения водоносного горизонта

Ключевые слова: захоронение отходов производства в недра; наблюдательная скважина; поглощающая скважина; загрязнение водоносного горизонта; горный отвод

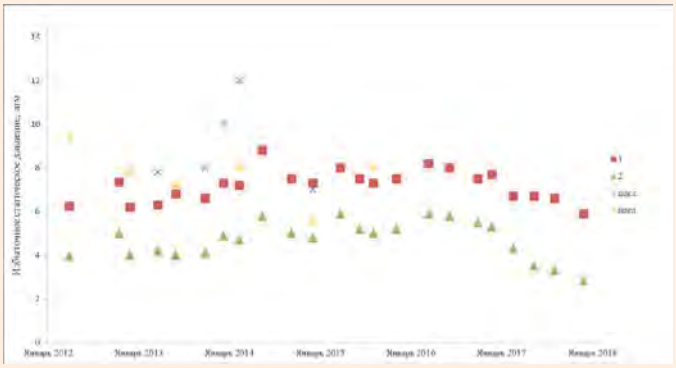
Закачка промышленных стоков в глубокопогруженный пласт является экономически обоснованным способом удаления их из производственного процесса без вреда для окружающей среды. Этот вид недропользования широко используется при разработке месторождений углеводородов в Западной Сибири.

В черте Тюмени расположено промышленное предприятие, которое играет важную роль в энергетической сфере района. Это предприятие имеет лицензию на пользование недрами для закачки засоленных стоков. Участок закачки расположен на территории насосной станции засоленных стоков, он представлен двумя поглощающими скважинами, работающими либо попеременно, либо одновременно (в зависимости от объема стоков, подлежащих закачке). Пункт закачки введен в эксплуатацию в ноябре 2003 г., за период 2003–2018 гг. суммарный объем закачки превысил 190 тыс. м^3.

В соответствии с лицензионными условиями предприятие ведет гидрогеологический мониторинг недр, в рамках которого осуществляется контроль за межпластовыми перетоками и площадным распространением закачиваемых флюидов по созданной сети поглощающих и наблюдательных скважин.

В качестве поглощающего горизонта используется верхнеальб-сеноманский горизонт – верхний горизонт апт-альб-сеноманского водоносного комплекса, развитого на всей территории Западной Сибири, залегающего под почти 600-метровой глинистой толщей, не имеющего углеводородных залежей, но содержащего средне- и высокоминерализованные воды, не использующиеся для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Интервалы перфорации поглощающих скважин находятся на глубине порядка 700–800 м. Наблюдательные скважины контролируют водоносный горизонт пресных подземных вод (скв. № 3), поглощающий горизонт (скв. № 1) и залегающий ниже готерив-баррем-нижнеаптский горизонт (скв. № 2), который на юге Тюменской области используется для добычи подземных минеральных лечебных вод (для бальнеологического использования в водолечебницах, санаториях, для заполнения бассейнов на многочисленных базах отдыха, а также для бутилирования).

Рис. 1.
Статическое давление на наблюдательных скважинах с 2012 г.



Закачиваемые в поглощающую скважину стоки являются средой, агрессивной по отношению к металлу, а закачка под давлением усугубляет процесс разрушения металлических частей скважины. Это может стать причиной проникновения закачиваемых флюидов в водоносный горизонт, не предназначенный для поглощения стоков и используемый для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Тем не менее в настоящее время ситуация с поглощающими скважинами не является критической: гидродинамический и гидрохимический мониторинг подтверждает хорошую защищенность и обособленность горизонта пресных подземных вод.

В то же время данные мониторинга позволили выявить нарушения в техническом состоянии наблюдательных скважин. Рассмотрим эти материалы.

Статическое давление на устье всех скважин, вскрывающих поглощающий горизонт (две поглощающие и одна наблюдательная), примерно одинаковое, порядка 6–8 атм. В поглощающих скважинах оно несколько выше за счет того, что скважины включаются под закачку практически каждый день, и давление не успевает стабилизироваться до статического. Статическое давление на устье наблюдательной скважины на нижезалегающий готерив-баррем-нижнеаптский горизонт почти стабильно на пару атмосфер ниже (***рис. 1***).

Накопленный к настоящему времени фактический материал по химическому составу подземных вод из наблюдательных скважин позволил провести его графический анализ. Как показывают ***рис. 2, 3, 4***, до середины 2000-х гг. химический состав подземных вод из наблюдательных скважин, вскрывающих глубокие горизонты, был стабилен, в нижезалегающем из двух горизонтов минерализация и прочие показатели химического состава были несколько выше, чем в вышележащем (в пределах природной модели с прямой гидрохимической зональностью).

С середины 2000-х гг. начинаются беспорядочные колебания всех показателей, и с 2012 г. наблюдается их параллельное изменение. И хотя исследуемые воды в целом сохраняют свою типовую принадлежность и соотношение основных компонентов, эти изменения наглядно демонстрируют, что закачиваемые стоки при

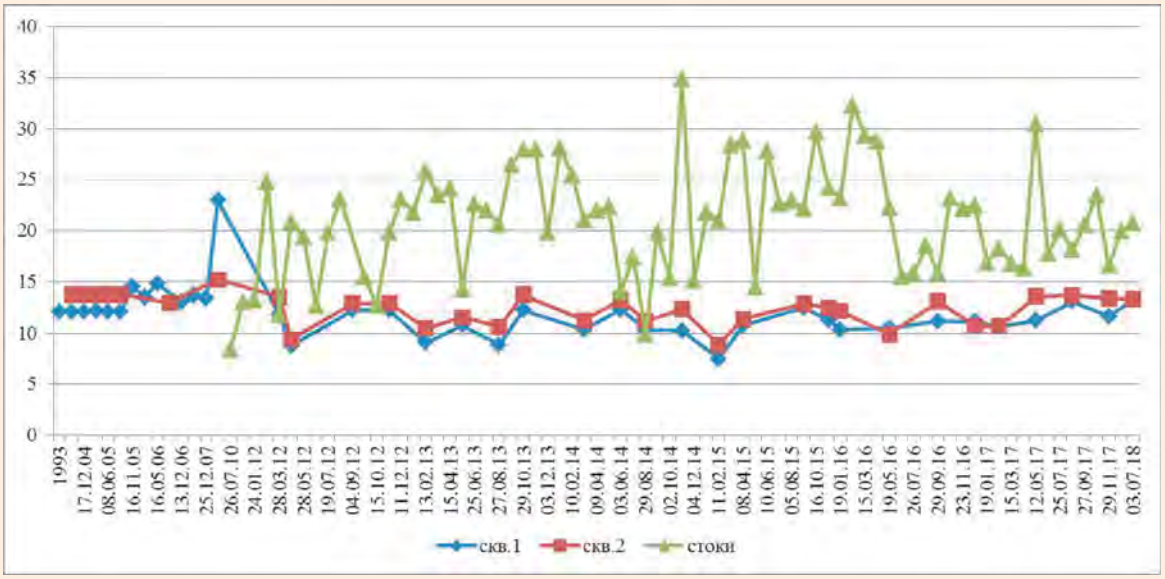


Рис. 2.
Динамика изменений значений минерализации (г/дм³) в стоках, в воде первой и второй наблюдательных скважин с 1993 по 2018 гг.

движении в недрах достигли обеих наблюдательных скважин.

Если в случае с наблюдательной скв. № 1 (на поглощающий горизонт) это объяснение представляется логичным, то такие же синхронные колебания гидрохимических и гидродинамических (***рис. 1***) показателей по скв. № 2 (на нижележащий горизонт) вызывают настороженность: насколько нам известно, апт-альб-сеноманский (поглощающий) и готерив-баррем-нижнеаптский (нижележащий) горизонты в природе не связаны, между ними наличествует регионально выдержанная глинистая прослойка верхнеалымской подсвиты.

В июле 2015 г. на наблюдательных скважинах полигона были проведены исследования технического состояния геофизическими методами (термометрия, определение профиля притока). Согласно этим данным, щелевидный фильтр в скв. № 2 находится выше заявленной глубины: по данным паспорта скважины его глубина составляет 1071–1110 м, и считалось, что он находится в нижнеалымской подсвите (верхи готерив-баррем-нижнеаптского горизонта); фактически же фильтровая часть отбивается на глубине 1065,4–1092,8 м, т.е. верхняя часть фильтра находится в верхнеалымской подсвите (водоупор) и даже в приподошвенной части викуловской свиты (низы апт-альб-сеноманского горизонта). Мощность же фильтровой части не 39 м, как считалось ранее (по паспортным данным), а 27,4 м. Данных о наличии или отсутствии фильтра в нижележащей части в отчете об исследовании технического состояния не приведено.

Отмечается, что приток в скв. № 2 осуществляется только из верхней части фильтра – в интервале 1065,4–1071,4 м. Это объясняется тем, что именно в этой части разреза, в апт-альб-сеномане, идет закачка флюидов в паре десятков метров, и вполне логично, что продвигающийся по пласту закачиваемый флюид разгружается в наблюдательную скважину через верхнюю часть фильтра, расположенную на уровне апт-альб-сеномана.

Надо отметить, что верхний и нижний водоносные горизонты апт-альб-сеноманского водоносного комплекса – верхнеальб-сеноманский (поглощающий) горизонт и верхнеаптский горизонт – разделены локальным водоупором – нижнехантымансийской подсвитой. Гидрохимическая связь этих горизонтов, несмотря на локальную разобщенность, может проявляться в долговременном периоде. Именно поэтому мы наблюдаем изменения в пробах скв. № 2.

Эти изменения в настоящее время нельзя назвать критическими: здесь, как и по скв. № 1, сохраняется типовая принадлежность воды и соотношение основных компонентов. Подземные воды, поступающие на устье скв. № 2, хлоридные натриевые по химическому составу, минерализация составляет 8,9–12,2 г/дм³, нейтральные по водородному показателю (pH = 6,6–7,6). В водах отмечается единичные присутствия сульфатов до 0,19 мг-экв/дм³, гидрокарбонаты содержатся в количестве 2–3 мг-экв/дм³, карбонаты отсутствуют. Содержание нефтепродуктов в основном не превышает установленные нормы СанПиН 2.1.4.1074-01 (0,1 мг/дм³), за исключением одной пробы, где их содержание составляет 0,91 мг/дм³.

Мест нарушений герметичности эксплуатационной колонны, согласно вышеуказанному

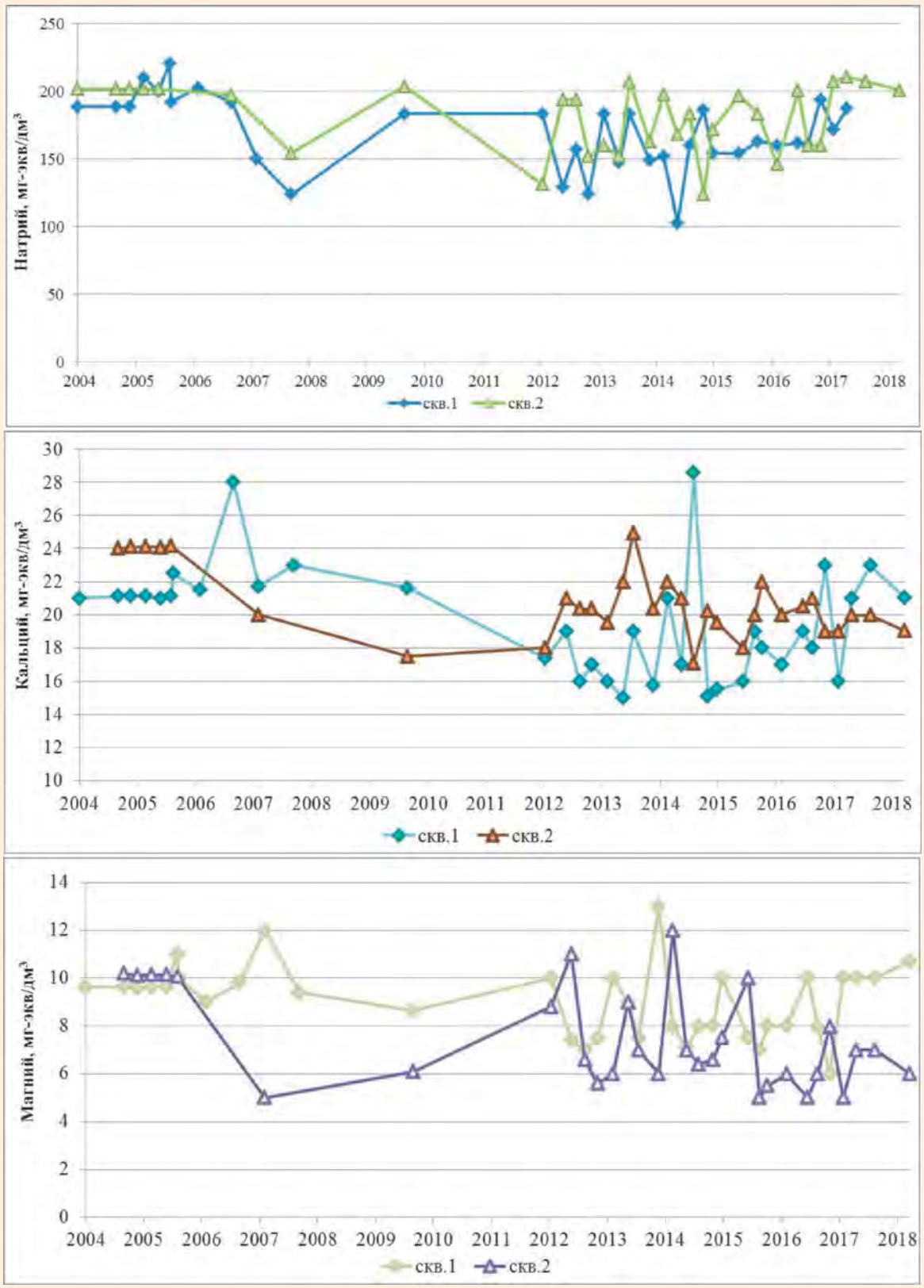


Рис. 3.
Динамика изменений концентрации основных катионов в воде первой и второй наблюдательных скважин с 2004 по 2018 гг.

геофизическому заключению, в скв. № 2 не выявлено. Однако нельзя исключать поступление закачиваемого флюида в нижележащие отложения через фильтровые отверстия и заколон-

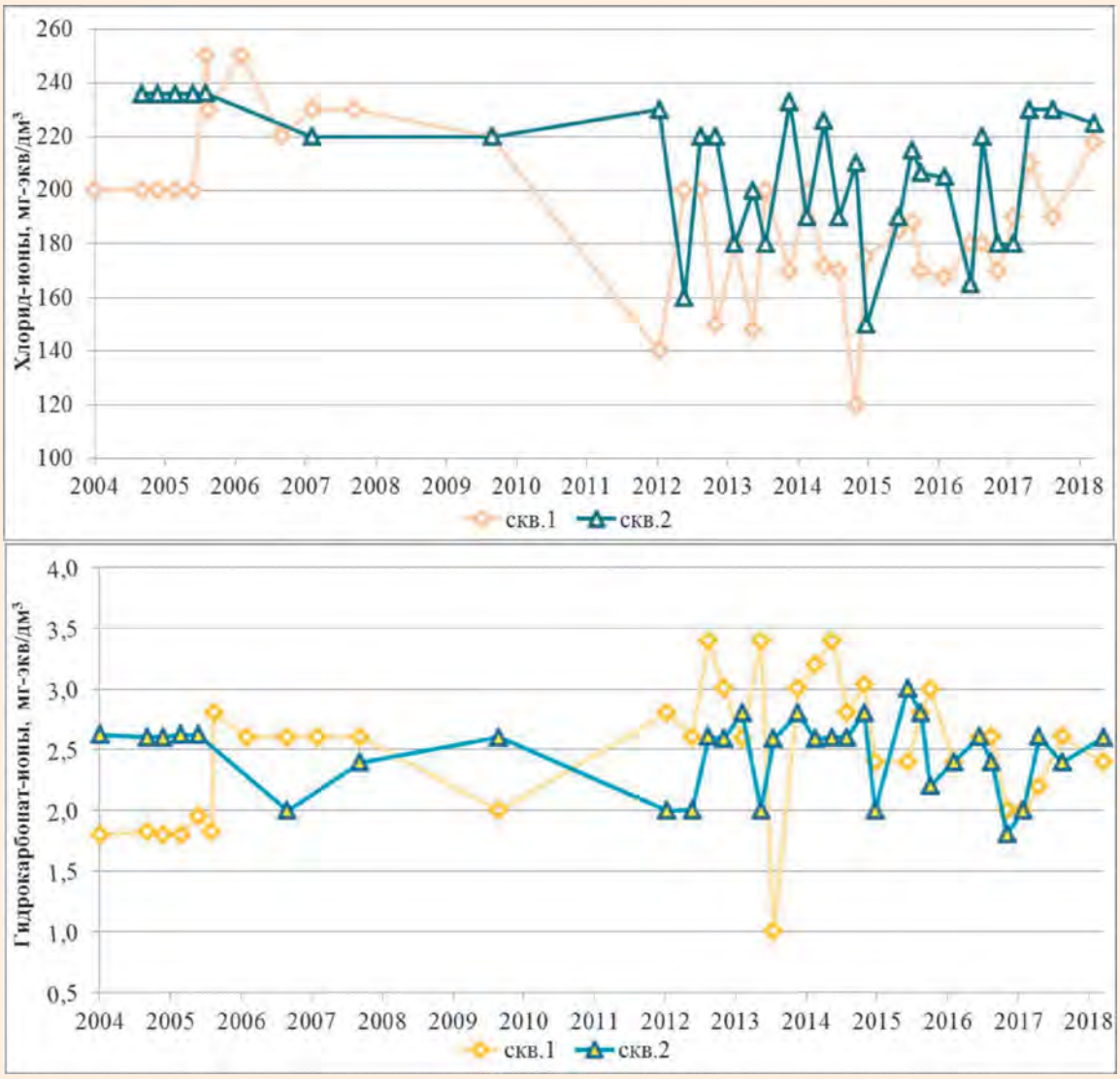


Рис. 4.
Динамика изменений концентрации основных анионов в воде первой и второй наблюдательных скважин с 2004 по 2018 гг.

ные перетоки из-за дефектов цементного камня. А это уже несет риск выхода деятельности по закачке за пределы выделенного горного отвода.

В скв. № 1 отмечена негерметичность выше фильтровой части. Заколонный переток в интервале 760,1–761 м связывается с разрывом колонны. Именно этот интервал дает наибольший приток в скважину (***рис. 5***).

Нами было высказано недропользователю предложение ликвидировать аварийную наблюдательную скв. № 1, прекратить мониторинг нижележащего готерив-баррем-нижнеаптского горизонта, а для ведения наблюдений за поглощающим горизонтом предпринять следующее (***рис. 6***):

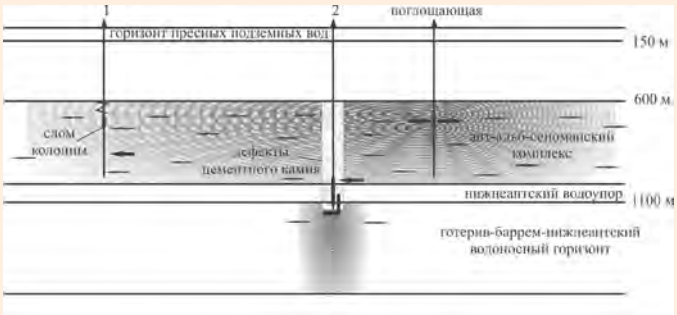
– предотвратить заколонные перетоки тампонированием скв. № 2;

– ликвидировать нижнюю часть наблюдательной скв. № 2 установкой цементного моста на уровне не ниже 1000 м;

– провести перфорацию скв. № 2 в интервале, соответствующем интервалу перфорации поглощающих скважин.

Обратившись к распорядителю недр с просьбой исключить из лицензионных требований наблюдение за нижележащим горизонтом, нед-

Рис. 5.
Предполагаемая схема перетоков



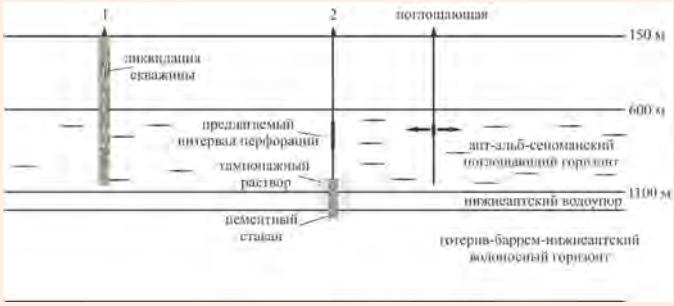


Рис. 6.
Предлагаемая схема переоборудования наблюдательных скважин

ропользователь получил отказ. Какого-либо обоснования этому решению предоставлено не было.

Согласно действующему законодательству, недропользователь обязан обеспечить гидрогеологические наблюдения в пределах горного отвода. В описываемом нами случае горный отвод выделен только до подошвы поглощающего горизонта, наблюдательная скв. № 2 находится за пределами горного отвода. Таким образом, условия лицензии нарушают законодательство.

Учитывая полученный отказ распорядителя фондом недр, недропользователь в дополнение к вышеперечисленным мероприятиям на участке планирует бурение новой наблюдательной скважины на нижезалегающий готерив-баррем-нижнеаптский горизонт. Помимо значительных финансовых расходов на строительство глубокой скважины (а это не один десяток миллионов рублей), у недропользователя возникают прочие риски.

До ближайшей водозаборной бальнеологической скважины – около 5 км. Можно с уверенностью констатировать, что закачиваемые засоленные стоки никогда не достигнут зоны формирования запасов этой скважины. Тем не менее, формально может иметь место загрязнение водоносного горизонта, содержащего минеральные воды, использующиеся для бальнеологических целей, ведь гарантии того, что с новой наблюдательной скважиной не произойдет ничего подобного, нет. Ведение же деятельности вне предоставленного горного отвода является административным правонарушением.

Необходимо как можно скорее отменить решение распорядителя недр о продолжении наблюдений за нижележащим горизонтом. Создание же наблюдательной сети на полигоне закачки, как и в случае гидрогеологического мониторинга при добыче подземных вод, должно обосновываться сложностью геолого-гидрогеологических условий.

UDC 556

O.L. Pavlenko, PhD, Head of the Laboratory for Thermal and Balneological Groundwater Resources, West-Siberian Institute of Problems of the Geology of Oil and Gas[1], Tyumen Industrial University, member of Eurasian Union of Experts of Subsoil USe (EUES), Pavlenko_Olga@tmnsc.ru
D.A. Khassanov, Head of Absorption Well Research Sector, West-Siberian Institute of Problems of the Geology of Oil and Gas[1], Tyumen Industrial University, member of Eurasian Union of Experts of Subsoil USe (EUES), DAHasanov@tmnsc.ru
Yu.V. Goulyaeva, Junior Researcher, West-Siberian Institute of Problems of the Geology of Oil and Gas[1], Tyumen Industrial University, Bespalova_y@mail.ru_

[1]56, Volodarsky str., Tyumen, 625000, Russia.

Environmental Collision in Monitoring Network Creation at the Underground Disposal Sitel

Abstract. The company, which plays an important role in the energy sector of Tyumen, has a license for subsoil use for saline water injection into the upper horizon of the Aptian–Albian–Cenomanian aquifer complex to the depth of about 800 m. Observation wells are monitoring a fresh groundwater horizon, receiving aquifer, and underlying Hauterivian–Barremian–Lower Aptian horizon that is used as a source of medical mineral water. Hydrodynamic and hydrochemical monitoring data made it possible to reveal violations in the technical condition of observation wells, and showed that moving through subsurface, the injected saline water reached both observation wells at the deep horizons, which indicates that the injected liquid spilled over the allocated lease block (and it is an administrative offence). In addition, this entails significant financial expenses for abandonment, repairs and drilling of a new observation well. But there's no guarantee that something like this won't happen to the new well. Although it can be stated with certainty that the injected saline water will never reach the zone of reserves formation of the nearest balneological well located in about 5 km, formally there may be pollution of the aquifer containing mineral waters used for balneological purposes. The purpose of the paper is to show that sometimes an observation well, which is intended only to provide information on the state of the subsurface, is itself a source of aquifer pollution. Therefore, creation of monitoring network at the injection site, similar to the case of hydrogeological monitoring of groundwater production, should not only be declared, but also justified in accordance with complexity of the geological and hydrogeological conditions. But this requires amending a number of existing regulatory documents.

Keywords: disposal of production waste in the subsoil; observation well; observation well; pollution of the aquifer; mining allotment