УДК 622.51: 556.3: 550.42
DOI: 10.23671/VNC.2018.2.13923

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ШАХТНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА

© 2018 А.И. Гавришин, д.г.-м.н., проф., В.Е.Борисова, Е.С.Торопова

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова», Россия, 346430, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, e-mail: agavrishin@rambler.ru

Детальное изучение процесса изменения состава шахтных вод выполнено с помощью оригинальной технологии классификации многомерных наблюдений АГАТ-2. Обнаружено четыре главных направления изменения состава вод. После завершения ликвидации угольных шахт резко усилились процессы окисления и образования сульфатных вод первого направления, снизилось образование вод второго направления, полностью отсутствуют воды третьего направления, ослаблено четвертое направление. Происходит формирование мощных потоков загрязнения и возникает необходимость мероприятий по реабилитации окружающей среды в Восточном Донбассе. Выполнен пространственный анализ распределения состава шахтных вод на территории региона.

Ключевые слова: Восточный Донбасс, шахтные воды, химический состав, трансформация.

Введение

Восточный Донбасс является высокоиндустриальным регионом, в котором промышленные предприятия оказывают существенное влияние на состояние окружающей среды. Прежде всего, это предприятия угледобывающего и углеперерабатывающего комплексов. При разработке угольных месторождений возникают такие отрицательные явления, как формирование техногенной трещиноватости горных пород, осушение массивов, появление высокоминерализованных шахтных вод, оседание земной поверхности, образование породных отвалов (терриконов).

В районах действующих угольных шахт образуются мощные депрессионные воронки под влиянием интенсивной откачки шахтных вод. Каждая депрессионная воронка оказывает существенное негативное влияние на экологическое состояние территории, проявляющеесяв исчезновении родников и поверхностных водотоков, в обезвоживании массивов горных пород, прекращении функционирования водозаборов подземных вод и других отрицательных последствиях. Сброс шахтных вод в речную сеть еще 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, Печерского, Донецкого (Украина), Карагандинского (Казахстан), Рурского (Германия), Вичитинского (США) и многих десятков угольных бассейнов всего мира [Бобух и др., 2004; Гавришин, 2016, 2018; Закруткин и др., 2014; Мохов, 2011; Appelo. Postma, 2005; Bazhin et al., 2016; Gavrishin, Coradini, 2009; Sachsenhofer et al., 2012; Zakrutkin, Sklyarenko, 2015].

Массовая ликвидация угольных шахт в Восточном Донбассе способствовала усилению многих указанных явлений и добавила обширное подтопление террито-

рий, деформацию горных пород, интенсивное загрязнение природных вод, выделение «мертвого воздуха» и многое другое.

Все эти негативные факторы вызвали многочисленные деформации и разрушение сооружений, производственных и жилых зданий, что потребовало переселения части населения на безопасные территории [Гавришин, 2016, 2018; Закруткин и др., 2014; Мохов, 2011; Gavrishin, Coradini, 2009].

Возникли проблемы в большинстве компонентов окружающей среды: воздушной, водной, биологической, геологической и социальной. Назвав науку об окружающей среде *"Энвирология"*(*envirology, environment* – окружающая среда, *logos* – наука) следует отметить необходимость решения актуальных задач в области атмоэнвирологии, гидроэнвирологии, биоэнвирологии, геоэнвирологии и социоэнвирологии для реабилитации названных компонентов окружающей среды [Гавришин, 2016]. Это потребовало выполнить детальный анализ основных направлений трансформации химического состава шахтных вод после ликвидации угольных шахт.

Методика исследований

Объем современной гидрогеохимической информации создает широкие возможности использования математических методов и компьютерных технологий для обработки первичных данных и надежного обоснования выводов о закономерностях распределения содержаний химических элементов в водах. К настоящему времени имеется уже несколько тысяч работ, в той или иной степени касающихся применения математических методов и ЭВМ в геологии. Среди гидрогеохимических исследований, посвященным вопросам развития и использования математической статистики, можно отметить работы С. П. Абдула, С. А. Брусиловского, Г. А. Вострокнутова, А. И. Гавришина, Г. А. Голевой, В. И. Пелешенко, Н. П. Ромась, М. А. Садикова, С. И. Смирнова и др.

Внедрение математики в гидрогеохимию, по мнению большинства исследователей, следует рассматривать, преимущественно, как применение метода математического моделирования. Любая модель должна обладать двумя главными свойствами: отражательным и гносеологическим. Это означает, что модель, должна быть подобна по части признаков изучаемому объекту и одновременно модель позволяет изучать новые свойства объекта, иначе она перестает быть только моделью.

Анализ информации выполнен с привлечением широкого комплекса математико-статистических методов: интервальная оценка параметров, проверка гипотез, одномерная и многомерная корреляция. Как главный способ анализа гидрогеохимических закономерностей использован оригинальный G-метод классификации многомерных наблюдений (выделения однородных совокупностей – таксонов), основанный на критерии Z-квадрат (Гавришина), детальное описание которого можно найти в ряде публикаций автора [Гавришин, 2016, 2018].

Коротко отметим только главные особенности метода и разработанной на его основе компьютерной технологии AGAT-2. Метод позволяет:

- строить классификации наблюдений в условиях отсутствия априорных сведений о таксономической структуре (задача без учителя);
- задавать различные уровни классификации наблюдений и получать различную детальность таксономических построений (классы, подклассы и т. д.);

- использовать при построении классификации различия между однородными таксонами по средним значениям, изменчивости и по корреляционным связям признаков;
- не вводить ограничения между числом признаков и числом наблюдений;
- использовать зависимые признаки;
- оценивать сходство-различие между однородными таксонами;
- оценивать информативность признаков в полученной таксономической структуре;
- классифицировать новые наблюдения.

G-метод реализован в виде компьютерной технологии AGAT-2, позволяющий автоматически строить классификации многомерных наблюдений различного уровня детальности, и успешно применен для изучения природных и природно-антропогенных систем на Земле, Луне, Марсе, кометах, астероидах и в дальнем космосе по астрофизическим, космохимическим, дистанционным, гидрогеологическим, гидрогеохимическим, экогеологическим, геологическим и другим видам данных [Гавришин, 2013].

Сопоставлением, выделенных автоматически на компьютере однородных таксонов, обнаружены и количественно описаны закономерности формирования химического состава шахтных вод региона.

При анализе данных использованы названия типов по классификации О. А. Алекина. В название вод по химическому составу включаются компоненты с содержанием ≥ 25% – моль, которые располагаются в порядке возрастания содержаний.

Результаты исследований и их обсуждение

Для оценки состояния окружающей среды Восточного Донбасса важное значение имеют изменения химического состава шахтных вод, которые многие годы оказывают негативное влияние на состав питьевых вод, на интенсивное загрязнение поверхностных и подземных вод, на общее состояние окружающей среды региона. В районах угольных шахт формируются мощные потоки загрязнения. По этой причине выполнен анализ главных направлений изменения состава шахтных вод перед

Таблица 1.

Химический состав шахтных вод в 1992 году (мг/л)

Показатели	$\bar{X}$	Me	X_{min}	X_{max}	S
pH	7,5	7,6	3,0	8,1	0,99
HCO_3	580	500	0	2086	362
SO_4	1700	1548	585	4915	869
Cl	730	451	142	3122	639
Ca	205	190	49	761	131
Mg	137	121	18	291	61
Na	1035	929	292	2827	526
$Fe_{об}$	3.6	1.2	0.1	68.0	10.0
Fe_3	1.5	0.8	0.1	8.0	2.0
M	4390	4061	2254	9621	1565

Примечание: $\bar{X}$ – среднее арифметическое, Me – медиана, X_{min} – минимальное значение, X_{max} – максимальное значение, S – среднее квадратичное (стандартное) отклонение, N –объем выборки, M – минерализация, H – глубина (м).

Таблица 2.

Состав гидрогеохимических видов шахтных вод по направлениям в 1992 году (мг/л и %-моль)

Направ-ление	Вид	pH	Компоненты							Коэффициенты	
			HCO_3	SO_4	Cl	Ca	Mg	Na	M	$\frac{HCO_3}{Ca+Mg}$	$\frac{100SO_4}{Cl}$
1	1.1	7.8	483	1330	398	127	98	780	3200	0,55	245
			17	59	24	13	18	69			
	1.3	7.2	470	2340	311	292	226	763	4400	0,23	576
			12	75	13	22	29	49			
	2.1	5.3	306	2300	200	260	200	690	3915	0,16	820
			8	82	10	22	28	50			
	A1	3.0	0	4220	213	761	122	1100	6300	0	1567
			0	94	6	40	11	49			
2	1.1	7.8	483	1330	398	127	98	780	3200	0,55	245
			17	59	24	13	18	69			
	1.4	7.5	431	1350	582	350	121	576	3300	0,26	169
			14	54	32	34	20	46			
	1.6	7.7	538	1588	985	217	150	1110	4700	0,35	120
			12	48	40	16	18	66			
3	1.1	7.8	483	1330	398	127	98	780	3200	0,55	245
			17	59	24	13	18	69			
	1.2	7.9	411	1420	961	113	1098	4100	3120	0,40	109
			10	47	43	13	15	72			
	A2	7.0	976	2197	3100	277	219	2810	9600	0,52	53
			11	31	58	9	12	79			
4	1.1	7.8	483	1330	398	127	98	780	3200	0,55	245
			17	59	24	13	18	69			
	1.5	7.4	1060	1250	350	107	98	918	3800	1,32	272
			33	49	18	10	15	75			
	3.1	7.9	1190	978	2210	131	77	2053	6700	1,46	33
			19	20	61	7	6	87			

Таблица 3.

Средний химический состав шахтных вод в 1992 г. по гидрогеохимическим направлениям (мг и %-моль)

Направление	pH	HCO_3	SO_4	Cl	Ca	Mg	Na	Fe	M
1	6,0	360	2515	266	349	205	730	11,1	4450
		9	80	11	26	26	48		
2	7,6	516	1577	730	290	138	873	3,4	4235
		14	53	33	23	18	59		
3	7,8	487	1489	1396	179	124	1370	1,6	5055
		10	40	50	11	13	76		
4	7,6	1217	1105	885	107	84	1350	1,1	4566
		29	34	37	8	10	82		

периодом массовой ликвидации угольных шахт в 1992 году и после завершения ликвидации шахт (в 2015 году).

Для определения основных направлений и генезиса изменений химического состава шахтных вод в 1992 году использованы 46 результатов анализа вод. От-

метим, что состав вод в этот период характеризуется относительно высокой изменчивостью (табл. 1), и в среднем это воды хлоридно-сульфатные натриевые второго типа (отдельные пробы – первого и четвертого типов).

С помощью G-метода последовательного классификационного анализа по компьютерной программе АГАТ-2 обнаружены однородные гидрогеохимические виды химического состава шахтных вод (табл. 2). Анализ пространственного распределения наблюдений в координатах: «минерализация – содержания компонентов» позволил уверенно выделить четыре главных геохимических направления изменения химического состава шахтных вод. Геохимические направления получены объединением в квазиоднородные подсемейства гидрогеохимических видов (табл. 3).

Особенности химического состава вод различных геохимических направлений отчетливо фиксируются уже по среднему составу (табл. 3): первое направление – это слабокислые сульфатные магниево-кальциево-натриевые воды, второе – нейтральные хлоридно-сульфатные натриевые, третье – слабощелочные сульфатно-хлоридные натриевые, четвертое – нейтральные гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные натриевые (содовые). Хорошо видно, как от первого к третьему направлению снижается сульфатность и нарастает хлоридность вод, а для четвертого направления характерны высокие содержания гидрокарбонатов.

Все изложенное позволяет сделать надежные выводы о генезисе химического состава шахтных вод четырех выделенных гидрогеохимических направлений. Первое направление связано с преобразованием исходных слабоминерализованных гидрокарбонатно-сульфидных вод в кислые (pH до 2,0) сульфатные воды с высокими содержаниями Fe, Mn, Al, Cu и других металлов и обусловлено интенсивным развитием процессов окисления серы.

Содержание серы в углях (а, часто, и во вмещающих породах) составляет в основном 1,5-6%, в Донецких углях в среднем 3,5%. Обнаруживаются три главные формы сернистых соединений: сульфидная сера (преимущественно пирит и марказит), органическая сера и сульфатная сера. В донецких каменных углях больше всего содержится серы в сульфидной форме (пирит) – до 65% и органической – до 32%. Проникновение кислорода в пиритизированные угли, сланцы и глины приводит к развитию процессов окисления с образованием таких минералов как мелантерит ($FeSO_4 \cdot 7K_2O$), кокимбит ($Fe_2 (SO_4)_3 \cdot 9H_2O$), калиевые квасцы ($KAl (SO_4)_2 \cdot 12H_2O$), ярозит ($KFe_3 (OH)_6 (SO_4)_2$), ромбоклаз ($FeH (SO_4)_2 \cdot 4H_2O$) и другие. Эти минералы затем переходят в подземные воды, обогащая их сульфат-ионом, железом, калием, алюминием и другими металлами [Гавришин, 2018; Закруткин и др., 2014; Appelo. Postma, 2005; Bazhin et al., 2016; Gavrishin, Coradini, 2009; Sachsenhofer et al., 2012; Zakrutkin, Sklyarenko, 2015].

Второе геохимическое направление характеризуется переходом гидрокарбонатно-сульфатных вод в хлоридно-сульфатные нейтральные воды, в незначительной степени обогащенные Fe и Mn. Теперь, наряду с процессами окисления серы, приблизительно равную роль начинают играть процессы увеличения концентраций хлор-иона за счет притока хлоридных подземных вод при углублении угольных шахт.

Третье геохимическое направление изменения состава шахтных вод фиксирует преобразования гидрокарбонатно-сульфатных вод в сульфатно-хлоридные. На первое место выходит процесс роста концентрации Cl за счет притока хлоридных подземных вод при отработке глубоких шахтных горизонтов. Рост концентрации

Таблица 4.

Химический состав шахтных вод восточного Донбасса в 2015 г. (мг/л)

Компонент	$\bar{X}$	Me	X_{min}	X_{max}	S
pH	6,95	7,04	3,67	9,04	0,92
HCO_3	591	587	6	1244	290
SO_4	2837	2058	607	12084	2178
Cl	347	214	10	1897	333
Ca	293	296	10	556	127
Mg	267	216	6	1581	262
Na	606	518	62	2116	465
M	5238	4516	1624	17496	3171

SO_4 и процесс окисления сульфидов переходит на второе место (кислые воды при этом не образуются).

По четвертому геохимическому направлению изменения химического состава шахтных вод образуются оригинальные содовые гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные и хлоридные натриевые воды с высокими содержаниями HCO_3 и очень низкими Ca и Mg. Теперь ведущую роль начинает играть приток содовых подземных вод, которые формируются в результате испарительно-конденсационных процессов в водоуглеродной газовой фазе (обратная геохимической зональности подземных вод региона [Гавришин, 2016, 2018; Gavrishin, Coradini, 2009]). В районе угольных шахт, где образуются содовые воды четвертого направления, наиболее высоки перспективы обнаружения нефтегазовых скоплений, например, в структурах Гуково-Зверевского угленосного района [Гавришин, 2016]. Важно отметить, что в пределах Восточного Донбасса в северной зоне мелкой складчатости уже обнаружены перспективные нефтегазопроявления [Бобух и др., 2004].

Рассмотрим, как трансформировались главные направления изменения химического состава шахтных вод после завершения процесса ликвидации угольных шахт в Восточном Донбассе по состоянию на 2015 год. Состав шахтных вод приведен в таблице 4.

Сравнение химического состава шахтных вод в 1992 и 2015 гг. (табл. 1 и 4) показывает, что произошло значительное изменение состава. Особенно изменились содержания SO_4 (увеличилось в 1,7 раза), Cl (уменьшилось в 2,1 раза), M (увеличилась в 1,2 раза) и неоднородность (вариабельность) распределений этих компонентов. Но особенно наглядно изменение основных направлений состава шахтных вод проявилась по результатам классификации вод по компьютерной программе АГАТ-2. В таблице 5 приведены результаты выделения однородных видов наблюдений в 2015 г.

Сравнение данных таблиц 2 и 5, и особенно 3 и 6 показывает, что произошли существенные изменения в процессах формирования состава шахтных вод до и после ликвидации угольных шахт. По первому направлению наиболее резко увеличились содержания SO_4 (в 1,6 раза) Fe (в 4 раза) и минерализация (в 1,5 раза). По второму направлению содержание SO_4 выросло в 2,3 раза, минерализация в 1,6 раза. Полностью отсутствуют наблюдения в третьем направлении, то есть не происходит формирование сульфатно-хлоридных вод. Это убедительно свидетельствует о том, что после ликвидации угольных шахт резко усилились процессы окисления серы и сульфидов и растворения сульфатов; снизился приток в шахты вод хлоридного

Таблица 5.

Состав однородных гидрогеохимических видов шахтных вод по гидрогеохимическим направлениям в 2015 г (мг/л)

Направ-ление	Вид	pH	HCO3	SO4	Cl	Ca	Mg	Na	M
1	1.01	7,24	502	637	209	147	85	271	1950
	1.02	7,14	570	1770	275	284	191	418	3500
	1.05	6,97	505	3390	416	167	239	513	5230
	2.01	5,64	195	3930	151	373	462	407	5520
	A1	6,10	427	6377	157	271	748	295	9700
	A2	4,45	10	8597	363	421	547	1403	11341
2	1.01	7,24	502	637	209	147	85	271	1950
	1.05	6,97	505	3390	416	167	239	513	5230
	1.03	7,00	776	3170	463	359	274	859	5900
3	3.01	6,15	326	5810	1100	441	405	1780	9860
	A3	7,01	866	4982	1047	481	353	1819	9548
	A4	7,00	103	3841	1897	421	316	2116	8694
	Отсутствует								
4	1.01	7,24	502	637	209	147	85	271	1950
	1.04	7,34	426	1220	211	40	32	476	2400
	A5	7,33	409	1644	186	30	6	437	2712

Таблица 6.

Средний химический состав шахтных вод в 2015 году по главным гидрогеохимическим направлениям изменения состава (мг и %-моль)

Направление	pH	HCO_3	SO_4	Cl	Ca	Mg	Na	Fe	M
1	6,2	368	4115	203	277	370	1214	43,8	6547
		6,2	87,9	5,9	14,2	31,6	54,2		
2	7,0	513	3638	855	336	279	1226	3,2	6864
		8	70	22	16	21	63		
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-		
4	7,3	445	1167	202	73	41	695	1,1	2623
		19,6	65,2	15,2	9,7	9,2	81,1		

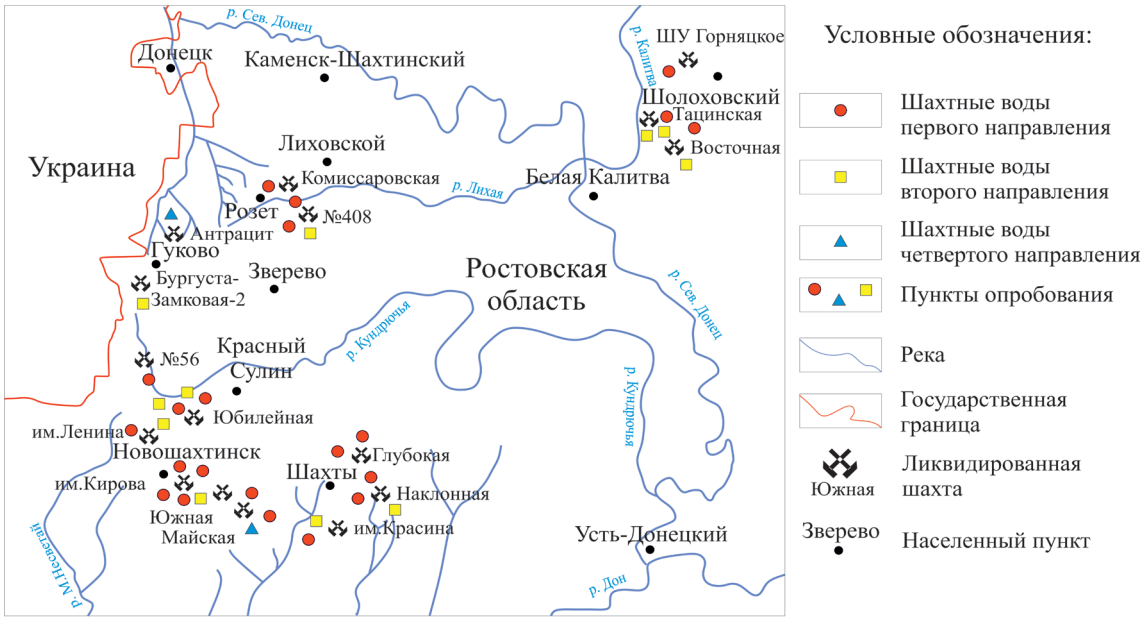
состава, так как теперь основной поток движения вод направлен из шахт во вмещающие породы.

Все это однозначно указывает на резкое усиление процессов загрязнения подземных вод в Восточном Донбассе и свидетельствует о формировании потоков загрязнения на больших территориях. Пространственное распределение основных направлений изменения химического состава шахтных вод показано на рисунке 1.

На картограмме четко прослеживаются основные закономерности изменения состава шахтных вод Восточного Донбасса. В ходе исследований было опробовано 32 пункта, которые сосредоточены в районах ликвидированных шахт. В пределах интенсивного влияния шахтных вод находятся такие города как Шахты, Новошахтинск, населенные пункты – Лиховской, Шолоховский и ряд более мелких хуторов и поселков (рис. 1).

Наиболее обширные ореолы загрязнения образуют воды первого направления, по которому формируются сульфатные часто кислые минерализованные воды, зна-

Картограмма распределения
направлений шахтных вод Восточного Донбасса



М 1:200 000

Рис. 1. Распределение основных направлений изменения состава шахтных вод на территории Восточного Донбасса.

чительно обогащенные Fe, Mn, Al, Cu и другими металлами. Это свидетельствует о резком усилении процессов окисления серы и сульфидов и растворения сульфатов после ликвидации угольных шахт. Такие воды характерны для большинства шахт региона и наибольшее их количество находится в Шахтинско-Несветаевском углепромышленном районе.

Воды хлоридно-сульфатного состава (второе направление) образуют локальные участки загрязнения. Они распространены в Гуково-Зверевском углепромышленном районе (шахты № 408, Бургуста-Замковая-2), в Шахтинском и Новошахтинском углепромышленных районах (шахты им. Красина, им. Ленина, Юбилейная, Самбековская) и в Шолоховском углепромышленном районе (шахта Тацинская).

Содовые воды (четверное направление) встречены в единичных пунктах опробования. Они наблюдаются в Гуково-Зверевском углепромышленном районе (шахта Антрацит) и в Шахтинском углепромышленном районе (шахты Майская и Глубокая).

Заключение

Анализ основных направлений изменений химического состава шахтных вод на территории Восточного Донбасса показал, что со временем происходит усиление процессов окисления и рост минерализации шахтных вод за счет сульфатов. Детальное изучение закономерностей изменения состава шахтных вод выполнено с помощью цифровой технологии классификации многомерных наблюдений АГАТ-2. Выделено четыре направления изменения состава вод. По первому направлению формируются кислые сульфатные воды за счет процессов интенсивного окисления сульфидов и серы, заключенных в углях и горных породах. По второму направле-

нию образуются хлоридно-сульфатные воды. По третьему направлению обнаружены сульфатно-хлоридные воды, образованные за счет притока в шахты минерализованных хлоридных подземных вод. По четвертому направлению формируются оригинальные содовые воды, которые могут свидетельствовать о наличии в регионе нефтегазовых месторождений. После завершения ликвидации угольных шахт резко усилились процессы окисления и образования сульфатных вод первого направления, снизилось образование вод второго направления, полностью отсутствуют воды третьего направления, слабопроявилось четвертое направление.

По результатам анализа шахтных вод в 32-х пунктах, приуроченных к ликвидированным угольным шахтам Восточного Донбасса, построена картограмма гидрогеохимического районирования, на которой приведено распределение основных направлений изменения состава шахтных вод на территории изученного региона. Большинство пунктов опробования относится к первому направлению, по которому формируются сульфатные кислые минерализованные воды, значительно обогащенные Fe, Mn, Al, Cu и другими металлами, которое обусловлено интенсивным развитием процессов окисления серы и сульфидов и растворения сульфатов. В Шахтинско-Несветаевском углепромышленном регионе находится наибольшее количество таких пунктов. Пункты второго направления (преимущественно хлоридно-сульфатные воды) более или менее равномерно распределены по территории региона; пункты четвертого направления встречены в Гуковском и Шахтинском районах.

Описанные преобразования химического состава шахтных вод произошли в результате изменения направления потока движения вод. В процессе функционирования угольных шахт поток подземных и частично поверхностных вод направлен в выработанное пространство шахт, а потом с шахтным водоотливом на поверхность земли. Во время ликвидации угольных шахт (преимущественно путем затопления) интенсивный поток вод направлен в выработанное пространство шахт. После затопления большинство шахт оказалось в общем потоке подземных вод, что вызвало интенсивное формирование потоков загрязнения. Все это вызывает необходимость проведения эффективных мероприятий по реабилитации окружающей среды в Восточном Донбассе.

Литература

1. Бобух В. А., Чихирин А. А., Тюльдин В. Н. Региональное надвигообразование северных окраин Восточного Донбасса в связи с формированиями залежей УВ // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2004. – № 7. – С. 22-28

2. Гавришин А. И. Состояние окружающей среды в районе угольных шахт Восточного Донбасса // Горный журнал. – 2018. – № 1. – С. 92-96.

3. Гавришин А. И. Анализ информации о природных и антропогенных объектах, явлениях и процессах: учебное пособие. – Новочеркасск: изд. ЮРГПУ (НПИ), 2016. – 139 с.

4. Закруткин В. Е., Скляренко Г. Ю., Гибков Е. В. Особенности химического состава и степень загрязненности подземных вод углепромышленных районов Восточного Донбасса // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2014. – № 4. – С. 73-77.

5. Мохов А. В. О растекании шахтных вод из затопленных угольных шахт в недрах // Доклады Академии наук. – 2011. – Т. 438. № 4. – С. 494-496.

6. Appelo C.A. J., Postma D. Geochemistry, Groundwater and Pollution. Second ed. – Tailor&Francis. – 2005. – 683 p.

7. Bazhin V.Yu., Beloglazov I.I., Feshchenko R.Yu. Deep conversion and metal content of Russian coals // Eurasian Mining. – 2016. – №2. – Pp. 28-36.

8. Gavrishin A.I., Coradini A. The origin and the formation laws of groundwater and mine water chemistry in the eastern Donets Basin // Water Resources. – 2009. – T. 36. №5. – Pp. 538-547.

9. Sachsenhofer R.F., Privalov V.A., Panova E.A. Basin evolution and coal geology of the Donets Basin (Ukraine, Russia): An overview // International Journal of Coal Geology. – 2012. – Vol. 89. – Pp. 26-40.

10. Zakrutkin V.E., Sklyarenko G.Y. The influence of coal mining on groundwater pollution (Eastern Donbass) // International multidisciplinary Scientific Geo Conference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 15th. – 2015. – Pp. 927-932.

DOI: 10.23671/VNC.2018.2.13923

DISTRIBUTION OF CHEMICAL COMPOSITION OF MINE WATERS IN THE EASTERN DONBASS

© 2018 A.I. Gavrishin, Sc. Doctor (Geol.-Min.), prof., V.E. Borisova, E.S. Toropova

South-Russian State Polytechnical University named Platov, Russia, 346430, Novocherkassk, Prosveschenia Str., 132, e-mail: agavrishin@rambler. ru

A detailed study of the process of transformation of the whole mine water using computer technology classification of multivariate observations AGAT-2. Found the four main directions of changes in the composition of the waters. After completing the Elimination of coal mines have dramatically increased oxidation processes and formation of sulphate waters first destinations, decreased water education second, completely absent of water the third, diminished fourth direction. Is the formation of powerful streams of pollution and there is a need for environmental rehabilitation activities in the region of environment. Completed spatial analysis of distribution of composition of mine waters in the Eastern Donbass.

Keywords: Eastern Donbas, mine water, chemical composition, transformation.

References

1. Bobuh V.A., Chihirin A.A., Tjul'din V.N. Regional'noe nadvigoobrazovanie severnyh okrain Vostochnogo Donbassa v svjazi s formirovanijamizalezhej UV. [Regional thrusting of the northern margins of the Eastern Donbass in connection with the formation of hydrocarbon deposits]. Geologija, geofizika I razrabotka neftjanyh I gazovyh mestorozhdenij. 2004. No. 7. Pp. 22-28. (in Russian)

2. Gavrishin A.I. Sostojanie okruzhajushhej sredy v rajone ugol'nyh shaht Vostochnogo Donbassa. [The state of the environment in the coal mines of the Eastern Donbass]. Gornyjzhurnal. 2018. No. 1. pp. 92-96. (in Russian)

3. Gavrishin A.I. Analiz informacii o prirodnyh I antropogennyh ob#ektah, javlenijah i processah. [Analysis of information on natural and anthropogenic objects, phenomena and

processes]. Uchebnoe posobie, Novocherkassk, izd. JuRGPU (NPI), 2016. 139 p. (in Russian)

4. Zakrutkin V.E., Skljarenko G.Ju., Gibkov E.B. Osobennosti himicheskogo sostava I stepen' zagrjaznennosti podzemnyh vod uglepromyshlennyh rajonov Vostochnogo Donbassa. [On the spreading of mine waters from flooded coal mines in the depths]. Izvestijavuzov. Severo-Kavkazskij region. Serija Estestvennyenauki. 2014. No. 4, Pp. 73-77. (in Russian)

5. Mohov A.V. O rastekanii shahtnyh vod i zzatoplennyh ugol'nyh shaht v nedrah. [Features of the chemical composition and degree of contamination of groundwater in the coal mining areas of the Eastern Donbass]. Doklady Akademii nauk. 2011. Vol. 438. No. 4, Pp. 494-496. (in Russian)

6. Appelo C.A. J., Postma D. Geochemistry, Groundwater and Pollution. Second ed. – Tailor&Francis. – 2005. – 683 p.

7. Bazhin V.Yu., Beloglazov I.I., Feshchenko R.Yu. Deep conversion and metal content of Russian coals // Eurasian Mining. – 2016. – №2. – Pp. 28-36.

8. Gavrishin A.I., Coradini A. The origin and the formation laws of groundwater and mine water chemistry in the eastern Donets Basin // Water Resources. – 2009. – T. 36. №5. – Pp. 538-547.

9. Sachsenhofer R.F., Privalov V.A., Panova E.A. Basin evolution and coal geology of the Donets Basin (Ukraine, Russia): An overview // International Journal of Coal Geology. – 2012. – Vol. 89. – P. 26-40.

10. Zakrutkin V.E., Sklyarenko G.Y. The influence of coal mining on groundwater pollution (Eastern Donbass) // International multidisciplinary Scientific Geo Conference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 15th. – 2015. – Pp. 927-932.