

ВЛИЯНИЕ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА НА СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ

М.И.Панина

Проведено исследование вод подземных скважин в районах накопителей промышленных отходов на содержание химических элементов, Исследована корреляционная связь между химическими элементами воды и дана её экологическая оценка.

Ключевые слова: подземные воды, твердые отходы производства.

Участки расположения накопителей промышленных отходов Риддерского горно-обогатительного комплекса ОАО «Казцинк» Республики Казахстан (РГОК) находятся в пределах Лениногорской котловины, окруженной средне- и высокогорными хребтами – Ивановским и Убинским – и приуроченной к центральной, наиболее возвышенной части Рудного Алтая.

Отходы РГОК размещаются в накопителях, к которым относятся:

1. Зона обрушения Риддерской залежи РСМ;
2. Таловское хвостохранилище обогатительной фабрики;
3. Хвостохранилище в Крюковских карьерах;
4. Шламонакопитель №2 на породном отвале Тишинского рудника;
5. Зона обрушения западного фланга Тишинского месторождения;
6. Зона обрушения Юго-Западной залежи РСМ;
7. Отвал отходов и технологического мусора РМУ на Восточном породном отвале Андреевского карьера.

Общая площадь объектов накопителей твердых промышленных отходов ЛГОК – 292,1 га, в том числе площадь, занимаемая складированными отходами 104,95 г. Земельный отвод для всех объектов для хранения отходов составляет 2441,6 га.

Химический состав вод исследуемого района весьма пестрый и в большей степени зависит от минералогического состава складированных отходов и от количества рудной минерализации (сульфиды цветных металлов), продукты выветривания которой растворяются атмосферными осадками и инфильтруясь через суглинки, поступают в средне-четвертичный водоносный горизонт.

Подземные воды среднечетвертичного водоносного горизонта в данном районе имеют переменный химический состав – от

гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевого до сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевого с минерализацией от 0,3 до 1,0 г/дм³.

По химическому составу воды межпластового напорного горизонта преимущественно гидрокарбонатно-сульфатные, кальциево-магниевого, кальциево-натриевого с минерализацией 0,4 – 0,6 г/дм³.

В данной работе рассмотрено влияние складированных в накопителях твердых отходов производств Риддерского горно-обогатительного комплекса ОАО «Казцинк» (РГОК ОАО «Казцинк») Республики Казахстан на химический состав подземных вод.

Отбор проб воды, их хранение, транспортировка и подготовка к анализу проводилась в соответствии с рекомендациями [1] и утвержденными ГОСТами (ГОСТир 51592-2000; 51593-2000) и стандартами (ИСО 566711; ИСО 566717).

Определение химического состава подземных вод проводили согласно стандартным методам и ГОСТам (ГОСТ 424572, ИСО 9297, ГОСТ 4389-72, ИСО 9280, ГОСТ 415172, ИСО 9964-3).

Статистическая обработка выполнена по Н.А. Плохинскому [2] с использованием программ STATISTICA и Microsoft Excel.

Установлено довольно высокое среднее содержание ряда химических ингредиентов в твердых отходах РГОК ОАО «Казцинк» (таблица 1).

Существующие отвалы вскрышных пород и накопители промышленных отходов предприятий города, разрушаясь под влиянием многочисленных факторов, являются основными веществами, загрязняющими подземные воды (таблицы 2,3).

Выявлена значительная вариабельность химических компонентов в подземных водах различных скважин в течение исследуемого срока (2004-2008 гг.). Так, содержимое цинка разнится в 80,7 раза, свинца – в 4,1, меди – в

ВЛИЯНИЕ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА НА СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ

49,2, кадмия – в 37,8, мышьяка – в 27,2, талия – в 15, ртути – в 11, марганца – в 39,4, селена – в 7,8 раза, железа – в 264 раз. Концентрация сульфат ионов различается в 38,9, хлорид – ионов – в 70,1 раза.

Таблица 1
Среднее содержание химических элементов складированных текущих твердых отходов РГОК, %

Отходы	Cu	Pb	Zn	Fe	SiO ₂	Al	Ba	Ca	Mg
Горные породы Риддер-Сокольского месторождения	0,09	0,04	0,09	1,06	63,4	2,73	0,27	1,54	0,9
Хвосты очистных сооружений шахтных вод Риддер-Сокольского месторождения	0,14	0,07	1,12	2,64	26,8	2,05	0,17	2,27	0,6
Отвальные хвосты обогащения полиметаллических руд обогатительной фабрики	0,03	0,07	0,16	3,84	33,5	2,69	0,67	3,06	2,5
Хвосты установки обезвреживания серной кислоты	0,05	0,02	0,03	0,43	3,1	0,66	0,48	14,24	2,3
Хвосты обогащения руды цеха дробления и обогащения	0,08	0,20	0,68	3,65	25,6	4,33	2,97	3,08	0,9
Шламы очистных сооружений шахтных вод Тишинского рудника	0,12	0,24	1,45	2,86	15,0	3,61	1,69	4,48	0,7
Шламы очистных сооружений транспортного цеха	0,01	0,01	0,05	0,96	19,8	1,74	0,16	1,63	0,4

Таблица 2
Результаты анализов проб подземных вод из сети наблюдательных скважин в районах накопителей промышленных отходов ЛГОК ОАО «Казцинк» за 2004 – 2008 годы, мкг/дм³

Год	pH	Zn	Pb	Cu	Cd	As	Tl	Hg	Mn	Se	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Fe
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Зоны обрушения Риддерской и II Юго-Западной залежей РСМ. Шахтные воды РСМ															
2004	7,8	282,0	31,0	8,0	1,41	84,0	0,32	0,22	180,0	1,0	260	5,6	5,8	0,55	0,08
2004	7,6	365,2	34,1	5,1	1,32	76,1	0,21	0,31	121,1	2,2	320	4,6	4,2	0,36	0,05
2005	7,9	218,1	38,2	4,3	1,53	45,5	0,12	0,43	60,8	3,4	242	1,6	6,3	0,49	0,16
2005	7,7	187,3	28,1	5,6	2,04	8,1	0,44	0,55	103,4	4,5	283	3,9	4,7	0,83	0,07
2006	7,6	115,4	24,2	3,7	1,92	7,2	0,62	0,34	30,2	1,4	330	5,3	5,9	0,75	0,08
2006	7,6	103,2	21,3	2,4	1,91	12,6	0,51	0,56	41,4	2,1	360	4,9	5,5	0,54	0,07
2007	7,9	164,3	25,4	3,1	1,84	14,2	0,72	0,63	62,3	4,0	275	2,8	5,1	0,38	0,07
2007	7,9	161,5	19,5	3,3	1,76	8,4	0,63	0,31	50,5	3,3	274	2,5	4,9	0,36	0,07
2008	7,8	159,7	19,6	3,2	1,67	13,5	0,21	0,42	54,2	2,6	273	2,3	4,9	0,35	0,07
Зона обрушения Западного фланга Тишинского месторождения. Шахтные воды Тишинского рудника															
2004	7,6	414,0	32,7	7,6	3,28	3,2	1,4	0,22	101,1	1,5	160	4,7	5,4	0,44	0,16
2004	7,8	623,1	31,0	6,1	3,89	5,6	4,5	0,34	162,3	2,4	270	4,2	4,8	0,38	0,17
2005	7,8	325,2	33,8	5,2	5,61	8,4	2,6	0,46	60,5	3,2	285	3,9	5,3	0,41	0,24
2005	7,9	246,4	34,2	5,3	4,22	7,2	3,7	0,17	190,3	1,6	246	3,6	4,9	0,62	0,17
2006	8,0	527,6	41,3	6,6	3,94	11,2	2,5	0,48	181,0	2,1	305	4,3	5,2	0,64	0,10
2006	7,5	368,1	39,1	8,5	2,63	9,3	5,3	0,57	220,4	4,2	314	4,1	5,1	0,57	0,09
2007	7,8	289,2	42,3	6,7	3,72	6,1	4,2	0,19	170,1	3,5	280	3,3	4,2	0,49	0,12
2007	7,8	278,3	41,5	5,8	3,71	11,2	5,1	0,21	182,4	1,6	285	3,1	4,2	0,48	0,13
2008	7,8	305,1	43,6	5,4	3,63	12,3	6,3	0,30	111,2	2,2	216	16,2	4,4	0,34	0,05
Таловское хвостохранилище. Скважина 1650															
2004	7,5	81,2	31,1	3,2	5,62	14,1	0,13	0,25	171,1	1,3	290	35	5,3	0,07	0,10
2004	7,4	60,3	35,3	5,3	5,73	13,3	0,54	0,33	120,6	2,2	304	46	5,4	3,54	0,21
2005	7,8	29,4	34,2	2,7	5,81	12,2	0,42	0,54	182,3	3,6	335	42	5,9	0,45	0,18
2005	7,2	12,4	30,4	2,8	5,02	10,1	0,13	0,22	140,5	1,4	240	25	6,4	5,4	0,13
2006	7,7	82,2	33,2	5,4	5,11	8,4	0,14	0,21	181,3	1,3	210	28	5,7	0,20	0,13
2006	7,4	53,1	32,2	5,2	5,21	12,2	0,31	0,31	90,1	2,3	340	37	6,1	0,16	0,15
2007	7,5	61,2	31,3	4,3	5,52	8,3	0,23	0,52	121,2	3,5	220	31	6,0	0,25	0,17
2007	7,6	74,3	34,4	4,4	5,34	13,2	0,64	0,64	112,3	2,1	228	29	5,9	0,23	0,15
2008	7,4	65,6	32,2	4,1	5,41	14,5	0,75	0,72	123,4	3,2	231	27	5,8	0,20	0,16
Скважина 1651															
2004	7,3	186,3	36,5	3,3	4,63	13,2	1,51	0,21	20,5	2,4	301	24	3,0	0,09	0,12
2004	7,8	57,4	37,6	4,5	5,83	16,1	0,83	0,33	21,2	4,6	309	38	5,7	0,07	0,05
2005	7,9	68,2	35,7	5,2	4,91	8,7	0,44	0,54	173,3	3,8	285	32	3,0	9,4	0,17

ПАНИНА М.И.

Продолжение таблицы 2

2005	7,4	44,1	34,8	5,7	5,72	13,3	0,55	0,67	214,2	4,7	226	47	6,2	6,8	0,09
2006	7,7	73,3	31,3	7,1	4,94	14,6	0,64	0,75	281,1	2,3	315	54	4,3	0,25	0,15
2006	7,5	14,4	32,1	4,3	4,73	12,8	0,71	0,82	243,2	1,2	280	28	3,0	6,17	0,27
2007	7,8	25,5	36,3	3,2	5,56	13,6	0,84	0,33	364,4	2,4	230	25	6,0	0,25	0,24
2007	7,6	32,6	34,6	3,6	5,61	12,7	1,14	0,22	325,5	3,6	231	25	5,8	0,25	0,25
2008	7,4	32,1	32,7	4,5	5,32	8,7	1,22	0,41	331,6	4,5	234	24	5,6	0,29	0,26
Скважина 1652															
2004	7,7	13,3	33,8	22,1	5,23	11,3	1,42	0,83	173,1	1,2	312	35	3,0	0,12	0,12
2004	6,8	52,2	32,0	9,2	5,46	12,5	0,81	0,95	212,2	2,3	219	112	3,0	0,09	0,17
2005	7,0	74,7	31,2	5,4	4,73	14,1	0,72	0,26	281,4	3,6	276	49	5,7	4,6	0,29
2005	7,4	14,8	35,6	5,3	4,61	13,1	0,64	0,37	245,3	2,7	339	37	4,7	0,34	0,22
2006	7,5	37,9	37,1	5,2	4,55	12,4	1,32	0,58	254,2	4,8	210	29	3,9	4,8	0,11
2006	7,4	0,93	38,3	17,3	5,32	13,3	1,44	0,44	645,1	2,1	220	34	3,0	0,36	0,05
2007	7,6	16,1	39,4	98,8	4,72	11,8	1,52	0,32	294,2	3,2	375	28	4,5	0,48	0,14
2007	7,4	29,2	34,5	85,2	5,31	10,7	1,33	0,21	251,2	2,3	212	28	4,6	0,4	0,19
2008	7,0	53,3	36,2	5,2	5,23	12,4	1,12	0,53	182,3	1,4	216	38	6,2	0,56	0,13
Скважина 2028															
2004	8,0	34,4	31,3	6,1	4,82	15,1	1,41	0,24	106,1	4,6	219	48	3,0	0,12	0,19
2004	6,8	95,5	37,4	5,8	4,94	8,7	0,82	0,32	291,3	5,5	280	67	3,0	0,09	0,05
2005	7,5	38,7	34,6	4,6	5,32	11,4	0,71	0,41	442,4	3,2	294	51	5,7	0,25	0,15
2005	7,5	35,8	35,2	6,1	5,73	16,1	0,15	0,24	144,5	1,1	203	39	6,5	7,95	0,05
2006	8,7	0,57	38,1	5,4	5,81	15,2	0,21	0,33	205,2	2,6	264	27	5,4	5,8	0,05
2006	7,85	145,2	37,4	7,7	5,56	14,3	0,34	0,22	403,1	3,4	240	62	5,9	0,65	0,05
2007	6,4	48,8	29,2	5,6	5,42	13,5	0,45	0,14	182,3	4,2	195	71	6,1	0,45	0,16
2007	7,7	56,9	38,3	8,1	5,31	12,3	0,33	0,36	191,2	2,3	193	65	6,0	0,51	0,16
2008	7,0	41,1	35,2	5,5	5,84	15,4	0,12	0,47	272,0	1,1	204	107	6,2	0,62	0,34
Скважина 1435															
2004	7,5	953,2	38,1	35,1	48,4	18,3	0,25	0,25	161,2	4,2	420	26	4,6	3,44	0,29
2005	7,6	745,1	34,2	42,3	43,2	17,1	0,34	0,41	120,1	5,4	480	28	6,0	3,72	0,33
2006	6,4	886,4	37,4	45,2	47,1	16,2	0,41	0,32	141,3	6,3	510	24	7,3	0,21	0,25
2006	7,4	787,3	29,3	25,2	48,2	14,4	0,12	0,23	162,2	4,1	540	17	6,4	0,26	0,37
2007	7,6	624,2	31,2	38,4	49,5	15,5	0,24	0,15	156,4	3,5	420	18	6,0	0,28	0,27
2007	7,2	663,1	33,1	37,3	45,6	13,6	0,53	0,41	151,5	4,6	471	20	5,7	0,25	0,31
2008	7,6	125,6	35,4	15,1	42,2	12,1	0,62	0,32	230,3	2,4	462	5,3	5,6	0,25	0,05
Скважина 1497															
2004	7,3	667,7	26,2	54,2	5,34	16,3	0,13	0,24	212,3	1,2	490	22	5,7	4,03	0,23
2005	7,2	714,5	30,1	48,5	5,23	17,2	0,25	0,36	113,6	2,6	435	35	6,3	3,25	0,30
2006	7,4	692,3	34,3	57,1	5,41	14,1	0,36	0,41	160,7	1,7	420	29	6,6	0,52	0,34
2006	7,8	985,2	35,5	28,3	5,56	13,4	0,14	0,23	121,8	3,8	515	27	5,4	0,61	0,31
2007	7,1	607,1	37,4	34,4	5,71	12,3	0,42	0,54	132,2	1,2	400	38	5,6	0,25	0,29
2007	7,5	698,2	34,2	35,2	5,62	15,1	0,54	0,46	133,4	2,4	402	31	5,5	0,22	0,28
2008	8,1	0,051	35,1	5,1	5,43	05,2	0,63	0,38	125,6	1,6	209	21,3	5,4	0,27	0,07
Восточный отвал Андреевского карьера. Скважина 2037															
2004	7,7	543,1	37,2	35,3	5,22	16,5	0,12	0,21	151,5	4,5	310	22	2,3	2,34	0,21
2005	7,6	362,2	34,1	48,3	5,31	17,6	0,21	0,32	112,4	3,2	270	21	3,0	1,85	0,30
2006	6,9	345,3	33,3	42,4	4,83	18,4	0,35	0,44	212,3	1,3	330	24	3,2	0,29	0,23
2006	7,8	287,2	32,4	28,1	4,35	16,3	0,14	0,52	131,2	2,4	240	27	3,4	0,36	0,37
2007	7,4	489,0	32,5	34,3	5,47	14,2	0,46	0,21	180,2	5,5	280	23	3,0	0,32	0,27
2007	7,6	476,5	33,6	29,5	5,21	12,4	0,17	0,22	192,1	1,7	270	24	3,1	0,33	0,31
2008	7,0	415,3	44,1	33,6	5,62	5,5	0,29	0,35	235,4	2,6	105	6,8	2,9	0,52	0,16
Скважина 5 Э															
2006	7,2	92,2	32,2	25,7	5,74	14,6	0,13	0,10	234,3	4,2	320	19	2,9	0,32	0,31
2007	7,2	54,6	36,3	18,2	5,83	13,7	0,35	0,21	93,2	3,3	560	23	3,0	0,30	0,32
2007	7,37	43,5	37,1	18,1	5,65	18,8	0,43	0,32	112,5	5,6	490	21	2,8	0,31	0,30
2008	7,8	12,6	38,2	5,3	5,52	5,9	0,24	0,45	334,6	6,4	19,3	21	2,9	0,24	0,01
Скважина 2 Э															
2006	8,2	0,048	32,4	16,4	5,44	12,1	0,16	0,38	115,4	4,3	540	21	3,3	0,25	0,38
2007	7,6	0,05	34,5	34,5	5,43	16,3	0,32	0,57	172,3	3,2	680	12	3,1	0,24	0,30
2007	7,2	45,5	33,1	28,6	5,82	17,4	0,25	0,26	163,2	2,1	660	13	3,0	0,25	0,32
2008	7,0	17,3	35,2	5,1	5,61	18,2	0,16	0,12	144,1	1,6	-	9,5	2,9	0,22	1,17
Скважина 3 Э															
2006	8,04	48,5	31,2	25,5	4,73	19,2	0,23	0,25	132,2	4,21	340	19	3,8	0,36	0,31
2007	8,4	54,3	32,1	32,3	5,82	12,3	0,44	0,32	101,3	3,15	460	16	4,0	0,32	0,32
2008	7,8	53,2	31,3	35,1	4,91	11,6	0,12	0,51	130,4	2,17	450	15	3,9	0,31	0,33
2008	7,3	12,1	35,5	5,2	4,56	14,2	0,25	0,43	111,2	1,25	199	23	3,5	0,81	0,15
Шламонакопитель № 2 ЦДО (Тишинский рудник). Скважина 1830															
2004	7,8	564,3	49,4	14,4	4,55	8,4	0,16	0,24	480,3	1,24	260	4,2	4,1	0,6	2,64

ВЛИЯНИЕ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА НА СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ

Продолжение таблицы 2

2004	7,8	23,4	30,2	16,3	4,62	9,3	0,27	0,32	440,2	1,46	367	4,5	4,5	0,52	0,31
2005	7,8	92,5	32,1	5,1	4,83	11,5	0,39	0,24	800,5	1,37	581	5,3	4,0	0,58	0,12
2005	8,05	452,1	33,2	5,2	4,91	12,7	0,28	0,45	201,4	1,58	259	1,9	3,8	0,70	0,09
2006	7,2	436,2	35,3	5,6	5,23	13,3	0,16	0,17	202,3	1,29	231	5,7	4,9	-	0,09
2006	7,1	32,6	36,5	11,5	5,36	8,2	0,34	0,26	313,5	1,12	245	4,6	5,2	0,36	0,07
2007	7,4	14,7	34,6	5,2	5,47	9,1	0,12	0,38	214,6	1,31	230	4,2	9,3	0,32	1,42
2007	7,1	13,8	37,1	4,3	5,52	12,4	0,45	0,49	230,7	1,53	233	4,3	7,9	0,34	1,35
2008	7,3	12,4	38,2	5,3	4,93	13,3	0,14	0,23	202,8	1,46	231	4,1	7,1	0,34	1,29
Скважина 1834															
2004	8,2	91,5	12,5	12,4	5,24	14,2	0,26	0,32	356,7	1,27	750	4,0	4,1	0,05	0,17
2004	8,0	112,3	31,6	3,2	5,38	9,7	0,17	0,55	391,2	09,5	580	4,2	4,3	0,05	0,07
2005	7,8	134,4	34,7	5,1	5,17	8,6	0,38	0,36	325,3	08,2	593	5,3	4,5	-	0,09
2005	8,0	183,5	32,2	5,4	5,35	14,3	0,12	0,42	302,4	1,25	580	4,9	4,1	0,18	0,17
2006	7,9	85,2	31,1	4,3	5,46	12,2	0,23	0,21	445,3	1,36	440	5,0	6,5	0,32	0,25
2006	7,7	142,1	32,4	7,6	4,84	13,4	0,15	0,14	383,2	1,24	375	4,8	4,8	0,24	0,05
2007	7,8	164,3	38,3	6,5	5,42	9,5	0,14	0,23	272,5	1,72	559	4,7	3,7	0,25	0,12
2007	7,5	153,2	34,2	5,2	4,83	12,6	0,22	0,52	293,6	2,31	550	4,6	3,5	0,25	0,10
2008	7,7	148,4	32,1	4,3	5,22	13,7	0,33	0,31	274,4	3,07	545	4,7	3,5	0,24	0,15

Таблица 3

Статистические показатели содержания химических компонентов в подземных водах в районах накопителей промышленных отходов РГОК ОА «Казцинк», мкг/дм³

Компоненты	lim	$\bar{X} \pm s \bar{x}$	σ	Cv, %	Mo	Me	E	A
pH	6,4-8,7	7,56±0,04	0,37	4,89	7,8	7,6	1,28	-0,39
Zn	12,2-985,1	229,2±29,94	255,5	111,5	53	103	0,77	1,34
Pb	12,1-49,2	33,5±0,48	4,9	14,6	34	34	4,78	-1,01
Cu	2,0-98,3	15,03±1,72	17,59	117,0	5	5	5,83	2,18
Cd	1,3-49,2	7,53±1,02	10,41	138,2	5,3	5,3	10,55	3,48
As	3,1-84,3	13,83±1,01	10,34	74,8	12	13	32,68	5,39
Tl	0,1-1,5	0,42±0,03	0,36	85,7	0,1	0,3	1,91	1,56
Hg	0,1-1,1	0,34±0,02	0,18	52,9	0,2	0,3	3,28	1,45
Mn	20,3-800,4	201,33±11,96	122,54	60,9	180	180	5,74	1,85
Se	0,8-6,2	2,37±0,12	1,28	54,0	2	2	-0,15	0,77
*SO ₄ ²⁻	19,3-750,6	334,61±13,15	134,77	40,3	280	285	0,33	0,87
*Cl ⁻	1,6-112,2	22,74±1,99	20,36	89,5	28	21,3	5,02	1,81
*Fe	0,01-2,64	0,25±0,03	0,33	132,0	0,05	0,17	27,84	4,81
*NO ₃ ⁻	2,3-9,3	4,80±0,13	1,34	27,9	3	4,9	-0,08	0,25
*NH ₄ ⁺	0-9,4	0,99±0,17	1,77	178,8	0,25	0,34	7,99	2,86

Примечание * - в мг/дм³; Mo – мода; Me – медиана; E – эксцесс; A – асимметричность

По величине средней концентрации исследуемые химические элементы (ХЭ) в подземных водах располагаются в следующем убывающем порядке (в мкг/дм³):

Zn (292,2) > Mn (201,3) > Pb (33,5) > Cu (15,0) > As (13,8) > Cd (7,53) > Se (2,4) > Tl (0,42) > Hg (0,34).

Из исследуемых металлов Hg, Tl относятся к чрезвычайно опасным, As, Cd, Pb, Se – к высокоопасным и Cu, Zn – к опасным токсичным элементам (при высоких их концентрациях).

Максимальный коэффициент вариации характерен для кадмия (138,2%), железа (132,0%), меди (111,5%); минимальный – для pH воды (4,89%), для свинца (14,6%), нитрат-ионов (27,9%). Четкая закономерность в концентрации химических компонентов по годам исследования не выявлена.

Корреляционная прямая связь средней величины между химическими компонентами выявлена только между медью и цинком (r=0,410), кадмием и цинком (r=0,477), кадмием и медью (r=0,303). Слабая корреляционная связь установлена между содержанием сульфат-ионами и концентрацией меди (r=0,249), и кадмия (r=0,287); между ртутью и таллием (r=0,228), между хлорид-ионами и концентрацией таллия (r=0,282), и ртути (r=0,223).

Обратная слабая корреляционная связь выявлена между сульфат-ионами и таллием (r=-0,252), между хлорид-ионами и сульфат-ионами (r=-0,277), между сульфат-ионами и содержанием свинца (r=-0,255).

Обратная средняя зависимость проявляется между концентрацией хлорид-ионов и pH водной среды (r=-0,390).

ПАНИНА М.И.

Между остальными компонентами подземных вод заметная корреляционная зависимость отсутствует (таблица 4).

Таблица 4
Корреляционная матрица компонентов подземных вод из сети наблюдательных скважин в районах накопителей промышленных отходов ЛГОК ОАО «Казцинк» за 2004-2008 годы

	pH	Zn	Pb	Cu	Cd	As	Tl	Hg	Mn	Se	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Fe
pH	1														
Zn	0,049	1													
Pb	0,115	0,152	1												
Cu	0,175	0,410	0,072	1											
Cd	0,190	0,477	0,046	0,309	1										
As	0,020	0,094	0,029	0,019	0,012	1									
Te	0,114	0,202	0,070	0,081	0,072	0,092	1								
Hg	0,064	0,186	0,125	0,066	0,119	0,027	0,228	1							
Mn	0,033	0,068	0,166	0,067	0,066	0,129	0,077	0,100	1						
Se	0,092	0,126	0,058	0,154	0,345	0,018	0,176	0,090	0,170	1					
SO ₄ ²⁻	0,102	0,154	0,255	0,249	0,287	0,039	0,252	0,084	0,101	0,013	1				
Cl ⁻	0,390	0,133	0,008	0,031	0,006	0,055	0,282	0,223	0,020	0,155	0,277	1			
NO ₃ ⁻	0,131	0,071	0,082	0,114	0,223	0,038	0,109	0,099	0,086	0,119	0,166	0,046	1		
NH ₄ ⁺	0,018	0,048	0,032	0,012	0,039	0,001	0,036	0,073	0,060	0,034	0,137	0,175	0,060	1	
Fe	0,123	0,051	0,274	0,059	0,035	0,063	0,203	0,115	0,118	0,122	0,031	0,135	0,160	0,070	1

Дана сравнительная оценка исследуемых подземных вод в районе расположения объектов промышленных отходов (таблица 5).

Концентрация химических компонентов в исследуемых водах региона значительно превышает их кларк в водах зоны гипергенеза и в водах провинции континентального засоления, к которой относится Казахстан. Так,

в исследуемых подземных водах концентрация цинка в 5,5, свинца – в 11,3, меди - в 2,7, кадмия – в 31,4, мышьяка – в 9,5, ртути – в 8,3, марганца – в 3,7, селена – в 3,3, сульфат-ионов – в 4,7 раза больше их кларка в водах зоны гипергенеза.

Таблица 5
Сравнительная оценка среднего химического состава подземных вод скважин в районах накопителей промышленных отходов РЛГОК ОАО «Казцинк»

Компоненты, ед.измерения	Наши данные	Воды зоны гипергенеза [3]	Воды провинции континентального засоления [3]	Речные воды [3]	ПДК, мг/дм ³
1	2	3	4	5	6
pH	7,56	6,90	7,50		6-9
Zn, мкг/дм ³	229,2	41,4	85,6	20	5,0
Pb, мкг/дм ³	33,5	2,97	6,12	3,0	0,03
Cu, мкг/дм ³	15,0	5,58	11,9	7	1,0
Cd, мкг/дм ³	7,53	0,24	0,42		0,001
As, мкг/дм ³	13,8	1,46	1,93	2,0	0,05
Tl, мкг/дм ³	0,42				
Hg, мкг/дм ³	0,34	0,041	-	0,07	0,0005
Mn, мкг/дм ³	201,3	54,5	135	7,0	0,1

ВЛИЯНИЕ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА НА СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
Se, мкг/дм ³	2,4	0,72	1,78	0,2	0,01
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	334,6	70,7	304	11,2	500
Cl ⁻ , мг/дм ³	22,7	59,7	258	7,8	350
Fe, мг/дм ³	0,25	0,481	0,71	0,67	0,3
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	4,8	2,40	5,78	1,0	45
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	0,99	0,59	0,85	0,02	

Концентрация хлорид-ионов, наоборот, в 2,6 раза ниже в исследуемых водах по сравнению с водами гипергенеза и в 11,4 раза ниже с водами провинции континентального засоления (таблица 5)

Концентрация Cd и Mn превышает их ПДК в питьевых водах (СанПиН 2.1.4.559-96) в 7,5 и в 2 раза соответственно. Содержимое других компонентов в воде не превышает ПДК.

Эколого-геохимическое состояние подземных вод может быть охарактеризовано кларком концентрации (Кк – отношение среднего содержания ионов в водах к кларку их в подземных водах гипергенеза [3]). Расчеты показали, что по величине кларка концентрации исследуемые ионы располагаются в следующем убывающем порядке:

Cd(31,4) > Pb(11,3) > As(9,5) > Hg(8,3) > Zn(5,5) > SO₄²⁻ (4,7) > Mn(3,7) > Se(3,3) > Cu(2,7) > NO₃⁻ (2,0) > NH₄⁺ (8,7) > TI(0,52) > Cl⁻ (0,38).

Присутствие высоких концентраций химических элементов, не присущих для производств РГОК, говорит о возможном привносе токсичных ингредиентов с промплощадок металлургического производства и других предприятий города (РТЭЦ, ТОО «Эталон» и др.).

Верхний слой водоносного горизонта в районе накопителей РГОК загрязнен токсичными ингредиентами. Суммарная концентрация их в районах складирования отходов составляет до 10-50 ед. ПДК. Ниже и далее

по потоку подземных вод происходит разбавление и частичное осаждение токсичных ингредиентов и на границе СЗЗ накопителей суммарная концентрация их не превышает 3 единиц ПДК.

Экологическое состояние подземных вод в районах накопителей промышленных отходов РГОК, согласно разработанных параметров [4], по превышению ПДК загрязняющих веществ оценивается как **опасное**, по суммарному показателю загрязнения как **допустимое**, по превышению регионального уровня минерализации как **допустимое**.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по отбору, отработке и хранению проб подземных вод. ВСЕГИНГЕО, М., 1990, 78 с.
2. Плохинский Н.А. Биометрия. – М.: Изд-во Моск.ун-та, 1970. – 367 с.
3. Щварцев С.Л. Гидрохимия зоны гипергенеза. М., ОАО «Издательство «Недра», 1998, 366 с.
4. Методические указания по оценке влияния на окружающую среду размещенных в накопителях производственных отходов, а также складированных под открытым небом продуктов и материалов. Утв. Минэкобио-ресурсов РК 09.01.95 г., Алматы, 1995 г., 97 с.

Панина М.И., студентка, Казахстан, Семипалатинский педагогический институт
E-mail: infracos-kaz@mail.ru