

УДК 556.388/504.61

ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ ТЕХНОГЕНЕЗА НА ПРИМЕРЕ ТОБОЛЬСКОГО, СРЕДНЕОБСКОГО, ТАЗОВСКОГО БАСЕЙНОВ СТОКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Матусевич В.М., Ковяткина Л.А., Беспалова Ю.В.

*Тюменский государственный нефтегазовый университет, институт геологии
и нефтегазодобычи, Тюмень, e-mail: bespalova_y@mail.ru*

Рассмотрены формы проявления техногенеза подземных вод с позиций выявления главных факторов формирования техногенного гидрогеологического поля на примере Тобольского, Среднеобского и Тазовского бассейнов стока подземных вод. Формирование естественных полей в приповерхностных водоносных горизонтах обусловлено природной физико-географической зональностью и вещественным составом водоносных пород. Современное преобразование гидрогеологического поля протекает под влиянием разнообразной хозяйственной деятельности. Главенствующими факторами в Тобольском бассейне выступают градопромышленные и агропромышленные агломерации, Среднеобский бассейн наиболее нагружен объектами нефтедобывающего комплекса, Тазовский бассейн подвержен наибольшему воздействию со стороны газовой промышленности в условиях криолитозоны. Неоспоримыми последствиями техногенеза являются: загрязнение гидросферы, деградация мерзлоты, развитие экзогенных геологических процессов.

Ключевые слова: техногенное гидрогеологическое поле, водоносный горизонт, качество подземных вод, криолитозона, геологическая среда, бассейны стока

THE DEFINING TEKNOGENEZ'S FACTORS ON THE EXAMPLE OF TOBOLSK, AVERAGE-OBSKOGO, TAZOVSKY OF DRAINAGE BASINS OF UNDERGROUND WATERS

Matusevich V.M., Kovyatkina L.A., Bespalova Y.V.

*Tyumen state oil and gas university, geology and oil and gas production institute,
Tyumen, e-mail: bespalova_y@mail.ru*

Forms of manifestation of a tekhnogenez of underground waters on the example of Tobolsk, Average-Obk and Tazovsky of drainage basins of underground waters are considered. It is made from positions of identification of the main factors of formation of a technogenic hydrogeological field. Formation of natural fields in the near-surface water-bearing horizons is caused by natural physiographic zonality and material structure of the water containing breeds. Modern transformation of a hydrogeological field proceeds under the influence of various economic activity. Gradopromyshlenny and agro-industrial agglomerations are the predominating factors in the Tobolsk basin. The Average – Obsk basin is under pressure of objects of an oil-extracting complex. The Tazovsky basin is subject to bigger influence from the gas industry. It becomes complicated that the Tazovsky basin is in kriolitozona conditions. Indisputable consequences of a tekhnogenez are pollution of the hydrosphere, degradation of permafrost, development of exogenous geological processes.

Keywords: technogenic hydrogeological field, water-bearing horizon, quality of underground waters, kriolitozona, geological environment, drainage basins

В настоящее время особую актуальность приобретают исследования по региональной оценке подверженности подземных вод различным техногенным воздействиям, в результате которых формируются техногенные гидрогеологические системы с различными полями параметров, существенно отличающиеся от природных. Технологические процессы (разведка, бурение, эксплуатация нефтяных скважин, а также хранение, транспортировка и переработка нефти) приводят к нарушению почвенного слоя земли, негативному воздействию на водоемы и подземные воды промывочными жидкостями в процессе бурения, а также хлоридными рассолами и промышленными стоками при закачивании их в пласты для поддержания пластового давления (ППД); накопление всевозможных отходов бурения (шлама, буровых сточных вод, отработанного бурового

раствора), а также аварийные ситуации, когда из-за изношенности оборудования и трубопроводов и несоблюдения технологий происходят разливы нефти и нефтепродуктов, что способствует загрязнению подземных вод и окружающей среды в целом.

Под влиянием различных видов хозяйственной деятельности формируется геологическая среда, подземные воды как ее наиболее активная составляющая почти мгновенно реагируют на любое внешнее воздействие, изучение и контроль состояния подземных вод, особенно вод питьевого качества, помогут сохранить чистоту подземной гидросферы и не допустить кризисных экологических последствий.

Чертами, отличающими техногенное поле от естественных физических полей, являются его гетерогенность и полиморфность [6, 12]. Техногенное поле включает

в себя все признаки существующих физических полей, но в зависимости от способов воздействия человека на недра техногенное поле трансформирует естественные поля, проникая в каждое из них.

Проблема техногенеза, его «прорастание» в геологическую среду ЗСМБ изучена и описана во многих работах [7, 8, 9, 10]. В данной статье акцентировано внимание на факторах техногенного преобразования гидрогеологического поля трех бассейнов стока подземных вод в Западной Сибири: Тобольского, Среднеобского, Тазовского. В каждом конкретном случае прослеживаются определенные связи параметров техногенного поля и определяющих их факторов.

Тобольский бассейн стока характеризуется динамически стремительно развивающимся градостроением. Урбанизированные территории, плотная инфраструктура, результаты жизнедеятельности (свалки, отходы, выхлопы машин, заводов) также оказывают техногенное воздействие на геологическую среду. Это подтверждается ранее проведенными исследованиями авторов в городе Тюмени [1] – самого густонаселенного района области с высоко развитой промышленностью и сельским хозяйством, с мелиоративными комплексами (осушение, орошение) и водохозяйственными сооружениями. Здесь предельно высокие уровни использования природных ресурсов – воды, лесов, земли, минерального строительного сырья, большие объемы промышленных и бытовых отходов (полигоны «Велижанский» и «Московский»), а также выбросов различных вредных веществ в окружающую среду.

В ходе рекогносцировочных обследований в пробах поверхностной воды, отобранной в озере Оброчное, и пробах водных вытяжек обнаружено изменение природного гидрокарбонатно-кальциевого состава вод на хлоридно-натриевые в результате загрязнения. Минерализация повышается до 1,3 г/л. Наиболее высокое содержание хлора (84%, 88%). На наличие хлора в воде и в грунте указывают расположенные близ озера фабрики фирмы «Барс», вода в озере в зимнее время года долго не замерзает, т.к. отходы и стоки ТЭЦ 1 сбрасываются в озеро Оброчное. Идет тепловое и химическое загрязнение поверхностных и грунтовых вод, взаимосвязанных между собой сезонными циклами.

Сравнивая полученные данные с фоновыми значениями, можно сделать вывод о превышении фактически полученных концентраций основных компонентов химического состава вод (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+) относительно природных, их накоплении, в компонентах геологиче-

ской среды и ухудшении экологического состояния последней.

Одной из острых проблем на территории Тюменской области является наличие значительного количества «бесхозных» скважин. Их общее число составляет 777, в том числе 744 скважины никогда не будут использоваться в силу их технического состояния и требуют экстренной ликвидации. Водоподъемное оборудование на таких скважинах снято, устья открыты, часть из них самоизливают. Это создает беспрепятственный доступ в подземные источники загрязняющих веществ [13].

Предопределяющим техногенным фактором в масштабах Среднеобского бассейна стока является загрязнение подземных вод в результате интенсивной эксплуатации нефтегазовых месторождений. Непрерывная закачка в недра Земли излишков подтоварных вод, утилизация сточных вод, а также нагнетание в нефтепродуктивные пласты вод апт-альб-сеноманского комплекса для системы поддержания пластового давления, с каждым годом все больше вносят свои коррективы в концентрационное и гидродинамическое поля Земли. Так, например, по данным [3] на водозаборных участках в районе Самотлорского месторождения произошло снижение уровней в олигоценном водоносном комплексе на 1–1,5 м (с 7–10 метров в 1975–1977 гг. до 8–11,5 метров в 2008 году), на водозаборах КСП-5,16 на 2,4–2,67 м за счет эксплуатации водозабора для целей ППД. Многолетний процесс добычи пресных подземных вод на месторождениях Вартовского нефтегазоносного района сопровождается формированием депрессий уровней данных вод, прослеживающийся в направлении с северо-запада на юго-восток, что способствует проявлению техногенного влияния работы водозаборов на поверхность и формированию мульд оседания земной поверхности.

Наиболее яркие изменения наблюдаются в химическом составе пресных подземных вод верхнечетвертичных отложений, которые происходят в зонах разливов подтоварных соленых вод и рассолов – резкое увеличение минерализации подземных вод, содержание хлоридов, натрия и в незначительной степени кальция, перманганатной окисляемости и общей жесткости, содержания некоторых микрокомпонентов, свойственный составу сильноминерализованных подземных вод.

Загрязнение вод верхней части четвертичного горизонта имеет гетерогенный характер, что проявляется и в наборе компонентов техногенной природы отходов (твердые бытовые отходы) в Вартовском

нефтегазоносном районе установлены аномально высокие концентрации нитратов (205 мг/дм^3), кадмия ($11,3 \text{ мг/дм}^3$) и выше фоновых – по цинку и свинцу.

В Тазовском бассейне стока основными источниками загрязнения природных вод являются буровые промывочные жидкости и буровые шламы, утечки жидких углеводородов и газа из трубопроводов, разливы нефти, попутных минерализованных пластов и сточных вод, химические реагенты на объектах добычи, подготовки, обезвоживания и обессоливания нефти, утечки нефти и газа при авариях на трубопроводах [2, 15]. На участке водозабора одного из объектов подготовки газа с 1991 по 2001 гг. минерализация подземных вод возросла в 3–4 раза, концентрация хлор-иона в 4–5 раз, натрия 8–9, кальция в 10 раз, железа общего в 5–6 раз, реакция от слабощелочной перешла в кислую (с 7,7–8,0 до 4,8–6,3). Вода приобрела сильнейшую агрессивность, при которой насосное оборудование приходило в негодность. При этом химический состав воды из скважин полностью отражает состав промышленных сточных вод. Техногенная трансформация проходила в направлении замещения гидрокарбонат-ионов хлорид-ионами и характеризовалась высокими скоростями. Смена химических классов произошла за 1–1,5 года. Площадь загрязнения межмерзлотного водоносного горизонта составляет 3–5 км². Загрязнение направлено от источника по потоку подземных вод, дренирующихся в гидрографическую сеть р. Ево-Яха.

Селен и бериллий зафиксированы в подземных водах олигоценового водоносного горизонта на водозаборе Новоуренгойского газохимического комплекса в 1996 г.

Загрязнение подземных вод связано с инфильтрацией загрязненных стоков из речной сети, полей фильтрации, свалок, с утечкой канализационных стоков из инженерных сетей.

В региональном плане поверхностные воды в большей мере подвержены промышленному техногенезу (нефтегазодобыче), и в ряд определяемых компонентов должны войти Na^+ (для определения влияния системы ППД); нефтепродукты, фенолы, диэтиленгликоль, метанол, йод, бром и бор. Подземные воды подвержены преимущественно бытовому загрязнению (стоки селитренных зон). Для более детального анализа необходимо расширить круг индикаторов: нефтепродукты, СПАВ, кадмий и др. На водозаборах рекомендуется отстраивать временной тренд для pH и ионов железа. [5].

По данным нефтяных компаний за последние полвека интенсивной разработки месторождений углеводородного сырья граница сплошной мерзлоты продвинулась в северном и северо-восточном направлении

– более чем на сто километров. Данное обстоятельство представляет собой «допинг» в резком ухудшении экологических условий, приобретающих уже геологические масштабы, которые в значительной степени нарушают естественный ход процессов массопереноса вещества и энергии в недра бассейна, вплоть до его поверхности [12]. Фактически каждая скважина, пробуренная в криолитозоне, является масштабным растеплителем, равно как нефте- и газопроводы, проложенные в верхних горизонтах геологического разреза.

Строительство магистральных газопроводов сопровождается активизацией экзогенных геологических процессов (ЭГП). В зоне распространения многолетнемерзлых пород (ММП) активность ЭГП резко возрастает за счет криогенных процессов. Отрицательные формы рельефа техногенного происхождения, не связанные с эрозией, широко распространены вдоль газопровода. Они представлены подтоплениями, просадками грунтов и термокарстом [4].

О деградации мерзлоты свидетельствуют также недавние события на Ямале (воронка в 30 км южнее Бованенковского месторождения). В свою очередь В.П. Мельников считает, что данное явление связано с проникновением в земную кору все больших объемов углекислого газа из-за парникового эффекта. По данным Всемирной метеорологической организации, концентрация CO_2 с начала индустриализации возросла на 25%. При этом пик увеличения показателя пришелся на 2013 год: если предыдущие полвека рост выбросов не превышал 1,2%, то в прошлом году он достиг 2,9% [14].

Выводы

Для каждого бассейна стока характерны свои определяющие факторы формирования техногенного поля. Для Среднеобского бассейна стока ими являются – интенсивная нефтедобыча, транспортировка и переработка сырья, техногенез Тобольского бассейна стока предопределяет урбанизационная нагрузка территории. В Тазовском бассейне стока ведущую роль играет наличие ММП, ее деградация и вытекающие отсюда последствия. Учитывая данные факторы, можно прогнозировать влияние техногенеза на геологическую среду в дальнейшем. При этом особое внимание необходимо уделять ключевым загрязнителям-маркерам, проводить ежегодный мониторинг состояния подземных вод. Рассматривая проблемы техногенеза сквозь призму вышеперечисленных факторов, авторы ставят вопрос о разработке методологического подхода к вопросу о защищенности подземных вод от загрязнения.

Список литературы

1. Беспалова Ю.В. Экологическое состояние геологической среды города Тюмени // Экология России и сопредельных территорий: материалы XIV международной экологической студенческой конференции Новосибирский гос. ун-т. – Новосибирск, 2009. – С. 99–100.
2. Бешенцев В.А. и др. Техногенная нагрузка на подземные воды ЯНАО и оценка степени их защищенности // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – Тюмень, ТюмГНГУ, 2006. – № 2. – С. 116–121.
3. Васильев Ю.В., Вашурин М.В. Гидрогеологические исследования при геодинамическом мониторинге Самотлорского месторождения // Подземные воды Востока России. Материалы Всероссийского совещания по подземным водам востока России (XIX Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока). – Тюмень: Тюменский дом печати, 2009. – 480 с. – С. 125–129.
4. Губарьков А.А., Андреева М.В., Еланцев Е.В., Хомутова А.В. Мониторинг экзогенных геологических и криогенных процессов на газопроводе Южно-Русское НГМ-КС Пургазовская // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – Тюмень, ТюмГНГУ, 2013. – № 2. – С. 22–27.
5. Иванов Ю.К., Бешенцев В.А. Техногенная трансформация состава природных вод Пуровского района ЯНАО // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2006. – № 4. – С. 313–320.
6. Матусевич В.М., Ковяткина Л.А. Нефтегазовая гидрогеология. В 2 ч. Ч. II. Нефтегазовая гидрогеология Западно-Сибирский мегабассейна: учебное пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. – 108 с.
7. Матусевич В.М., Ковяткина Л.А. Техногенные гидрогеологические системы нефтегазоносных районов Западной Сибири // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – Тюмень, ТюмГНГУ, 1997. – № 1. – С. 41–47.
8. Матусевич В.М., Ковяткина Л.А. Техногенное поле и его взаимодействие с физическими полями Земли // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6. – С. 402–406.
9. Матусевич В.М., Ковяткина Л.А. Техногенное поле-главный фактор формирования геологической среды // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – Тюмень, ТюмГНГУ, 2012. – № 3. – С. 6–13.
10. Матусевич В.М., Ковяткина Л.А. Техногенное гидрогеологическое поле как отражение современного состояния геологической среды // Материалы XX Всероссийского совещания по подземным водам Сибири и Дальнего Востока СОРАН. – Иркутск, 2012. – С. 111–116.
11. Матусевич В.М., Рыльков А.В. Глобальное потепление и его возможное влияние на развитие нефтегазового комплекса Западной Сибири // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – Тюмень, ТюмГНГУ, 2013. – № 2. – С. 7–12.
12. Матусевич В.М., Семенова Т.В. Гидрогеологическое поле ЗСМБ и его трансформация под влиянием техногенеза // Подземные воды Востока России: материалы Всероссийского совещания по подземным водам востока России (XIX Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока). – Тюмень: Тюменский дом печати, 2009. – 480 с. – С. 7–13.
13. Чернега Н.В., Данкова И.М. Проблемы недропользования при добыче подземных вод // Подземные воды Востока России: материалы Всероссийского совещания по подземным водам востока России (XIX Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока). – Тюмень: Тюменский дом печати, 2009. – 480 с. – С. 226–229.
14. Чернышева А. Ямы на Ямале // Еженедельная газета научного сообщества. ПОИСК. 17 октября 2014 г. – № 42 (1324). – С. 13.
15. Bepalova Yu.V., Rezanova T.P. Sources of Environment Risks in the Yamal-Nenets Autonomous Area // Proceedings of the Tenth International Conference on Permafrost Salekhard, Yamal-Nenets Autonomous District, Russia June 25–29, 2012 The Fort Dialog-Iset Publisher Tyumen. Ekaterinburg, 2012. Vol. 4/1. – P. 52–53.

References

1. Bepalova Ju.V. Jekologicheskoe sostojanie geologicheskoy sredy goroda Tjumeni // Jekologija Rossii i sopredel'nyh territorij: materialy XIV mezhdunarodnoj jekologicheskoy studencheskoj konferencii Novosibirskij gos. un-t. Novosibirsk, 2009. pp. 99–100.
2. Beshencev V.A. i dr. Tehnogennaja nagruzka na podzemnye vody JaNAO i ocenka stepeni ih zashhishhennosti // Izvestija

vysshih uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz. Tjumen', TjumGNGU, 2006. no. 2. pp. 116–121.

3. Vasil'ev Ju.V., Vashurina M.V. Gidrogeologicheskie issledovanija pri geodinamicheskom monitoringe Samotlorskogo mestorozhdenija // Podzemnye vody Vostoka Rossii. Materialy Vserossijskogo soveshhanija po podzemnym vodam vostoka Rossii (XIX Soveshhanie po podzemnym vodam Sibiri i Dal'nego Vostoka). Tjumen': Tjumenskij dom pečati, 2009. 480 p. pp. 125–129.

4. Gubar'kov A.A., Andreeva M.V., Elancev E.V., Homutova A.V. Monitoring jekzogennyh geologicheskij i kriogennyh processov na gazoprovode Juzhno-Russkoe NGM-KS Purta-zovskaja // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz. Tjumen', TjumGNGU, 2013. no. 2. pp. 22–27.

5. Ivanov Ju.K., Beshencev V.A. Tehnogennaja transformacija sostava prirodnyh vod Purovskogo rajona JaNAO // Geojekologija. Inzhenernaja geologija. Gidrogeologija. Geokriologija. 2006. no. 4. pp. 313–320.

6. Matusevich V.M., Kovjatkina L.A. Neftegazovaja gidrogeologija. V 2 ch. Ch. II. Neftegazovaja gidrogeologija Zapadno-Sibirskij megabassejna: uchebnoe posobie. Tjumen': TjumGNGU, 2010. 108 p.

7. Matusevich V.M., Kovjatkina L.A. Tehnogennye gidrogeologicheskie sistemy neftegazonosnyh rajonov Zapadnoj Sibiri // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz. Tjumen', TjumGNGU, 1997. no. 1. pp. 41–47.

8. Matusevich V.M., Kovjatkina L.A. Tehnogennoe pole i ego vzaimodejstvie s fizicheskimi poljami Zemli // Fundamental'nye issledovanija. 2013. no. 6. pp. 402–406.

9. Matusevich V.M., Kovjatkina L.A. Tehnogennoe pole-glavnyj faktor formirovanija geologicheskoy sredy // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz. Tjumen', TjumGNGU, 2012. no. 3. pp. 6–13.

10. Matusevich V.M., Kovjatkina L.A. Tehnogennoe gidrogeologicheskoe pole kak otrazhenie sovremennoho sostojanija geologicheskoy sredy // Materialy HH Vserossijskogo soveshhanija po podzemnym vodam Sibiri i Dal'nego Vostoka SOРАН. Irkutsk, 2012. pp. 111–116.

11. Matusevich V.M., RyI'kov A.V. Global'noe poteplenie i ego vozmozhnoe vlijanie na razvitie neftegazovogo kompleksa Zapadnoj Sibiri // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz. Tjumen', TjumGNGU, 2013. no. 2. pp. 7–12.

12. Matusevich V.M., Semenova T.V. Gidrogeologicheskoe pole ZSMB i ego transformacija pod vlijaniem tehnogeneza // Podzemnye vody Vostoka Rossii: materialy Vserossijskogo soveshhanija po podzemnym vodam vostoka Rossii (XIX Soveshhanie po podzemnym vodam Sibiri i Dal'nego Vostoka). Tjumen': Tjumenskij dom pečati, 2009. 480 p. pp. 7–13.

13. Chernega N.V., Dankova I.M. Problemy nedropol'zovanija pri dobyče podzemnyh vod // Podzemnye vody Vostoka Rossii: materialy Vserossijskogo soveshhanija po podzemnym vodam vostoka Rossii (XIX Soveshhanie po podzemnym vodam Sibiri i Dal'nego Vostoka). Tjumen': Tjumenskij dom pečati, 2009. 480 p. pp. 226–229.

14. Chernysheva A. Jamy na Jamale // Ezhenedel'naja gazeta nauchnogo soobshhestva. POISK. 17 oktjabrja 2014 g. no. 42 (1324). pp.13.

15. Bepalova Yu.V., Rezanova T.P. Sources of Environment Risks in the Yamal-Nenets Autonomous Area // Proceedings of the Tenth International Conference on Permafrost Salekhard, Yamal-Nenets Autonomous District, Russia June 25–29, 2012 The Fort Dialog-Iset Publisher Tyumen. Ekaterinburg, 2012. Vol. 4/1. pp. 52–53.

Рецензенты:

Бембель С.Р., д.г.-м.н., начальник научно-исследовательского комплексного отдела по управлению выработкой запасов углеводородов научно-исследовательского комплекса по совершенствованию технологий разработки нефтегазовых месторождений Тюменского отделения СургутНИПИнефть ОАО «Сургутнефтегаз», г. Тюмень;

Бешенцев В.А., д.г.-м.н., профессор кафедры «Геология месторождений нефти и газа», Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень.

Работа поступила в редакцию 06.03.2015.