

8. Parfenov L. M. Tectonics of the Verkhoyansk-Kolyma Mesozoides in the context of plate tectonics / L. M. Parfenov // Tectonophysics. – 1991. – Vol. 139. – P. 319–342.

#### References

1. Konstantinov M. M. Zolotorudnye giganty Rossii i mira / M. M. Konstantinov, E. M. Nekrasov, A. A. Sidorov [i dr.]. – M. : Nauchnyj mir, 2000. – 270 s.
2. Nekrasov E. M. Krupnejšie i krupnye jendogennye zolotorudnye mestorozhdenija, lokalizujuwiesja v svjazi s rudokontrolirujuwimi razlomami vysokih porjadkov / E. M. Nekrasov // Geologija i razvedka. – 2010. – № 4. – S. 30–37.
3. Prokop'ev A. V. Srednepaleozojskij okrainno-kontinental'nyj magmatizm i mezozojskie metamorficheskie sobytija zony sochlenenija Severo-Aziatskogo kratona i Ohotskogo terrejna / A. V. Prokop'ev, A. G. Baharev, H. Toro, Je. L. Miller [i dr.] // Otechestvennaja geologija. – 2003. – № 6. – S. 57–64.
4. Silichev M. K. Geologicheskoe polozenie i osobennosti struktury Nezhdaninskogo zolotorudnogo mestorozhdenija / M. K. Silichev // Geologija rudnyh mestorozhdenij. – 1970. – T. 12, № 3. – S. 96–102.
5. Stognij G. A. Geofizicheskie polja vostochnoj chasti Severo-Aziatskogo kratona / G. A. Stognij, V. V. Stognij. – Jakutsk : Sahapoligrafizdat, 2005. – 176 s.
6. Tektonika, geodinamika i metallogenija territorii Respubliki Saha (Jakutija). – M., 2001. – 571 s.
7. Janovskij V. M. Rudokontrolirujuwie struktury terrigennyh miogeosinklinaliej / V. M. Janovskij. – M. : Nedra, 1990. – 246 s.
8. Parfenov L. M. Tectonics of the Verkhoyansk-Kolyma Mesozoides in the context of plate tectonics / L. M. Parfenov // Tectonophysics. – 1991. – Vol. 139. – P. 319–342.

## РЕЖИМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ КМА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ

*Крамчанинов Николай Николаевич, доцент, Белгородский государственный университет, 308000, Россия, г. Белгород, ул. Победы, 85.*

*Петин Александр Николаевич, профессор, Белгородский государственный университет, 308000, Россия, г. Белгород, ул. Победы, 85.*

*Проанализирован режим подземных вод горнопромышленных районов КМА на территории Белгородской области и их качественный состав. Рассмотрена карта-схема режима подземных вод в естественных и нарушенных условиях на территории Белгородской области.*

*Ключевые слова: техногенное воздействие, режим подземных вод, химический состав воды, водоносный горизонт, коэффициент фильтрации.*

## UNDERGROUND WATER REGIME OF MINING AREAS OF THE KURSK MAGNETIC ANOMALY BELGOROD REGION AND THEIR QUALITATIVE COMPOSITION

*Kramchaninov Nicholay N., Associate Professor, Belgorod State University, 85 Pobeda st., Belgorod, 308000, Russia.*

*Petin Alexander N., Professor, Belgorod State University, 85 Pobeda st., Belgorod, 308000, Russia.*

*The mode of ground-waters and their qualitative composition within mining area of the KMA in Belgorod region have analyzed. Schematic map of groundwater mode in natural and anthropogenically transformed conditions in the Belgorod region is discussed.*

*Key words: technogenic impact, mode of groundwater, water chemistry, aquifer, filtration coefficient.*

Территория Белгородской области характеризуется значительной техногенной нагрузкой на гидрогеологическую систему, прежде всего на подземные воды, являющиеся единственным источником питьевого водоснабжения населения области.

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. Наибольшая нагрузка приходится на горнопромышленные районы области [2].

Характеристика состояния подземных вод в условиях техногенного воздействия горнопромышленных районов КМА, расположенных на территории Белгородской области, проводится с учетом многолетних исследований, проводимых филиалом ОАО «Геоцентр-Москва» ТЦ «Белгородгеомониторинг».

Оцененных прогнозных ресурсов пресных подземных вод на территории Белгородской области – 2200 тыс. м<sup>3</sup>/сут., по отчетным данным ежедневно на территории области извлекается около 756 тыс. м<sup>3</sup>, причем около 40 % составляют дренажные воды 4-х железорудных горнодобывающих предприятий: Лебединского и Стойленского ГОКов, шахты комбината «КМАруда» (шахта им. Губкина) и Яковлевского рудника.

По данным ТЦ «Белгородгеомониторинг», основными факторами техногенного воздействия на подземные воды 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.

Имеются данные о проявлении обширных загрязнений подземных вод за счет неблагоустроенных селитебных зон сельского типа, ненормативно обустроенных городских селитебных и промышленных зон, полигонов захоронения и свалок бытовых и промышленных отходов, крупных навозохранилищ, нефтебаз и складов горюче-смазочных материалов, складов ядохимикатов и удобрений и других объектов [3].

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 (водохранилищ, гидроотвалов, прудов-накопителей) на территории Белгородской области по ряду водоносных горизонтов режим подземных вод значительно нарушен.

Систематические наблюдения за режимом подземных вод на территории области проводятся с 1952 г., с начала открытой разработки железорудных месторождений Курской магнитной аномалии. Первоначально она проводилась на площадях залежей железных руд. Со временем существующая наблюдательная сеть режимных скважин расширялась и возросла с 50 скважин в 1956 г. до 682 скважин в 2008 г. (рис.). В настоящее время наблюдательная сеть охватывает все водоносные горизонты, развитые на территории области и позволяет изучать режим подземных вод как в естественных, так и в нарушенных условиях на различных объектах мониторинга [4].

Основной целью нашего исследования является изучение состояния подземных вод горнопромышленных районов КМА на территории Белгородской области. Охарактеризуем каждый район в отдельности.

**Яковлевский рудник.** Яковлевский рудник располагается на севере Белгород-Шебекинского промышленного района, в 25 км севернее г. Белгорода на западной окраине п. Яковлево в верховьях реки Ворсклы. Здесь подземным (шахтным) способом производится отработка Яковлевского месторождения железных руд.

Гидрогеологические условия Яковлевского месторождения характеризуются значительной сложностью, наличием в разрезе девяти водоносных горизонтов, разделенных на два водоносных комплекса.

При производстве водопонижения на руднике, основными водоносными комплексами, принимающими участие в обводнении месторождения, являются нижнекаменноугольный и архей-протерозойский.

Нижнекаменноугольный водоносный комплекс развит повсеместно и приурочен к толще известняков, переслаивающихся, особенно в нижней части, со сланцевыми и углистыми глинами.

Фильтрационные свойства водоносного горизонта изменяются в широких пределах. Коэффициенты фильтрации составляют 0,01–12,5 м/сут. в зависимости от степени трещиноватости и закарстованности известняков.

Наиболее проницаемы известняки в верхней части толщи, распространенные по площади железорудной полосы, и в северо-восточном направлении от первоочередного участка отработки в висячем боку месторождения.

Проницаемость известняков, залегающих над сланцами лежащего бока, значительно ниже (коэффициент фильтрации изменяется от 0,01 до 2,55 м/сут.). Мощность водоносного горизонта составляет 20–80 м. Нижнекаменноугольный водоносный комплекс гидравлически связан с архей-протерозойским водоносным комплексом. Однако наличие глинистых отложений в подошве каменноугольных пород, мощностью от 0,2 до 31,0 м, и плотных переотложенных руд и карбонатизированных бокситовых образований в кровле архей-протерозойской толщи, мощностью до 60 м, затрудняет взаимосвязь горизонтов. По данным гидрогеологических исследований, над рудной полосой взаимосвязь горизонтов предполагается наибольшей, а за ее пределами она практически отсутствует.

В течение 2008 г. ТЦ «Белгородгеомониторинг» производился отбор проб воды на химические анализы из подземных горных выработок, дренажных и опережающих скважин, а также поверхностных водоемов и водотоков.

По результатам химических анализов, подземные воды шахты имеют состав от гидрокарбонатно-хлоридно-натриевого до хлоридно-гидрокарбонатно-натриевого. Сухой остаток по дренажно-опережающим и разведочным скважинам изменяется от 403 до 1560 мг/л. Содержание хлоридов в воде составляет от 47,0 до 795,79 мг/л. Содержание гидрокарбонатов по скважинам изменяется от 243 до 448 мг/л, содержания сульфатов – от 5,0 до 76,54 мг/л.

Подземные воды, выходы которых приурочены к тектоническим трещинам в гранитном массиве архейского возраста, имеют хлоридно-натриевый состав. Пробы, отобранные в подошве Грузового квершлага характеризуются величиной сухого остатка до 10000 мг/л, содержанием хлоридов до 4839 мг/л, содержанием гидрокарбонатов до 170 мг/л, содержанием иона натрия 2500 мг/л. Сбрасываемые из пруда-отстойника шахтные воды характеризуются сухим остатком до 2622 мг/л при содержании хлоридов до 1393,8 мг/л, железа общего до 1,7–3,154 мг/л, фторидов 0,56 мг/л [5].

*Лебединский ГОК.* Увеличение темпов освоения Лебединского железорудного месторождения, промышленной деятельности в пределах Губкин-Старооскольского горнопромышленного района приводит к изменениям гидрогеологической обстановки.

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.

Режимная сеть гидрогеологических наблюдательных скважин размещена вокруг Лебединского карьера и прилегающей к нему территории, на хвостохранилище, заповеднике «Ямская степь», территории ГБЖ, промплощадке ЛГОКа, на водозаборных сооружениях. Основным объектом ГОКа, оказывающим наиболее существенное непосредственное влияние на режим и баланс подземных вод, является дренажная система Лебединского и Южно-Лебединского карьеров [6].

Система осушения Лебединского и Южно-Лебединского карьеров образует единую систему дренажных выработок и водоотливного оборудования, включающая внешний дренажный контур из сквозных фильтров и состоящих дренажных скважин, подземный дренажный контур из штреков и шахтных стволов, а также внутренний контур осушения из горизонтального прибортового дренажа открытого и закрытого типа со сбросными скважинами и колодцами.

Среднегодовой приток внешнего контура составил в 2008 г. 3688,6 м<sup>3</sup>/ч. Среднегодовой приток внутреннего контура – 3106,7 м<sup>3</sup>/ч. Среднегодовой приток 2008 г. по Лебединскому карьере составил 3221,9 м<sup>3</sup>/ч, по Южно-Лебединскому карьере – 3573,4 м<sup>3</sup>/ч. Всего по карьерам среднегодовой приток в 2008 г. составил 6795,3 м<sup>3</sup>/ч. За 2008 г. дренажной шахтой откачано 59705661,0 м<sup>3</sup> подземной воды.

Существенное влияние на химический состав воды Лебединского месторождения может оказывать хвостохранилище. Сложная система водного баланса хвостохранилища, образовавшаяся в результате смешения различных категорий вод, предопределяет качественный состав в нем. Состав воды в хвостохранилище формируется главным образом за счет технологической воды, поступающей с хвостами и гидровскрышей карьера, а также воды, подаваемой в хвостохранилище для подпитки оборотной системы ГОКа (дренажная вода, вода Старооскольского водохранилища). Эта вода является потенциальным источником загрязнения подземных вод. Противофильтрационный экран, образованный в результате накопления мощного слоя уплотненных тонкодисперсных хвостов с прослоями суглинков толщиной 0,2–0,5 м, является фактором защищенности подземных вод и определяет характер

проникновения загрязняющих веществ в нижележащие водоносные горизонты.

Подземные воды водозаборных сооружений, расположенных на территории, прилегающей к хвостохранилищу, по химическому составу пресные, с минерализацией от 326,2 до 442,2 мг/л, без вкуса, без запаха, умеренно-жесткие. Окисляемость составляет от 0,72 до 1,6 мг/л. Содержание основных компонентов, в том числе железа, азотных соединений, кремния, ниже ПДК [1].

**Стойленский ГОК.** Режимная сеть ОАО «Стойленский ГОК» была сооружена в 1988–1989 гг. Всего было пробурено 20 скважин, из них – 3 скважины на коньяк-туронский водоносный горизонт, 13 скважин на альб-сеноманский водоносный горизонт и 4 скважины на архей-протерозойский водоносный комплекс. В дальнейшем в 2004 и 2005 гг. сеть расширялась путем бурения новых наблюдательных скважин. В настоящее время наблюдения за режимом подземных вод проводятся по 57 скважинам, в том числе 25 скважин на четвертичный водоносный горизонт, 19 скважин на коньяк-туронский водоносный горизонт, 11 скважин на альб-сеноманский водоносный горизонт и 2 скважины на архей-протерозойский водоносный комплекс. К основным объектам ОАО «Стойленский ГОК», оказывающим существенное влияние на гидродинамический режим подземных вод, следует отнести карьер, хвостохранилище и водозаборы подземных вод.

К основным объектам ОАО «Стойленский ГОК», существенным образом влияющим на гидродинамический режим подземных вод, следует отнести карьер, хвостохранилище и водозаборы подземных вод. На юго-западе и западе исследуемой территории располагаются соответственно хвостохранилище и карьер Лебединского ГОКа, также оказывающие влияние на изменение режима подземных вод всех водоносных горизонтов, учитывая их взаимосвязь.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что воды коньяк-туронского водоносного горизонта в общем подразделяются на пять типов: гидрокарбонатные кальциевые, сульфатно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые, гидрокарбонатные натриево-кальциевые, гидрокарбонатные магниевые-кальциевые и гидрокарбонатные магниевые-натриево-кальциевые. К основным типам воды, имеющим наибольшее распространение по площади, в коньяк-туронском водоносном горизонте следует отнести гидрокарбонатный кальциевый и гидрокарбонатный магниевый-кальциевый.



В целом подземные воды коньяк-туронского водоносного горизонта всех вышеупомянутых пяти типов пресные, имеют сухой остаток в пределах 309,0–550,0 мг/л, содержание ионов сульфатов колеблется от 13,90 до 1150,44 мг/л, ионов хлоридов – от 6,25 до 60,85 мг/л.

Воды альб-сеноманского водоносного горизонта на территории влияния Стойленского ГОКа подразделяются на три типа: гидрокарбонатные натриево-кальциевые, гидрокарбонатные кальциевые и сульфатно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые. Воды пресные, имеют сухой остаток в пределах от 313,0 до 531,0 мг/л, содержание ионов сульфатов колеблется от 21,38 до 124,58 мг/л, ионов хлоридов – от 10,10 до 39,78 мг/л.

Химический состав подземных вод коньяк-туронского и альб-сеноманского водоносных горизонтов, несмотря на влияние на них техногенных факторов, свидетельствует об отсутствии в них веществ, существенно превышающих требования, предъявляемые к водам хозяйственного назначения. Исключение составляет превышение в воде на некоторых участках железа общего, в основном за счет преобладания иона железа двухвалентного (до 80 % и более), образование которого происходит в относительно короткий срок. При взаимодействии в нашем случае бессульфидных подземных вод с железом обсадных труб происходит ионная реакция с образованием двухвалентного железа, осаждение которого происходит в течение 2–3 суток.

Подземные воды архей-протерозойского водоносного комплекса изучались по двум скважинам. Вода данного комплекса характеризуется гидрокарбонатно-хлоридным натриево-кальциевым и хлоридно-гидрокарбонатным кальциевым типом. Вода содержит сухой остаток порядка 253,0–292,0 мг/л, сульфаты – до 26,1 мг/л. Характерно повышенное содержание хлоридов до 109,2 мг/л [7].

В целом за предыдущие годы на территории Белгородской области было выявлено 22 очага загрязнения подземных вод.

В более чем половине очагов отмечаются повышенные содержания азотсодержащих соединений (нитраты, нитриты, аммоний). Практически все эти очаги находятся в зоне влияния сельскохозяйственных предприятий или предприятий коммунального хозяйства. Более половины очагов связано с промышленными объектами. По опасности выявленных загрязняющих веществ почти все очаги загрязнены умеренно-опасными веществами. Загрязнения небольшие по площади, не превышают 10 км<sup>2</sup>, но обычно не более 1 км<sup>2</sup>.

Для предотвращения дальнейшего истощения и загрязнения подземных вод необходимы мероприятия по гидрогеологическому исследованию хранилищ отходов рудообогащения, полей фильтрации перерабатывающих предприятий, по оценке и прогнозу защищенности подземных вод, а также конкретные действия по снижению техногенного воздействия.

**Список литературы**

1. Авраменко П. А. Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области / П. А. Авраменко, П. Г. Акулов, Ю. Г. Атанов [и др.] ; под ред. С. В. Лукина. – Белгород, 2007. – 556 с.
2. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии (КМА). – М. : Недра, 1972. – Т. 2. – 480 с.
3. Гидрогеология СССР. Воронежская, Курская, Белгородская, Орловская, Липецкая, Тамбовская области. – М. : Недра, 1972. – Т. 4. – 498 с.
4. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Белгородской области за 2009 г. Государственный мониторинг геологической среды. – Белгород, 2009. – 186 с.
5. Квачев В. Н. Гидрогеологическая стратификация и районирование Белгородской области для целей водоснабжения / В. Н. Квачев // Вестник Воронеж. ун-та. – 2004. – № 2. – С. 194–204. – (Сер. геология).
6. Петин А. Н. Актуальные аспекты использования трансграничных подземных вод региона Курской магнитной аномалии / А. Н. Петин // Вестник Воронеж. ун-та. – 2004. – № 2. – С. 215–217. – (Сер. Геология).
7. Смольянинов В. М. Подземные воды Центрально-Черноземного региона: Условия их формирования и использование : монография / В. М. Смольянинов. – Воронеж : Изд-во Воронеж. госагроун-та, 2003. – 205 с.

**References**

1. Avramenko P. A. Prirodnye resursy i okruzhajuwaja sreda Belgorodskoj oblasti / P. A. Avramenko, P. G. Akulov, Ju. G. Atanov [i dr.] ; pod red. S. V. Lukina. – Belgorod, 2007. – 556 s.
2. Geologija, gidrogeologija i zheleznye rudy bassejna Kurskoj magnitnoj anomalii (KMA). – M. : Nedra, 1972. – T. 2. – 480 s.
3. Gidrogeologija SSSR. Voronezhskaja, Kurskaja, Belgorodskaja, Orlovskaja, Lipeckaja, Tambovskaja oblasti. – M. : Nedra, 1972. – T. 4. – 498 s.
4. Informacionnyj bjulleten' o sostojanii geologicheskoy sredy na territorii Belgorodskoj oblasti za 2009 g. Gosudarstvennyj monitoring geologicheskoy sredy. – Belgorod, 2009. – 186 s.
5. Kvachev V. N. Gidrogeologicheskaja stratifikacija i rajonirovanie Belgorodskoj oblasti dlja celej vodosnabzhenija / V. N. Kvachev // Vestnik Voronezh. un-ta. – 2004. – № 2. – S. 194–204. – (Ser. Geologija).
6. Petin A. N. Aktual'nye aspekty ispol'zovanija transgranichnyh podzemnyh vod regiona Kurskoj magnitnoj anomalii / A. N. Petin // Vestnik Voronezh. un-ta. – 2004. – № 2. – S. 215–217. – (Ser. Geologija).
7. Smol'janinov V. M. Podzemnye vody Central'no-Chernozemnogo regiona: Uslovija ih formirovanija i ispol'zovanie : monografija / V. M. Smol'janinov. – Voronezh : Izd-vo Voronezh. gosagroun-ta, 2003. – 205 s.