

Загрязнение карстовых вод Кизеловского угольного бассейна

Катаев В.Н., Максимович Н.Г., Блинов С.М.

Угленосная формация визейского яруса нижнего карбона Кизеловского угольного бассейна, расположенного на Западном Урале, разрабатывается шахтным способом. Сложность горно-геологических условий добычи угля обусловлена интенсивной закарстованностью и обводненностью вышележащих известняков.

Из 18 угольных шахт, работающих в регионе, 8 характеризуются притоками карстовых вод свыше 1000 м³/час. В случае внезапных прорывов водопритоки могут достигать 3200 м³/час. Гидродинамическая связь поверхностных и подземных вод обусловлена природно-техногенными факторами - высокой трещинно-карстовой проницаемостью углевмещающих массивов, разработкой угля под карстовым водоносным горизонтом, откачкой шахтных вод.

Трещинно-карстовые воды по сравнению с межпластовыми и пластово-трещинными наиболее обильны. Они локализованы дизъюнктивными и пликративными нарушениями. Водопритоки в горные выработки, как правило, проявляются из трещин осевых зон складок, зон тектонических нарушений со смещением (сдвигов, надвигов и др.), карстовых полостей.

Разработка каменного угля ведется с конца 18 в. В настоящее время, в пределах шахтных полей и сопредельных территорий сформировалась и частично продолжает формироваться природно-техногенная система, характеризующаяся специфической гидродинамикой, гидрохимией и минералообразованием [1,2,3].

Современная структура карстовых массивов закладывалась в естественных условиях олигоцен-миоцена в результате деятельности водных потоков, направленных по простиранию трещиноватых известняков к глубоко врезынным речным долинам, что и обусловило их закарстованность до глубины 1000-1100 м.

Развитие массивов привело к образованию гидродинамически связанной карстовой дренажной системы, объединяющей следующие элементы: 1) поверхностные магистральные водотоки (транзитные карстовые реки); 2) притоки магистральных дрен, приуроченные к карстово-эрозионным логом (малые реки с подземно-поверхностным потоком); 3) подземные водотоки, локализованные вдоль литологических границ и тектонических дизъюнктивов. Подземная химическая денудация (7-17 мкм/год), воздействие органических кислот таежной биомассы и уголекислоты породы способствовали формированию HCO₃-Ca вод с минерализацией 0,06-1,5 г/л и нейтральной средой (рН=7,3-7,5) в карбонатных толщах.

Карст региона относится к голому и покрытому типам [4], что является одним из факторов зависимости режима карстовых вод зоны активной циркуляции от режима атмосферных осадков. Среднегодовое количество осадков колеблется около 750 мм, с выраженными летним (июнь) и осенним (октябрь-ноябрь) максимумами.

Источники из карбонатных отложений угленосной толщи в зоне влияния шахтных полей относятся к периодически действующими. Их дебиты возрастают после дождей, в ряде случаев до 50 л/с, при минимальных значениях 1-3 л/с. Данный режим является следствием водопонижения на 40-50 м в результате откачек шахтных вод. Уровень карстовых вод в пределах шахтных полей не является статическим. Под влиянием откачек он понижается из года в год, но весной и осенью в периоды

возникновения динамических запасов повышается на 25-50 м, что и определяет периодический режим источников.

Данный режим не распространяется на источники территорий, не занятых горными работами. Здесь действуют постоянные водообильные источники. Подобная ситуация характерна для синклинальных структур, в пределах которых угольные пласты погружаются на глубины свыше 1500 м.

Режим поверхностных водотоков зависит в значительной степени от режима атмосферных осадков. В полной мере это относится к транзитным магистральным водотокам, поскольку сформировавшийся в их долинах аллювий изолирует воды от трещиноватого цоколя. Валунно-галечниковый аллювий с песчано-глинистым заполнителем и слоями песчанистой глины (до 4,0 м) в кровле и подошве является надежным экраном. Магистральные реки в условиях искусственного понижения уровня подземных вод оказываются "подвешенными", изолированными от подземных вод. Подземные трещинно-карстовые воды в долинах магистральных рек фиксируются на глубинах 28-30 м от поверхности. В меженный период подземные воды не смешиваются с поверхностными. Смешение вод возможно в периоды весеннего и осеннего максимумов при подъеме уровня трещинно-карстовых вод и боковой фильтрации речных вод.

Притоки магистральных дрен отличаются сменой поверхностного стока на подземный и наоборот. Карстовые потоки со смешанным атмосферным и подземным питанием, разгрузкой в виде источников в крупные карстовые реки, являются важным звеном в гидродинамической системе карстового массива, в частности, и экологической системе региона в целом.

Некоторые малые реки используются для сброса шахтных вод. Они как бы включаются в технологическую цепочку горнодобывающего производства и становятся источником загрязнения подземных и поверхностных вод [5].

Химический состав шахтных вод зависит от содержания в угленосной формации серы, карбонатов и рассеянных элементов. При содержании серы в углях более 4 % воды приобретают кислую реакцию ($pH=2-3$) и сульфатный состав. Сульфатные железисто-алюминиевые, натриево-кальциевые воды имеют минерализацию 2,5-19 г/л.

В ходе эксплуатации месторождения, в связи с увеличением водопритоков, воздухообмена и объема пород, вовлеченных в геохимические процессы, минерализация шахтных вод может возрасти до 35 г/л. В шахтной воде по сравнению с природной на несколько порядков повышается содержание свинца, меди, цинка, серебра, никеля, кобальта.

Малые реки до впадения в них шахтных вод имеют $HCO_3-Ca-Na$ гидрохимическую фацию, минерализацию 90-150 мг/л и слабокислую реакцию среды ($pH=5,8$). Ниже по течению стока шахтных вод они приобретают $SO_4-Fe-Al$ состав при минерализации от 640 до 6000 мг/л. Содержание SO_4 составляет от 1000 до 3700, железа - от 70 до 900, алюминия - от 11 до 160 мг/л при $pH 2,5-2,9$ (Рис.1).

Сброс шахтных вод в малые реки за последние 55 лет сильно изменил их естественный режим. Заполнение карстовых полостей в местах фильтрации шахтных вод железосодержащими осадками, в составе которых до 46 % гетита, сопровождается уменьшением подземного и увеличением поверхностного стока. Загрязненные воды, очищавшиеся ранее при прохождении по трещинам и полостям в карбонатных породах, в настоящее время впадают в магистральные реки. В зимнее время малые реки питаются исключительно шахтными водами.

Воды магистральных рек по химическому составу мало отличаются от малых рек ниже их устьев. Вода имеет кислую среду (рН 2,3-3,5), SO_4 -Ca-Mg гидрохимическую фацию, содержание SO_4 до 270 мг/л и минерализацию 450-500 мг/л.

Интенсивно загрязняются и донные осадки. На их загрязнение указывает изменение состава водных вытяжек с HCO_3 -Ca на SO_4 -Ca, увеличение содержание водорастворимых солей от 300 мг/л до 9700 мг/л. Среда со слабокислой (рН=5,5) меняется на сильнокислую (рН=2,5-4,0). Донные осадки становятся источником вторичного загрязнения.

В горнодобывающем районе интенсивно загрязняются поверхностные водотоки, что связано с меняющейся гидродинамикой малых рек и снижением интенсивности естественной очистки на подземных участках. Подземные воды в силу природно-техногенных причин изолированы от поверхностных водотоков и активного загрязнения. Тем не менее, фильтрационное загрязнение происходит на площади угольных отвалов. Атмосферные воды, фильтруясь через них, обуславливают сульфатное загрязнение вод на глубинах 30-50 м от поверхности. Гидрохимическая HCO_3 -Ca фация меняется под источниками загрязнения на SO_4 - HCO_3 -Ca (содержание SO_4 достигает 300-350 мг/л при минерализации 700-760 мг/л) [6].

Учитывая сказанное Кизеловский угольный бассейн следует рассматривать как территорию потенциальных геоэкологических катастроф. В настоящее время ведутся исследовательские работы по применению искусственных геохимических барьеров для снижения интенсивности загрязнения подземных и поверхностных вод.

Библиографический список

1. Горбунова К.А., Максимович Н.Г. Техногенное воздействие на закарстованные территории Пермской области // География и природные ресурсы.- 1991.- N 3
2. Maximovich N.G., Gorbunova K.A. Geochemical aspects of the geological medium changes in coalfields // proceed Sixth Int. Congress Int. Ass. of Eng. Geology. Balkema, Rotterdam, 1990
3. Горбунова К.А., Максимович Н.Г., Андрейчук В.Н. Техногенное воздействие на геологическую среду Пермской области // Науч. докл.- Пермь: Горн. ин-т УрО АН СССР, 1990
4. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области.- Пермь, изд-во Пермского университета, 1992
5. Зуев И.А., Бакина С.А. Состав поверхностного стока с территории шахт Кизеловского угольного бассейна // Охрана окружающей природной среды / Пермь: науч. тр. ВНИИОСуголь.- 1980, Вып. 26
6. Никифорова Е.М., Солнцева Н.П. Техногенные потоки серы в гумидных ландшафтах районов угледобычи // Вестник Московского ун-та.- 1986, N 3, серия 5 - геогр.