

УДК 553.94+504.06(571.63)

И.А.ТАРАСЕНКО

О состоянии окружающей природной среды в районах ликвидированных угольных шахт (на примере Партизанского района Приморского края)

Показано, что процессы «мокрой» ликвидации горных выработок приводят к изменениям гидродинамических режимов подземных вод, сформировавшихся в течение длительной эксплуатации шахт, подтоплению земной поверхности за счет повышения уровней грунтовых вод; к вытеснению и аккумуляции токсичных газов в закрытых пространствах, загрязнению подземных вод и поверхностных водотоков шахтными водами.

Ключевые слова: угольные шахты, ликвидация, экологические последствия, загрязнение вод, выделение шахтных газов, нарушение земной поверхности.

About the state of environment in the areas of abandoned coal mines (taking Partizansky District of Primorsky Krai as an example). I.A.TARASENKO (Far Eastern Geological Institute, FEB RAS, Vladivostok).

Consequences of the coal mine liquidation are considered using the example of Partizansky district of Primorsky Krai. We show that the processes of «wet» liquidation of mining workings result in: changes of hydrodynamic regimes of underground waters, formed during long-term periods of mine exploitation; underflooding of the earth surface due to elevation of underground water levels; displacement and accumulation of toxic gases in the enclosed spaces; pollution of underground waters and surface stream-flows with mining waters.

Key words: coal mines, liquidation, ecological sequences, pollution of waters, emanation of mining gases, disturbance of the earth surface.

В настоящее время практически все угольные предприятия Приморского края закрыты [1]. Водоотлив из них прекращен, и горно-добывающие шахты, которые многие десятилетия осушали огромные прилегающие пространства, затопливаются до уровня естественных отметок зеркала подземных вод.

Среди природно-техногенных процессов, влияющих на состояние окружающей среды, можно выделить локальные множественные поступления минерализованных шахтных вод в поверхностные и подземные водные объекты и их загрязнение; выход газа на поверхность; подтопление и заболачивание территорий промышленно-гражданской застройки; подвижки массивов горных пород и проседание поверхности. Наиболее остро эти проблемы стоят в Партизанском угольном бассейне Приморского края, где длительное время добывали каменный уголь в шахтах «Глубокая», «Нагорная», «Центральная», «Авангард», «Северная» и «Углекаменская». В 1995–1998 гг. начаты работы по закрытию этих шахт. Максимальная глубина отработки угольных пластов (814 м) была зафиксирована на шахте «Глубокая». В настоящее время затопление шахт «Глубокая», «Авангард», «Северная» и «Углекаменская» завершено, шахт «Нагорная» и «Центральная» продолжается. Полное восстановление естественного уровня подземных вод ожидается к концу 2010 г. (рис. 1).

ТАРАСЕНКО Ирина Андреевна – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник (Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток). E-mail: tarasenko_irina@mail.ru

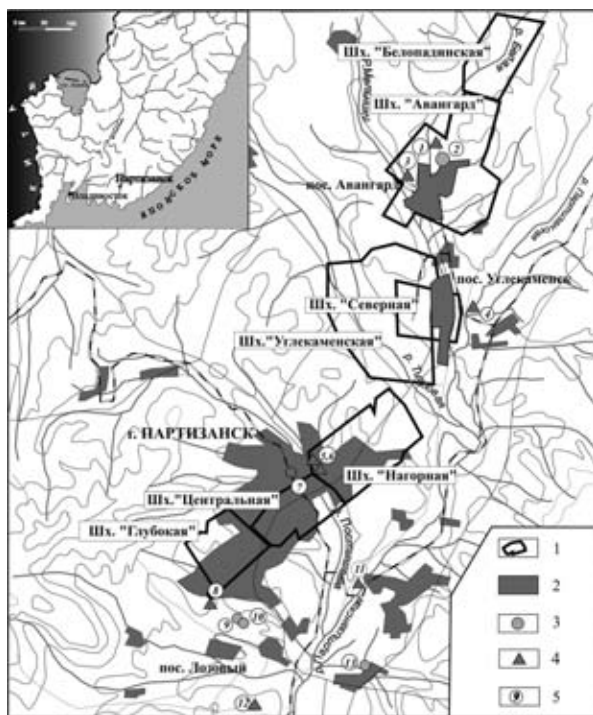


Рис. 1. Карта района полей ликвидированных шахт Партизанского каменноугольного бассейна: 1 – контур шахтного поля; 2 – территория жилой застройки; 3 – одиночные скважины; 4 – водозабор галерейного типа; 5 – условные номера водозаборных сооружений: 1 – «Авангардовский», 2 – скв. № 1 пос. Авангард, 3 – «Мельниковский», 4 – «Углекаменский», 5 – «Северный», 6 – водозабор ДВЖД, 7 – скв. № 3754, 8 – водозабор шахты № 1, 9 – скв. № 3731, 10 – скв. № 3531, 11 – «Южный», 12 – «Лозовый», 13 – скв. № 18-812

значимый экологический фактор, определяющий условия использования поверхностных вод в питьевых, рыбохозяйственных и иных целях.

Гидрохимическое обследование полей закрытых шахт Партизанского района для оценки фактического состояния подземных и поверхностных вод и определения степени влияния на них ликвидированных угледобывающих предприятий проводилось с 2000 г. Отбор проб воды для лабораторных исследований производился в соответствии с действующими нормами. В качестве базовой была определена лаборатория, аккредитованная Госстандартом России, – Приморское гидрометрическое агентство Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (г. Владивосток).

Полевым методом с помощью портативной полевой комплект-лаборатории «НКВ» определялись органолептические показатели (запах, цветность, мутность), pH, общая жесткость, содержание аммония, железа, основных ионов (хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов, кальция), расчетным методом – минерализация, сухой остаток, содержание магния, сумма натрия и калия.

Определение степени загрязнения подземных вод проводилось в соответствии с требованиями СанПиН «Питьевая вода...» [4]. При оценке качества вод поверхностных водотоков учитывались требования, изложенные в «Перечне ПДК и ОБУВ вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов» [3].

Шахтные воды в Партизанском бассейне по химическому составу главным образом гидрокарбонатные магниево-кальциево-натриевые; гидрокарбонатные кальциево-натриевые; гидрокарбонатно-сульфатные натриевые и сульфатно-гидрокарбонатные натриевые

Настоящая работа основана на наблюдениях, измерениях и анализе фактических показателей состава подземных, поверхностных вод и газов в районах ликвидированных шахт, она продолжает исследования автора в ОАО «ДальвостНИИпроектуголь».

Состояние подземных и поверхностных вод в районах ликвидированных шахт

Исходя из опыта ведения гидрохимических работ на ликвидированных угледобывающих предприятиях [5–8] можно утверждать, что основным источником загрязнения природных вод в зонах влияния шахт являются изливающиеся на поверхность шахтные воды.

Ионно-солевой состав вод является показателем соответствующих условий окружающей среды, он характеризует сложившуюся геохимическую обстановку и происходящие в ней процессы. В то же время состав и концентрация солей в воде рассматриваются как

(рис. 2). Они имеют минерализацию 1,0–5,4 г/дм³, в целом нейтральные, иногда щелочные (рН 8,15).

Изливающиеся на земную поверхность шахтные воды характеризуются повышенной жесткостью (8,0 мг-экв./дм³) и сверхнормативным содержанием гидрокарбонатов (1,2–1,7 ПДК), сульфатов (8,2–32,7), натрия (7,4–16,1), аммония (4,7–15,7), железа (15,4–71,8), цинка (1,1–12,7) и марганца (15,2–59,4). В ряде проб зафиксировано превышение ПДК по содержанию магния (2,1–2,4), фенолов (2,0–3,5), нефтепродуктов (1,4–9), свинца (1,1–1,5), меди (1,9–10,2), хрома (2,4–6,9), кадмия (1,7–3,0), фтора (1,1–1,5) и бора (1,6–2,4). В целом шахтные воды обладают повышенными по сравнению с природными водами минерализацией и содержанием вредных компонентов, загрязняют природную среду и воды.

В настоящее время в Партизанском бассейне самопроизвольный излив шахтных вод происходит на 10 участках, суммарный объем их поступления в реки достигает 304 м³/ч. Попадание шахтной воды в реку отражается на балансовом соотношении основных ионов, жесткости и минерализации воды в водотоке: возрастает содержание гидрокарбонатов с 90 до 1400 мг/дм³, сульфатов – с 3,5 до 335 мг/дм³, суммарного натрия с калием – с 13 до 555 мг/дм³, минерализация – с 134 до 2522 мг/дм³, жесткость – с 1,15 до 7,36 мг-экв./дм³. Превышаются ПДК этих веществ, изменяется тип речной воды.

В Партизанском районе фиксируются высокие уровни загрязнения даже в таких крупных реках, как Тигровая, Мельники, Постышевка и Партизанская. Так, воды в р. Тигровая-1 ниже разлива вод шахты «Углекаменская» становятся жесткими, солоноватыми по степени минерализации, сульфатно-гидрокарбонатными по анионному составу, натриевыми по катионному (рис. 3). Химический состав поверхностных вод рек существенно изменяется в месте впадения изливающихся шахтных вод. Благодаря геохимическим барьерам происходит активное выпадение гидрокарбонатов, железа, фтора, натрия и сульфатов. Это видно по характерному окрашиванию дна и берегов водотока в красно-коричневый цвет с белыми корками сульфатных минералобразований.

При обследовании территорий ликвидированных шахт особое внимание уделялось качеству воды в источниках нецентрализованного водоснабжения: колодцах, скважинах и родниках. Установлено, что затопление шахт приводит к загрязнению источников питьевого водоснабжения населенных пунктов в зонах разгрузки шахтных вод.

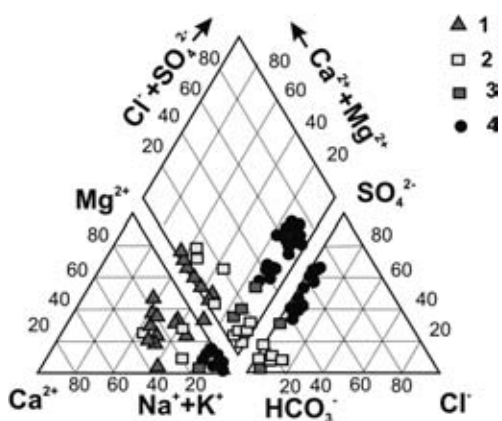


Рис. 2. Вариации составов подземных вод ликвидированных шахт Партизанского каменноугольного бассейна: 1 – «Авангард»; 2 – «Глубокая»; 3 – «Нагорная»; 4 – «Углекаменская» и «Северная»

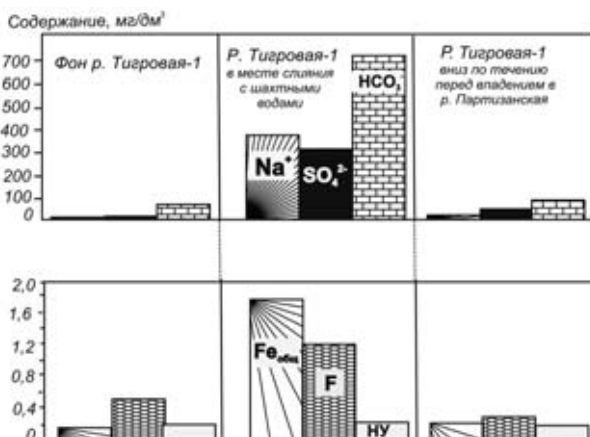


Рис. 3. Изменение качества поверхностных вод бассейна р. Тигровая-1 под влиянием изливающихся на поверхность вод шахты «Углекаменская»

В некоторых колодцах и родниках вода по своим характеристикам близка к шахтной, фиксируются повышенные минерализация воды (400–600 мг/дм³), содержание гидрокарбонатов 250–420 мг/дм³ и натрия 48–127 мг/дм³, что значительно превосходит фоновые показатели. В некоторых колодцах и родниках превышение ПДК зафиксировано по содержанию марганца (13–28), железа (13,3) и ртути (3,3).

В скважинах также обнаруживается влияние шахтных вод, что проявляется в первую очередь в высокой минерализации – 1264 мг/дм³ (1,3 ПДК), больших содержаниях натрия 299 мг/дм³ (1,5), железа (2,8–51,7) и нефтепродуктов (1,9–3,1), во многих скважинах марганца (1,4–12,8), фенолов (8,9–18,9) и кадмия (3–10 ПДК). Опасение вызывает тот факт, что признаки загрязнения подземных водоносных горизонтов шахтными водами отмечаются в непосредственной близости от водозабора «Углекаменский».

Выделение шахтных газов

Большинство шахт угольных бассейнов Дальнего Востока характеризуется повышенной степенью природной газоносности угольных пластов [2]. Ликвидация шахт существенно увеличивает вероятность выхода газов в атмосферу, так как после прекращения проветривания выработок и засыпки стволов газ накапливается в выработанных пространствах и создает там избыточное давление. Это усиливает поток газа к поверхности по трещинам горного массива.

Выделение шахтных газов отрицательно влияет на экологическую обстановку, поэтому наблюдения ведутся с момента прекращения проветривания шахт до настоящего времени. Газовая ситуация оценивается на основании замеров концентрации газов в пробах специализированными лабораториями, а также приборами ШИ-10 и ПГА. Обследованию подлежат устья выработок, погреба – в зонах, опасных по выходу газа, а также провалы.

На горных отводах шахт Партизанского района происходит интенсивное выделение углекислого газа из горных выработок, который накапливается в погребах и подвалах жилых домов, вытесняет кислород и отравляет атмосферу. Концентрации углекислого газа в шахтных выбросах достигают 10–15%.

В связи с выходом на поверхность вредных газов непосредственно в г. Партизанск сложилась чрезвычайная ситуация. Отмечено уже более 200 объектов, в воздухе которых наблюдается повышение до 5,5% содержания углекислого газа, до 0,4% – метана, понижение до 1% кислорода («мертвый воздух»). Опасные точки расположены в подвалах, гаражах и квартирах на первых этажах. Наблюдались случаи обмороков и болезни людей.

Нарушение земной поверхности

Основной предпосылкой активизации геомеханических процессов являются техногенные пустоты и расслоения в подземном пространстве, которые приводят к смещениям земной поверхности, зафиксированным на полях ликвидированных шахт. Необходимо отметить, что этому способствуют и режимные колебания восстановившегося уровня подземных вод, которые приводят к интенсификации разуплотнения подработанного массива горных пород. Это особенно опасно на выходах угольных пластов и над устьями горных выработок, где происходят деформации земной поверхности, периодически образуются провальные воронки диаметром до 2,5 м и глубиной 0,3–4,0 м (рис. 4).

Деформация земной поверхности над выработанным пространством в ряде случаев образует зоны подтопления, обуславливающие смещение и разрушение строений (рис. 5).

Над отработанными участками формируются мульды оседания глубиной до 10–12 м, в результате нарушается сток ливневых осадков, что приводит к заболачиванию значительных по площади территорий.



Рис. 4. Провальные воронки земной поверхности на территории ликвидированных шахт Приморского края. 2005 г. *Фото И.А.Тарасенко*



Рис. 5. Деформация колодцев над выработанным пространством. 2005 г. *Фото И.А.Тарасенко*

Заключение

В Партизанском бассейне закрытие шахт привело к нарушению экологической безопасности на участках шахтных полей и сопредельных территориях.

В нарушенном горном массиве сформировались подземные воды техногенного происхождения, значительно отличающиеся от природных вод по ионному типу, химическому составу и органолептическим свойствам. Шахтные воды обладают повышенной по сравнению с природными водами минерализацией и содержат в своем составе специфические компоненты, загрязняющие природную среду. Разгрузка техногенных подземных вод в результате изливов и при дренировании влияет на химический состав природных вод и приводит к изменению их органолептических свойств и даже ионного типа.

С учетом того, что уголь на территории г. Партизанск добывался с 1890 г., значительная часть застройки города велась на уже подработанных площадях. В результате

интенсивной откачки подземных вод из шахт уровень грунтовых вод в период застройки был ниже 5–20 м, поэтому фундаменты зданий проектировались без учета ожидаемого полного водонасыщения грунтов оснований. К концу 2010 г. полное затопление шахт «Центральная» и «Нагорная» приведет к восстановлению естественного уровня подземных вод, которое он занимал до начала горных работ. Это, во-первых, вызовет подтопление обширных участков, во-вторых, приведет к расширению опасных и угрожаемых зон, которые охватят территории высотной застройки, железной дороги и других важных для Партизанска объектов. Такие участки занимают около 1/3 территории города.

Ожидается повышение уровня воды в водозаборных и технических скважинах, расположенных в поймах рек и ручьев, при этом не исключено загрязнение водозаборов «Северный», ДВЖД, «Южный», эксплуатационных скважин и общественных колодцев, а также вероятно увеличение интенсивности вытеснения подземных газов, которые по своему составу представляют реальную опасность для людей и животных.

Таким образом, необходимы срочное проведение на потенциально опасных участках комплекса мероприятий по инженерной защите зданий и сооружений, организация контроля и разработка природоохранных мероприятий.

Автор выражает признательность за помощь в подготовке статьи сотрудникам ОАО «ДальвостНИИпроект-уголь» Т.В.Тарасовой, Т.М.Кадыровой, Л.Г.Буяновой, Т.Г.Языниной, О.А.Акимовой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агапов А.Е. Итоги работы Государственного учреждения «ГУРШ» по реализации программы ликвидации особо убыточных шахт и разрезов // Уголь. 2007. № 3. С. 3-7.
2. Гресов А.И., Обжиров А.И., Коровицкая Е.В., Шакиров Р.Б. Метаносность и перспективы освоения ресурсов метана угольных пластов бассейнов юга Дальнего Востока // Тихоокеан. геология. 2009. Т. 28, № 2. С. 103-116.
3. Перечень ПДК и ОБУВ вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. М.: Изд-во ВНИРО, 1997. 251 с.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2001. 90 с.
5. Тарасенко И.А., Буянова Л.Г. Гидрохимические исследования на полях ликвидированных шахт Сахалинской области // Геология угольных месторождений. Екатеринбург: Изд-во Уральской гос. горно-геол. акад., 2005. Вып. 15. С. 248-257.
6. Тарасенко И.А., Буянова Л.Г. Состояние природных и техногенных вод в зоне влияния ликвидированной шахты «Ильчевская» (Приморский край) // Геология угольных месторождений. Екатеринбург: Изд-во Уральской гос. горно-геол. акад., 2006. Вып. 16. С. 219-227.
7. Тарасенко И.А., Чепкая Н.А., Елисафенко Т.Н. и др. Экологические последствия закрытия угольных шахт и меры по предотвращению их отрицательного воздействия на регион // Вестн. ДВО РАН. 2004. № 1. С. 87-93.
8. Tarasenko I.A., Tchepkaia N.A., Sadardinov I.V., Bragin I.V. Abandoned mines drainage at a coal mine in Sakhaline island, Far East of Russia // Proceeding of the 5th European Congr. on regional geoscientific cartography and information system. Barcelona, 2006. P. 621-623.