

УДК 556.38:556.013(571.1)

**ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ
ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО РЕГИОНА
И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ИХ ЗАЩИЩЕННОСТИ**
TECHNOGENIC IMPACT ON YAMAL-NENETS OIL AND GAS PRODUCING REGION
GROUND WATERS AND ASSESSMENT OF THEIR PROTECTION DEGREE

В. А. Бешенцев, Т. В. Семенова

V. A. Beshentsev, T. V. Semenova

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень

Ключевые слова: нефтегазодобывающий регион; техногенное воздействие; водоносный комплекс; загрязнение; защищенность; сточные воды; техногенные факторы
Key words: oil and gas producing region; anthropogenic impact; aquifer complex; pollution; protectability; waste waters; anthropogenic factors

Ямало-Ненецкий автономный округ со второй половины прошлого века является одним из основных нефтегазодобывающих регионов страны.

В регионе сосредоточены более 70 % российских и около 22 % мировых запасов газа, открыто 234 месторождения углеводородного сырья, из которых 72 находятся в промышленной разработке, 19 месторождений подготовлены к эксплуатации. В настоящее время на 146 месторождениях ведутся разведочные работы [1].

В горной части региона (на Полярном Урале) наращивается добыча хромитов, ведется разведка марганцевых, полиметаллических месторождений, золота и платины, камней самоцветного сырья. Повсеместно разрабатываются месторождения песка, щебня для отсыпки дорог и производства строительных материалов.

На территории Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона построены современные города и поселки городского типа: Салехард, Надым, Новый Уренгой, Ноябрьск, Муравленко, Губкинский, Тарко-Сале, Вынгапуровский, Пурпе, Ямбург и другие. Проложено более 1 000 км железных, 4 000 км автомобильных дорог, протянуты тысячи километров газо- и нефтепроводов, линий электропередач (ЛЭП). Увеличиваются добыча и использование водных ресурсов.

Под действием вышеперечисленных факторов техногенного воздействия происходит изменение гидрогеологических условий, трансформация состава и свойств подземных вод, формируются техногенные гидрогеологические системы.

Природные воды региона наиболее уязвимы в тех районах, где интенсивно идет бурение, сооружение и эксплуатация нефтегазовых скважин, а также где расположены объекты по транспортировке и первичной переработке углеводородного сырья. К настоящему времени пробурено большое количество глубоких геологоразведочных скважин, значительное количество которых находится на нераспределенном фонде недр, и скважин, пробуренных более 40 лет назад. Все это представляет серьезную угрозу безопасности промышленных объектов и экологии региона.

Основными источниками загрязнения природных вод являются буровые промышленные жидкости и буровые шламы, утечки углеводородов из трубопроводов, разливы нефти, попутных минерализованных пластовых и сточных вод, химические реагенты на объектах добычи, подготовки, обезвоживания и обессоливания нефти, утечки нефти и газа при авариях на трубопроводах.

Только при добыче нефти используются химические продукты более 150 наименований [2, 3]. Из всех компонентов нефти для организмов и окружающей среды наиболее токсичны ароматические углеводороды (ПАУ), основную массу которых составляют гомологи бензола или нафталина. Многие компоненты нефти даже при очень малых концентрациях и дозах обладают токсичным воздействием на живые организмы. В основном это метановые УВ, ароматические УВ, особенно 3,4-бензапирен, V, Ni, Al, Pb, Co, U, сероводород, меркаптаны.

Вместе с нефтью на поверхность извлекается огромное количество соленых пластовых вод, которые отделяются в процессе деэмульгации нефти и образуют основную долю нефтепромысловых сточных вод. Как свидетельствует статистика, в среднем в мире с 1 тонной добытой нефти извлекается 6 т попутных пластовых вод, высокоминер-

рализованных и экологически опасных [2, 3]. Обычно эти воды используются для поддержания пластового давления, но при аварийных ситуациях они могут проникать в геологическую среду, что приводит к засолению почв и загрязнению пресных поверхностных и подземных вод. Из-за дефектов в обустройстве эксплуатационных нефтяных и газовых скважин, некачественной ликвидации поисковых и разведочных скважин возможны перетоки высокоминерализованных вод, нефтепродуктов и газа из глубоких горизонтов в верхний гидрогеологический комплекс, вмещающий пресные подземные воды. Аналогичные процессы могут происходить при сооружении нагнетательных скважин, используемых для целей захоронения промышленных стоков в недра [4]. Нарушение герметичности затрубного пространства в эксплуатационных нефтяных скважинах может происходить в результате низкого качества цементирования, а также по причине разрушения крепи скважин при обратном промерзании многолетнемерзлых пород. Неправильный ущерб окружающей среде наносит ежегодное сжигание колоссального объема газа на факельных установках. Объемы валовых выбросов загрязняющих веществ от сжигания газа за 2013 г. составили 827,779 тыс. тонн [1].

Вторым по значимости источником техногенного воздействия на пресные подземные воды является жилищно-коммунальный комплекс (ЖКХ). Сточные воды на территории региона являются основным источником загрязнения природных вод. По условиям формирования они подразделяются на три категории: бытовые, промышленные и дождевые. Ежегодно на территории Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона в природные водные объекты сбрасывается более 40 млн м³ сточных вод, их них 3,70 млн м³ — в подземные горизонты [5].

Загрязнение подземных вод связано с инфильтрацией загрязненных стоков из речной сети, полей фильтрации, свалок, с утечкой канализационных стоков из инженерных сооружений. Немаловажную роль в загрязнении играют выбросы в атмосферу промышленных предприятий, выхлопные газы транспорта. От всех загрязненных сточных вод на долю промышленности приходится 50 %, ЖКХ — 47 % и прочие — 3 %.

Серьезную угрозу загрязнения природных вод представляют полигоны промышленных и бытовых отходов. В настоящее время на территории Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона находится 746 объектов размещения отходов (38 полигонов, 20 санкционированных и 27 несанкционированных свалок, 651 прочих объектов, в том числе 632 шламовых амбара) [1].

Благодаря относительной защищенности, наличию в разрезе ММП и супесчано-глинистых отложений, залегающих в кровле водоносных горизонтов, подземные воды, в отличие от поверхностных, загрязняются более медленно, однако происходящий процесс их загрязнения носит необратимый характер.

Под защищенностью подземных вод от загрязнения понимается степень закрытости водоносного горизонта слабопроницаемыми отложениями, препятствующими проникновению загрязняющих веществ с поверхности земли в подземные горизонты [6, 7].

Защищенность подземных вод зависит от многих факторов, которые можно подразделить на три группы: природные, техногенные, физико-химические.

К природным факторам относятся: наличие в разрезе слабопроницаемых пород, глубина залегания подземных вод, мощность зоны аэрации, мощность и фильтрационные свойства перекрывающих пород, соотношение уровней подземных вод различных горизонтов, взаимосвязь подземных и поверхностных вод. Кроме вышеперечисленных факторов в криолитозоне, где находится Ямало-Ненецкий нефтегазодобывающий регион, большую роль играет мерзлое или талое состояние пород. На основании этого определение степени защищенности подземных вод на территории региона проводится с учетом мерзлотных условий.

Техногенные факторы на территории рассматриваемого региона слабо изучены, к ним следует отнести условия нахождения загрязняющих веществ на поверхности земли (хранение отходов в накопителях, шламохранилищах, сброс сточных вод в поверхностные источники и на поля фильтрации и др.), условия и характер проникновения загрязняющих веществ в подземные горизонты [7].

Физико-химические факторы на территории Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона не изучались и требуют дополнительных исследований, к этим факторам относятся специфические свойства загрязняющих веществ, их миграционная способность, сорбируемость, химическая стойкость, взаимодействие загрязняющих веществ с породами и подземными водами.

При оценке защищенности подземных вод рассматриваются качественные и количественные показатели. Первые основаны на природных факторах и оцениваются по сумме условных баллов, вторые — на техногенных и физико-химических факторах на основе определения времени, за которое загрязняющие вещества, фильтрующиеся с поверхности земли, достигнут уровня подземных вод. Количественная оценка обычно производится при детальном исследовании на локальных участках [7].

Основными показателями при оценке природной защищенности подземных вод рассматриваемого региона, в зоне развития ММП, являются строение и мощность ММП, которые исполняют роль криогенного водоупора.

Исследования, проведенные авторами на территории Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона, показали, что к территориям с защищенными водоносными горизонтами и комплексами относятся площади распространения водоносных криогенно-таликовых комплексов четвертичного и эоцен-четвертичного возраста [3, 8]. Эта территория характеризуется мощной зоной аэрации (более 8–10 м) и наличием в ее составе глинистых и суглинистых слоев (более 3 м), в гидродинамическом отношении — это безнапорные и субнапорные воды. Перекрывающая толща представлена преимущественно песками с прослоями глин и алевроитов, суммарная мощность которых иногда достигает 20 м. Однако существующая невыдержанность слабопроницаемых отложений по площади ведет к некоторому ухудшению условий защищенности подземных вод. Тесная гидравлическая связь поверхностных субнапорных вод также снижает степень защищенности последних по площади вне контуров распространения ММП. Территории с незащищенными водоносными комплексами оконтуриваются вдоль рек Обь, Надым, Пур, Таз и их крупных притоков. Это водоносный таликовый четвертичный комплекс, в состав которого входят водовмещающие отложения поймы и первых надпойменных террас. В гидродинамическом отношении — это безнапорные воды с малой мощностью зоны аэрации (обычно меньше 1 м).

На основе анализа гидрогеологических разрезов авторами проведены площадные исследования по оценке качественной характеристики защищенности подземных вод от загрязнения. Проведенные исследования показали, что в группу III (с надежно защищенными подземными водами от загрязнения) отнесены водозаборы и месторождения подземных вод, эксплуатирующие водоносный комплекс, представленный напорными водами и перекрытый многолетнемерзлыми породами различного литологического состава.

К группе II и группе I с условно защищенными и незащищенными подземными водами от загрязнения соответственно, отнесены инфильтрационные водозаборы и месторождения подземных вод, имеющие непосредственную связь с поверхностными водами [9]. При отнесении месторождений и водозаборов в соответствующую группу учитывался преимущественно литологический состав и удаленность водозабора от речной дрены. Данные о степени защищенности подземных вод приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Месторождения подземных вод с утвержденными запасами

Наименование месторождения	Утвержденные эксплуатационные запасы, тыс. м ³ /сутки	Год начала эксплуатации	Расчетный срок эксплуатации	Отбор подземных вод, тыс. м ³ /сутки	Группа по условиям защищенности
Надымское	21,4	1977	25	24,7	III
Харпское	11,0	н.с.	25	5,3	III
Пангодинское	74,0	1972	25	8,31	II
Ныдинское	12,0	1978	25	2,98	II
Щучинское	29,0	не эксп.	25	—	III
Новоуренгойское	100,8	1980	25	46,0	II
Тарко-Салинское	54,0	1990	25	4,4	II
Красноселькупское	10,5	1987	25	1,58	II
Ноябрьское	90,0	1981	25	35,38	II
Муравленковское	60,0	1986	25	14,45	II
Вынгапуровское	20,0	1987	25	2,1	II

Продолжение табл. 1

Наименование месторождения	Утвержденные эксплуатационные запасы, тыс. м ³ /сутки	Год начала эксплуатации	Расчетный срок эксплуатации	Отбор подземных вод, тыс. м ³ /сутки	Группа по условиям защищенности
Уренгойское	13,2	не эксп.	25	–	II
Табьяхинское	4,5	1985	25	0,78	II
Салехардское	20,0	–	25	–	III
Евояхинское	82,1	не эксп.	25	–	II
Тарасовское	60,0	не эксп.	25	–	I
Лонг-Юганское	2,4	1973	25	1,07	II
Пидейяхинское	15,0	не эксп.	25	–	I
Фарафонтьевское	28,6	не эксп.	25	–	I
Ягельное	14,0	1983	25	0,91	II
Вырчинское	9,0	не эксп.	25	–	II
Карантийное	12,6	не эксп.	25	–	II
Халзутаяхинское	15,0	не эксп.	25	–	I
Холмогорское	10,8	не эксп.	25	–	II

Таблица 2

Водозаборы подземных вод с неутвержденными запасами

Наименование водозабора	Год начала эксплуатации	Отбор подземных вод, тыс. м ³ /сутки	Группа по условиям защищенности подземных вод
Красноселькупский	1981	1,65	II
Толькинский	1985	0,886	I
Южно-Русский	1995	3,6	II
Ныдинский	1995	0,96	II
Пангодинский-1	1976	0,41	II
Пангодинский-2	1983	0,447	II
Правохеттинский	1983	1,197	II
Приозерный	1993	0,946	II
Старонадымский	1986	0,5	II
Ягельный	1996	0,936	II
Салехардский	1984	4,8	III
Восточно-Уренгойский	1997	1,8	II
Вынгапуровский	1977	0,452	II
Губкинский	1998	12,546	II
Западно-Таркосалинский-1	1994	0,665	II
Западно-Таркосалинский-2	1995	0,442	I
Крайний	1998	1,768	I
Короотчаевский	1984	2,761	I
Муравленковский-1	1994	2,702	II
Муравленковский-2	1986	0,533	II
Новоуренгойский-1	н.с.	0,432	II
Новоуренгойский-2	1997	1,8	I
Ноябрьский-1	1989	2,608	II
Ноябрьский-2	1978	0,454	II
Пуровский	1983	0,394	II
Пурпейский	1985	0,504	II
Самбургский	н.с.	1,085	II
Стартовый	1991	0,535	I
Суторминский	1998	1,76	II
Ягенетский	1979	0,425	II

Как видно из таблиц 1 и 2, большинство водозаборов в рассматриваемом регионе относятся к группам I и II с условно защищенными и с незащищенными подземными водами от загрязнения, поэтому инженерное освоение криолитозоны Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона необходимо вести с учетом новых технологий, рисков и инженерных решений, направленных на предотвращение негативных техногенных воздействий.

Дальнейшее развитие представлений о защищенности подземных вод региона мы видим в использовании данных о так называемых динамически напряженных зонах литосферы (ДНЗ) [10]. ДНЗ – это активная граница блочного массива, отражающая элемент дизъюнктивной тектоники на дневной поверхности, обозначенная линейamentом [11]. Комплексный анализ геофизических, геологических, гидрогеологических данных и линейamentный анализ позволяют выделять ДНЗ в толще пород. В одних случаях ДНЗ могут быть активными каналами вертикальной фильтрации (как природных растворов, так и техногенных). В других случаях ДНЗ служат гидродинамическими экранами, меняя структуру фильтрационного пространства и направления потоков подземных вод. Учет ДНЗ в ЯНАО в связи с наличием высокой техногенной нагрузки и крайне «чувствительной» геологической среды приобретает особенно важное значение.

Список литературы

1. Доклад «Об экологической ситуации в Ямало-Ненецком автономном округе в 2013 году» / Департамент природно-ресурсного регулирования, лесных отношений и развития нефтегазового комплекса ЯНАО. – Салехард, 2014. – 223 с.
2. Бешенцев В. А. Подземные воды Ямало-Ненецкого автономного округа / Институт геологии и геохимии УрО РАН. – Екатеринбург, 2006. – 149 с.
3. Бешенцев В. А., Иванов Ю. К., Бешенцева О. Г. Экология подземных вод Ямало-Ненецкого автономного округа / Институт геологии и геохимии УрО РАН. – Екатеринбург, 2005. – 165 с.
4. Бешенцев В. А., Семенова Т. В., Павлова Е. И. Захоронение сточных вод на нефтепромыслах севера Западной Сибири (на примере Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона) // Известия вузов. Нефть и газ. – 2014. – № 5. – С. 6-9.
5. Государственный статистический отчет 2-ТП «Водхоз» за 2013 год / НОБВУ. – Тюмень, 2014. – 241 с.
6. Бешенцев В. А., Трофимова Н. С. Охрана подземных вод от загрязнения / Учебное пособие. ТюмГНГУ. – Тюмень, 2013. – 48 с.
7. Гольдберг В. М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. – М.: Недра, 1984. – 257 с.
8. Соколова А. В. «Оценка обеспеченности населения Ямало-Ненецкого автономного округа ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения» / ЗАО ТКГРЭ. – Тюмень, 2001. – 120 с.
9. Бешенцев В. А. Техногенная нагрузка на подземные воды, их санитарное состояние и степень защищенности от загрязнения // Горные ведомости. – Тюмень: ОАО «СибНАЦ», 2008. – № 11. – С. 44-53.
10. Матусевич В. М., Абдрашитова Р. Н. Геодинамическая концепция в современной гидрогеологии на примере Западно-Сибирского мегабассейна // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4 (часть 5). – С. 1157-1160.
11. Радченко А. В., Мартынов О. С., Матусевич В. М. Динамически напряженные зоны литосферы — активные каналы энерго-массопереноса. – Тюмень: Тюменский дом печати, 2009. – 240 с.

Сведения об авторах

Бешенцев Владимир Анатольевич, д. г.-м. н., профессор кафедры «Геология месторождений нефти и газа», Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, тел. 8(3452)390346, e-mail: Jeang@mail.ru

Семенова Татьяна Владимировна, к. г.-м. н., доцент кафедры «Геология месторождений нефти и газа», Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, тел. 8(3452)390346, e-mail: t_v_semenova@list.ru

Information about the authors

Beshentsev V. A., Doctor of Geology and Mineralogy, professor of the chair «Geology of oil and gas fields», Tyumen State Oil and Gas University, phone: 8(3452)390346, e-mail:Jeang@mail.ru

Semenova T. V., Candidate of Science in Geology and Mineralogy of the chair «Geology of oil and gas fields», Tyumen State Oil and Gas University, phone: 8(3452)390346, e-mail:t_v_semenova@list.ru