

методике. Однако стоит отметить, что концентрации медного купороса были увеличены до 20 г/л. Результаты определений представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты изучения изменения фильтрационных свойств для аллювиального песка после трехкратного насыщения.

Исходное значение		После первого насыщения		После второго насыщения		После третьего насыщения	
K_{ϕ} , м/сут	μ , д.е.	K_{ϕ} , м/сут	μ , д.е.	K_{ϕ} , м/сут	μ , д.е.	K_{ϕ} , м/сут	μ , д.е.
3,3	0,13	3,1	0,11	2,4	0,11	2,6	0,05

Анализируя данные из таблицы 2 можно сделать вывод о практически закономерном уменьшении фильтрационных параметров. Однако несмотря на достаточно большое количество выпавшего осадка (около 4 г при каждом насыщении) и его форму выделения (мелкая взвесь, с трудом осаждающаяся в стакане) существенной коагуляции не произошло.

Анализируя результаты работы можно сделать следующие выводы.

1. В лабораторных условиях воспроизвести механизм образования малахита не удалось. Однако был синтезирован аналог природного минерала ковеллина.

2. В условиях эксперимента фильтрационные свойства разных видов песков существенно не изменились. Не привело к кардинальному изменению фильтрационных свойств и увеличение концентраций реагентов в 5 раз.

3. Процесс выпадения солей происходил в лабораторной установке неравномерно, в виде отдельного канала. Это явление возникло несмотря на то, что в основании колонны реагенты подавались равномерно распределенными по площади.

Литература

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. Учебное пособие. «КДУ», 2007.
2. Гавич И.К., Лучшева А.А., Семенова С.М. Сборник задач по общей гидрогеологии. Москва, Высшая школа, 1964.
3. Грабовников В.А. Геотехнологические исследования при разведке металлов. Москва, «Недра», 1983.
4. Каменский Г.Н., Климентов П.П. Гидрогеология месторождений полезных ископаемых. Госгеолгиздат, Москва, 1953.
5. Колотов Б.А., Крайнов С.Р. и др. Основы гидрогеохимических поисков рудных месторождений, «Недра», 1983.
6. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Щвец В.М.. Геохимия подземных вод. Москва, «Наука», 2004.
7. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. Москва, «Географгиз», 1961.
8. Посохов Е.В. Формирование химического состава подземных вод. Гидрометеорологическое издательство, Ленинград, 1969.
9. Шадрунова И.В., Ляховец К.А., Горбатова Е.А., Емельяненко Е.А., Старостина Н.Н. Исследование процессов вторичного минералообразования медьсодержащих руд месторождения Бакр-Узьяк. Москва, МГГУ, 2001.
10. Шуйский А.В. Экспериментальная минералогия и генезис выращиваемого малахита. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Санкт-Петербург, 2015.

ЭВОЛЮЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ШАХТНЫХ ВОД В ВОСТОЧНОМ ДОНБАССЕ

В.Е. Борисова, Е.С. Торопова

Научный руководитель профессор А. И. Гавришин

Южно-Российский Государственный Политехнический Университет (НПИ)

имени М. И. Платова, г. Новочеркасск, Россия

Формирование химического состава подземных вод происходит под влиянием множества природных и антропогенных факторов, таких как климат, геологическое строение и гидрогеологические условия территории, состав водовмещающих пород, горнодобывающая промышленность, мелиоративная деятельность и другие. Добыча полезных ископаемых сопровождается интенсивным изменением естественного энерго-массопереноса, когда из недр на поверхность земли извлекаются огромные массы горных пород, руд, угля, подземных вод и т.д.; это приводит к существенным изменениям строения, свойств и состава верхней части гидrolитосферы, снижению экологического потенциала территории. В Донецком бассейне длительная отработка угольных месторождений и функционирование водопонижительных систем привели к значительному преобразованию гидрогеологических условий на больших территориях. Изменяется режим и баланс подземных вод, происходит трансформация химического состава природных вод с образованием минерализованных шахтных вод, загрязнение поверхностных водотоков, развитие процессов консолидации и уплотнения пород и многие другие явления и процессы.

В районе каждой действующей угольной шахты образуется мощная депрессионная воронка под влиянием интенсивной откачки шахтных вод, в формировании которой принимают участие подземные воды, поверхностные

водотоки и атмосферные осадки, проникающие через зону техногенной трещиноватости. Каждая депрессионная воронка оказывает существенное негативное влияние на экологическое состояние территории с исчезновением родников и поверхностных водотоков, осушением массивов горных пород, прекращением функционирования водозаборов подземных вод и другими отрицательными последствиями. При близком расположении угольных шахт депрессионная воронка может распространяться на десятки километров. Сброс шахтных вод в речную сеть ещё более усугубляет экологическую ситуацию. Многие крупные и средние реки Восточного Донбасса (Кундрючья, Лихая, Кадамовка, Каменка и др.) практически утратили водохозяйственное значение и рекреационную ценность. Сократились запасы, ухудшилось качество, возрос дефицит питьевых и технических вод. Такая ситуация характерна для большинства угольных бассейнов: Кемеровского, Печёрского, Донецкого (Украина), Карагандинского, Силезского, Рурского, Вичитинского (США) и многих десятков угольных бассейнов всего мира.

Реструктуризация угольной промышленности и массовое закрытие угольных шахт в Восточном Донбассе интенсифицировали процессы оседания земной поверхности и деформации горных пород, подтопления территорий и породных отвалов, формирования аномальных по составу вод и интенсивное загрязнение поверхностных вод, выделение «мертвого воздуха» и многие другие отрицательные явления.

Все эти негативные факторы вызвали многочисленные деформации и разрушение сооружений, производственных и жилых зданий, что потребовало переселения части населения на безопасные территории. Возникли проблемы в большинстве компонентов окружающей среды: воздушной, водной, биологической, геологической и социальной [1].

Химический состав шахтных вод зависит от многих факторов и, прежде всего, от состава дренируемых подземных и поверхностных вод, результатов их взаимодействия с углями и вмещающими породами, способов разработки угольных пластов, методов ликвидации угольных шахт. В табл. 1 приведён средний химический состав шахтных вод по результатам опробования за столетний период [2].

Таблица 1
Средний химический состав шахтных вод в различные периоды опробования (мг/л и % - моль, в скобках указаны содержания по ограниченному числу наблюдений)

Период	pH	HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	Fe	M
20 ^е годы	6.9	183	1443	397	233	184	405	(0-1)	2840
		7	68	25	26	35	39		
40 ^е годы	4.4	25	2590	257	304	219	642	(32)	4040
		1	88	11	25	30	45		
50 ^е годы	5.2	221	2795	443	330	191	964	(52)	4947
		5	78	17	23	20	57		
1966 год	6.7	264	1741	448	98	217	710	1.1	3500
		8	68	24	10	35	55		
1992 год	7.5	580	1700	730	205	137	1035	3.6	4390
		15	54	31	15	17	68		
1999 год	7.6	676	1542	378	157	129	800	6.6	3546
		20	60	20	15	20	65		
2002 год	7.1	610	2372	445	223	250	886	47	4810
		16	63	21	17	26	57		
2006 год	6.9	505	2800	322	296	260	923	83	5290
		11	77	12	19	29	52		
2010 год	7.1	626	2805	443	386	267	912	39	5466
		13	72	15	24	27	49		

В 1994 году началась ликвидация угольных шахт в Восточном Донбассе путём полного затопления шахт, затопления с перетоком вод в соседние ликвидированные шахты, с поддержанием уровней вод на безопасной глубине, способом «сухой консервации». Ликвидация осуществлялась более чем на 30 шахтах.

По сравнению с водами всех шахт Восточного Донбасса до начала ликвидации (1994г.) воды действующих (1999г.) шахт имели меньшую минерализацию и содержания большинства компонентов. Но содержание железа увеличилось почти в два раза (табл. 1). В среднем по составу воды сульфатные натриевые второго типа по О.А. Алекину.

К 2002 году практически завершилась ликвидация угольных шахт региона. С 2002 до 2010 года систематически увеличивалась минерализация вод и содержания всех компонентов. Всё это свидетельствует о том, что ликвидация шахт привела к усилению процессов окисления и растворения и негативное воздействие на все компоненты окружающей среды растёт. Это требует эффективных мер по реабилитации состояний окружающей среды региона.

Большинство рек в Восточном Донбассе под влиянием сброса шахтных вод практически утратили водохозяйственное значение и рекреационную ценность. Сократились запасы, ухудшилось качество, вырос дефицит питьевых и технических природных вод.

Во всех случаях снижается величина pH, минерализация увеличивается в 2 раза, содержание SO₄²⁻ - в 3 раза,

железа – в десятки раз. Кроме того, обнаруживается повышенное содержание Mn, Al, Cu и других компонентов. На воды р. Кадамовка, например, основное влияние оказывает сброс шахты Глубокая, воды которой имеют минерализацию 12700, содержание сульфат-иона - 8200 и железа - 110 мг/л [3].

При обобщении данных по химическому составу шахтных вод было предложено три главных сценария изменения состава шахтных вод при различных способах ликвидации угольных шахт. Если шахта ликвидирована «сухим способом» и продолжает функционировать система водоотлива, то состав вод формируется без существенных изменений с сохранением четырех главных гидрогеохимических направлений при функционировании шахт. Если шахта ликвидирована путем «затопления» и произведено сооружение дренажных скважин для понижения уровня грунтовых вод, то может происходить усиление процессов окисления серы и сульфидов с формированием кислых сульфатных вод с высокой минерализацией. Третий вариант отражает промежуточную ситуацию, когда при ликвидации шахты произведено затопление выработанного пространства, но сохраняется изоляция природно-техногенного резервуара и не происходит интенсификации процессов окисления. Во всех случаях прогнозировался сдвиг состава вод в сторону первого гидрогеохимического направления.

Выше изложенное убедительно свидетельствует о необходимости разработки и скорейшего внедрения эффективных методов реабилитации окружающей среды в Восточном Донбассе.

Литература

1. Гавришин А. И. Анализ информации о природных и антропогенных объектах, явлениях и процессах: учебное пособие / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2016. - 139с.
2. Гавришин А. И., Борисова В. Е., Торопова Е. С. Применение корреляционного анализа для изучения закономерности формирования химического состава шахтных вод // Успехи современного естествознания №12/2016.
3. Гавришин А. И. Гидрогеохимические исследования с применением математической статистики и ЭВМ. М.: Недра, 1974. 146 с.

СОДЕРЖАНИЕ, ПОВЕДЕНИЕ И ФОРМЫ МИГРАЦИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ ПАРАТУНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, КАМЧАТКА

И.В. Брагин

Научный руководитель профессор Н.А.Харитонова

Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

Введение. Редкоземельные элементы (РЗЭ) представляют собой группу из 15 элементов, обладающих сходными химическими свойствами, несмотря на различия их концентраций в водах и земной коре. Всем РЗЭ присуща валентность 3, но некоторые из них при определенных физических параметрах окружающей их среды могут проявлять валентности 2 или 4. Интерес к распространенности РЗЭ в природных водах связан с возможным использованием их в качестве индикаторов геохимических процессов, в том числе при реконструкции условий образования подземных вод и их последующей эволюции (смешение вод различных типов и т.д.). Установлено, что профиль распределения РЗЭ в воде до некоторой степени наследует профиль распределения этих элементов во вмещающих их горных породах [5, 7, 8]. Однако, однозначная интерпретация поведения РЗЭ в природных водах осложняется различными процессами, такими как формирование водных комплексов, коллоидный транспорт, ионный обмен и адсорбция, которые приводят к фракционированию РЗЭ в водных растворах по сравнению с материнской породой [8]. Для понимания особенностей миграции и законов фракционирования отдельных редкоземельных элементов в природных водах необходимо детально изучить формы миграции РЗЭ в определенных геохимических обстановках.

Геолого-гидрогеологические условия, а также *гидрогеохимия* Паратунского геотермального месторождения подробно изложены в работах [2, 3]. Стоит лишь отметить, что в пределах месторождения выделяются несколько участков термопроявлений (Верхне- (ВП), Средне- (СП) Нижнепаратунский (НП), Северный участок нижней Паратунки (СНП) и Карымшинский (КП)), причем отмечается гидравлическая связь между ними. Исследуемые термальные воды являются напорными и характеризуются преимущественно трещинно-жильным типом циркуляции. На месторождении горячие, метеорные воды с температурой до 100°C вскрыты скважинами в интервале глубин 600-1500м. Максимальная водообильность приурочена к зонам контактов эффузивных пород с дайками интрузий среднего и кислого состава, а также трещиноватым туфам. Балансовая площадь Паратунского месторождения составляет 244 км², утвержденные запасы вод с температурой 75-80°C составляют 44900 м³/день.

Гидротермы Паратунского месторождения принадлежат к провинции азотных щелочных (8<pH<9) вод с редковосстановительной средой (-150mV<Eh<-180mV), малой минерализацией (1г/л<TDS<2,4г/л) и очень высокой температурой на выходе из скважин (50<T,°C<80). При этом температуры геотермального резервуара, рассчитанные с помощью кварцевого геотермометра, варьируют от 113 до 128°C. Среди основных ионов преобладают SO₄²⁻, Cl⁻, Na⁺, Ca²⁺ (таблица).