

УДК 556.388 (470.325)

## ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ СТАРООСКОЛЬСКО-ГУБКИНСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

© 2013 А.Н. Петин, Н.Н. Крамчанинов, И.А. Погорельцев, И.М. Уколов

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Поступила в редакцию 20.05.2013

Изучен режим подземных вод Старооскольско-Губкинского промышленного комплекса Белгородской области. Рассмотрен качественный состав основных эксплуатируемых водоносных горизонтов Старооскольско-Губкинского промышленного комплекса. Построена и рассмотрена карта-схема режима подземных вод в техногенно-нарушенных условиях на территории Белгородской области.

Ключевые слова: *режим подземных вод, техногенное воздействие, химический состав, коэффициент фильтрации*

С середины прошлого столетия происходит интенсивное усиление антропогенно-техногенной нагрузки на водные ресурсы области. В настоящее время железорудный бассейн Курской магнитной аномалии является основной сырьевой базой металлургической промышленности Российской Федерации. Территория Белгородской области характеризуется высокоразвитой промышленностью и сельскохозяйственным производством, что приводит к значительной техногенной нагрузке на гидрогеологическую систему, прежде всего на подземные воды, являющиеся единственным источником питьевого водоснабжения населения региона. Интенсивное освоение железорудных месторождений и эксплуатация водоносных горизонтов для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения крупных промышленных центров Белгородской области приводит к значительным изменениям качественного состояния и гидрогеологического режима подземных вод [1-4]. Анализ состояния подземных вод в условиях возрастающего техногенного воздействия за период 2008-2011 гг., расположенных на территории Белгородской области, проводится с учетом многолетних исследований, проводимых филиалом ОАО «Геосанкт-Москва» ТЦ «Белгородгеомониторинг».

Распределение техногенной нагрузки на территории области весьма неравномерное. Наиболее сильное воздействие окружающая

среда испытывает в северо-восточной части области Губкин-Старооскольский горнопромышленный район (в широтном направлении с запада на восток он прослеживается на расстояние около от 55 км в северной части до 25 км в южной части между городами Губкин и Старый Оскол). Площадь выделенной территории около 2300 км<sup>2</sup>. Данный район является самым техногенно нагруженным на территории Белгородской области. На территории района располагается шахта им. Губкина и два карьера (Лебединский и Стойленский) глубиной от 350 до 380 м, два гидроотвала (Березовый Лог и рекультивированный гидроотвал Грачев Лог), два хвостохранилища (Лебединского и Стойленского ГОКов), многочисленные отвалы вскрышных и скальных пород. Переработка добытых руд производится на двух горнообогатительных комбинатах (Лебединском и Стойленском) и на Оскольском электрометаллургическом комбинате (ОЭМК). Кроме горнодобывающих предприятий в Губкин-Старооскольском районе расположены крупные предприятия обрабатывающей промышленности, Старооскольский цементный завод, большое количество предприятий пищевой промышленности. На территории района находится большое количество действующих и строящихся свиноводческих комплексов, молочных ферм, птицеферм. Большое влияние на геологическую среду оказывают городские свалки и очистные сооружения городов Губкин и Старый Оскол.

Высокие темпы развития техногенеза, огромные масштабы освоения и усилившаяся интенсивность эксплуатации территорий приводит к глубоким преобразованиям инженерно-гидрогеологических условий и геологической

---

*Петин Александр Николаевич, доктор географических наук, профессор кафедры географии и геоэкологии. E-mail: petin@bsu.edu.ru*

*Крамчанинов Николай Николаевич, кандидат географических наук, доцент кафедры прикладной геологии и горного дела. E-mail: kramnn@yandex.ru*

*Погорельцев Иван Александрович, аспирант*  
*Уколов Иван Михайлович, аспирант*

среды в целом. В результате под влиянием хозяйственной деятельности существенным образом меняется структура водного баланса территории. Урбанизированные территории являются наиболее ярким примером мощного и, как правило, несбалансированного воздействия на геологическую среду техногенных факторов, весьма часто нарушающих гидрогеологические и геоэкологические условия территории [5]. На территории Губкин-Старооскольского района режим подземных вод формируется в зависимости от естественных факторов: развития гидрографической сети, условий залегания и параметров водоносных горизонтов, рельефа местности, климата, а также в зависимости от искусственных факторов: влияния крупных водозаборов городов Губкин и Старый Оскол, дренажных комплексов и гидротехнических сооружений Лебединского и Стойленского ГОКов. Основными факторами техногенного воздействия на подземные воды на территории области являются следующие:

- отбор подземных вод и сброс стоков в различного типа гидротехнические объекты;
- формирование в водоносных горизонтах депрессионных воронок и куполов растекания;
- загрязнение подземных и поверхностных вод за счет влияния полей фильтрации, отстойников и полей орошения стоками животноводческих комплексов, хвостохранилищ и других гидродинамически активных объектов загрязнения гидрогеологической системы.

Отрицательное влияние объектов Лебединского ГОКа связано как с интенсивным отбором подземных вод системой осушения карьеров, так и с фильтрационными потерями из технических водоемов (хвостохранилище, гидроотвал), что проявляется в трех основных направлениях: истощение запасов подземных вод; подтопление территорий; изменение качества подземных вод. В пределах Лебединского месторождения находится три основных водоносных горизонта:

- безнапорный водоносный горизонт трещиноватых мелов и мергелей коньяк-гуронских отложений;
- водоносный горизонт сеноман-альбских песков;
- рудно-кристаллический водоносный горизонт зоны выветривания докембрийских пород (архей-протерозойский водоносный комплекс).

Повышение уровня подземных вод альб-сеноманского водоносного горизонта за 2011 г. варьирует от 0,13 до 3,5 м. На конец 2011 г. года только на юго-восточном и южном бортах карьера продолжается постепенное понижение уровня подземных вод альб-сеноманского водоносного

горизонта, в основном это результат продвижения карьера в этом направлении, дальнейшие проходки штреков и бурения новых водопонижительных скважин. Снижение уровня альб-сеноманского водоносного горизонта здесь составляют 0,21-0,22 м. Следует отметить, то в предыдущие годы мониторинга наблюдалось повсеместное снижение. В 2008 г. снижение альб-сеноманского водоносного горизонта варьировало от 0,23 м до 1,28 м, в 2009 г. – от 0,58 м до 1,82 м, в 2010 г. – от 0,54 м до 3,23 м.

Водоносный комплекс трещиноватых архей-протерозойских пород приурочен к верхней трещиноватой зоне коры выветривания пород рудно-кристаллического фундамента. Ввиду большой глубины залегания и незначительной водообильности этот комплекс практического значения для водоснабжения не имеет. Но следует отметить, что в скважинах, расположенных на юге и юго-востоке вблизи от карьера, в 2011 г. наблюдалось снижение уровня подземных вод архей-протерозойского водоносного комплекса на 0,13-0,65 м. Повышение уровня подземных вод этого водоносного комплекса до 0,22 м наблюдалось на северо-западе вблизи карьера. В 2009 г. уровень архей-протерозойского водоносного комплекса повсеместно снизился 0,29-0,72 м. В 2010 г. на западном и южном борту снижение уровня в архей-протерозойском водоносном комплексе составляет около 0,29 м, а на северном борту уровень архей-протерозойского водоносного комплекса повысился на 0,3 м. Произведенный в 2011 г. химический анализ подземных вод района влияния предприятий ОАО «Лебединский ГОК», в том числе и водозаборов, расположенных в непосредственной близости от хвостохранилища, не отмечают ухудшения качества воды в альб-сеноманском водоносном горизонте (основной эксплуатационный горизонт в этом регионе). Качество подземных вод соответствует СанПиН 2.1.4.1074-01.

Подземные воды водозаборных сооружений по химическому составу пресные, без вкуса, без запаха, от умеренно жестких – от 4,47 до 5,92 мг-экв/дм<sup>3</sup>, до жестких – 6,5 мг-экв/дм<sup>3</sup>, в органолептическом отношении чистые. Окисляемость вод низкая от 1,2 до 1,92 мг/дм<sup>3</sup>, что также указывает на низкие показатели органического загрязнения. Значение рН составляет 7,3-7,55, что характерно для щелочной среды и для гидрокарбонатно-натриевых вод. Подземные воды водозаборных сооружений, расположенных на территории, прилегающей к хвостохранилищу, по химическому составу пресные без вкуса, без запаха, умеренно жесткие. Содержание сульфатов в водах варьирует от 109-145 мг/дм<sup>3</sup> вблизи хвостохранилища до 21-62 мг/дм<sup>3</sup> на удалении

от него. Так же ведет себя минерализация, она варьирует как и сульфаты от  $713 \text{ мг/дм}^3$  до  $350 \text{ мг/дм}^3$ . Окисляемость составляет от 0,72 до 1,6 мг/л. Содержание нефтепродуктов в водах водозаборов нестабильное и изменяется в пределах от меньше 0,009 до  $0,046 \text{ мг/дм}^3$ , что ниже ПДК. Содержание азотных соединений, железа и кремния незначительное и не превышает ПДК. Низкое содержание в воде фтора характерно не только для водозаборов, но и для фоновых подземных вод района.

Территория ОАО «Стойленский ГОК» с расположенными на ней Стойленским карьером, отвалами, горно-обогадательной фабрикой и хвостохранилищем располагается в 6-8 км юго-западнее г. Старый Оскол в 5-8 км западнее р. Оскол. Влияние карьера и хвостохранилища на изменение уровня режима подземных вод достаточно существенно. На расстоянии порядка 1600 м от карьера коньяк-туронский водоносный горизонт полностью сдренирован. Анализ результатов уровня режима за последние 12 лет (с 1999 по 2011 гг.) свидетельствует, что под влиянием системы осушения карьера СГОКа значительно снизился уровень подземных вод в архей-протерозойском водоносном комплексе (максимальное снижение уровня подземных вод до 8,96 м). Максимальное понижение уровня в подземных водах альб-сеноманского водоносного горизонта за этот же период составляет до 6,14 м. В направлении к хвостохранилищу СГОКа в этом же водоносном горизонте за этот же период времени наблюдался подъем уровня на 6,81 м. Анализ изменения уровней подземных вод в скважинах в отсеках хвостохранилища Стойленского ГОКа свидетельствует о четкой взаимосвязи поверхностных и подземных вод, особенно на участках, примыкающих к буферной емкости и промежуточному отсеку к северу, югу и юго-западу от хвостохранилища. На этих участках наблюдается постепенный подъем уровней подземных вод коньяк-туронского и альб-сеноманского водоносных горизонтов.

Грунтовые воды четвертичного водоносного горизонта формируются, как правило, в линзах и прослоях песка и в опесчаненных суглинках. Уровневый режим в этом водоносном горизонте в пределах промплощадки ГОКа зависит в основном от положения водоупорных отложений и интенсивности питания водоносного горизонта, осуществляемого за счет атмосферных осадков и потерь воды в технологическом цикле предприятий СГОКа. Результаты наблюдений за уровнями подземных вод в турон-коньякском и альб-сеноманском водоносных горизонтах свидетельствуют о существенном изменении естественного уровня режима

подземных вод изучаемых водоносных горизонтов практически по всей территории влияния предприятий СГОКа. На протяжении длительной эксплуатации дренажных систем карьеров Стойленского и Лебединского ГОКов совместно с работой ряда водозаборов подземных вод, сформировалась значительная по размерам депрессионная воронка, распространяющаяся в северо-западном направлении до 25 км. В связи с этим, на участках, прилегающих к Стойленскому карьеру, полностью осушен турон-коньякский водоносный горизонт, а в пределах карьера сдренирован и альб-сеноманский водоносный горизонт порядка 40 м от естественного уровня подземных вод.

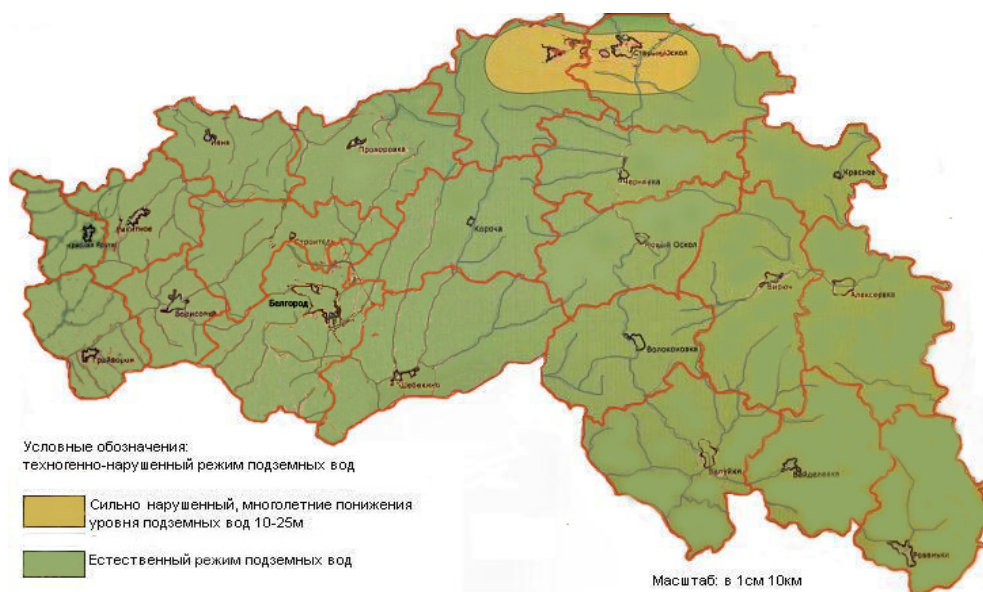
Результаты гидрохимического мониторинга свидетельствуют, что подземные воды турон-коньякского водоносного горизонта в целом пресные, имеют сухой остаток в пределах от 269 до  $543 \text{ мг/дм}^3$ , содержание ионов сульфатов от 5,27 до  $145,78 \text{ мг/дм}^3$ , ионов хлоридов от 5,47 до  $44,22 \text{ мг/дм}^3$ . Иногда в них отмечаются повышенная жесткость до  $7,31-13,24 \text{ мг-экв/дм}^3$ , повышенное содержание общего железа до  $1,20 \text{ мг/дм}^3$  и марганца до  $0,23 \text{ мг/дм}^3$ . За период наблюдений с 2008 по 2011 гг. в турон-коньякском водоносном горизонте отмечается незначительное повышение в водах ионов сульфатов на  $2-27 \text{ мг/дм}^3$ . В целом существенного изменения компонентного состава за эти годы наблюдений не отмечается. Подземные воды альб-сеноманского водоносного горизонта по химическому составу подразделяются на 6 типов: гидрокарбонатные кальциевые, гидрокарбонатные натриево-кальциевые, гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, сульфатно-гидрокарбонатные кальциевые, гидрокарбонатные кальциево-натриевые и сульфатно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые. Подземные воды этого водоносного горизонта в целом пресные, сухой остаток имеет тенденцию к увеличению количества, в 2008-2010 гг. составлял  $275-513 \text{ мг/дм}^3$ , в 2011 г. варьировал от 319 до  $848 \text{ мг/дм}^3$ , содержание ионов сульфатов возросло от  $7,1-35,4 \text{ мг/дм}^3$  в 2009 г до  $17,57-89,17 \text{ мг/дм}^3$  в 2010 г., и с  $13,83$  до  $299,4 \text{ мг/дм}^3$  в 2011 г., ионов хлоридов – от 5,59 до  $65,0 \text{ мг/дм}^3$ . Иногда в них отмечаются повышенная жесткость до  $8,03-12,19 \text{ мг-экв/дм}^3$ , повышенное содержание общего железа до  $0,35-2,73 \text{ мг/дм}^3$ .

Коробковское месторождение железных руд и действующее на его базе горнодобывающее предприятие ОАО «КМАруда» административно находится в 1-4 км восточнее г. Губкин, отделяясь от него ручьем Теплый Колодезь. Железорудное месторождение приурочено к центральной части северо-восточной полосы

Курской магнитной аномалии. На юго-востоке оно граничит с Лебединским железорудным месторождением, на юго-западе – с Салтыковским железорудным месторождением. Коробковское месторождение в настоящее время вскрыто шестью стволами шахты им. Губкина ОАО «Комбинат КМАруда». Анализ многолетних замеров водопритока на горизонте +35 м показывает, что водоприток из выработок этого горизонта за многолетний период наблюдений значительно снизился с 231 м<sup>3</sup>/час в 1965 г. до 200 м<sup>3</sup>/час в 1971 г. и до 110-120 м<sup>3</sup>/час в настоящее время. Причиной снижения водопритоков явилось образование обширной депрессионной воронки в архей-протерозойском водоносном комплексе, которая в 70-е годы соединилась с депрессионной воронкой от работы дренажной системы Лебединского карьера. Общий объем откачиваемой дренажной системой шахты им. Губкина воды составлял в 2011 г. 270 м<sup>3</sup>/час, варьируя в отдельные месяцы от 234 м<sup>3</sup>/час в ноябре до 293 м<sup>3</sup>/час в июле. Всего из шахты за 2011 г. откачано 2365865 м<sup>3</sup> подземной воды. По данным ведения наблюдения за уровнем подземных вод в районе влияния дренажной системы шахты им. Губкина установлено, что за 2011 г. в подземных водах в альб-сеноманском водоносном горизонте по всем скважинам

отмечено устойчивое снижение уровня на 20-82 см. В двух скважинах, пробуренных на архей-протерозойском водоносном комплексе за 2011 г. отмечено снижение уровня подземных вод на 6-23 см, а в третьей – повышение на 28 см.

Особенности современных гидрогеологических условий территории Белгородской области заключаются в интенсивном нарушении природного состояния гидрогеологических подразделений, с одной стороны за счет осушения водоносных горизонтов в зоне влияния дренажных систем и водозаборов, с другой стороны, развития процессов подтопления в зоне влияния гидротехнических сооружений, техногенного и антропогенного загрязнения подземных вод [6]. Интенсивное освоение железорудных месторождений и эксплуатация водоносных горизонтов для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения крупных промышленных центров Белгородской области приводит к значительным изменениям качественного состояния и гидрогеологического режима подземных вод. По результатам анализа составлена карта-схема техногенного нарушения режима подземных вод в зоне влияния Старооскольско-Губкинского промышленного комплекса Белгородской области (рис. 1).



**Рис. 1.** Карта-схема техногенного нарушения режима подземных вод в зоне влияния Старооскольско-Губкинского промышленного комплекса Белгородской области

В связи с осушением обводненных обрабатываемых месторождений железных руд, проведением опытных работ на строящихся рудниках, эксплуатацией крупными водозаборами основных продуктивных водоносных горизонтов, функционированием гидротехнических сооружений (гидроотвалов, прудов-накопителей) в

зоне влияния Старооскольско-Губкинского промышленного комплекса на территории Белгородской области по ряду водоносных горизонтов режим подземных вод значительно нарушен [7]. В результате водопонизительных откачек и работы подземных водозаборов произошло нарушение естественного гидродинамического

режима подземных вод [8]. Для предотвращения дальнейшего техногенного нарушения горизонтов подземных вод необходимо провести мероприятия, которые смогут способствовать ослаблению возрастающей техногенной нагрузки на территории Старооскольско-Губкинского промышленного комплекса. Необходимо провести гидрогеологические исследования полей фильтрации перерабатывающих предприятий, хранилищ отходов рудообогащения. Провести работы по оценке защищенности подземных вод, а также выработать конкретные действия по снижению техногенного воздействия:

- провести работы по оценке запасов на водозаборах Старооскольско-Губкинского промышленного комплекса (как муниципальных, так и водозаборах для водоснабжения предприятий);

- на водозаборах, где отмечается техногенное загрязнение подземных вод, провести оздоровительные мероприятия по всем поясам зон санитарной охраны;

- во избежание истощения и загрязнения подземных вод на эксплуатируемых месторождениях подземных вод и крупных водозаборах организовать режимную сеть на объектовом уровне и проводить наблюдения за уровнем и качеством воды. На водозаборах и месторождениях, имеющих наблюдательную сеть, проводить режимные наблюдения;

- на всех действующих водозаборах вести постоянный учет количества и качества отбираемой воды, иметь для этого необходимое специальное оборудование и соответствующую документацию;

- поддерживать существующую федеральную режимную сеть наблюдательных скважин в рабочем состоянии;

- продолжить работы по обследованию водозаборов подземных вод.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта № 3407.20011 в рамках государственного задания Белгородскому государственному университету на 2013 г.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии (КМА). – М.: Недра, 1972. Т. 2. 480 с.
2. Петин, А.Н. Современное состояние ресурсов питьевых вод в зоне влияния Старооскольско-Губкинского горнопромышленного узла КМА // Проблемы региональной экологии. 2005. № 2. С. 114-118.
3. Петин, А.Н. Минерально-сырьевые ресурсы Курской Магнитной аномалии и экологические проблемы их промышленного освоения // Вестник РУДН Сер. Инженерные исследования. 2006. № 11(12). С. 124-135.
4. Петин, А.Н. Геоэкологическая обстановка и проблемы рационального недропользования в железорудном бассейне КМА // Горный информационно-аналитический Бюллетень. – М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та, 2007, № 6. – С. 315-322.
5. Зецкер, И.С. Подземные воды как компонент окружающей среды. – М.: Научный мир, 2001. 328 с.
6. Квачев, В.Н. Гидрогеологическая стратификация и районирование Белгородской области для целей водоснабжения // Вестник Воронеж. ун-та. Сер. геология. 2004. № 2. С. 194-204.
7. Крамчанинов, Н.Н. Режим подземных вод горнопромышленных районов КМА на территории Белгородской области и их качественный состав // Н.Н. Крамчанинов, А.Н. Петин // Геология, география и глобальная энергия. 2012. № 2. С. 232-241.
8. Смольянинов, В.М. Подземные воды Центрально-Черноземного региона: Условия их формирования и использование: монография. – Воронеж: Изд-во Воронеж. госагроун-та, 2003. 205 с.

## ESTIMATION OF TECHNOGENIC IMPACT ON UNDERGROUND WATERS IN ZONE OF STAROOSKOL-GUBKIN INDUSTRIAL COMPLEX INFLUENCE

© 2013 A.N. Petin, N.N. Kramchaninov, I.A. Pogoreltsev, I.M. Ukolov

Belgorod State National Research University

The underground water regime of Starooskols-Gubkin industrial complex in Belgorod oblast is studied. The qualitative composition of the main exploited aquifers of Starooskol-Gubkin industrial complex was examined. It was constructed and examined the schematic map of underground waters in technogenic-disturbed conditions on the territory of Belgorod oblast.

Key words: *underground waters regime, technogenic impact, chemical composition, filtration coefficient*

*Alexander Petin, Doctor of Geography, Professor at the Department of Geography and Geoecology Department. E-mail: petin@bsu.edu.ru; Nikolay Kramchaninov, Candidate of Geography, Associate Professor at the Department of Applied Geology and Mining Deal. E-mail: kramn@yandex.ru; Ivan Pogoreltsev, Post-graduate Student; Ivan Ukolov, Post-graduate Student*