

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАРСТОВЫЕ ВОДЫ КИЗЕЛОВСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

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

Разработка угольных месторождений на закарстованных территориях оказывает существенное воздействие на подземные воды. В Кизеловском угольном бассейне в силу структурно-тектонических и геохимических условий разработка месторождения привела к возникновению принципиально новых гидрогеологических условий, влияющих на другие элементы геологической среды.

Угленосная формация визейского яруса нижнего карбона Кизеловского угольного бассейна характеризуется высоким содержанием сульфидной и органической серы, интенсивной закарстованностью и обводненностью вышележащих известняков. Из 18 угольных шахт, 8 имеют притоки карстовых вод свыше 1000 м³/час. В случае внезапных прорывов они могут достигать 3200 м³/час. Воды имеют кислую реакцию среды, в связи с этим одной из проблем в угольном бассейне является утилизация шахтных вод, которые часто сбрасываются в карстовые реки или суходолы, что существенно меняет гидрохимическую и гидродинамическую ситуацию.

Современная структура карстовых массивов закладывалась в олигоцене-миоцене 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 системы, объединяющей следующие элементы: 1) поверхностные магистральные водотоки (транзитные карстовые реки); 2) притоки магистральных дрен, приуроченные к карстово-эрозионным логам (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 углекислоты породы способствовали формированию в карбонатных толщах гидрокарбонатно-кальциевых вод с минерализацией 0,06-1,5 г/л и нейтральной средой (рН=7,3-7,5).

Карст региона относится к голому и покрытому типам, что обуславливает зависимость режима карстовых вод зоны активной циркуляции от режима атмосферных осадков.

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.

Карстовые притоки магистральных дрен со смешанным атмосферным и подземным питанием отличаются сменой поверхностного стока на подземный и

наоборот, разгрузкой в виде источников в крупные карстовые реки, являются важным звеном в гидродинамической системе карстового массива.

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. В зоне влияния шахтных полей, где водопонижение в результате откачек шахтных вод достигает 40-50 м уровень карстовых вод 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.

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 сульфатно-железисто-алюминиевый, натриево-кальциевый состав с минерализацией 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 возрастать до 35 г/л. В шахтной воде по сравнению с природной на несколько порядков повышается содержание свинца, меди, цинка, серебра, никеля, кобальта.

Некоторые малые реки и суходолы (например р. Губашка, р. Шумиха, р. Ладейный Лог, р. Каменка) используются для сброса шахтных вод. Они как бы включаются в технологическую цепочку горнодобывающего производства и становятся источником загрязнения подземных и поверхностных вод.

Малые реки до впадения в них шахтных вод имеют гидрокарбонатно-кальциево-натриевую гидрохимическую фацию, минерализацию 90-150 мг/л и слабокислую реакцию среды ($pH=5,8$). Ниже по течению стока шахтных вод они приобретают сульфатно-железо-алюминиевый состав при минерализации от 640 до 6000 мг/л. Содержание сульфатов составляет от 1000 до 3700, железа - от 70 до 900, алюминия - от 11 до 160 мг/л при pH 2,5-2,9.

Сброс шахтных вод в малые реки за последние годы сильно изменил их естественный режим. Взаимодействие кислых шахтных вод с карбонатными породами ведет к увеличению водородного показателя и заполнению карстовых полостей железосодержащими осадками, в составе которых присутствует до 46 % гетита. Это сопровождается уменьшением подземного и увеличением поверхностного стока.

В зависимости от степени заполнения карстовых полостей осадком, которая определяется продолжительностью, составом и объемом сброса, размерами пустот и протяженностью участка сброса, реки имеют различное соотношение поверхностного и подземного стока. Например, подрусловые полости рек Шумихи и Губашки в настоящее время заполнены осадком и они имеют практически только поверхностный сток, в то время как в естественных условиях они были суходолами. Река Каменка, находясь на ранней стадии заполнения карстовых полостей, имеет подземный сток на значительном протяжении. Химический состав воды в роднике, разгружающегося в ее устье, говорит о процессах самоочищения кислых шахтных вод при фильтрации через полости и трещины в карбонатных породах. При значительных размерах подрусловых полостей, как например в Ладейном Логу, сбрасываемый в них поток транзитом проходит через них мало меняя химический состав.

Максимович Н.Г., Катаев В.Н., Блинов С.М. Особенности техногенного воздействия на карстовые воды Кизеловского угольного бассейна // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: Материалы науч.-практ. конф.- Курск, 1995.-С.124-127.

Воды магистральных рек в районе стока и разгрузки шахтных вод меняют химический состав. Вода имеет кислую среду ($\text{pH} = 2,3-3,5$), сульфатно-кальциево-магниевый состав при содержании сульфатов до 270 мг/л и минерализацию 400-500 мг/л.

Интенсивно загрязняются и донные осадки рек на участках сброса шахтных вод. На их загрязнение указывает изменение состава водных вытяжек с гидрокарбонатно-кальциевого на сульфатно-кальциевый, увеличение содержание водорастворимых солей от 300 мг/л до 9700 мг/л. Среда со слабокислой ($\text{pH}=5,5$) меняется на сильнокислую ($\text{pH}=2,5-4,0$). Донные осадки становятся источником вторичного загрязнения.

Для снижения интенсивности загрязнения подземных и поверхностных вод в настоящее время ведутся исследовательские работы по применению искусственных геохимических барьеров.

Таким образом, сброс кислых шахтных вод в карстовые полости оказывает существенное негативное влияние на геологическую среду, которое заключается в загрязнении подземных и поверхностных вод сульфатами, железом, алюминием, ионами водорода, тяжелыми металлами. Меняется гидродинамика района, уничтожаются уникальные карстовые ландшафты. Выпадающие из шахтных вод осадки в долинах рек и карстовых полостях являются источником вторичного загрязнения вод.