

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ УДМУРТИИ

Красноперова Светлана Анатольевна

Доцент

Удмуртский государственный университет

krasnoperova_sve@mail.ru

THE ASSESSMENT OF GROUNDWATER QUALITY ON THE EXAMPLE OF THE OIL FIELD OF UDMURTIA

S. Krasnoperova

Summary. The article discusses the problem of groundwater contamination as a result of the activities of the oil industry. Provides an assessment of the hydrogeological protection and the quality of groundwater and springs dedicated to the oil fields of the Udmurt Republic. According to studies in groundwater within the license area, one of the fields in the specified region detected high concentrations of petroleum products, indicating a relatively low degree of hydrogeological protection of underground hydrosphere. In this regard, was highlighted category degree of protection of underground waters of oil fields on the following parameters: depth of groundwater level (capacity of the aeration zone), the structure and lithology of aeration zone rocks, the capacity of low permeable sediments in section of the aeration zone, porosity and permeability of aeration zone rocks of low permeability sediments. It is revealed that main parts, namely, oil, gzu, UPN are located in areas with I–III categories of protection of ground waters that are a priority for planning and carrying out conservation activities for the protection of the environment and sustainability components of geosystems. To determine the nature of migration processes of oil and oil products and other contaminants was sampled during the survey of the underground water springs in the five-kilometer zone of influence of the field. Chemical analysis of the studied water quality on the following parameters: bicarbonates, chlorides, sulphates, hardness, calcium, magnesium, pH, total iron and petroleum products. It is revealed that samples of spring water meet the standards of quality of drinking water according to SANITARY regulations and standards.

Keywords: oil, field, groundwater, hydrogeological protection, environmental pollution.

Аннотация. В статье рассматривается проблема загрязнения подземных вод в результате деятельности нефтедобывающей отрасли. Приводится оценка гидрогеологической защищенности и качества грунтовых вод и родников, приуроченных к нефтяным месторождениям Удмуртской Республики. Согласно проведенным исследованиям в грунтовых водах в пределах лицензионного участка одного из месторождений указанного региона обнаружено превышение содержания нефтепродуктов, что указывает на сравнительно низкую степень гидрогеологической защищенности подземной гидросферы. В связи с этим были выделены категории степени защищенности подземных вод одного из нефтяных месторождений по следующим показателям: глубина залегания уровня грунтовых вод (мощность зоны аэрации), строение и литология пород зоны аэрации, мощность слабопроницаемых отложений в разрезе зоны аэрации, фильтрационно-емкостные свойства пород зоны аэрации слабопроницаемых отложений. Выявлено, что основная часть узлов, а именно, нефтепродукты, ГЗУ, УПН располагаются на территориях с I–III категориями защищенности грунтовых вод, которые являются приоритетными для планирования и проведения природоохранных мероприятий в целях охраны окружающей природной среды и сохранения устойчивости компонентов геосистем. Для определения характера миграционных процессов нефти и нефтепродуктов и других загрязняющих веществ отбирались пробы в процессе обследования водозаборов подземных вод родников в пятикилометровой зоне влияния месторождения. Проведен химический анализ качества исследуемых вод по следующим показателям: гидрокарбонаты, хлориды, сульфаты, жесткость, кальций, магний, pH, железо общее и нефтепродукты. Выявлено, что пробы родниковых вод соответствуют нормативам качества питьевых вод согласно СанПиН.

Ключевые слова: нефть, месторождение, подземные воды, гидрогеологическая защищенность, загрязнение окружающей среды.

В настоящее время наблюдается стремительный рост развития производства и промышленности, которые, в свою очередь, негативно влияют на окружающую природную среду. Уязвимыми в этом отношении являются почвы и участки подземной гидросферы, которые по пищевым трофическим цепям наносят вред биологическим организмам. Основным источником загрязнения указанных объектов исследования является активная деятельность множества

предприятий, связанных с добычей, транспортировкой, переработкой нефти и полезных ископаемых [1–4].

В связи с этим целью нашей работы является оценка степени загрязнения грунтовых вод и почв, приуроченных к территориям нефтяных месторождений Удмуртской Республики, а также разработка природоохранных мероприятий по минимизации нефтяного загрязнения на указанные объекты исследования.



Рис. 1. Обзорная карта Черновского месторождения

Загрязнение подземной гидросферы происходит в основном в процессе фильтрации вредных веществ с поверхности почв. При этом существует несколько видов источников загрязнения: промышленные площадки, на которых используются вещества, обладающие способностью мигрировать с подземными водами; места хранения промышленной продукции и отходов, аварийные процессы, приводящие к разливам нефти и нефтепродуктов, буровые сточные и пластовые воды, шламовые амбары нефтедобывающих предприятий и т.д. Кроме того, по мере просачивания нефти и нефтепродуктов в глубь почвенных горизонтов может происходить трансформация углеводородов в зависимости от температуры и химического состава почв, при этом могут образовываться более токсичные вещества.

Вышеуказанные загрязняющие вещества, по данным результатов геолого-геохимических исследований, способны проникать сквозь многометровые толщи глинистого грунта за сравнительно короткое время. [5, 6], что представляет собой экологическую опасность грунтовых вод, а также, геосистем земной коры, где наблюдаются замедленные процессы самоочистки последних. Опасность заключается еще и в том, что трансформация нефтепродуктов, проникших в подземные воды, может привести к образованию токсичных и канцерогенных веществ, пагубно влияющих на организм человека и экосистем в целом.

Материал и методы

Объектом исследования являются подземные пресные воды и родники, находящиеся в пределах лицензионного участка нефтяного Черновского месторождения и за его пределами. Месторождение расположено на территории Воткинского района Удмуртской Республики, в 15 км СЗ г. Воткинска (железная дорога) и в 70–75 км к СВ от г. Ижевска (железная дорога). В 12 км от месторождения проходит асфальтовая дорога Ижевск — Воткинск. На территории месторождения находится Черновской лесоучасток. Район, в основном, сельскохозяйственный.

Пресные воды, приуроченные к осадочному чехлу исследуемого месторождения, содержатся в четвертичных и уржумских отложениях. В гидрогеологическом отношении зона пресных грунтовых вод или так называемая «зона активного водообмена» с минерализацией до 1 г/дм³ достигает глубины в пределах 150 м на водоразделах и около 30–60 м в долине реки Вотка. На территории исследуемого месторождения проведено рекогносцировочное обследование с опробованием водотоков, действующих водозаборных скважин.

Работа по обследованию эксплуатационных скважин, родников включала в себя сбор и систематизацию фондовых и архивных материалов с последующим по-

левым обследованием. Обследование эксплуатационных скважин выполнялось с целью получения фоновых характеристик качества подземных вод основного водоносного горизонта, как на территории месторождения, так и в радиусе возможного влияния.

В процессе обследования собирались сведения о режиме работы скважин, глубине установки насосов, их марке, сделана привязка скважин, проведена санитарная оценка территории расположения скважин, выяснено наличие или отсутствие I пояса зоны санитарной охраны, отобраны пробы воды на химический анализ. Анализ качества воды в пределах исследуемого месторождения и близлежащих родников проводился в комплексной водно-грунтовой лаборатории ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Удмуртской Республике» в 2017 г.

Отбор, хранение и доставка проб воды осуществлялась в соответствии с ГОСТ Р 51592–2000, нормативных документов на отбор, хранение и транспортировку отдельных элементов, а также требований лабораторий в соответствии с применяемой методикой анализа.

Результаты и их обсуждение

Подземные воды (грунтовые и основной водоносный горизонт).

В наблюдательных скважинах №№ 2Н (куст-2), 5Н (куст-14), 6Н (куст-13), 7Н (куст-3), 10Н (куст-19), 11Н (куст-8) выявлены загрязнения грунтовых вод хлоридами до 5 ПДК и выше, что, вероятно, является следствием размыва шламовых амбаров на территории кустов скважин. Так же наблюдается превышение жесткости, минерализации, окисляемости, железа выше ПДК. В скважинах №№ 5н, 6н, 7н, 10н, 11н наблюдаются повышенные содержания нефтепродуктов. Среднее же содержание нефтепродуктов за отчетный период не превышает ПДК. Загрязнение в плане зависит от линейных размеров источника и характера движения грунтовых вод. По глубине загрязнение ограничено кровлей плотных слабо выветрелых пород уржумского возраста и не превышает 10–12 м.

Выявлено загрязнение основного водоносного горизонта хлоридами (до 2 ПДК в скв. № 80755), в целом отмечается повышенное содержание хлоридов относительно фона. Превышение ПДК наблюдается также по сухому остатку (до 2,8 ПДК), жесткости (до 3,9 ПДК). Согласно проведенным исследованиям в грунтовых водах обнаружено превышение содержания нефтепродуктов (скважина 7н 7,88 мг/дм³ — норма 0,1), что указывает на сравнительно низкую степень гидрогеологической защищенности подземной гидросферы.

На загрязнение последней могут влиять природные, техногенные и физико-химические факторы.

Среди природных факторов выделяют глубину залегания грунтовых вод, фильтрационно-емкостные свойства пород (пористость, проницаемость), литологический состав отложений и т.д.

К техногенным факторам относят производство и их процессы, в результате деятельности которых происходит негативное воздействие на окружающую природную среду. Сюда относятся пруды-отстойники, шламовые амбары, различные аварийные процессы на нефтепроводах, приводящие к загрязнению педосферы и соответственно подземных вод.

От физико-химических факторов зависят миграция и распространение загрязняющих веществ в биогеоценозах, их адсорбционные свойства, период распада, а также химическая и механическая устойчивость к среде.

В нашей работе для определения наименее уязвимых участков загрязнения подземной гидросферы использована методика В.М. Гольдберга [5, 6]. Согласно этой методике, оценка условий защищенности грунтовых вод дается по четырем основным показателям:

- ◆ глубина залегания уровня грунтовых вод (мощность зоны аэрации),
- ◆ строение и литология пород зоны аэрации,
- ◆ мощность слабопроницаемых отложений в разрезе зоны аэрации,
- ◆ фильтрационные свойства пород зоны аэрации и прежде всего слабопроницаемых отложений.

На Черновском месторождении нефти наименее защищен горизонт грунтовых вод в аллювиальных отложениях долины р. Вотка и ее притоков, имеющий I и II категорию защищенности. Кустовые площадки 2, 3, 6, 8, 14, 16, 17, 18, 19, ГЗУ и локальные нефтепроводы расположены на участках имеющих I и II категорию защищенности грунтовых вод. На участках, имеющих IV категорию защищенности, расположены кустовые площадки 7, 13. УПН Черновского месторождения нефти расположена на территории, имеющей III категорию защищенности [7].

Для определения характера миграционных процессов загрязняющих веществ отбирались пробы в процессе обследования водозаборов подземных вод родников в пятикилометровой зоне влияния месторождения. Результаты химических анализов грунтовых вод по данным опробования родников приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты химических анализов по родникам

№№ п/п	Наименование определений	Количество определений	Норма по СанПиН 2.1.4.1074–01	Замеренные величины показателя, от-до (среднее)	Величины показателей с учетом изменений по сезонам года и многолетнем разрезе, от-до
1	2	3	4	5	6
1.	Сухой остаток, мг/дм ³	8 определений	1000,0	178,0–331,0 (226,6)	150,0–400,0
2.	Гидрокарбонаты, мг/дм ³	8 определений	-	189,0–311,0 (250,25)	250,0–400,0
3.	Хлориды, мг/дм ³	8 определений	350,0	<10–21,6 (12,8)	40,0
4.	Сульфаты, мг/дм ³	8 определений	500,0	<50	10,0–50,0
5.	Магний, мг/дм ³	8 определений	-	11,7–30,1 (19,8)	20,0–30,0
6.	Кальций, мг/дм ³	8 определений	-	49,9–437 (102,28)	40,0–55,0
7.	Жесткость, ммоль/дм ³	8 определений	7,0	3,45–5,61 (4,28)	5,0–5,44
8.	рН, доли ед.	8 определений	6–9	7,71–8,48 (8,16)	7,4–8,0
9.	Железо общее, мг/дм ³	2 определения	0,3	<0,1	0,1
10.	Нефтепродукты ПНДФ 14.1:2:4.128–98	8 определений	0,1	<0,005–0,014 (0,0062)	0,1

Экологическое состояние геологической среды в пределах самого месторождения можно оценить как «условно благоприятное». Выявленные очаги загрязнения грунтовых вод нефтепродуктами и рассолами носят локальный характер и обусловлены нарушениями технологической и производственной дисциплины. Для прогноза развития загрязнения и разработки рекомендаций по размещению режимной сети проводилось моделирование процессов фильтрации и переноса загрязнений, по результатам которого установлено, что солевое загрязнение быстро нейтрализуется до безопасных концентраций вследствие разбавления рассолов в процессе их смешения с вмещающими водами. На основе рассматриваемых исследований был сделан вывод, что система мониторинга на разрабатываемых нефтяных месторождениях должна быть не площадной, а локальной, на основе модульного принципа, позволяющего прогнозировать кризисные экологические ситуации [8].

На остальной территории месторождения грунтовые воды относительно чистые. В пятикилометровой зоне влияния исследуемого месторождения геоэкологическая обстановка оценивается как условно благо-

приятная, об этом свидетельствуют данные химического анализа проб родников (табл. 1). Показатели оценки качества воды находятся в пределах допустимых значений в соответствии с нормативными показателями САНПИН.

Заключение

На основании проведенных геохимических и эколого-геологических исследований выявлено, что по степени гидрогеологической защищенности наиболее уязвимыми являются водоносные горизонты в пределах нефтяного месторождения, а именно территории кустовых площадок, нефтепроводов, ГЗУ и УПН с I–III категориями защищенности грунтовых вод. Именно эти территории являются приоритетными для планирования и проведения природоохранных мероприятий.

Для обеспечения защиты водоносных подземных горизонтов при обустройстве и эксплуатации нефтяных месторождений рекомендуется предусмотреть:

- ♦ экологический мониторинг за качеством подземной гидросферы на основе модульного принципа;

- ◆ экологический контроль, включающий изучение литологического и гидрогеологического разреза по стволу пробуренных наблюдательных скважин и время просачивания нефти и нефтепродуктов до границ пресных вод;
- ◆ очистку производственно-дождевых стоков и пластовой воды перед закачкой в систему заводнения;
- ◆ использование коррозионностойких цементов, обеспечивающих герметичность и долговечность крепи скважины;
- ◆ использование адсорбентов для наименее защищенных участков подземных вод, проанализированных согласно методике В.М. Гольдберга [5, 6].

Последняя рекомендация требует необходимой научно обоснованной разработки, в основе которой лежит «принцип коэволюции техногенеза и природной среды». В нашем случае предлагается создавать дополнительные геохимические барьеры по пути просачивания нефти и нефтепродуктов за счет растительных адсорбентов (лузга подсолнечника, шелуха исследованных злаков и т.д.). Они не уступают по качеству дорогостоящим химическим адсорбентам. Их грамотное использование позволит не только снизить значительные затраты и оптимизировать природоохранные мероприятия, но и ввести в оборот отходы сельхозпроизводства в соответствии с системным подходом как в природных экосистемах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Манько А. Экологическая оценка воздействия загрязнений на гидросферу для оптимизации инженерной защиты подземных хранилищ ядовитых веществ // Вестник МГСУ, 2008, № 1, с. 29–31.
2. Димакова Н.А. Шарапов Р.В. Проблема загрязнения подземных вод // Журнал Современные наукоемкие технологии, 2013, № 2, с. 79–82
3. Килин Ю.А., Минькевич И.И. Причины нефтяного загрязнения подземной гидросферы в пермском Прикамье // Пермская система земного шара — 180 лет: сборник научных статей (90-летию геологического факультета посвящается). Под общей редакцией П.А. Красильникова. — Пермь, 2022, с. 154–159.
4. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия / отв. ред. В.И. Осипов. — М., 2001.
5. Гольдберг В.М. Глазда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. — М.: Недра, 1984. 266 с.
6. Гольдберг В.М. Оценка условий защищенности подземных вод и построение карт защищенности // Гидрогеологические основы охраны подземных вод. — М., 1984, с. 171–177.
7. Красноперова С.А. К проблеме гидрогеологической защищенности подземной гидросферы от нефтяного загрязнения // Управление техносферой: электрон. Журнал, 2018, Т. 1, Вып. 2, с. 185–193. URL: <http://f-ing.udsu.ru/technosphere>
8. Маркова И.М. Разработка структурной схемы экологического мониторинга водных объектов на основе модульного принципа // Вестник МГСУ, 2010, с. 100–107.

© Красноперова Светлана Анатольевна (krasnoperova_sve@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»