

УДК 553.94+550.42

ГОРОВОЙ А.Ф., ГОРОВАЯ Н.А. (Донбасский горно-металлургический институт)

ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В УГЛЯХ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ УГЛЕНОСНЫХ РАЙОНОВ СЕВЕРНОГО ДОНБАССА

На территории Северного Донбасса расположены Лисичанский (шахты ГХК «Лисичанскуголь»), Алмазно-Марьевский (шахты ГХК «Первомайскуголь» и «Луганскуголь»), Луганский (шахты ГХК «Луганскуголь»), Селезневский (шахты ГХК «Луганскуголь»), Краснодонский (шахты ГХК «Краснодон»), Боково-Хрустальский (шахты ГХК «Антрацит» и «Донбассантрацит») и Должанско-Ровенецкий (шахты ГХК «Свердловантрацит» и «Ровенькиантрацит»), в пределах которых разрабатываются угольные пласты свит C_2^3 ($h_2, h_4, h_6, h_6^1, h_7, h_7^B, h_8, h_9, h_{10}, h_{10}^B, h_{11}, h_{11}^H$ и h_{11}^B), C_2^4 (i_3 и i_3^1), C_2^5 ($k_2, k_2^1, k_2^H, k_2^{1H}, k_2^B, k_2^{1B}, k_2 + k_2^B, k_3, k_3^H, k_3^B, k_4, k_5, k_5^1, k_5^H, k_6, k_7, k_7^1, k_7^H, k_7^4, k_8$ и k_8^B), C_2^6 ($l_1, l_1^0, l_1^1, l_2, l_2^1, l_2^H, l_2^B, l_3, l_3^B, l_4, l_4^B, l_4^1, l_5, l_6, l_6^B, l_6^{B+H}, l_6^H, l_6^{H-2}, l_7, l_8$ и l_8^B) и C_2^6 ($m_3, m_3^H, m_3^B, m_4, m_5, m_6$ и m_6^1), угли которых относятся к маркам Д (шахтные поля Лисичанского угленосного района) — А (шахтные поля Должанско-Ровенецкого и Боково-Хрустальского угленосных районов).

Уголь отбирался непосредственно в забое горных выработок и анализировался на содержание примесных элементов спектральным полуколичественным (43 элемента) и химическим (на фтор и ртуть) анализами в государственной аттестованной лаборатории «ВОСТОК ГРГП» (аналитик В.К.Паламарчук).

Из 23 известных токсичных элементов в углях Северного Донбасса выявлены 19 [1]. В табл. 1 приведено содержание токсичных элементов в углях всех угленосных районов, которые расположены в порядке снижения степени метаморфизма от южных до северных районов, подсчитаны средние значения токсичных элементов для районов углей с высокой, средней и низкой степенями метаморфизма, помещены значения предельно допустимых концентраций («порог токсичности») токсичных элементов.

Содержания большинства токсичных элементов определяются степенью метаморфизма. Так, по мере возрастания степени метаморфизма в углях увеличивается содержание ванадия, кобальта, мышьяка, никеля, ртути, свинца и хрома, но снижается количество бериллия, лития, марганца, фтора и цинка. Кадмий и сурьма характерны для углей средней и низкой степени метаморфизма, ртуть — высокой. Конечно, на особенности распределения некоторых (в частности, халькофильных элементов) оказали влияние наложенные гидротермальные процессы.

Среднее содержание токсичных элементов в углях угленосных районов и в целом по северному Донбассу оказались ниже предельно допустимых концентраций, что является положительным критерием оценки качества твердого горючего ископаемого этой части Донбасса. В углях 56 шахтных полей токсичных элементов не установлено. В табл. 2 приведены перечень тех токсичных элементов, содержания которых на некоторых шахтных полях, превышают значения ПДК, удельная частота встречаемости и кратность превышения содержаний значениям ПДК. В углях шахтных полей содержание 12 токсичных элементов превышают значения ПДК. Один токсичный элемент установлен в 15 шахтных полях, два — в 10, три — в 3, четыре — в 2. Оценка токсичности углей выполнена по таким показателям, как общее число, общая и средняя оценка удельных частот встречаемости, общая и средняя кратности превышения предельно допустимых концентраций токсичных элементов [2].

Табл. 1. Токсичные элементы в углях угленосных районов Северного Донбасса

Угленосный район	Кол-во шахт	Мар-ки углей	Содержание, г/т																		
			Be	V	Bi	Cd	Co	Li	Mn	Cu	Mo	As	Ni	Nb	Hg	Pb	Sb	P	F	Cr	Zn
Должанско-Ровенецкий	19	A	2,4	18,5	2,0	-	7,1	12,0	439,5	26,2	3,0	170,5	20,1	3,0	0,3	11,8	-	29,2	96,6	33,0	26,5
Боково-Хрустальский	17	A	4,7	63,0	2,0	-	11,4	66,1	592,1	41,9	5,2	155,5	33,3	3,6	1,9	38,2	2,1	248,1	112,0	81,9	51,1
Селяневский	7	К-А	6,1	28,6	2,1	-	8,1	24,0	193,7	27,9	3,3	151,1	17,0	3,0	0,006	12,0	-	230,2	58,9	18,1	24,6
Краснодон-ский	11	Г-Т	4,0	36,1	2,1	1,4	7,7	31,7	309,9	30,5	2,8	127,5	18,9	3,9	-	10,2	0,1	249,7	71,9	20,8	41,4
Алмазно-Марьевский	18	Д-Т	8,4	39,1	2,2	-	9,2	45,7	322,7	27,2	4,1	94,3	21,5	3,5	-	11,4	0,3	118,7	32,9	33,3	55,8
Луганский	7	ДП-ГЖО	5,3	53,5	2,2	0,04	7,6	40,5	303,5	21,4	1,8	62,5	25,4	11,7	0,004	15,2	0,7	339,1	322,5	67,0	58,5
Лисичанский	7	Д-Г	12,1	36,8	2,1	-	7,1	26,9	285,0	29,2	7,4	83,8	17,5	4,3	-	14,9	0,6	7,9	136,2	22,4	46,9
Среднее по углям с высокой степенью метаморфиз-ма	36	A	3,6	40,8	2,0	-	9,3	39,1	515,8	34,1	4,1	163,0	26,7	3,3	1,1	25,0	1,1	138,7	104,3	57,5	38,8
Среднее по углям со средней степенью метаморфиз-ма	43	Д-Т	6,0	39,3	2,2	0,4	8,2	35,5	282,5	26,8	3,0	108,9	20,7	5,5	0,003	12,4	0,3	234,4	121,6	34,8	45,8
Среднее по углям с низкой степенью метаморфиз-ма	7	Д-Г	12,1	36,8	2,1	-	7,1	26,4	282,0	29,2	7,4	62,5	17,5	4,3	-	14,9	0,6	7,9	136,2	22,4	46,9
Среднее по углям Северного Донбасса	85	Д-А	7,2	39,0	2,1	0,2	8,2	33,7	359,8	30,0	4,8	111,5	21,6	4,4	0,4	17,4	0,7	127,0	120,7	61,6	43,8
Значения ПДК			50,0	100,0	4,0	2,0	100,0	75,0	1000,0	56,0	9,0	300,0	100,0	5,4	1,0	50,0	6,0	600,0	500,0	100,0	200,0

Общее число токсичных элементов изменяется от 0 (шахта им. Косиора и др.) до 4 (шахта «Новопавловская» — литий, мышьяк, ртуть и сурьма, шахта им. газ. «Известия» — литий, мышьяк, ртуть и свинец), общая сумма удельных частот встречаемости — от 0 (шахта «Фашевская» и др.) до 2,7 (шахта им. газ. «Известия»), средняя сумма — от 0 (шахта «Украина» и др.) до 1,0 (шахта «Свердловская»), общая сумма кратностей превышения — от 0 (шахта «Белореченская» и др.) до 80,0 (шахта «Никанор»), средняя сумма — от 0 (шахта «Лутугинская» и др.) до 80,0 (шахта «Никанор»).

Табл. 2. Показатели токсичности элементов, содержания которых превысили значения ПДК

Токсичный элемент	Количество шахтных полей	Содержания токсичных элементов, г/т	Удельная частота встречаемости	Кратность превышения содержания токсичного элемента значениям ПДК
Ртуть	17	1,2-3,5	0,5-1,0	1,2-3,5
Литий	11	76,2-257,2	0,3-1,0	1,0-3,4
Мышьяк	7	300,0-508,3	0,3-1,0	1,0-1,7
Свинец	4	62,9-108,7	0,7-1,0	1,3-2,2
Ниобий	3	5,5-12,0	0,3	1,0-2,2
Хром	3	166,6-775,0	1,0	1,7-7,8
Сурьма	2	6,2-13,3	0,4-0,8	1,0-2,2
Ванадий	1	104,5	0,5	1,1
Кадмий	1	15,0	1,0	7,5

Качественный состав токсичности характеризуется типом, классом и подклассом (определяется снижением степени распространенности токсичных элементов). В углях установлено 12 ртутных, 6 мышьяковых, 3 литиевых, по 2 бериллиевых, хромовых и свинцовых, по 1 фосфорному, цинковому, сурьмяному, кадмиевому, ниобиевому и молибденовому типов, 5 ртутных, 4 литиевых, 3 сурьмяных и 1 ниобиевому, свинцовому, хромовому и мышьяковому классов, по 1 ванадиевому, ниобиевому, литиевому, мышьяковому и свинцовому подклассу. Ртутный тип токсичности углей установлен преимущественно в пределах Боково-Хрустальского (шахты «Миусинская», «Крепенская» и др.) и в меньшей степени — Должанско-Ровенецкого (шахты «Ленинская», «Наклонная» и др.) угленосных районов, мышьяковый — в виде отдельных участков Алмазно-Марьевском, Селезневском, Краснодонском и Должанско-Садкинском, литиевый — в Селезневском и Боково-Хрустальском угленосных районах.

По значению среднего рейтинга токсичности углей шахтные поля шахт и шахтоуправлений расположены: «Комиссаровская» (1,6), им. Артема (2,0), «Перевальская» и им. Войкова (2,6), «Дуванная» (3,3), «Матросская» (3,9), «Ворошиловская» (4,0), «Ровеньковская» (4,3), «Краснокутская» (4,9), «Таловская» и «Краснопольская» (5,0), «Комсомольская» (5,3), «Центральная» (5,6), «Ленинская» (5,9), «Партизанская» и «Кременная» (6,1), «Алмазное» (6,4), «Миусинская» (6,6), им. 50-лет Сов. Украины (7,0), «Хрустальское» (7,4), «Наклонная» (7,9), «Крепинская» (8,4), «Княгининская», «Краснолучская» и «Краснодарская-южная» (8,6), «Свердловская» и им. газ. «Известия» (8,9), «Тошковская» (9,6), «Яновское» (9,7), «Новопавловская» (10,1) и «Никанор» (10,7).

В Боково-Хрустальском угленосном районе расположено 15 (88,2%) шахт с токсичным углем, в Селезневском — 4 (57,1%), Лисичанском — 3 (42,9%), Должанско-Ровенецком — 7 (36,6%), Краснодонском — 3 (27,3%) и Алмазно-

Марьевском — (5,5%). В Луганском угленосном районе шахты с токсичными углями отсутствуют. Из известных шахт с токсичными углями на долю Боково-Хрустальского района приходится 45,6%, Должанско-Ровенецкого — 21,1%, Селезневского — 12,1%, Краснодонского — 9,1%, Лисичанского — 9,1% и Алмазно-Марьевского — 3,0%.

В результате проведенных исследований изучено распределение токсичных элементов в углях 86 шахтных полей Северного Донбасса, показаны особенности их распространения, установлены шахты с токсичным углем, определены показатели и составлен кадастр токсичности шахтных полей с токсичным углем, оценены угленосные районы по количеству шахтных полей с токсичным углем.

Библиографический список

1. **Ценные** и токсичные элементы в углях России. Справочник / Ю.Н.Жарков, Е.С.Мейтов, И.Г.Шарова / Под ред. В.Ф. Череповского, В.М. Рогового и В.Р. Клера. — М.: Наука, 1996. — 240 с.
2. **Горовая Н.А., Горовой А.Ф.** Методика оценки и прогноза токсичности твердых промышленных отходов // *Металлургическая и горнорудная промышленность*, 1998. — № 2. — С. 139–141.

© Горовой А.Ф., Горовая Н.А., 2002

УДК 622.1:622.834

ГАВРИЛЕНКО Ю.Н. (ДонНТУ), НАЗАРЕНКО В.А. (НГУ)

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ МУЛЬДЫ СДВИЖЕНИЯ В ЗАПАДНОМ ДОНБАССЕ

Влияние подземных разработок угольных пластов на горные породы и земную поверхность изучалось специалистами практически на всех месторождениях. В результате выявлена физическая сущность процессов, происходящих в горном массиве и на поверхности, установлены общие закономерности формирования области влияния, разработаны различные способы прогнозирования деформаций поверхности и их воздействия на здания и сооружения. Но вопросы сдвижения земной поверхности не утратили своей актуальности. Наоборот, возникают новые проблемы, связанные с изменением технологии и условий ведения горных работ, вовлечением в разработку запасов под застроенными территориями и на участках пластов со сложной геологией.

Методики прогнозирования влияния подземных разработок на угольных месторождениях, положенные в основу нормативных документов [1, 2], приемлемы для условий закончившегося процесса сдвижения земной поверхности и для главного сечения динамической мульды в направлении подвигания очистного забоя. В последнем случае рассчитываются только максимальные значения сдвижений и деформаций. Подрабатываемые объекты в подавляющем большинстве случаев оказываются в зонах влияния движущегося фронта очистных работ вне главных сечений. Применение методик [1, 2] в этих областях зоны влияния выработки становится неэффективным по причине значительных погрешностей. Современные аналитические методы расчета [3] позволяют прогнозировать сдвижения земной поверхности практически для любых условий, но для их проверки соответствия реальным условиям не существует достаточной экспериментальной базы.

Для воссоздания поверхности мульды сдвижения над движущимся очистным забоем разработана методика интерпретационного моделирования [4]. Она основана