

### Література

1. **Иванченко В.В., Чугунов Ю.Д.** Особенности состава шлаков кислородно-конвертерного цеха КГГМК «Криворожсталь» и перспективы получения из них железорудного концентрата. – В сб. Проблемы развития Криворожского железорудного бассейна. – Кривой Рог, 2002. 56 с.
2. **Лапин В.В.** Петрография металлургических и топливных шлаков // Институт геологии рудных месторождений петрографии, минералогии и геохимии АН СССР. Труды // М.: Вып. 2 -1956- с.323.
3. **Панфилов М.И.** Металлургический завод без шлаковых отвалов // Москва: Металлургия, 1978.- 248 с.
4. **Рамдор П.** Рудные минералы и их сростания. М.: Изд-во иностранной литературы. 1962. 1132 с.
5. **Тырышкина С.Н., Иванченко В.В., Котляр М.И., Ковальчук Л.Н.** Минералогическое обоснование повышения эффективности использования сталеплавильных шлаков. Геолого-мінералогічний вісник // Кривий Ріг: Криворізький технічний університет.– 2005.– № 2, с. 113-117.
6. **Тиришкіна С.М., Иванченко В.В., Демченко Л., Мальковська К.С.** Мінералогічні дослідження сталеплавильних шлаків у курсовому проектуванні студентів-геологів. Записки Українського мінералогічного товариства. -2006- т.3. с. 178-181.

© *Иванченко В. В., Тиришкіна С. М., 2007*

УДК 622.85+330.15

Доктор геол.-мин.наук КОРЧЕМАГИН В. А, студ. ГУНЧЕНКО В. В. (ДонНТУ)

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ВОКРУГ ПОЛУКУПОЛА «НОВЫЙ»**

Объектом исследования является Никитовское рудное поле. Предмет исследования – содержание ртути в почве, воде и воздухе на Никитовском месторождении.

Цель работы: изучить геологическое строение Никитовского рудного поля и выяснить, как влияют рудные тела на содержание ртути в почве и как она негативно воздействует на состояние здоровья людей.

Основные задачи исследования: отобрать пробы почв, углей, воды на месторождении, провести их анализ и определить превышает ли концентрация ртути в почве установленные нормы.

Научная новизна полученных результатов: Никитовское рудное поле - это уникальная территория с научной точки зрения, где можно непосредственно изучить геологическое строение месторождения, а также изменение содержания ртути с удалением от рудных тел, её накопление в почвах, воде и организме человека.

Практическое значение: геологические изыскания на Никитовском рудном поле начались в конце 19 века, но результаты исследований, полученных сегодня позволяют также оценить экологическую ситуацию на месторождении. На основании полученных результатов опробования почв сделаны соответствующие выводы о загрязнении окружающей среды. наименования: Никитовское ртутное месторождение и Никитовское рудное поле. Эти наименования часто употребляются как равнозначные, хотя последнее является более правильным, поскольку оруденение выявлено на ряде достаточно удаленных друг от друга участков, иногда в различных горизонтах песчаников, и имеет на различных участках некоторые свои структурные особенности. В данной работе под Никитовским рудным полем понимается весь присводовый участок Горловской антиклинали, на отдельных участках которого существовали условия, благоприятные для ртутного оруденения [1].

По административной подчиненности рассматриваемая площадь относится к Горловскому и Дзержинскому районам Донецкой области с высокоразвитой горнодобывающей, химической, машиностроительной и другими отраслями промышленности. В геологическом отношении Никитовское рудное поле приурочено к присводовым участкам Горловской антиклинали, которая расположена у западного окончания Главной антиклинали Донбасса.

В литературе рассматриваемый район проявления ртутного оруденения имеет два

Складчатая структура нарушена разломами. Наиболее четко выражены продольные (северо-западные), кососекущие и поперечные нарушения. Продольные нарушения имеют важное значение в распределении ртутного оруденения. Южной границей Никитовского рудного поля является крутозалегающий, согласно наклоненный с пластами пород Осевой надвиг. Второй крупный продольный разрыв («Секущая»), которому многие исследователи придают значение основной рудоконтролирующей структуры, прослеживается на Северном крыле антиклинали.

Наиболее дислоцированными являются присводовые участки Горловской антиклинали. Здесь отчетливо выделяются серия наложенных складчатых структур второго порядка («куполов»). Наиболее важное значение в рудораспределении имеет центральная группа весьма подобных друг другу локальных складок. С запада на восток прослеживаются «купола»: Черный бугор, Черная курганка, Катущка, Софиевский и Новый. Эти структуры располагаются на равных расстояниях друг от друга (1,4 км), шарниры их повернуты относительно оси антиклинали против часовой стрелки на углы от 30 до 60°. К востоку и западу от центральной части рудного поля размещены по две более крупных наложенных структуры, соответственно Дылеевская и Дзержинская, Чегарникская и Кировская [1,2,3].

В геологическом строении Горловской антиклинали принимают участие угленосные отложения свит  $C_2^2$ ,  $C_2^3$ ,  $C_2^4$ ,  $C_2^5$ ,  $C_2^6$ ,  $C_2^7$ ,  $C_3^1$ ,  $C_3^2$  каменноугольного периода, общей мощностью около 5 км. Суммарная доля аргиллито-алевролитов составляет в среднем 60-65%, песчаников – около 35%, известняков и углей – менее 2% от общей мощности рассматриваемой толщи пород. Пласты углей достигают рабочей мощности, вместе с известняками они имеют подчиненное значение, но являются надежными маркирующими горизонтами [4].

На размещение промышленных месторождений ртути решающее влияние оказывали крупные разломы типа Осевого, Секущего, Железнянского и др. По лабиринту ветвящихся трещин растворы устремлялись из глубоких горизонтов вверх. В сводовые части куполов, где возник большой объем трещин, должно было подойти максимальное количество растворов. Здесь на своем пути они встречали препятствия в виде углисто-глинистого материала продольных трещин и покрывающих глинистых сланцев. В таких участках происходило концентрация растворов и последующая кристаллизация содержащихся в них веществ.

В 90-х годах добыча ртути была прекращена, но осталась довольно экологически нарушенная территория. Всего на Никитовском рудном поле было добыто более 30000 т ртути. Ртуть – элемент первого класса опасности, входящий в группу наиболее активных загрязнителей почв и других компонентов окружающей среды. Она имеет высокие миграционные свойства. В периоды тектонической активизации ртуть поступала из мантии по глубинным разломам и образовывала не только ртутные месторождения, но и рассеивалась в породах угленосной толщи. Неслучайно в углях Донбасса содержание ртути достигает 0,5 г/т и более [5].

Экологические проблемы в Донбассе накапливались продолжительное время, начиная с 1795 года, когда началась промышленная разработка углей региона. Негативные изменения окружающей природной среды Донецкой области приобретают необратимый характер, что влияет на здоровье и продолжительность жизни населения. В Донбассе все больше детей рождается с церебральным параличом. Развитию этого несчастья способствуют тяжелые металлы, такие как ртуть и свинец [6, 7].

Табл. 1. Содержание элементов в пробах почв по результатам метода ICP

Sample	Hg PPM	As PPM	Sb PPM	Se PPM	Bi PPM	Te PPM	Cd PPM	Cs PPM	Ge PPM	Mo PPM	Nb PPM	Sn PPM	Ti PPM	U PPM	Ga PPM	Pb PPM	Rb PPM	Zn PPM
6541038	13,70	286	51,9	1,12	0,363	0,138	0,831	7,3	6,42	5,91	7,38	5,51	2	5,26	16,2	57,8	94	175
6541037	5,24	60,8	12,3	0,48	0,467	0,162	0,325	19,4	2,29	0,891	10,2	6,71	1,2	4,23	23,7	35,8	168	116
6541036	24,40	170	36,9	0,429	0,325	0,12	0,393	10,2	2,07	0,963	7,75	5,7	0,793	2,67	16,2	94,6	114	109
6541035	1,72	44,7	17,2	0,299	0,361	0,114	0,165	9,27	1,91	1,04	8,86	5,09	0,788	2,81	16,6	29,5	127	86,1
6541034	4,06	85,1	19	1,94	0,51	1,55	0,88	5,75	3,72	5,81	5,94	7,26	1,37	3,72	11,3	377	62,7	219
6541033	1,83	177	9,44	3,26	0,815	0,261	0,115	19,4	4,13	6,72	10,8	8,22	4,67	6,49	24,8	38,5	157	41,1
6541032	6,89	59,4	15,2	2,46	0,718	1,99	1,58	3,52	3,9	5,52	4,26	5,73	1,27	6,61	8,94	68,4	43,6	357
6541031	2,79	59,4	8,34	1,67	0,792	3,53	3,64	1,93	2,99	9,49	4,06	8,18	0,697	3,24	7,52	609	45,2	614
6541030	2,81	68,6	18,7	1,91	0,488	1,26	0,802	4,11	4,06	4,71	4,52	6,21	1,32	3,8	10,7	80,6	51,2	188
6541029	13,2	218	321	1,76	0,519	0,267	0,504	8,14	4,32	6,56	6,63	11,1	2,31	4,13	13,6	67,9	85,6	96,9
6541039	31,60	143	12,3	0,272	0,251	0,102	0,279	5,97	1,78	2,05	7,53	7,81	0,547	2,05	10,9	32,3	74,1	124
6541040	6,44	40,6	11,5	0,308	0,337	0,141	0,257	7,3	1,77	1,27	9,02	5,52	0,655	2,54	14,7	29,1	107	91,7
6541041	9,85	109	9,83	1,28	0,547	0,243	0,146	13,8	2,8	2,21	10,6	7,04	2,13	4,48	24,1	31,9	150	115
6541042	43,50	190	58,5	0	0,143	0	0,209	2,17	1,73	0,607	2,91	2,62	0,383	1,34	6,9	28,9	47,5	68,2
6541043	12,20	141	14,9	1,24	0,482	0,156	0,189	10,5	2,76	2,42	8,03	5,52	2,15	4,09	19,5	125	118	110
6541044	6,50	123	10,1	1,67	0,515	0,207	0,117	12	3,57	2,79	8,7	6,06	2,58	4,55	21,9	31,9	130	102
6541045	23,60	211	40,3	0,703	0,243	0	0,157	5,76	2,55	1,29	4,98	3,66	0,919	2,84	12,3	20,6	59,9	64,8
6541046	20,30	162	33	0,879	0,355	0,153	0,349	11	3,37	3,25	8,52	15,3	1,22	4,65	20,5	40,6	119	173
6541047	37,70	99,1	16	1,14	0,432	0,231	0,246	10,4	2,77	1,38	8,65	5,8	1,24	4,84	27	31,9	127	135
6541048	23,90	243	40,9	0,322	0,259	0,12	0,212	7,19	2,52	0,758	6,05	4,15	0,655	2,71	14,4	26,7	78,6	85,2
6541049	5,69	50,9	11,2	0,594	0,398	0,174	0,286	6,6	2,26	0,994	8,91	4,71	0,73	2,28	18,7	29,8	121	155
6541050	20,90	184	97,4	0,806	0,443	0,237	0,48	8,06	2,78	1,38	9,4	6,03	0,997	3,14	19,9	51,8	123	154
6541051	22,50	187	118	0,698	0,558	0,189	0,359	9,75	2,62	1,42	10,5	6,46	0,89	3,7	20,6	42,3	133	132
6541052	23,50	121	89,1	0,608	0,433	0,174	0,259	9,56	2,35	1,51	10,2	5,58	0,754	3,8	18,8	33,1	119	119
6541053	29,30	229	140	0,66	0,37	0,189	0,351	7,2	2,48	1,69	8,78	4,9	0,816	3,19	16,1	41,1	101	116
6541054	14,40	156	84,2	0,6	0,25	0,147	0,263	6,11	2,33	1,02	6,53	4,23	0,733	2,31	15,2	29,7	84	90,3
Среднее содержание	15,71	139,18	49,89	1,04	0,44	0,46	0,52	8,55	2,93	2,83	7,68	6,35	1,30	3,67	16,58	80,22	101,55	147,59
Установленная норма	2,1	2	4,5	4	-	-	4	5*	1,4	2*	-	10*	-	-	30*	30	100*	23

Продолжение таблицы 1

Sample	Al_PCT	Ba_PPM	Be_PPM	Ca_PCT	Co_PPM	Cr_PPM	Cu_PPM	Fe_PCT	K_PCT	Li_PPM	Mg_PCT	Mn_PPM	Ni_PPM	Sr_PPM	Th_PPM	Ti_PCT
6541038	6,11	515	3,54	1,19	18,1	85,1	106	7,8	1,36	202	0,402	739	61,6	211	10,7	0,267
6541037	4,69	1360	2,75	4,24	13,2	92,8	199	16,1	1,05	74,9	0,729	5360	57	294	<RPT	0,208
6541036	2,85	1190	1,89	6,7	12,1	217	374	19,5	0,836	41,8	0,936	3950	78,2	295	<RPT	0,111
6541035	3,95	743	2,62	5,18	17,5	78,3	224	15,4	0,269	73,1	0,546	8940	70,3	296	22,6	0,159
6541034	11,5	773	3,78	0,993	12,8	115	58,9	6,4	2032	185	0,402	1940	36,7	247	17,6	0,493
6541033	4,95	2040	3,16	2,41	15,7	131	183	13,1	1,1	102	0,612	1510	83,6	215	9,84	0,196
6541032	8,23	446	2,89	2,34	23,8	84,1	29,1	5,12	1,74	117	0,738	990	57,9	208	11,6	0,4
6541031	8,18	504	2,79	1,72	20,5	89,2	122	4,41	1,96	332	0,843	820	53,9	238	12	0,363
6541030	10	586	3,79	0,994	25,3	111	39,7	4,48	2,54	214	0,437	1210	58,4	209	15,2	0,445
6541029	6,5	504	4,92	1,05	17,1	71,7	72	6,23	1,38	313	0,398	578	57,3	245	11	0,232
6541039	5,06	353	2,05	1,94	15,3	209	67,4	4,83	1,24	96	0,623	1420	47,3	155	8,35	0,265
6541040	7,19	467	2,52	4,59	20,1	103	35,7	4,55	1,66	89,9	0,966	835	52,8	200	12	0,383
6541041	10	575	3,51	0,0727	20,1	115	45,3	6,04	2,36	556	0,469	315	53,9	219	14,8	0,46
6541042	2,91	259	1,13	1,64	6,24	32,6	27,5	1,69	0,776	198	0,311	457	19,3	143	<RPT	0,0989
6541043	8,01	483	3,16	0,459	17,8	92,3	41	5,54	1,85	416	0,414	450	49,1	190	13,9	0,344
6541044	9	493	3,4	0,243	18,1	99,6	44,9	5,44	1,97	453	0,335	323	48,9	202	13,3	0,387
6541045	5	319	1,98	0,556	13,3	57,1	22,4	3,42	0,997	347	0,384	520	34,4	198	8,68	0,207
6541046	8,15	611	3,59	1,08	21,9	91,4	47,1	5,11	1,81	471	0,622	728	61,3	244	12,6	0,374
6541047	8,94	471	3,72	0,11	22,6	100	51,6	5,62	2,08	586	0,353	484	61,2	199	13,7	0,386
6541048	5,33	332	2,06	0,999	14,1	64,4	23	3,37	1,22	287	0,422	555	36,2	198	8,99	0,225
6541049	7,63	570	2,63	0,901	20,5	88,8	31	4,75	1,77	110	0,826	834	55,1	139	11,8	0,388
6541050	7,76	517	2,97	0,778	23,8	89	39,7	5,56	1,75	127	0,569	973	57	175	12,2	0,4
6541051	8,53	537	3,33	0,417	25,4	94	36,1	5,43	1,87	131	0,38	1140	56,4	165	13,4	0,447
6541052	7,98	486	3,27	0,319	24,8	87,6	35,5	6,45	1,68	118	0,353	1060	55,5	145	13,2	0,4
6541053	6,61	458	2,66	0,282	22,8	73,7	32,1	4,5	1,44	147	0,319	1070	46,2	144	12,1	0,369
6541054	6,13	438	1,98	0,282	15	68,7	26,6	3,64	1,4	94,9	0,293	457	37,4	115	10,5	0,269
Среднее содержание	6,97	616,54	2,93	1,60	18,38	97,75	77,48	6,71	79,62	226,25	0,53	1448,38	53,34	203,42	12,61	0,32
Установленная норма	-	500*	6*	-	100	100	100	-	-	30*	-	1500	100	300*	6*	-

**Примечание:** в качестве нормы принимается ПДК элемента в почве или кларк почвы по Виноградову (значение\*). Прочерк указывает на то, что для данного элемента не установлены нормативы.

Поэтому необходим постоянный мониторинг присутствия ртути в объектах окружающей среды, а также проведение ряда мер по устранению ртутной опасности. Для обеспечения химической и биологической безопасности населения Донбасса необходимо организовать надзор и контроль за обращением химических и биологических веществ на территории области, включая как обязательный компонент внутреннюю среду организма человека.

Кафедра полезных ископаемых и экологической геологии ДонНТУ и Геологическая служба США начали совместные исследования влияния соединений ртути на здоровье людей и попытки оценки уровня риска для здоровья жителей Горловки длительного контакта с ртутьсодержащими минералами и водами.

Цель проведенных исследований в городе Горловка Донецкой области – установить во сколько раз содержание ртути в почве превышает предельно допустимые значения. Для этого были отобраны пробы почв и растений. Профиль был пройден 27 июля 2005 года. На восток от полукуполо Новый было опробовано 16 проб: первые десять через десять метров, остальные через сто. В первой, пятой, седьмой и десятой точках были собраны образцы растений. На запад от полукуполо Новый было отобрано 10 проб через каждые сто метров. В первой, третьей, шестой и восьмой точках были собраны образцы растений.

В каждой из этих точек пробы почв отбирались деревянными лопатками из пяти ямок глубиной 0,05 – 0,01 м методом конверта - по углам и в центре конверта с участка площадью 5×5 м. Отбор проб из ям осуществлялся бороздовым способом, с пересечением борозды 5×5 см по всей глубине ям, т.е. интервал опробования почв, составляет 0,01–0,02 м. Пять рядовых проб, отобранных по конверту из ям, соединяются в одну, вес которой должен быть до 1 кг. Отобранные таким способом пробы должны быть очищены от корней, отходов и должны поддаваться квартованию. Средний вес объединенной пробы после отбора из неё мусора, корней растений и т.п. и просеянная через сито 1,0–1,25 мм должна быть равна 300–400 г. Именно эта проба отправляется в лабораторию.

Все пробы почв при литохимическом исследовании рекомендуется отбирать лопатами в специальные мешочки. На каждую пробу в мешочек готовилась этикетка, в которой указываются номер профиля, номер пробы, привязка, дата отбора пробы, краткая характеристика. В процессе сушки глинистые пробы периодически разминались с целью избежания их ссыхания в комки. После этого пробы почв были просеяны через специальное сито. Каждая проба почв была разложена в виде прямоугольника и по диагоналям разделена на четыре части, две части были отложены, а остальные две были снова разложены в виде прямоугольника. Этот процесс, который называется квартование, должен повторяться до тех пор, пока масса оставшейся навески не будет равняться ста граммам.

Образцы почвы были подготовлены к исследованиям, заключавшимся в химическом анализе элементов и определении формы нахождения серы, которые были проведены лабораторией, использующей стандарты ASTM. Элементарный анализ был сделан в Американской Геологической Службе (АГС) с использованием комбинации методов. Результаты анализов на Hg, As, Se, Co, Ni, Pb и Tl приводятся в этой статье. Результаты для Co и Ni были определены методом ICP-AES, тогда как для As и Pb – методом ISP-MS с использованием кислотной типовой процедуры выпаривания для обоих методов. Для определения элементного состава почв использовались гидратные вытяжки (Se) и атомная абсорбция холодного пара (Hg) [6, 7].

Почвы исследуются на содержание элементов с учетом их опасности в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.1.02-83 «Классификация химических веществ для контроля загрязнения»:

I класс опасности – мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк, фтор, бериллий, фосфор.

II класс опасности – бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром, висмут, литий, ниобий.

III класс опасности – барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций.

В результате лабораторных исследований были определены содержания 41 элемента. В табл. 1 представлены содержания элементов в пробах почв, отобранных на территории полукупола «Новый». Все полученные элементы можно разделить на три группы:

1) элементы, превышающие установленные нормы во всех пробах: As, Sb, Ge, Zn, Li, Th;

2) элементы, превышающие установленные нормы в некоторых пробах: Hg (превышает ПДК в 24 пробах), Cs (23 пробы), Mo (в 12 пробах), Sn (в 2 пробах), Pb (в 19 пробах), Rb (в 19 пробах), Ba (превышает в 15 пробах), Cr (в 7 пробах), Cu (в 6 пробах), Mn (в 5 пробах), V (в 2 пробах);

3) элементы, не превышающие установленные нормы: Se, Cd, Ga, Zn, Be, Co, Ni, Sr, Y.

Как видно из таблицы содержание ртути, мышьяка, сурьмы, хрома, молибдена в пробах превышает установленные нормы, это говорит о том, что почвы вокруг полукупола Новый загрязнены элементами I и II классов опасности.

Экологическое загрязнение среды на рудном поле явилось следствием нескольких причин. Во-первых, оно обусловлено работой Никитовского ртутного завода. В почве окружающей территории, отстойнике и в золе растений обнаружены повышенные концентрации ртути, которые превышают фоновые в 10–15 раз. Сильно загрязнена местность к западу и северо-западу от рудного поля, что объясняется преобладанием восточных и юго-восточных ветров. Во-вторых, источником загрязнения является обогащенный ртутью уголь, который перерабатывается на коксохимических заводах. Особенно много вреда причинил завод, расположенный на территории полукупола Новый (ныне закрытый) и один из самых крупных в Европе и мире завод в Авдеевке (ныне действующий) [2].

## Литература

1. **Victor A. Korchemagin** Tektonik und geologische Entwicklung des Lagerstättenbezirkes von Nikitovka// Freiburger Forschungshefte, C 329, 1977, s. 69-82.
2. **Гунченко В.В.** Ртуть в углях Никитовского рудного поля// Металлогения древних и современных океанов.- 2005.- С. 145-148.
3. **Гунченко В.В.** Структурно-морфологические типы рудных тел Никитовского рудного поля// Металлогения древних и современных океанов.-2006.- С. 328-329.
4. **Гунченко В.В., Корчемагин В.А., Панов Б.С.** Литохимия Никитовского рудного поля// Литохимия в действии. – 2006. – С. 87-90.
5. **Дворников А. Г.** Ртутоносность углей Донецкого бассейна. М.:Недра,1987. 180 с.
6. **Панов Б. С.** Эколого-геохимические особенности Украины и Донецкого бассейна// Доклады Международной школы “Современные методы эколого-геохимической оценки состояния изменений окружающей среды“.2003. С. 203-214.
7. **Панов Б. С., Корчемагин В. А., Панов Ю. Б., Колкер А., Ланда Е. Р., Конко К. М.** Экологическое значение селена, таллия и других микроэлементов в углях Донбасса// Доповіді Національної академії наук України. 2004. №6. С. 193-195.

© Корчемагин В. А., Гунченко В. В., 2007