

*Доценко О. Г., *Корецкая Е. Г.*
Донбасский государственный технический университет
*E-mail: elenakorangel@mail.ru

О ПРОБЛЕМЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ДОНБАССА И ЕЕ СВЯЗИ С УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ РЕГИОНА

Работа посвящена проблеме нарушения горизонтов подземных вод, вызванной деятельностью шахт. Определено приблизительное время затопления шахт при «мокрой консервации».

Ключевые слова: водные ресурсы, грунтовые воды, подземные воды, шахтные воды, шахта, сдвигение подработанной толщи, «мокрая консервация», экология.

Финансирование: исследования выполнены за счет средств федерального бюджета (код темы: FRRU-2024-0004 в ЕГИСУ НИОКТР).

Постановка проблемы, обоснование ее актуальности. Одной из наиболее обсуждаемых проблем в Луганской Народной Республике в последние годы стала ситуация с водными ресурсами. Жители разных населенных пунктов отмечают аномальное падение уровня воды в реках и водоемах. В ряде поселков ушла вода из колодцев и скважин. Серьезно упал уровень воды во многих водохранилищах.

Не избежало такой участи и Исаковское водохранилище. Его питает река Белая, в которую впадают ручейки с Дебальцево, Андрианополя, Фащевки и т. д. В водохранилище также попадала вода, откачиваемая из трёх шахт: «Романовская», «Перевальская» и им. Артема. На данный момент эти шахты закрыты и поставлены на «мокрую консервацию».

Министерство природных ресурсов и экологии ЛНР называет следующие причины возникновения водной проблемы [1]:

- засушливое лето и малоснежные зимы, изменение климата;
- антропогенные факторы, связанные в том числе с интенсивным отбором воды из русел рек и подземных горизонтов для сельскохозяйственных угодий;
- увеличение числа скважин в частных домохозяйствах;
- пересыхание рек из-за «мокрой консервации» шахт;
- высокий уровень заиливания водоемов и отсутствие мероприятий по их чистке.

Целью данной статьи является анализ последствий прекращения работы шахтных водоотливных установок при закрытии шахты «Фащевская» на состояние водных ресурсов в данном районе.

Объект исследования — процесс формирования гидродинамического режима подземных вод в результате закрытия шахт способом «мокрой консервации».

Предмет исследования — длительность процесса затопления шахты и выхода подземных вод на поверхность.

Методика исследований. Используются методы описания, сопоставления, а также расчетный метод определения времени затопления шахт.

Изложение материала. Освоение Донецкого угольного месторождения началось еще в XVIII веке, но активное его развитие пришлось на конец XIX века.

При подземной добыче угля породный массив деформируется, в нем образуются пустоты и трещины. Нарушаются водоносные горизонты, вода прорывается в горные выработки и затапливает их. Водоприток в шахту связан дополнительно с проникновением атмосферных осадков и грунтовых вод по образованным трещинам и пустотам в массиве. Во время весенних паводков всегда наблюдалось увеличение водопритока в шахту. Вода уходила вглубь массива и в реки не попадала. И уже в 30-е годы XX века местные жители отмечали исчезновение воды в колодцах и родниках.

Добыча угля подземным способом при существующих методах ведения горных работ не может производиться без откачки шахтных вод на поверхность. Водоотливными хозяйствами предприятий вода откачивалась на поверхность и сливалась в водоразделы ближайших рек или искусственных водохранилищ.

Авторы проанализировали объемы откачиваемой воды на шахте «Фашевская» в период 2017–2021 гг. [2] и сопоставили их с объемами выпавших атмосферных осадков за этот же период по данным гидрометцентра [3]. На основании полученных данных было установлено, что объем осадков в 4 раза меньше объемов откачиваемой воды. Таким образом, $\frac{1}{4}$ часть откачанной воды — это атмосферные осадки и грунтовые воды, течение которых было нарушено при деформации подработанного массива.

Количество загрязняющих веществ в шахтных водах значительно превышает самоочищающуюся способность водных объектов, в которые они откачивались [4]. Слив шахтных вод в водоемы привел к заиливанию. В донных отложениях находится большое количество веществ, которые наносят вред окружающей среде. Соли кальция и магния приводят к засолению водоёмов, что, в свою очередь, ухудшает их питьевые качества. Присутствие этих веществ также негативно сказывается на водной флоре и фауне.

В 20-х годах XXI века многие угольные шахты в Донецком бассейне были закрыты и выведены из эксплуатации с остановкой водоотливных установок. Шахтные воды перестали поступать в водоемы. Уровень воды в реках и водохранилищах значительно понизился. На фоне участвовавших периодов засухи это вызывает серьёзное беспокойство.

Шахтные воды затопливают горные выработки, заполняют выработанное пространство, пустоты и трещины, образованные в результате сдвижения земной толщи после выемки угольных пластов. Переувлажнение массива горных пород может привести к ухудшению их прочностных свойств, разуплотнению пород, что чревато оседанием земной поверхности. Не исключена опасность роста сейсмичности и гидравлических ударов.

По мере затопления шахты будут формироваться новые напорные горизонты и каналы фильтрации в недрах. Со временем подземный гидрогеологический режим восстановится. В результате могут появиться новые подземные источники воды в районе водоразделов рек или на низменных участках местности. Но на это потребуется время.

Вычислим приблизительную продолжительность процесса восстановления гидрогеологического режима, предположив, что она будет равна времени затопления шахты:

$$T = \frac{W}{Q}, \quad (1)$$

где T — время затопления шахты, сутки;
 W — ожидаемый объем воды в выработках в пределах интервала затопления, тыс. м³;

Q — ожидаемый приток воды в шахту в интервале затопления, тыс. м³/сут.

Расчет ожидаемого объема воды, необходимого для затопления выработок шахты, определяем по формуле:

$$W = k \cdot V, \quad (2)$$

где V — объем выработанного пространства, тыс. м³;

k — коэффициент остаточной пустотности.

Под объемом выработанного пространства V следует понимать не только объем извлеченного угольного пласта, но и объем пустот и трещин обрушенных пород, заполняемых водой.

В ряде источников [5, 6] указывается, что высота разрушений колеблется в пределах шести мощностей пласта. На величину зон затопления подработанной толщи влияет характер трещин и их размер [7], а скорость заполнения этих зон зависит от коэффициента фильтрации, принимающего значения от 1 до 20 м/сут в зависимости от степени нарушенности массива [8].

Продолжительность затопления была определена по данным шахты «Фашевская» [2]. На её балансе числились угольные пласты m_3 , l_8 , l_6^B , l_1^1 , k_7^1 суммарной мощностью 4,4 м. Общий средний приток воды по шахте 580 м³/час, размеры шахтного поля по падению — 3,7 км и по простиранию — 6,5 км.

По формулам (1–2) установлено:

– время, необходимое для заполнения водой отработанного пространства на высоту, равную мощности извлеченных пластов, составляет 2,5 года;

– при заполнении водой массива на высоту, равную шести мощностям извлеченных пластов, срок затопления шахты составит 12 лет.

Заполняя массивные объемы выработанного пространства, вода может привести к возобновлению сдвижения подработанного массива и даже к сейсмическим ударам. В результате уровень воды во вновь образовавшихся источниках может периодически падать вплоть до полного исчезновения.

Таким образом, минимум через 2–12 лет шахтные воды выйдут на земную поверхность после прекращения работы водоотливных установок закрытых шахт. При этом их объём, вероятно, будет значительно меньше объёма воды, откачиваемой во время работы шахты.

Более точный прогноз является сложной задачей, поскольку поведение увлажненного массива на данный момент изучено недостаточно.

Выводы и направление дальнейших исследований. Деятельность угольных предприятий негативно сказалась на качестве и количестве водных ресурсов.

Список источников

1. *Время поговорить о проблемах рек [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и экологии Луганской Народной Республики : [сайт]. [2024]. URL: <https://mpr.lpr-reg.ru/2557-vremya-pogovorit-o-problemah-rek.html> (дата обращения: 04.11.2024).*

2. Герасько О. А., Голодных Е. Е. *Проект затопления горных выработок с технико-экономическим обоснованием целесообразности (нецелесообразности) выдачи движимого и недвижимого имущества или его списания ВОК и ТКП шахты «Фащевская» ГУП ЛНР «Главное управление реструктуризации шахт». 2022. Кн. 1. 53 с.*

3. *Погода в Фащевке [Электронный ресурс] // Ну и погода : [сайт]. [2024]. URL: <https://fashevka-perevalskiy.nuipogoda.ru/> (дата обращения: 05.10.2024).*

4. *Одноворцова Д. С. Состав шахтных вод и их влияние на гидросферу // Система управления экологической безопасностью : сб. тр. XV междунар. науч.-практ. конф. URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/97881/1/sueb_2021_026.pdf (дата обращения: 05.10.2024).*

5. *Горная энциклопедия : [сайт]. URL: <http://www.mining-enc.ru> (дата обращения: 03.11.2024).*

6. Аверин Г. А., Доценко О. Г., Корецкая Е. Г. *Определение высоты распространения зон сдвижения подработанного массива // Наукоемкие технологии и оборудование в промышленности. 2024. Вып. 3 (77). С. 41–49.*

При откачивании воды из шахт водоемы пополнялись водой, однако очень загрязненной, что привело к заиливанию водоемов, их заболачиванию, угнетению роста и развития живых организмов в них и изменению экосистемы в целом.

С прекращением работы водоотливных установок шахт реки и водохранилища перестали пополняться шахтными водами. Слабо пополняются они и за счет атмосферных осадков и грунтовых вод.

Массово закрываемые шахты привели к нарушению водоносных горизонтов, изменению движения подземных вод.

Нарушенный оборот подземных вод со временем восстановится, но не в первоначальном виде. По приблизительным подсчётам это произойдет через 2–12 лет. Вероятно, на поверхность вода станет выходить в новом месте и вызывать затопление и заболачивание земной поверхности. Это может вызвать деградацию почв, подтопление фундаментов зданий и сооружений, жилых домов, гибель флоры.

Последствия закрытия шахт и заполнения их водой будут ощущаться на протяжении многих лет. Для их предотвращения необходимо разрабатывать мероприятия по минимизации вреда, наносимого водным ресурсам и экологии региона в целом.

7. Панчуков Н. П. Гидрогеомеханические процессы в водонасыщенных рыхлых отложениях при ведении подземных работ на угольных месторождениях: на примере освоения новых месторождений Подмосквовного бурогоугольного бассейна : дис. ... канд. техн. наук. СПб., 1999. 156 с.

8. Ефремов Е. Ю., Рыбников П. А., Рыбникова Л. С. Обоснование осушения гидрогеодинамической системы «водовмещающие отложения — дезинтегрированный массив» при подземной разработке железорудных месторождений // Успехи современного естествознания. 2023. № 3. С. 47–57.

9. Инструкция о порядке ведения работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с пользованием недрами : утв. постановлением Госгортехнадзора России от 02.06.1999. № 33 // Охрана недр и геолого-маркшейдерский контроль. Сборник документов. 2009. Вып. 1 (сер. 07). С. 132.

© Доценко О. Г., Корецкая Е. Г.

Рекомендована к печати к.т.н., научным руководителем Молодежной научно-исследовательской лаборатории геоэкологии и прикладной химии ДонГТУ Долгих В. П., директором по производству ООО «Горняк» Чепурным Д. С.

Статья поступила в редакцию 06.10.2024.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Доценко Ольга Геннадьевна, канд. техн. наук, доцент каф. геотехнологий и безопасности производств
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия

Корецкая Елена Геннадьевна, ассистент каф. геотехнологий и безопасности производств
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия,
e-mail: elenakorangel@mail.ru

Dotsenko O. G., *Koretskaya E. G. (Donbass State Technical University, Alchevsk, Russia, e-mail: elenakorangel@mail.ru)

ON THE PROBLEM OF WATER RESOURCES IN DONBASS AND ITS CONNECTION WITH THE COAL INDUSTRY OF THE REGION

The work is devoted to the problem of groundwater horizon breaches caused by coal production activity. The approximate time of mine flooding during “wet conservation” is determined.

Key words: water resources, groundwater, underground water, mine water, mine, displacement of undermined strata, “wet conservation”, ecology.

Funding: the research was carried out at the expense of the federal budget (subject code: FRRU-2024-0004 in EGISU R&D).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Dotsenko Olga Gennadiyevna, PhD, Associate Professor of the Department of Geotechnology and Industrial Safety
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia

Koretskaya Elena Gennadiyevna, Assistant of lecturer of the Department of Geotechnology and Industrial Safety
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia,
e-mail: elenakorangel@mail.ru