

ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ УГЛЯ НА КОСПАШСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ КАМЕННОГО УГЛЯ

Имайкин А.К.

*Пермский государственный национальный исследовательский университет им. М. Горького, Пермь, Россия
(614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15), e-mail: imaykin@mail.ru*

Объектом исследования в статье являются последствия подземной добычи угля шахтами Коспашского месторождения в Кизеловском угольном бассейне после их закрытия. Основное внимание уделено динамике шахтных и подземных вод. Подробно рассмотрены причины загрязнения шахтными водами трещинно-карстовых вод визейского водоносного комплекса. Отмечается незначительный объем излива шахтных вод на поверхность через горные выработки. Основная часть шахтных вод разгружается в водоносные комплексы подземных вод. Образовавшиеся в области разгрузки этих комплексов источники экстремально загрязнённых подземных вод определяют в основном сохранение неудовлетворительной гидрогеоэкологической ситуации в районе шахт Коспашского месторождения после прекращения их работы. Определены причины загрязнения основного водоносного комплекса на территории Коспашского месторождения, даны предложения по его прекращению. Указано на длительное сохранение неблагоприятной гидрогеоэкологической обстановки в рассматриваемом районе при непринятии соответствующих природоохранных мер.

Ключевые слова: Кизеловский угольный бассейн, Коспашское месторождение угля, подземные и шахтные воды, гидрогеоэкологическая обстановка.

THE HYDROGEOLOGICAL CONSEQUENCES OF DEEP MINING IN KOSPASHSKOYE COAL DEPOSIT

Imaykin A.K.

Perm state National research University, Perm, Russia (614068, Perm, Bukireva st., 15), e-mail: imaykin@mail.ru

The subject in this paper are consequences of deep mining in Kospashskoye deposit of Kizelovsiy coal-basin after mines closing. Main attention devoted to mine and subsurface water dynamics. Causes of pollution by mine waters of fissure-karst waters of Visean aquifer system are particularly considered in this paper. There is insignificant extent of mine waters outlet at the surface through the mine workings. The basic part of mine waters unloads to aquifer systems of subsurface waters. The discharge zones of these systems forms sources of extremely polluted subsurface waters. These sources essentially govern to presence of unsatisfactory hydrogeoecological situation near the mines of Kospashskoye deposit after their closing. Causes of pollution of fundamental aquifer system on the territory of Kospashskoye deposit are discovered, offers of pollution interruption are given in this article. it is noted to long preservation of unsatisfactory gyrogeoecological situation in the consider region by non-acceptance conform conservation measures.

Key words: Kizelovsiy coal-basin, Kospashskoye coal deposit, underground and mine waters, gyrogeoecological situation.

Введение. Кизеловский угольный бассейн объединяет ряд месторождений каменного угля на Западном Урале, расположенных в восточной части Пермского края (рис. 1). Добыча угля в небольших объемах была начата в 1797 г. штольной «Запрудная» на правом берегу р. Кизел. Наиболее интенсивное развитие добычи угля приходится на период Великой Отечественной войны и послевоенные годы, когда осваивались Коспашское и Гремячинское месторождения. Пик угледобычи в Кизеловском бассейне был достигнут в 1959-1961 гг. [3].

Шахты Кизеловского бассейна отличались сложными горно-геологическими условиями ведения работ, высоким травматизмом, низкой производительностью и являлись нерентабельными. С учётом этих обстоятельств все они были закрыты в 1992-2000 гг. по

программе реструктуризации угольной отрасли РФ. Затопление шахт вызвало образование техногенных горизонтов шахтных вод, которых ранее в природе не существовало [6]. Занимая площадь в десятки квадратных километров, эти техногенные горизонты представляют опасность масштабного загрязнения подземных вод, в том числе используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения городов и поселков Кизеловского бассейна. Вследствие гидравлической связи с трещинно-карстовыми водами надугленосного карбонатного комплекса шахтные воды, при более высоком уровне относительно подземных вод, проникают в горизонты трещинно-карстовых вод и загрязняют их. Большинство шахт затоплено до отметок выхода шахтных вод на поверхность. Изливающиеся на поверхность шахтные воды, как и во время эксплуатации шахт, продолжают загрязнять поверхностные воды [1; 5; 7].

Постановка проблемы. Объектом рассмотрения в данной статье являются гидрогеоэкологические последствия подземной добычи угля на Коспашском месторождении каменного угля – одном из основных в Кизеловском бассейне. Месторождение приурочено к Коспашско-Полуденной синклинали (КПС). Его эксплуатация осуществлялась с 1939 по 1998 г. В этот период работало в целом 17 шахт. В связи с отработкой запасов небольших шахт или их объединением с более крупными на последнем этапе эксплуатации Коспашского месторождения остались три шахты: им. 40-летия ВЛКСМ, «Коспашская» и «Широковская».

Первая из них объединила шахты 41 (собственно ш. им. 40-летия ВЛКСМ), 42 и 44; вторая объединила шахты 24-38 (собственно ш. «Коспашская») и «Белый Спой»; в третью вошли шахты 33-Капитальная (собственно ш. «Широковская») и 26-бис. При этом ш. «Б. Спой» отрабатывала запасы небольшого Белоспойского месторождения угля, расположенного к востоку от Коспашского месторождения.

После закрытия шахт Коспашского месторождения геоэкологические проблемы Кизеловского бассейна, связанные с подземной добычей угля, проявились и на территории рассматриваемого месторождения [4].

Результаты исследований. Исходным материалом для изучения гидродинамического режима шахтных вод послужили данные отчетов Кизеловской геологической партии, Межотраслевого НИИ экологии топливно-энергетического комплекса (МНИИЭКО ТЭК),

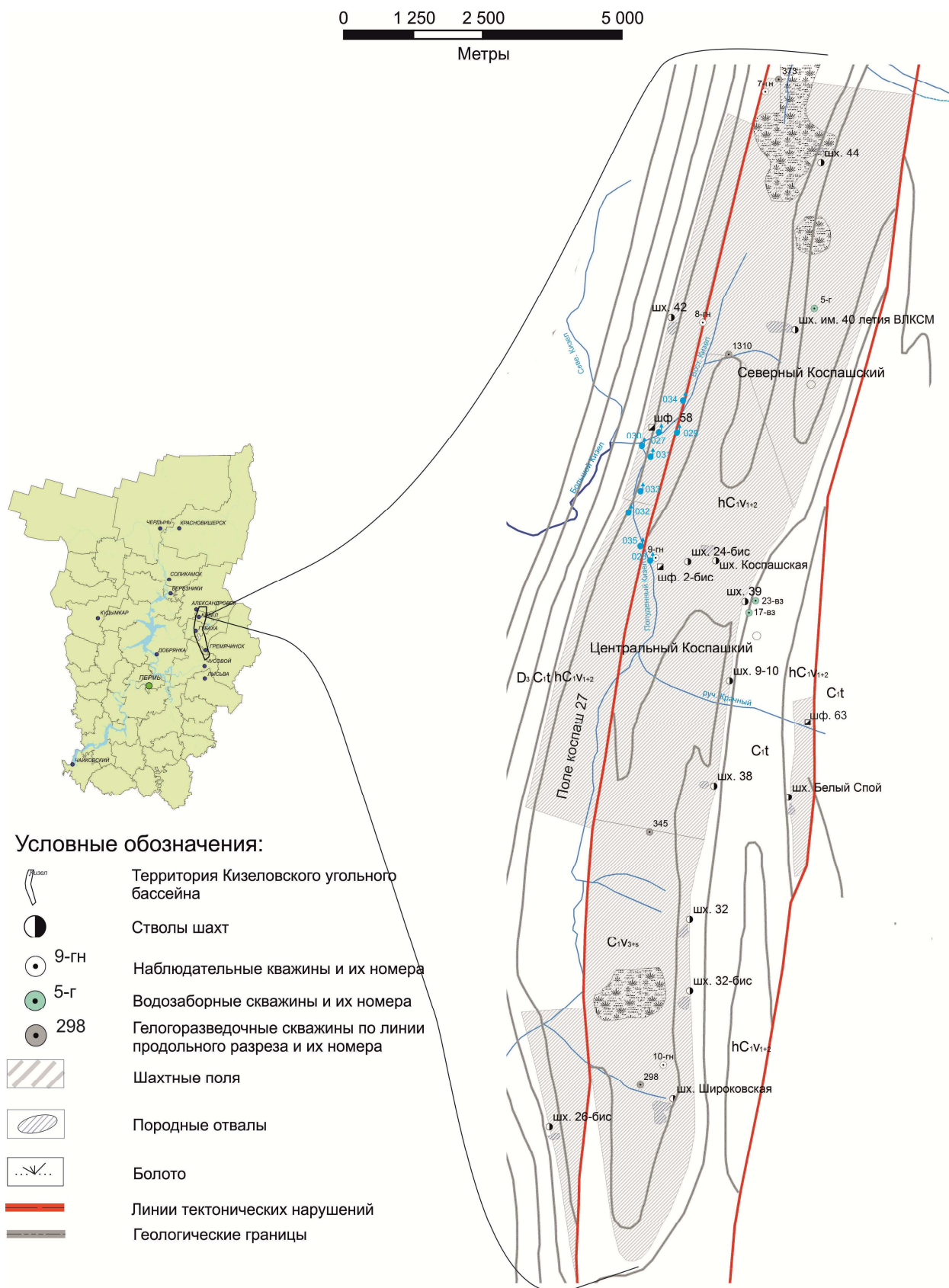


Рис. 1. Обзорная карта Коспашского месторождения угля.

Уральского центра социально-экологического мониторинга углепромышленных территорий (УЦСЭМ УТ). В полевых работах института и центра мониторинга принимал участие и автор статьи.

Затопление шахт им. 40-летия ВЛКСМ и «Коспашская», горные выработки которых связаны рядом специальных водоперепускных скважин, происходило одновременно и окончилось весной 2007 г. В мае этого года специалистами УЦСЭМ УТ были впервые зафиксированы изливы шахтных вод через шурф 2-бис ш. «Коспашская» и шурф 58 ш. 42. Величины изливов первоначально составили соответственно 337 и 20 м³/час. Излив шахтных вод из шурфа 58 наблюдался лишь один раз, после мая 2007 г. он не происходил. Изливы шахтных вод из указанных выработок были ожидаемыми, т.к. именно через них институтом «ВНИИОСуголь» прогнозировался выход шахтных вод на поверхность при затоплении коспашских шахт. Основанием для подобного прогноза являлось то, что указанные шурфы имели минимальные отметки устьев среди подземных горных выработок, выходящих на поверхность. По рекомендации этого же института ш. «Широковская» топилась обособленно от смежной ш. «Коспашская» в целях максимального снижения объема излива шахтных вод из шурфа 2-бис.

Спустя очень короткое время разгрузка техногенного горизонта шахтных вод приобрела совершенно иной и несравненно более сложный характер, чем прогнозировалось. В начале июля 2007 г. было установлено обрушение устья шурфа 2-бис и прекращение излива из него шахтных вод. В последующем излив шахтных вод из шурфа происходил лишь в период весеннего паводка.

Одновременно с прекращением излива шахтных вод из шурфов на поле ш. «Коспашская» выявлена разгрузка подземных вод угленосной толщи, загрязненных шахтными водами, в виде групповых восходящих рассредоточенных источников 028 и 035. На поле ш. 42 в это же время обнаружены групповые рассредоточенные источники 027 и 030, также представляющие выходы подземных вод угленосной толщи, загрязненных шахтными водами.

Произошедшее перераспределение выходов шахтных вод с шурфов 58 и 2-бис на источники подземных вод обусловлено значительно более низкими отметками поверхности на участках расположения источников относительно устьев горных выработок. Так, отметка устья шурфа 58 равна 288 м, а участки нахождения источников 027 и 030 имеют отметку около 280 м. Примерно такая же картина с отметками у шурфа 2-бис и источников 028 и 035. Общий средний дебит описанных выше источников в 2011 г. был равен 71 м³/час. Воды всех источников экстремально загрязнены шахтными водами. Количество загрязняющих веществ в 2011 г., вынесенное водами источников, составило 4411 т (табл. 1). Участки разгрузки

источников 028 и 030 площадью 1,5 га заболочены и покрыты слоем гидроокислов железа, здесь полностью уничтожена древесная и травяная растительность.

Восстановление уровней и статических запасов визейского водоносного комплекса повлекло образование ряда источников как с чистыми, так и загрязнёнными водами. На поле ш. 42 выявлена разгрузка подземных вод визейского комплекса, экстремально загрязнённых шахтными водами, через восходящие групповые источники 031 и 029. В 2011 г. суммарный средний дебит этих источников составил 195 м³/час, а количество загрязняющих веществ, вынесенных водами источников, достигало 20143 т или около 72% от общего количества загрязняющих веществ, вынесенных на поверхность шахтными и подземными водами на площади КПС (табл. 1). Наибольшее негативное воздействие на поверхностные воды и территорию оказывают воды источника 029. Средний дебит этого источника в 2011 г. был равен 160 м³/час, а его воды отличались самой высокой концентрацией загрязняющих веществ. В месте выхода вод источника на поверхность, на площади около 1,5 га, уничтожена растительность и происходит деградация почв. В июле 2010 г. при ведении гидрогеологической съемки были выявлены вновь появившиеся источники чистых вод визейского комплекса: два групповых источника 032 и 033 и одиночный источник 034. Разгрузка незагрязненных вод комплекса происходит на отметках 286-291 м, дебиты источников по состоянию на июль 2010 г. составляли около 100 м³/час у источника 032 и по 10 м³/час у источников 033 и 034.

Таблица 1 – Количество загрязняющих веществ в шахтных и загрязненных ими подземных водах

Изливы шахтных вод. Источники подз. вод, загрязнен. шахтн. водами	Годовые объемы загрязняющих веществ						
	Сухой остаток, Т	Макрокомпоненты, Т			Микрокомпоненты, кг		
		SO ₄	Fe	Al	Mn	Be	Σ Co, Ni, Li, Zn
Изливы шахтных вод							
Шурф 2-бис ш. «Коспашская»	3491,98	2218,32	738,18	21,91	7950,86	8,49	755,68
Шурф 63 ш «Б. Спой»	1059,41	451,98	227,60	15,34	1324,11	10,79	431,96
Источники подземных вод, загрязненных шахтными водами							
027	29,75	23,99	3,74	0,41	53,27	0,22	16,78
028	3366,24	1693,97	715,78	16,07	9319,42	11,85	1087,30
030	275,06	180,84	65,14	1,94	664,23	2,04	93,25
035*	739,78	519,03	77,35	5,34	972,36	2,19	216,81
029	18131,99	8954,02	3542,52	3,66	39348,8	3,43	4733,47

031	2010,88	1076,95	231,09	0,55	6198,82	1,54	483,45
Итого:	29105,09	15119,1	5601,4	65,22	65831,87	40,55	7818,7

* По источнику 035 использовались данные гидрохимического опробования за 2010 г.

Материалы гидрогеологических исследований КПС, проводившихся в 1934-1937 гг., до начала разработки здесь запасов каменного угля, свидетельствуют о том, что в естественных условиях на месте современных источников 029, 031 и 032, приуроченных к карбонатным породам визейского яруса, также происходила разгрузка подземных вод. Вполне вероятно, что на участке расположения источника 029 раньше происходила совместная разгрузка подземных вод угленосной толщи и визейского комплекса, связанных между собой по зоне Коспашского надвига.

Уровень шахтных вод в горных выработках ш. «Широковская» в конце 2011 г. на 25-28 м превышал отметку затопления шахт им. 40-летия ВЛКСМ и «Коспашская». Значительно более высокий уровень затопления ш. «Широковская» относительно двух других обусловлен наличием на северной границе данной шахты ненарушенного междушахтного целика, отделяющего её горные выработки от горных выработок ш. «Коспашская». Целик не позволяет шахтным водам ш. «Широковская» перетекать в горные выработки ш. «Коспашская» и затем разгружаться с шахтными водами последней. Отметка устья западного вентиляционного ствола ш. «Широковская» – 359,2 м, являющаяся минимальной среди подземных горных выработок, выходящих на поверхность, находится значительно выше уровня затопления шахты. В этих условиях восстановление уровня подземных вод угленосной толщи и подъем уровня тесно связанных с ними шахтных вод происходят на поле ш. «Широковская» до более высоких отметок, чем на поле смежной ш. «Коспашская», и с опережением относительно зеркала трещинно-карстовых вод визейского комплекса. Шахтные воды, обладая более высоким уровнем, по каналам гидравлической связи перетекают в визейский водоносный комплекс, пополняя и одновременно экстремально загрязняя его воды. Движение подземных вод визейского комплекса с поля ш. «Широковская» направлено на север, к области разгрузки и происходит в основном по зоне Коспашского надвига, характеризующейся повышенной трещиноватостью и проницаемостью пород. К этой же зоне приурочен наиболее крупный выход на поверхность подземных вод визейского комплекса, загрязнённых шахтными водами, в виде источника 029. Таким образом, достаточно убедительным является вывод о том, что разгрузка подземных вод визейского комплекса с поля ш. «Широковская» происходит через источник 029.

Дождевые и талые воды, поступив в горные выработки, преобразуются там в кислые шахтные воды, которые перетекают в визейский водоносный комплекс, экстремально

загрязняя воды последнего. Вышедшие на поверхность загрязнённые подземные воды оказывают комплексное негативное воздействие на флору, фауну, почвы и, в первую очередь, на поверхностные воды. Тем самым наглядно подтверждается тесная взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды [2].

Вследствие более высокого положения в рельефе своей области питания трещинно-пластовые воды угленосной толщи имеют и более высокий уровень относительно подземных вод визейского комплекса. Являясь основным источником формирования шахтных вод, они определяют уровень последних. Следовательно, шахтные воды также будут иметь более высокий уровень, чем воды визейского водоносного комплекса. Таким образом, при сохранении более высокого уровня затопления, на поле ш. «Широковская» всегда будут иметь место условия для перетока шахтных вод в визейский водоносный комплекс и загрязнения последнего. И напротив, приведение уровня затопления горных выработок ш. «Широковская» к положению более низкому, чем естественный уровень подземных вод визейского комплекса, повлечёт прекращение загрязнения трещинно-карстовых вод.

Заключение. Обобщая результаты исследований, можно утверждать, что вследствие подземной разработки Коспашского месторождения и затопления ликвидированных шахт произошло экстремальное загрязнение подземных вод визейского комплекса на площади шахтных полей и экстремальное загрязнение поверхностных вод бассейна р. Яйвы, выходящее далеко за пределы Кизеловского бассейна. Район Коспашского месторождения представляет территорию с неблагоприятной гидрогеоэкологической обстановкой, сложившейся в основном под негативным влиянием кислых шахтных вод. Загрязнение основного водоносного комплекса на Коспашском месторождении является следствием перетока в него шахтных вод, имеющих более высокий уровень. В сложившихся условиях имеется возможность прекращения загрязнения данного водоносного комплекса путём соответствующего снижения уровня затопления ш. «Широковская». Процесс образования кислых шахтных вод в горных выработках шахт Коспашского месторождения и ш. «Белый Спой» может протекать в течение очень длительного времени, измеряемого многими десятками, а возможно и сотнями лет. Об этом свидетельствует продолжающееся образование кислых шахтных вод в отработанном поле штольни «Запрудная», с которой в 1797-1825 гг. началась добыча угля в Кизеловском угольном бассейне. Следовательно, непринятие соответствующих природоохранных мер повлечёт сохранение неблагоприятной гидрогеоэкологической обстановки в рассматриваемом районе на длительный период.

Список литературы

1. Блинов С.М., Меньшикова Е.А., Потапов С.С. Процессы формирования экологической ситуации в Кизеловском угольном бассейне в период после ликвидации шахт // Региональный конкурс РФФИ-Урал: результаты научных исследований. – Пермь : ПНЦ УрО РАН, 2004. – С. 218-222.
2. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. – Л. : Гидрометеиздат, 1987. – 247 с.
3. Горная энциклопедия. – М. : Советская энциклопедия, 1987. – Т. 3. – 592 с.
4. Имайкин А.К. Геоэкологические последствия разработки Коспашского месторождения угля // XIV междунар. науч. симпозиум им. акад. М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр». – Томск : ТПУ, 2010.
5. Имайкин А.К., Блинов С.М. Гидродинамический режим шахтных вод Кизеловского угольного бассейна (на примере шахты им. 40-летия Октября). Естественные и технические науки. – М. : Спутник+, 2012. – С. 224-229.
6. Имайкин К.К., Баньковская В.М., Бурковская А.В. Изменение гидрогеологической обстановки при ликвидации шахт Кизеловского угольного бассейна // Гидрогеология и карстоведение. – Пермь : Изд-во Пермского ун-та, 2002. – Вып. 14. – С. 145-150.
7. Максимович Н.Г., Горбунова К.А. Геохимические изменения геологической среды при разработке угольных месторождений // Известия ВУЗ. Геология и разведка. – 1991. – № 5. – С. 137-140.

Рецензенты

Катаев В.Н., д.г.-м.н., профессор, зав. кафедрой динамической геологии и гидрогеологии. Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь.

Ибламинов Р.Г., д.г.-м.н., профессор, зав. кафедрой минералогии и петрографии, зам. декана геологического факультета по научной работе. Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь.