

3. Seryakov V. M. Stress determination in rock mass with regard to sequence of deep-level cut-and-fill. *Journal of Mining Science*. 2021. Vol. 57, Iss. 6. pp. 894–900.
4. Eremenko V. A., Khazhyylai Ch. V., Umarov A. R., Lagutin D. V. Quantitative assessment of rock mass stress-strain behavior at Severomuysky Tunnel. *Gornyi Zhurnal*. 2023. No. 1. pp. 58–64.
5. Kocharyan G. G., Zolotukhin S. R., Kalinin E. V., Panasyan L. L., Spungin V. G. Stress-strain state of rock mass in the zone of tectonic fractures in the Korobkov iron ore deposit. *Journal of Mining Science*. 2018. Vol. 54, Iss. 1. pp. 13–20.
6. Pavlov A. M. Prediction of geomechanical behavior of deep-level rock mass in the Zun-Kholba deposit. *GIAB*. 2020. No. 5. pp. 105–114.
7. Mengel D. A. Alteration of initial stress state in the north area of the Sokolov deposit in the course of mining. *GIAB*. 2020. No. 3-1. pp. 138–148.
8. Masev Yu. A., Timofeev D. V. Stress state effect on blasting performance in rock masses. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2002. No. 5(30). pp. 53–54.
9. Kazikaev D. M. Geomechanics of underground ore mining. Moscow : MGGU, 2009. 542 p.
10. Nikolenko P. V., Shkuratnik V. L., Chepur M. D., Koshelev A. E. Using the Kaiser effect in composites for stressed rock mass control. *Journal of Mining Science*. 2018. Vol. 54, Iss. 1. pp. 21–26.
11. Sergeev S. V., Sinita I. V. Geomechanical supervision of underground mining at Kombinat KMAruda. *Gornyi Zhurnal*. 2019. No. 8. pp. 30–33.
12. Khmelinin A. P. Integrated geophysical method for the location of geomechanical measurement wells and their drilling control : Dissertation of Candidate of Engineering Sciences. Novosibirsk, 2014. 165 p.
13. Tyupin V. N. Initiation of residual stress zone during blasting in jointed granite rock mass in operation of Priargunsky Industrial Mining and Chemical Union. *Gornyi Zhurnal*. 2020. No. 10. pp. 60–64.
14. Shkuratnik V. L., Nikolenko P. V. Methods of identification of deflected mode of rock massif : Science and Education Course. Moscow : MGGU, 2012. 12 p.
15. Rasskazov I. Yu., Fedotova Yu. V., Sydyar A. V., Potapchuk M. I. Analysis of induced seismic events in rockburst-hazardous Nikolaevsk deposit. *GIAB*. 2020. No. 11. pp. 46–56.
16. Leizer V. I. System of directed loading and rupture of borehole walls for stress assessment in rock mass. *Gornyi Zhurnal*. 2023. No. 1. pp. 54–58.
17. Adushkin V. V., Kishkina S. B., Kulikov V. I., Pavlov D. N., Anisimov V. N. et al. Monitoring potentially hazardous areas at Korobkovo deposit of the Kursk Magnetic Anomaly. *Journal of Mining Science*. 2017. Vol. 53, Iss. 4. pp. 605–613.
18. Chanyshiev A. I., Abdulin I. M. Stress-Strain behavior of rocks from the measurements of vectors of the Cauchy stresses and displacements at the boundary of an underground excavation. *Journal of Mining Science*. 2021. Vol. 57, Iss. 1. pp. 10-17.
19. Gui Y. L., Zhao Z. Y., Jayasinghe L. B., Zhou H. Y., Goh A. T. C. et al. Blast wave induced spatial variation of ground vibration considering field geological conditions. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2018. Vol. 101. pp. 63–68.
20. Duc-Phi Do, Nam-Hung Tran, Hong-Lam Dang, Dashnor Hoxha. Closed-form solution of stress state and stability analysis of wellbore in anisotropic permeable rocks. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2019. Vol. 113. pp. 11–23.
21. Xia-Ting Feng, Jianpo Liu, Bingrui Chen, Yaxun Xiao, Guangliang Feng et al. Monitoring, warning, and control of rockburst in deep metal mines. *Engineering*. 2017. Vol. 3, Iss. 4. pp. 538–545.
22. Li C. C. Principles of rockbolting design. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. 2017. Vol. 9, Iss. 3. pp. 396–414.
23. De Souza J. C., Da Silva A. C. S., Rocha S. S. Analysis of blasting rocks prediction and rock fragmentation results using split-desktop software. *Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração*. 2018. Vol. 15, No. 1. pp. 22–30.
24. Tyupin V. N. Blasting and Geomechanical Processes in High-Stress Fractured Rock Mass. Belgorod : ID Belgorod NIU BelGU, 2017. 192 p.
25. Tyupin V.N., Rubashkina T.I. Blasting methods of stress state determination in rock mass. *Journal of Mining Science*. 2018. Vol. 54, Iss. 4. pp. 569–574.
26. Tyupin V. N., Ponomarenko K. B. Method to determine rock mass stresses in mining with blasting. *GIAB*. 2022. No. 8. pp. 27–37.
27. Tyupin V. N., Ponomarenko K. B. The character of variation stressed state in mine working after explosion blast-hole when the drifting method. *Marksheyderiya i nedropolzovanie*. 2023. No. 1(123). pp. 52–56.

УДК 550.4:556.388

ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ТЕРРИТОРИЙ В ПРЕДЕЛАХ ЗОН ВЛИЯНИЯ СТОЙЛЕНСКОГО ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

И. И. КОСИНОВА¹, зав. кафедрой, проф., д-р геол.-минерал. наук, kosinova777@yandex.ru

И. М. ИГНАТЕНКО², доцент, канд. техн. наук

А. А. КУРЫШЕВ¹, доцент, канд. геол.-минерал. наук

В. А. БУДАРИНА¹, доцент, канд. юр. наук

¹Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

²Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

Введение

Старооскольский район расположен в южной части Среднерусской возвышенности. В его пределах сосредоточены богатейшие запасы как рудных, так и нерудных (неметаллических) полезных ископаемых Курской магнитной аномалии

Проведены исследования по выявлению специфики трансформации эколого-гидрогеохимической обстановки на территории в пределах зоны влияния Стойленского горнодобывающего комплекса Курской магнитной аномалии. Оценены масштабы химического загрязнения окружающей среды. Для большей части обследуемой территории установлено умеренно-опасное состояние подземных вод. В качестве основных загрязнителей определены свинец и железо.

Ключевые слова: загрязняющие вещества, водоносные горизонты, карьеры, фоновые значения, зона влияния, микрокомпоненты, сельские поселения

DOI: 10.17580/gzh.2023.12.03

(КМА). Железные руды залегают на глубине от 135 м под осадочными разновозрастными породами. На Стойленском ГОКе ежегодно добывают 3,6 млн т богатых руд, 4,8 млн т мела,

пригодного для переработки (ежегодный прирост в 5 млн т использует цементный завод) [1–3]. В месторождениях Стойленское, Лебединское, Коробковское, Гостищевское, Яковлевское, Приоскольское сосредоточено свыше 60 % запасов руд КМА. Отличием Старооскольского горнопромышленного комплекса является его расположение в пределах плотно освоенной и заселенной территории, где земли сельских поселений вплотную примыкают к горному отводу предприятия. Одним из ярких примеров смыкания предприятий горнопромышленной деятельности и аграрных площадей сельских поселений Белгородской области является Долгополянское сельское поселение. Актуальность проведенных исследований определяется длительным по времени и значимым по масштабам воздействием отработки карьеров на подземную гидросферу прилегающих территорий [4–7]. Эколого-гидрогеохимическая оценка процессов трансформации подземных вод является основой разработки системы водоснабжения региона [8, 9].

В пределах разрабатываемого месторождения на докембрийских породах развита позднепротерозойско-раннепалеозойская кора выветривания, сформировавшая в отдельных рудных районах КМА залежи остаточных богатых железных руд, залегающих на окисленных железистых кварцитах [2]. Кристаллический фундамент перекрыт чехлом из осадочных пород девона, юры, мела, палеогена, неогена и четвертичных отложений, являющихся вмещающими породами для водоносных горизонтов (маастрихт-туронского, неоком-аптского) и комплексов (четвертичного, неоген-палеогенового, альб-сеноманского, юрского, девонского, архей-протерозойского).

В пределах Долгополянского сельского поселения для хозяйственно-питьевых целей преимущественно используют четвертичный и альб-сеноманский водоносные комплексы. Оработка Стойленского и Лебединского карьеров в течение более 62 лет привела к значительной трансформации подземной гидросферы [3, 10].

Долгополянское сельское поселение является административно-территориальной единицей в составе Старооскольского района Белгородской области. На северной границе оно граничит с отвалами и хвостохранилищами Стойленского и Лебединского ГОКов. По территории сельского поселения проходит большое число высоковольтных линий электропередач и трубопроводов, которые необходимы для обеспечения горнопромышленной деятельности.

Объекты и методы исследования

Подземные воды в пределах района исследований отбирали из колодцев и 13 водозаборных скважин, являющихся источниками централизованного водоснабжения. Оценка степени химического загрязнения проводят по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и гигиенических исследованиях окружающей среды [11, 12]. Коэффициент концентрации относительно ОДК / ПДК характеризует превышение содержания элемента в пробе:

$$K_{\text{ОДК(ПДК)}} = C_i / \text{ОДК(ПДК)}, \quad (1)$$

где C_i – фактическое содержание i -го химического элемента в пробе, мг/дм³.

Коэффициент концентрации K_{ci} характеризует интенсивность аномалии:

$$K_{ci} = C_i / C_{\text{ф}i}, \quad (2)$$

где $C_{\text{ф}i}$ – фоновое содержание i -го химического элемента в пробе, мг/дм³.

Фоновые значения для исследуемых загрязняющих веществ по подземным водам приняты в соответствии со средним содержанием в подземных водах зоны выщелачивания (ПВЗВ) умеренного климата [13–16].

В процессе эколого-гидрогеохимических исследований оценку проводили по двум схемам: нормирование относительно ПДК; нормирование относительно фоновых значений.

При эколого-гидрогеохимической оценке состояния подземных вод основным оценочным параметром являлось содержание микро- и макрокомпонентов [17, 18]. При этом показатели загрязнения отдельных объектов интерполировали на весь горизонт в пределах исследуемого сельского поселения [19].

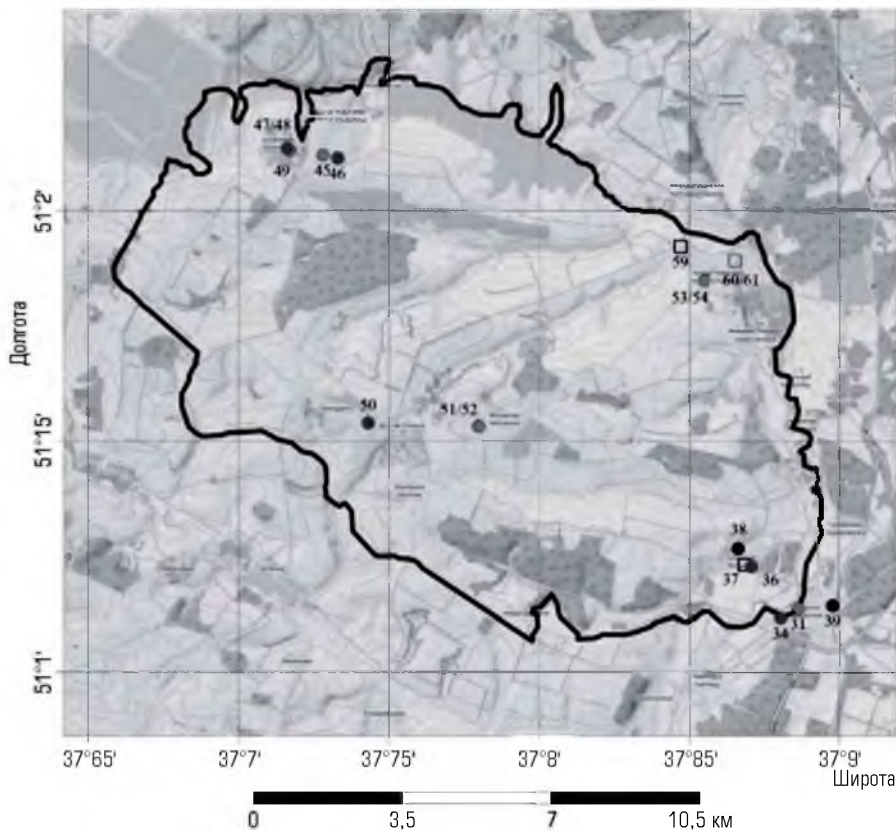
Результаты и их обсуждение

Основными эксплуатационными водоносными комплексами для исследуемой территории являются средневерхнечетвертичный аллювиальный aQ_{IV-III} и альб-сеноманский $Kal-s$ [2]. Частично используется маастрихт-туронский водоносный комплекс aQ_{II-III} . Система водоснабжения включает колодцы и схему централизованной подачи воды из скважин. Каждый населенный пункт Долгополянского сельского поселения имеет собственные источники водоснабжения. Воды средневерхнечетвертичного аллювиального водоносного комплекса эксплуатируются жителями сельского поселения через систему колодцев. Их глубина залегания варьирует от 7 до 15 м. Централизованное водоснабжение осуществляют в основном из альб-сеноманского водоносного комплекса, глубина залегания которого превышает 90 м. Установлено, что 50 % обследуемых колодцев не пригодны для использования по органолептическим и химическим показателям. Для отдельных водоподъемных скважин отмечено отсутствие зон санитарной охраны I пояса.

По результатам обследования территории составлена карта-схема эколого-гидрогеохимической оценки современного состояния объектов водного хозяйства (рис. 1).

Результаты определения макрокомпонентного состава подземных вод представлены на диаграммах Стиффа [20], отражающих эквивалентный состав воды в пунктах опробования.

По химическому составу подземные воды средневерхнечетвертичного аллювиального водоносного комплекса гидрокарбонатные кальциевые, пресные, средней жесткости (жесткость карбонатная), $pH = 7,2 \pm 0,1$. Сухой остаток не превышает 462 мг/л. Окисляемость не превышает нормы (рис. 2). Следует обратить внимание на некоторое защелачивание вод данного горизонта.



- | | |
|--------------------|----------------------------------|
| Состояние колодцев | Состояние зоны санитарной охраны |
| □ Непригодные | ● Неудовлетворительное |
| □ Пригодные | ● Удовлетворительное |
| | ● Централизованная сеть |

Рис. 1. Карта эколого-гидрогеохимической оценки современного состояния объектов водоснабжения Долгополянское сельское поселение.

Село Котеневка расположено в непосредственной близости к отвалам Стойленского ГОКа (рис. 4). В глубине представленного рисунка видны контуры отвалов Стойленского ГОКа.

Глубина водозаборной скважины составляет 120 м. По сведениям местных жителей, ранее вода здесь имела красный цвет, была сильно ожежена. В настоящее время водозабор дополнен станцией водоподготовки по очистке воды от железа.

По химическому составу подземные воды альб-сеноманского водоносного комплекса гидрокарбонатные кальциевые, пресные, средней жесткости (жесткость карбонатная), $pH = 7,2 \div 7,8$. Сухой остаток в пробах не превышает 440 мг/л. Окисляемость находится в пределах нормы (рис. 5).

Большая часть показателей макрокомпонентного состава воды отвечает требованиям нормативов. Превышения наблюдаются по железу и общей жесткости. Несмотря на примененные системы водоподготовки, коэффициент концентрации железа относительно ПДК равен 5. Коэффициент концентрации общей жесткости незначительно превышает 1 (1,13). Повышенное содержание железа и показателя общей жесткости связано с деятельностью железорудного карьера.

Второй метод оценки степени трансформации эколого-гидрогеохимической обстановки базировался на нормировании относительно показателей среднего содержания в подземных водах зон выщелачивания умеренного климата. В результате выявлены динамика макрокомпонентного состава всех исследуемых водоносных комплексов.

Содержание кальция во всех пробах в среднем увеличено в 2–2,5 раза, гидрокарбонатов – в 1,5–2 раза. Превышение содержания магния в 1,5–2 раза относительно ПВЗВ выявлено в средневерхнечетвертичном аллювиальном и альб-сеноманском водоносных комплексах. Наибольший коэффициент концентрации относительно ПВЗВ натрия и калия

Практически все показатели макрокомпонентного состава воды отвечают требованиям нормативов. В северной части территории выявлено повышенное содержание железа. Коэффициент концентрации железа в пробах относительно ПДК составляет 1,73 и 1,33. Обнаружено незначительное превышение по общей жесткости: при ПДК = 7 ммоль/л показатели общей жесткости составили 7,33 и 7,55 ммоль/л ($K_{ПДК} = 1,05; 1,08$). В колодцах обнаружен землистый запах, который составляет 3 балла при ПДК, равной 2 баллам. Такие показатели могут быть вызваны тем, что колодцы используют нерегулярно, только для технических целей в связи с наличием централизованного водоснабжения.

Водоснабжение с. Шмарное, входящего в Долгополянское сельское поселение, осуществляется из маастрихт-туронского водоносного комплекса, залегающего на глубине 30–50 м. По химическому составу подземные воды данного комплекса гидрокарбонатные кальциевые, пресные, средней жесткости (жесткость карбонатная), $pH = 7,3 \div 7,7$. Сухой остаток в пробах не превышает 444 мг/л. Окисляемость находится в пределах нормы (рис. 3). Почти все показатели макрокомпонентного состава воды отвечают требованиям нормативов. Коэффициент концентрации железа относительно ПДК равен 1,10. Превышение содержания железа является характерной особенностью подобных железорудных районов.

Опробование альб-сеноманского водоносного комплекса осуществляли по скважинам водоснабжения отдельных сел.

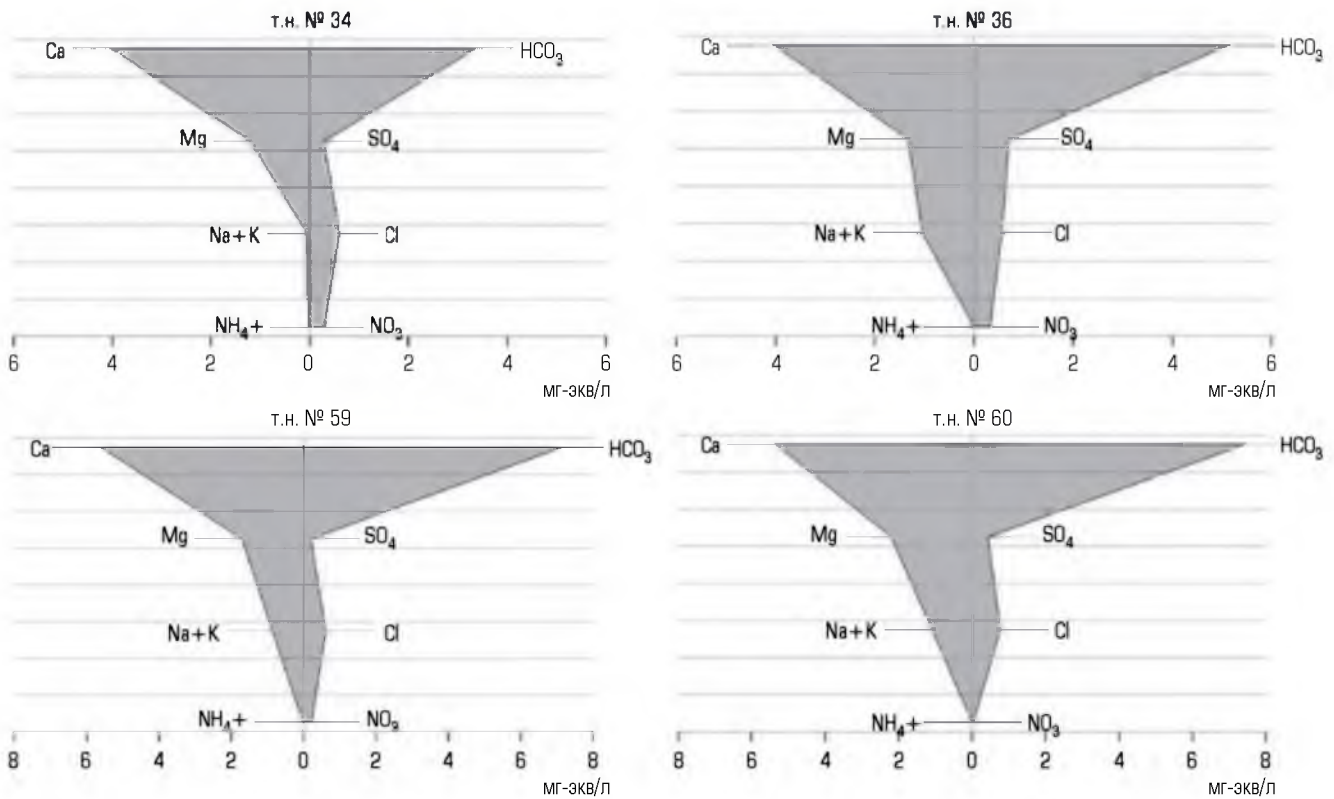


Рис. 2. Макрокомпонентный состав подземных вод средневерхнечетвертичного аллювиального водоносного комплекса аQ_{II-III} Долгополянского сельского поселения (диаграммы Стиффа)

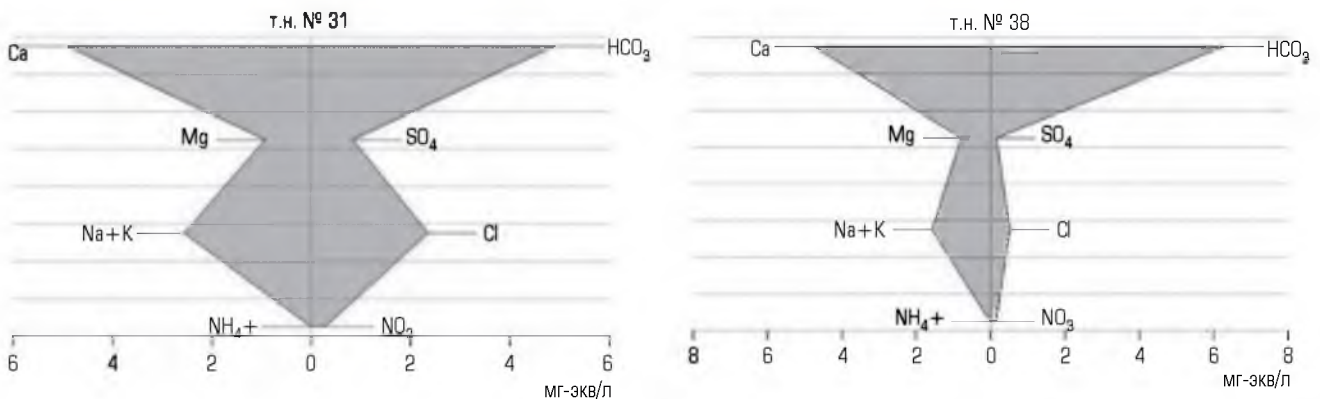


Рис. 3. Макрокомпонентный состав подземных вод маастрихт-туронского водоносного комплекса аQ_{II-III} Долгополянского сельского поселения (диаграммы Стиффа)

в средневерхнечетвертичном водоносном горизонте незначителен и практически равен 1,05, максимальный коэффициент концентрации в маастрихт-туронском водоносном комплексе составляет 2,47, в альб-сеноманском водоносном горизонте максимальное значение $K_{\text{ПВЗВ}} = 1,66$. Коэффициент концентрации сульфатов варьирует от 1,13 до 2,25. Содержание хлора в среднем увеличено в 1,5 раза при максимуме $K_{\text{ПВЗВ}} = 5,25$. Высокое содержание нитратов установлено в средневерхнечетвертичном водоносном горизонте, коэффициент концентрации

варьирует от 6,48 до 9,39. В маастрихт-туронском водоносном комплексе по содержанию нитратов $K_{\text{ПВЗВ}} = 8,17$. В пределах альб-сеноманского горизонта содержание нитратов почти не превышает фоновых значений.

Подобные показатели свидетельствуют о заметном техногенном преобразовании подземных вод в районе исследования. Освоение железорудных месторождений и создание сопутствующей инфраструктуры привели к изменению естественного режима подземных вод. Формирование

депресссионных воронок и активизация процессов выщелачивания обусловили увеличение содержания макрокомпонентов относительно фоновых значений.

Результаты исследований микрокомпонентного состава подземных вод представлены в **табл. 1**.

Относительно ПВЗВ наблюдается существенное превышение концентраций микроэлементов в анализируемых пробах для средневерхнечетвертичного аллювиального и, в особенности, альб-сеноманского водоносных комплексов (**табл. 2**).

Сравнительная оценка концентрации микрокомпонентов в подземных водах средневерхнечетвертичного аллювиального и альб-сеноманского водоносного комплексов представлена на **рис. 6**.

Коэффициент концентрации стронция относительно ПВЗВ варьирует от 11,70 до 19,32. Максимальный коэффициент концентрации бария составляет 5,77. Содержание свинца превышено относительно фоновых значений в 2–4 раза. Очень высокое содержание цинка отмечено в трех пробах, максимальная концентрация наблюдается в пробе № 48 ($K_{ПВЗВ} = 13,95$). Коэффициент концентрации никеля варьирует от 3,33 до 4,67, меди – от 2 до 6,6. Содержание хрома увеличено только в пробе № 54 ($K_{ПВЗВ} = 2,33$). В качестве основных загрязняющих элементов выделены: стронций (максимальный $K_K=18$), цинк (максимальный $K_K=14$), медь (максимальный $K_K=7$). Высокое содержание стронция



Рис. 4. Водозабор с. Котеневка со станцией по водоподготовке

предположительно связано с породами карбонатной серии. В диапазоне превышения K_K от 5 до 6 располагаются барий, никель и свинец. Причины данных аномалий будут установлены после эколого-гидрогеохимических исследований подземных

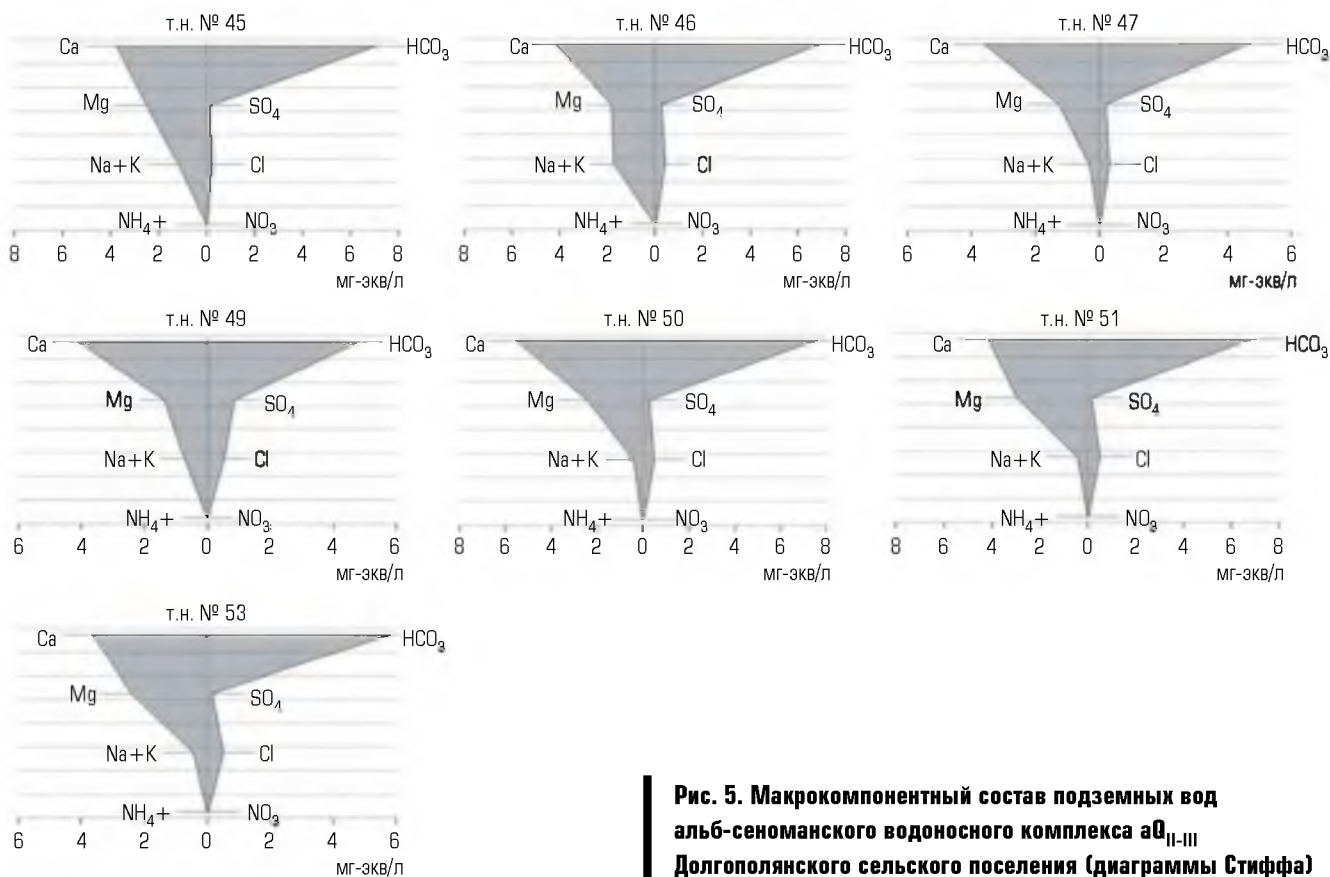


Рис. 5. Макрокомпонентный состав подземных вод альб-сеноманского водоносного комплекса а_{QII-III} Долгополянского сельского поселения (диаграммы Стиффа)

вод удаленных от карьеров участков Белгородской области. Авторы полагают, что данная ситуация сформировалась как в результате природных особенностей гидрогеологического строения региона КМА, так и вследствие преобразования гидродинамической обстановки в районах горнодобывающих предприятий.

Заключение

Проведенные эколого-гидрогеохимические исследования территории Долгополянского сельского поселения Старооскольского района Белгородской области позволили сделать следующие выводы.

1. На большей части исследуемой территории (60 %) состояние подземных вод оценивается как умеренно-опасное. Ключевые загрязнители подземных вод по K_n относительно ПДК относятся ко 2-му (Pb) и 3-му (Fe) классам опасности.

2. Выявлено, что большая часть обследуемых колодцев не пригодна для использования по органолептическим и химическим показателям. Для ряда водозаборных скважин отмечено отсутствие санитарной охраны I пояса.

3. В водах рассмотренных водоносных комплексов показатели макрокомпонентного состава отвечают требованиям нормативов. Исключение составляют показатели по железу, нитратам и общей жесткости. Выявлены особенности техногенной трансформации водоносных комплексов по разрезу. Первый от поверхности средневерхнечетвертичный аллювиальный водоносный комплекс испытывает негативное воздействие агропромышленного и селитебного типов, что проявляется в повышенном содержании нитратов. Максимальные трансформации макро- и мезокомпонентного составов относительно фоновых значений зафиксированы в водах маастрихт-туронского водоносного комплекса. Он располагается на средних глубинах 30–50 м и испытывает максимальное воздействие как поверхностных источников (нитратное загрязнение), так и техногенных процессов выщелачивания в рамках депрессионной воронки.

4. Максимально глубокий альб-сеноманский водоносный комплекс отличается природной защищенностью и находится вне основного контура депрессионной воронки. Уровни его преобразования по макро- и мезокомпонентному составу минимальные. Однако его подверженность негативным процессам подтверждается наличием загрязнения подземных вод свинцом в концентрациях, близких к ПДК и превышающих их.

5. Установлено, что наиболее эффективным методом оценки степени трансформации эколого-гидрогеохимической обстановки является сравнение содержания компонентов подземных вод с химическим составом вод зоны выщелачивания

Таблица 1. Коэффициент концентрации микрокомпонентов относительно ПДК

Номер точки наблюдений	Sr	Ba	As	Pb	Zn	Ni	Cu	Co	V	Cr	Rb
<i>Средневерхнечетвертичный аллювиальный водоносный горизонт аQ_{II-III}</i>											
61	0,32	0,10	–	–	0,02	0,50	0,01	–	–	0,06	–
<i>Альб-сеноманский водоносный горизонт Kal-s</i>											
48	0,46	0,09	–	1,40	0,11	0,50	0,03	–	–	0,04	–
52	0,44	0,25	–	0,80	0,01	0,70	0,00	–	–	0,02	–
54	0,52	0,17	–	0,70	0,02	0,50	0,03	–	–	0,14	–

Таблица 2. Коэффициент концентрации микрокомпонентов относительно ПВЗВ

Номер точки наблюдений	Sr	Ba	As	Pb	Zn	Ni	Cu	Co	V	Cr	Rb
<i>Средневерхнечетвертичный аллювиальный водоносный горизонт аQ_{II-III}</i>											
61	11,70	2,27	–	–	2,55	3,33	2,00	–	–	1,00	–
<i>Альб-сеноманский водоносный горизонт Kal-s</i>											
48	16,78	2,07	–	4,67	13,95	3,33	5,40	–	–	0,67	–
52	16,19	5,77	–	2,67	0,75	4,67	0,80	–	–	0,33	–
54	19,32	4,03	–	2,33	3,08	3,33	6,60	–	–	2,33	–

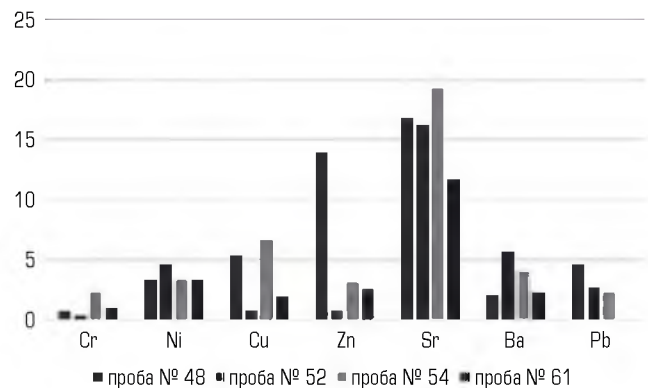


Рис. 6. Коэффициент концентрации микрокомпонентов относительно фоновых показателей (PВЗВ)


умеренного климата (PВЗВ). Использование данного метода позволяет более отчетливо обозначить тенденцию техногенной трансформации подземных вод. В частности, для исследуемого объекта выявлены тенденции значимого преобразования подземных вод всего разреза, что фиксируется по динамике макрокомпонентного состава. Это свидетельствует о заметном техногенном преобразовании подземных вод в районе исследования. Также значимые преобразования относительно фона выявлены по микрокомпонентному составу подземных

вод, которые располагаются в ряду: Sr > Zn > Cu > Ba > Ni > Pb.

6. Основными источниками преобразования подземной гидросферы в районе крупного горнодобывающего предприятия являются: процессы выщелачивания горных пород в контуре депрессионной воронки, отличающейся повышенными

скоростями движения подземных вод и значительными углами наклона ее плечей; поверхностное поступление загрязняющих веществ в результате различных видов хозяйственно-бытовой деятельности. Отличительные особенности подобных районов – глубинное преобразование подземной гидросферы и ее дифференциация в разрезе.

Библиографический список

1. Косинова И. И., Попов В. И. Анализ особенностей техногенной трансформации эколого-геохимической функции приповерхностной части литосферы Губкинского-Старооскольского промышленного района // Закономерности трансформации экологических функций геосфер крупных промышленных регионов: материалы междунар. науч.-практич. конф. – Воронеж, 2020. – 368 с.
2. Экологическая геология КМА / под ред. И. И. Косиновой. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009. – 216 с.
3. Экологическая геология крупных горнодобывающих районов Северной Евразии (теория и практика) / под ред. И. И. Косиновой. – Воронеж, 2015. С. 53–57.
4. Гарецкий Р. Г., Каратаев Г. И. Эколого-тектонифизическая среда Беларуси // Национальная академия наук Беларуси, Институт природопользования. – Минск : Беларуская навука, 2015. – 184 с.
5. Михайлов В. Н., Добролюбов С. А. Гидрология : учебник для вузов. – М. – Берлин : Директ-Медиа, 2017. – 753 с.
6. Ильяш В. В. Физика Земли. – Старый Оскол, 2019. – 68 с.
7. Фонова О. Г., Косинова И. И., Бударина В. А., Долбилова С. В., Зинченко Е. В. Преобразование абиотических компонентов природной среды в районах длительно существующих объектов логистики нефтепродуктов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – Воронеж, 2019. № 1. С. 88–92.
8. Василенко Т. А., Свергузова С. В. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов : учебное пособие; – 2-е изд., испр. и доп. – М. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 265 с.
9. Нестеров Е. М., Снытко В., Александровская О. А. и др. Геология, геоэкология, эволюционная география. – Санкт-Петербург : Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена (РГПУ), 2020. Т. XVIII. – 296 с.
10. Fonova O. G., Kosinova I. I., Fonova S. I. Assessment criteria for ecological and geological zoning of territories // South of Russia: ecology. development. 2021. Vol. 16. P. 104–112.
11. Базарский О. В., Косинова И. И. О единой метрике комплексного эколого-геологического пространства // Вестник Воронежского гос. ун-та. Серия: Геология. 2005. № 2. С. 168–172.
12. Косинова И. И., Ильяш В. В. Особенности и функциональное назначение эколого-геологических исследований территорий // Вестник Воронежского гос. ун-та. Серия: Геология. 2001. № 11. С. 230–236.
13. Gaillardet Y., Viers Y., Dupre B. Trace elements in river water. Ch. 7.7 // Treatise on Geochemistry: Second Edition. H. D. Holland., K. K. Turekian. Elsevier Ltd. 2014. Vol. 7. P. 195–235.
14. Meybeck M. Global occurrence of major elements in rivers // Treatise on Geochemistry. Vol. 5. – Amsterdam : Elsevier–Pergamon, 2004. P. 207–223.
15. Шарцев С. Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Недра, 1998. – 367 с.
16. Эколого-гидрогеологическое прогнозирование и моделирование : сост. В. С. Стародубцев. – Воронеж : Воронежский гос. ун-тет, 2014. – 116 с.
17. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
18. Сукало Г. М. Надзор и контроль в сфере безопасности : учебное пособие. – М. : Директ-Медиа, 2022. – 308 с.
19. Крынев А. В., Лукин Г. В. Математические методы обработки неопределенных данных. – М. : Физматлит, 2006. – 281 с.
20. Stiff H. A. The interpretation of chemical water analysis by means of patterns // Journal of Petroleum Technology. 1951. Vol. 3. No. 10. P. 15–17. 

«GORNYI ZHURNAL», 2023, № 12, pp. 14–21

DOI: 10.17580/gzh.2023.12.03

Ecological and hydrogeochemical transformation features in influence zone of Stoilensky GOK mining facilities

Information about authors

I. I. Kosinova¹, Head of Department, Professor, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, kosinova777@yandex.ru

I. M. Ignatenko², Associate Professor, Candidate of Engineering Sciences

A. A. Kuryshv¹, Associate Professor, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences

V. A. Bударина¹, Associate Professor, Candidate of Juridical Science

¹Voronezh State University, Voronezh, Russia

²Belgorod State University, Belgorod, Russia

Abstract

Rural settlements of modern Russia are the basis of the food policy of the country. They ensure the demographic and economic development. A complicating factor is the location of rural settlements in the immediate vicinity of particularly dangerous industrial and mining facilities. The relevance of the conducted research is determined by the long-term and significant scale impacts of quarrying on the underground hydrosphere. Ecological and hydrogeochemical assessment of the processes of groundwater transformation is the basis

for the development of a water supply system in the region. The purpose of the work is to identify the specifics of the ecological and hydrogeochemical situation transformation in the influence zone of Stoilensky GOK mining facilities in the Kursk Magnetic Anomaly. The assessment of the degree of chemical pollution was carried out by indicators developed during the coupled geochemical and hygienic studies of the environment. As a result of the research, a moderately dangerous state of groundwater was revealed for most of the surveyed area. The main pollutants are lead and iron. The main sources of transformation of the underground hydrosphere in the area of a large mining enterprise are: the processes of rock leaching in the contour of a depression funnel; the surface intake of pollutants as a result of various types of practical and economic activities. A distinctive feature of such areas is the depth of transformation of the underground hydrosphere and its differentiation in the section.

Keywords: pollutants, aquifers, quarries, background values, zone of influence, micro-components, rural settlements

References

1. Kosinova I. I., Popov V. I. Features of induced ecological and geochemical transformation in the top lithosphere in the Gubkin–Stary Oskol industrial area. *Ecological Transformation Features in Geospheres of Large Industrial Regions : International Conference Proceedings*. Voronezh : Istoki, 2020. pp. 38–42.
2. Kosinova I. I. (Ed.). *Environmental geology in the Kursk Magnetic Anomaly*. Voronezh : IPTs VGU, 2009. 216 p.

3. Kosinova I. I. (Ed.). Environmental geology in large mining areas in the Northern Eurasia (Theory and practice). Voronezh, 2015. 576 p.
4. Garetskiy R. G., Karataev G. I. Ecological and tectonophysical environment in Belarus. Minsk : Belarusskaya navuka, 2015. 184 p.
5. Mikhaylov V. N., Dobrolyubov S. A. Hydrology : Textbook. Moscow ; Berlin : Direkt-Mediya, 2017. 752 p.
6. Ilyash V. V. Physics of the Earth. Staryi Oskov, 2019. 68 p.
7. Kosinova I. I., Budarina V. A., Fonova O. G., Dolbilova S. V., Zinchenko E. V. Transformation of abiotic components of the environment in areas of long-existing oil products logistics facilities. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya*. 2019. No. 1. pp. 88–92.
8. Vasilenko T. A., Sverguzova S. V. Environmental impact and expertise and engineering projects : Tutorial. 2nd revised and enlarged edition. Moscow–Vologda : Infra-Inzheneriya, 2019. 265 p.
9. Nesterov E. M., Snytko V. A. (Eds.). Geology, geoecology and evolution geography. Saint-Petersburg : Izdatelstvo RGPU im. A. I. Gerytsena, 2019. Vol. XVIII. 296 p.
10. Kosinova I. I., Fonova O. G., Fonova S. I. Assessment criteria for ecological and geological zoning of territories. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie*. 2021. Vol. 16, No. 4. pp. 104–112.
11. Bazarsky O. V., Kosinova I. I. About indivisible birth certificate of complex ecological-geological area. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya*. 2005. No. 2. pp. 168–172.
12. Kosinova I. I., Ilyash V. V. Specifics and functions of ecological and geological territorial research. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya*. 2001. No. 11. pp. 230–237.
13. Gaillardet J., Viers J., Duprè B. Trace Elements in River Water. Treatise on Geochemistry. 2nd ed. Amsterdam : Elsevier, 2014. Vol. 7. pp. 195–235.
14. Meybeck M. Global occurrence of major elements in rivers. Treatise on Geochemistry. Oxford : Elsevier, 2003. Vol. 5. pp. 207–223.
15. Shvartsev S. L. Hydrogeochemistry of hypergenesis zone. 2nd enlarged and revised edition. Moscow : Nedra, 1998. 367 p.
16. Starodubtsev V. S. Ecological and hydrogeological prediction and modeling. Voronezh : Voronezhskiy gosudarstvennyi universitet, 2014. 116 p.
17. Sanitary Rules SanPiN 1.2.3685–21. Hygienic norms and standards of safety and (or) harmlessness of human environment (as amended 30 Dec 2022). Available at: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (accessed: 15.06.2023).
18. Sukalo G. M. Supervision and control in the field of safety : Tutorial. Moscow : Direkt-Media, 2022. 308 p.
19. Kryanev A. V., Lukin G. V. Mathematical methods of uncertain data processing. Moscow : Fizmatlit, 2006. 281 p.
20. Stiff H. A. The interpretation of chemical water analysis by means of patterns. *Journal of Petroleum Technology*. 1951. Vol. 3, No. 10. pp. 15–17.

ПАМЯТИ МАЛЬГИНА ОЛЕГА НИКОЛАЕВИЧА



С глубоким прискорбием извещаем горнотехническую общественность о том, что 29 сентября 2023 г. на 87-м году ушел из жизни Олег Николаевич Мальгин – известный специалист и ученый в области горного дела, доктор технических наук, действительный член Академии горных наук, член редакционной коллегии «Горного журнала».

Вся трудовая деятельность О. Н. Мальгина связана с урано- и золотодобывающей промышленностью Узбекистана. После окончания в 1959 г. Среднеазиатского политехнического института Олег Николаевич начал работать на Навоийском горно-металлургическом комбинате, пройдя трудовой путь от горного мастера до заместителя главного инженера по горным работам.

За годы своей производственной и научной деятельности О. Н. Мальгин внес значительный вклад в освоение месторождений золота и урана Узбекистана. Под его руководством и при непосредственном участии выполнены исследования по созданию новой технологии добычи урана способом скважинного подземного выщелачивания, впервые в мире реализована технология выемки пород с крепкими пропластками роторными комплексами, разработана и внедрена циклично-поточная технология на карьере «Мурунтау», на карьерах уранового месторождения Учкудук освоены механизированные комплексы и комбайны. Будучи заместителем

главного инженера НГМК по горным вопросам, Олег Николаевич ни один десяток лет курировал научно-исследовательские работы по перспективному развитию отработки крупнейших золоторудных месторождений Мурунтау-Ютенбай, Кокпатас и Даугызтау, которые выполняли специалисты АО «ВНИПИпромтехнологии». Постоянно интересовался ходом выполнения работ по технико-экономическому обоснованию развития горных работ на этих месторождениях, а также вновь вовлекаемых в отработку месторождениях Тамдыбуллак, Балпантау, Триада, Бесопантау и высказывал ценные пожелания и рекомендации. После выхода на пенсию и переезда в Москву О. Н. Мальгин долгое время консультировал молодых специалистов-горняков института по вопросам отработки месторождений глубокими карьерами.

С 1998 г. О. Н. Мальгин входит в состав редакционной коллегии «Горного журнала». Им опубликовано более 150 научных работ, в том числе 6 монографий.

Многолетний и плодотворный труд О. Н. Мальгина отмечен орденом Трудового Красного Знамени, медалями и ведомственными знаками отличия; он является полным кавалером почетного знака «Шахтерская слава», обладателем знака «Горняцкая слава» I степени, имеет звания «Ветеран НГМК» и «Ветеран атомной промышленности и энергетики».

*Академия горных наук,
АО «ВНИПИпромтехнологии»,
редколлегия и редакция «Горного журнала»*