

С. С. Потапов, Н. Г. Максимович, Н. В. Паршина

## **МИНЕРАЛЫ ГОРЕЛЫХ ОТВАЛОВ ЧЕЛЯБИНСКОГО И КИЗЕЛОВСКОГО УГОЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ**

S. S. Potapov, N. G. Maximovich, N. V. Parshina

### **THE MINERALS OF BURNING HEAPS OF CHELYABINSK AND KIZEL COAL BASINS**

Vivid example of technogenic object are burnt coal heaps in which as a result of self-ignition there is a redistribution and transformation of initial natural substance to formation of various mineralizations by the nature. One of results of studying of mineralogical objects are cadastres or lists of minerals. Lists of technogenic minerals of Chelyabinsk and Kizel coal basins are resulted. The data of one of B. V. Chesnokov's last lifetime works are put in a basis of the list of minerals burnt heaps the Chelyabinsk coal basin «On burning waste heaps of collieries». The list of technogenic minerals of Kizel basin is made on the basis of author's materials.

Одним из актуальных направлений исследований в области минералогии является изучение процессов современного, в том числе, и техногенного минералообразования и экологических следствий этих процессов. Ярким примером такого техногенного объекта являются горелые угольные отвалы, в которых в результате самовозгорания происходит перераспределение и трансформация исходного природного вещества с образованием различных по природе минерализаций. Одним из итогов изучения минералогических объектов являются кадастры или списки минералов. В основу списка минералов горелых отвалов Челябинского угольного бассейна (табл.) положены данные одной из последних прижизненных работ Б. В. Чеснокова «На горящих терриконах угольных шахт» [28], тираж которой был получен в начале августа 2005 г. – за 2,5 месяца до смерти автора. Список дополнен новыми данными из работ Т. П. Нишанбаева [12] и Е. П. Щербаковой [33].

**Минералы горелых отвалов Челябинского (1) и Кизеловского (2) угольных бассейнов**

Название	Химическая формула, сингония	1	2
1	2	3	4
Самородные элементы, интерметаллиды			
Графит	C, гекс.	+	+
Кремний	Si, куб.	+	
Сера	S, ромб.	+	+
Железо	Fe, куб.	+	
Медь	Cu, куб.	+	
Интерметаллид*	MgFeNi	+	
Карбиды			
Когенит	Fe <sub>3</sub> C, ромб.	+	
Высокоуглеродистый карбид Fe	FeC <sub>4</sub> (?)	+	
Фосфиды			
Шрейберзит	Fe <sub>3</sub> P, тетраг.	+	
Баррингерит	Fe <sub>2</sub> P, гекс.	+	
FeP* (без названия)	FeP	+	
Сульфиды			
Ольдгамит	CaS, куб.	+	
Троилит	FeS, гекс.	+	
Пирротин	Fe <sub>1-x</sub> S, мон. и гекс.	+	
Пирит	FeS <sub>2</sub> , куб.	+	+
Сульфиды			
Халькопирит	CuFeS <sub>2</sub> , тетраг.	+	
Галенит	PbS, куб.	+	
Халькозин	Cu <sub>2</sub> S, мон.	+	
Ковеллин	CuS, гекс.	+	
Фториды, хлориды			
Селлаит	MgF <sub>2</sub> , тетраг.	+	
Флюорит	CaF <sub>2</sub> , куб.	+	
Рорисит*	CaClF, тетраг.	+	
Нашатырь	NH <sub>4</sub> Cl, куб.	+	
Редикорцевит*	NH <sub>4</sub> MgCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O, ромб.	+	
Аквацидит*	CaCl <sub>2</sub> , ромб.	+	
Синдзарит	CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O, тетраг.	+	
Мезогидрит*	CaCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O, трикл.	+	
Антарктикит	CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O, триг.	+	
Лавренсит	FeCl <sub>2</sub> , триг.	+	
Молизит	FeCl <sub>3</sub> , гекс.	+	

Продолжение табл.

1	2	3	4
Копейскит*	$(\text{NH}_4)_2\text{FeCl}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , ромб.	+	
Нантокит	$\text{CuCl}$ , куб.	+	
Атакамит	$\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ , ромб.	+	
Паратакамит	$\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ , триг.	+	
Хлороцинкит*	$\text{ZnCl}_2 \cdot 4\text{Zn}(\text{OH})_2$ , гекс.	+	
Амминит*	$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}_2$ , ромб.	+	
Котуннит	$\text{PbCl}_2$ , ромб.	+	
Оксиды, гидроксиды, силикооксиды			
Периклаз	$\text{MgO}$ , куб.	+	+
Ферропериклаз	$(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O}$ , куб.	+	
Корунд	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , триг.	+	
Шпинель	$\text{MgAl}_2\text{O}_4$ , куб.	+	+
Герцинит	$\text{FeAl}_2\text{O}_4$ , куб.	+	
Кружевит*	$\text{Ca}_4\text{Al}_6\text{O}_{12} \cdot \text{SO}_4$ , куб.	+	
Хлормайенит*	$\text{Ca}_{13}\text{Al}_{14}(\text{SiO}_4)_{0,5}\text{O}_{32}\text{Cl}_2$ , куб.	+	
Демидовскит*	$\text{Ca}_{18}\text{Fe}^{3+}_{15}\text{AlSi}_4\text{O}_{47}\text{Cl}_6$ , куб.	+	
Кварц	$\text{SiO}_2$ , триг.	+	+
Тридимит	$\text{SiO}_2$ , мон.	+	+
$\alpha$ -Кристобалит	$\text{SiO}_2$ , тетраг.	+	+
Известь	$\text{CaO}$ , куб.	+	
Торбаковаит*	$\text{Ca}_4\text{Fe}_2\text{O}_6\text{Cl}_2$ , тетр.	+	
Рутил	$\text{TiO}_2$ , тетраг.	+	
Перовскит	$\text{CaTiO}_3$ , ромб.	+	
Армолколит	$(\text{Mg}, \text{Fe})\text{Ti}_2\text{O}_5$ , ромб.	+	
Гейкилит	$\text{MgTiO}_3$ , триг.	+	
Иоцит	$\text{FeO}$ , куб.	+	
Магнезиоиоцит	$(\text{Fe}, \text{Mg})\text{O}$ , куб.	+	
Магнетит	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$ , куб.	+	+
Магнезиоферрит	$\text{MgFe}^{3+}_2\text{O}_4$ , куб.	+	
Гематит	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ , триг.	+	+
Маггемит	$\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , куб.	+	+
Сребродольскит*	$\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ , ромб.	+	
Ацикулит*	$\text{CaFe}_2\text{O}_4$ , ромб.	+	
Грандиферрит*	$\text{CaFe}_4\text{O}_7$ , триг.	+	
Псевдобрукит	$(\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+})_2(\text{Fe}^{3+}, \text{Ti})\text{O}_5$ , ромб.	+	
Юниковит*	$\text{Fe}^{2+}(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})_2\text{Ti}_3\text{O}_{10}$ , ромб.	+	
Куприт	$\text{Cu}_2\text{O}$ , куб.	+	
Тенорит	$\text{CuO}$ , мон.	+	
Красногорит*	$\text{WO}_3$ , ромб.	+	
Глёт	$\text{PbO}$ , тетраг.	+	
Массикот	$\text{PbO}$ , ромб.	+	
Платнерит	$\text{PbO}_2$ , тетраг.	+	

Продолжение табл.

1	2	3	4
Без названия*	PbO <sub>2</sub> , куб.	+	
Брусит	Mg(OH) <sub>2</sub> , триг.	+	+
Белошарит*	3Mg(OH) <sub>2</sub> ·MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O, ромб.	+	
Байерит	Al(OH) <sub>3</sub> , мон.	+	
Кальдекагидрит*	CaAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·10H <sub>2</sub> O, гекс.	+	
Гидрокалюмит*	Ca <sub>2</sub> Al(OH) <sub>7</sub> ·3H <sub>2</sub> O, мон.	+	
Опал	SiO <sub>2</sub> ·nH <sub>2</sub> O, аморфн.	+	
Портландит	Ca(OH) <sub>2</sub> , гекс.	+	+
Гётит	α-Fe <sup>3+</sup> O(OH), ромб.	+	+
Акаганеит	β-Fe <sup>3+</sup> O(OH, Cl), тетраг.	+	
Лепидокрокит	γ-Fe <sup>3+</sup> O(OH), ромб.	+	
Хлоросидерит	4Fe <sup>2+</sup> (OH) <sub>2</sub> Fe <sup>3+</sup> OCl·4H <sub>2</sub> O, триг.	+	
Силикохлормайенит*	Ca <sub>13</sub> Al <sub>14</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> O <sub>24</sub> Cl <sub>4</sub> , куб.	+	
Малаховит*	Ca <sub>2</sub> (Fe <sup>3+</sup> , Mg, Ca) <sub>6</sub> (Fe <sup>3+</sup> , Si, Al) <sub>6</sub> O <sub>20</sub> , трикл.	+	
Доррит	Ca <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> Fe <sup>3+</sup> Al <sub>4</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>20</sub> , трикл.	+	
Гиббсит	Al(OH) <sub>3</sub> , мон.		+
Силикаты			
Форстерит	Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> , ромб.	+	
Оливин	(Mg, Fe) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ), ромб.	+	
Фаялит	Fe <sup>2+</sup> <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> , ромб.	+	
Норбергит	Mg <sub>3</sub> (SiO <sub>4</sub> )(F, OH) <sub>2</sub> , ромб.	+	
Хондродит	(Mg, Fe <sup>2+</sup> ) <sub>5</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (F, OH) <sub>2</sub> , мон.	+	
Гумит	3Mg <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> )·MgF <sub>2</sub> , ромб.	+	
Клиногумит	4Mg <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> )·MgF <sub>2</sub> , мон.	+	
Андалузит	Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ), ромб.	+	+
Топаз	Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> )F <sub>2</sub> , ромб.	+	
Монтichelлит	CaMg(SiO <sub>4</sub> ), ромб.	+	
Гранаты ряда гроссуляр-андрадит	Ca <sub>3</sub> (Al, Fe <sup>3+</sup> ) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , куб.	+	
Гибшит	Ca <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3-x</sub> (OH) <sub>4x</sub> , куб.	+	
Хлоргибшит	Ca <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3-x</sub> Cl <sub>4x</sub> , куб.	+	
Игумновит*	Ca <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> , куб.	+	
Ларнит	β-Ca <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ), мон.	+	
Подногинит*	γ-Ca <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ), ромб.	+	
Спуррит	Ca <sub>4</sub> (SiO <sub>4</sub> )·CaCO <sub>3</sub> , мон.	+	
Рукавишниковит*	Ca <sub>4</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·Ca(SO <sub>4</sub> ), ромб.	+	

Продолжение табл.

1	2	3	4
Кутюхинит*	$\text{Ca}_4(\text{SiO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ , мон.	+	
Ритмит*	$\text{Ca}_4(\text{SiO}_4)_2 \cdot 3\text{CaCl}_2$ , ромб.	+	
Альбовит*	$\text{Ca}_2(\text{SiO}_4) \cdot \text{CaCl}_2$ , мон.	+	
Титанит (сфен)	$\text{CaTi}(\text{SiO}_4)\text{O}$ , мон.	+	
Куспидин	$\text{Ca}_4(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{F}_2$ , мон.	+	
Хлорокуспидин	$\text{Ca}_4(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{F}, \text{Cl})_2$	+	
Афанасьеваит*	$\text{Ca}_8(\text{Si}_2\text{O}_7)_2\text{Cl}_2\text{O}$ , куб.	+	
Чесофиит*	$\text{Ca}_9(\text{Si}_2\text{O}_7)_3 \cdot \text{CaCl}_2$ , мон.	+	
Мелилит	$(\text{Ca}, \text{Al})_2(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_7]$ , тетр.	+	
Кордиерит	$\text{Mg}_2\text{Al}_3[\text{Al}, \text{Si}_5\text{O}_{18}]$ , ромб.	+	
Индиалит	$\text{Mg}_2\text{Al}_3[\text{Al}, \text{Si}_5\text{O}_{18}]$ , гекс.	+	
Секанинаит	$(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_2\text{Al}_3[\text{Al}, \text{Si}_5\text{O}_{18}]$ , ромб.	+	
Осумилит	$\text{KMg}_2\text{Al}_3[(\text{Si}, \text{Al})_{12}\text{O}_{30}]$ , гекс.	+	
Гиперстен	$\text{MgFe}(\text{Si}_2\text{O}_6)$ , ромб.	+	
Салит	$\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})(\text{Si}_2\text{O}_6)$ , мон.	+	
Диопсид	$\text{CaMg}(\text{Si}_2\text{O}_6)$ , мон.	+	
Иохансенит	$\text{CaMn}(\text{Si}_2\text{O}_6)$ , мон.	+	
Эссенеит	$\text{CaFe}^{3+}(\text{SiAlO}_6)$ , мон.	+	
Фассаит	$\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}^{3+}\text{Al})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$ , мон.	+	
Волластонит-2М	$\text{CaSiO}_3$ , мон.	+	
Муллит	$\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$ , ромб.	+	+
F, Mg-гастингсит*	$(\text{K}, \text{Ca}, \text{Na})_{1-x}\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_5[\text{Si}_3\text{AlO}_{11}]_2\text{F}_2$ , мон.	+	
F, Mg-роговая обманка*	$(\text{Na}, \text{K})_{1-x}\text{Ca}_2\text{Mg}_5[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]_2\text{F}_2$ , мон.	+	
Рёнит	$\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ti})_6(\text{Si}, \text{Al})_6\text{O}_{20}$ , трикл.	+	
Лейкорёнит*	$\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{3+}\text{Al})_6(\text{Si}, \text{Al})_6\text{O}_{20}$ , трикл.	+	
Фторфлогопит	$\text{KMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]\text{F}_2$ , мон.	+	
Биотит	$\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]\text{F}_2$ , мон.	+	
Лейцит	$\text{K}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]$ , куб.	+	
Санидин	$(\text{K}, \text{Na})[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ , мон.	+	
Анортит	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ , трикл.	+	
Святославит*	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ , ромб.	+	
Дмиштейнбергит*	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ , гекс.	+	
Челябинскит*	$[\text{Ca}_3\text{Si}(\text{OH})_6 \cdot 9\text{H}_2\text{O}][(\text{SO}_4)(\text{CO}_3)]_2$ , ромб.	+	

Продолжение табл.

1	2	3	4
Карбонаты			
Несквегонит	$Mg(CO_3) \cdot 3H_2O$ , мон.	+	
Дипингит	$Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 5H_2O$ , мон.	+	
Иосикаваит	$Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 8H_2O$	+	
Гиоргиозит	$Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 5H_2O$	+	
Гидромагнезит	$Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 4H_2O$ , мон.	+	
Пироаурит	$Mg_6Fe_2(CO_3)(OH)_{16} \cdot 4H_2O$ , ромб.	+	
Колингит	$Mg_{10}Fe_2(CO_3)(OH)_{24} \cdot 2H_2O$ , триг.	+	
Шелковит*	$Mg_7(CO_3)_5(OH)_4 \cdot 24H_2O$ , мон.	+	
Гунтит	$CaMg_3(CO_3)_4$ , триг.	+	
Кальцит	$Ca(CO_3)$ , триг.	+	+
Арагонит	$Ca(CO_3)$ , ромб.	+	
Фатерит	$Ca(CO_3)$ , гекс.	+	
Малахит	$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ , мон.	+	
Азурит	$2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ , мон.	+	
Натрон	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ , мон.	+	
Сульфаты			
Стеклит*	$KAl(SO_4)_2$ , триг.	+	
Терриконит*	$NH_4Fe^{3+}(SO_4)_2$ , триг.	+	
Сульфалюмит*	$(Al, Fe^{3+})_2(SO_4)_3$ , триг.	+	
Микасаит	$\alpha-Fe_2(SO_4)_3$ , гекс.	+	
Метабазалюминит	$Al_4(SO_4)(OH)_{10}$	+	+
Ростит	$Al(SO_4)(OH) \cdot 5H_2O$ , ромб.	+	
Гидробазалюминит	$Al_4(SO_4)OH_{10} \cdot 36H_2O$	+	
Алуноген	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ , трикл.	+	+
Масканьит	$(NH_4)_2(SO_4)$ , ромб.	+	
$(NH_4)_3Fe^{3+}(SO_4)_3$	$(NH_4)_3Fe^{3+}(SO_4)_3$	+	
Годовиковит*	$(NH_4)(Al, Fe^{3+})(SO_4)_2$ , гекс.	+	
$NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$	$NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$	+	
Чермигит	$(NH_4)Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ , куб.	+	+
Алунит	$KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$ , триг.		+
Калиевые квасцы	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ , куб.	+	+
Калинит	$KAl(SO_4)_2 \cdot 11H_2O$ , мон.		+
Ярозит	$KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$ , триг.		+
Аммониярозит	$(NH_4)Fe^{3+}_3(SO_4)_2 \cdot OH_6$ , триг.	+	
Морит	$(NH_4)_2Fe^{2+}(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ , мон.	+	
Ефремовит*	$(NH_4)_2Mg_2(SO_4)_3$ , куб.	+	
Буссенготит	$(NH_4)_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ , мон.	+	
Коктаит	$(NH_4)_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$ , мон.	+	

Продолжение табл.

1	2	3	4
Лаузенит	$\text{Fe}^{3+}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , мон.	+	
Кокимбит	$\text{Fe}^{3+}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ , триг.	+	+
Копиапит	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_4(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$ , трикл.	+	+
Магнезиокопиапит	$\text{MgFe}^{3+}_4(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$ , трикл.	+	
Ромбоклаз	$\text{HFe}^{3+}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , ромб.	+	
Перковаит*	$\text{Mg}_3\text{Ca}_2(\text{SO}_4)_5$ , куб.	+	
Коркиноит*	$\text{Ca}_4(\text{SO}_4)_2(\text{CO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ , ромб.	+	
Этtringит	$\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12} \cdot 26\text{H}_2\text{O}$ , гекс.	+	
Эпсомит	$\text{Mg}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , ромб.	+	+
Гексагидрит	$\text{Mg}(\text{SO}_4) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , мон.	+	
Пентагидрит	$\text{Mg}(\text{SO}_4) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , трикл.	+	
Старкиит	$\text{Mg}(\text{SO}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , мон.	+	
Кизерит	$\text{Mg}(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$ , мон.	+	
Безводный магния	сульфат $\text{Mg}(\text{SO}_4)$	+	
Пиккерингит	$\text{MgAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$ , мон.	+	+
Блётит	$\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , мон.	+	
Лангбейнит	$\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_3$ , куб.	+	
Ангидрит	$\text{CaSO}_4$ , ромб.	+	+
Бассанит	$2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , мон.	+	
Гипс	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , мон.	+	+
Флюорэллестадит*	$\text{Ca}_{10}[(\text{SO}_4)_3(\text{SiO}_4)_3]_6\text{F}_2$ , гекс.	+	+
Мирабилит	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , мон.	+	
Тенардит	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ , ромб.	+	
Мелантерит	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , мон.	+	+
Сидеротил	$\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , трикл.		+
Роценит	$\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , мон.	+	+
Ссомольнокит	$\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , мон.	+	+
Рёмерит	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ , трикл.	+	
Билинит	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$ , мон.		+
Галотрихит	$\text{Fe}^{2+}\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$ , мон.		+
Метавольтин	$\text{K}_2\text{Na}_6\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_6(\text{SO}_4)_{12} \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ , гекс.	+	
Халькокианит	$\text{CuSO}_4$ , ромб.	+	
Долерофанит	$\text{Cu}_2(\text{SO}_4)\text{O}$ , мон.	+	
Антлерит	$\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4$ , ромб.	+	
Брошантит	$\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$ , мон.	+	
Халькантит	$\text{Cu}(\text{SO}_4) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , трикл.	+	

Продолжение табл.

1	2	3	4
Англезит	PbSO <sub>4</sub> , ромб.	+	
Фосфаты			
Фторапатит	Ca <sub>10</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> ·F <sub>2</sub> , гекс.	+	
Витлокит	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> , триг.	+	
Вагнерит	Mg <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> )F, мон.	+	
Саркопсид	(Fe, Mn, Mg) <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ), мон.	+	
Вольфраматы			
Красносельскит*	Co(WO <sub>4</sub> ), мон.	+	
Ферберит	Fe(WO <sub>4</sub> ), мон.	+	
Оксиферберит*	Fe <sup>3+</sup> <sub>2</sub> (WO <sub>6</sub> ), ромб.	+	
Бораты			
Флюоборит	Mg <sub>3</sub> (BO <sub>3</sub> )F <sub>3</sub> , гекс.	+	
Варвикит	Mg <sub>3</sub> Ti(BO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , ромб.	+	
Вонсенит	Fe <sup>2+</sup> <sub>2</sub> Fe <sup>3+</sup> (BO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , ромб.	+	
Окисульфиды			
Баженовит*	CaS <sub>5</sub> ·CaS <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·6Ca(OH) <sub>2</sub> ·20H <sub>2</sub> O, мон.	+	
Игниколорит*	FeS <sub>2</sub> ·0.7CaCO <sub>3</sub> ·2.8H <sub>2</sub> O, гекс.	+	
Овчинниковит*	4FeS·FeO·3CaO·CaCO <sub>3</sub> , тетр.	+	
Органические минералы			
Тиннункулит*	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> N <sub>8</sub> O <sub>8</sub> , ромб.	+	
Кладноит	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CO) <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> , мон.	+	
Гёлит	C <sub>14</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> , ромб.	+	

Примечание: \* – новые минеральные виды.

Таким образом, в таблице приведены списки техногенных минералов, образованных на горелых угольных отвалах и прилегающих территориях в зоне их влияния. Для Челябинского бассейна этот список насчитывает более 200 (а точнее – 222) минеральных видов. Для Кизеловского – значительно меньше (около 40), что обусловлено разными масштабами добычи и разной интенсивностью процессов техногенного минералогенеза а также меньшей изученностью минералогии горелых пород <sup>в</sup> Кизеловском бассейне. Челябинский бассейн минералогически изучался на протяжении длительного периода времени – почти четверть века, начиная с 80-х гг. XX в. сотрудниками лаборатории минералогии техногенеза Института минералогии УрО РАН, возглавляемой Б. В. Чесноковым [21, 23, 32]. Он начал изучение отвалов уже в зрелом возрасте, имея за плечами огромный опыт минералогических исследований, что позволило открыть около 50 новых минеральных видов [23–28, 30, 32]. Под его руководством прошли защиты двух кандидатских диссертаций – Е. П. Щербаковой (1989 г.) по низкотемпературным минерализациям [30] и Т. П. Нишанбаевым (2001 г.) по минералогии «черных блоков» [11] горелых отвалов Челябинского угольного бассейна.

Горелые отвалы Кизеловского угольного бассейна изучаются тоже достаточно давно - с конца 80-х гг. XX в., но в основном геохимическими методами и с позиций экологии как источники загрязнения окружающей среды [2–10, 13–14, 19–20]. Минералогические исследования, начатые в 1989 г. Лабораторией геологии техногенных процессов Естественнонаучного института (г. Пермь) [20] и возобновлённые в 2002 г. в сотрудничестве с Институтом минералогии УрО РАН (г. Миасс) и Институтом экологии и генетики микроорганизмов ПНЦ УрО РАН [13-19, 22] дали находки двух новых для Кизеловского бассейна минералов - флюорэллестадита [15] и калиевых квасцов [17]. Данные по техногенным сульфатам Челябинского и Кизеловского угольных бассейнов вошли в монографическую сводку «Сульфаты Урала» [1].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 05-05-64680).



## Литература

1. Белогуб Е. В., Щербакова Е. П., Никандрова Н. К. Сульфаты Урала. Миасс; ИМин УрО РАН, 2005. 128 с.
2. Блинов С. М., Максимович Н. Г., Найданова Н. Ф., Шлыков В. Г., Потапов С. С. Минералогические основы утилизации отходов ОАО «Березниковский содовый завод» // Минералогия техногенеза – 2003. Миасс: ИМин УрО РАН, 2003. С. 51–55.
3. Блинов С. М., Меньшикова Е. А., Потапов С. С. Процессы формирования экологической ситуации в Кизеловском угольном бассейне в период после ликвидации шахт // Региональный конкурс РФФИ – Урал; Результаты научных исследований, полученные за 2003 г. Аннотационные отчеты. Пермь: ПНЦ УрО РАН, 2004. С. 218–222. 50
4. Блинов С. М., Потапов С. С., Паршина Н. В., Потапов Д. С. Техногенные грунты участков шахтных водоотливов в Кизеловском угольном бассейне // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П. Н. Чирвинского. Пермь; ПГУ, 2005. С. 251–257.
5. Блинов С. М., Потапов С. С., Ворончихина Е. А., Доможирова С. А., Батурин Е. Н., Потапов Д. С. Новый метод улучшения экологической ситуации на участках прежнего сброса кислых шахтных вод Кизеловского угольного бассейна // Минералогия техногенеза – 2005. Миасс: ИМин УрО РАН, 2005. С. 229–237.
6. Блинов С. М., Ворончихина Е. А., Потапов С. С., Доможирова С. А., Батурин Е. Н. Теоретические основы создания геохимических барьеров на участках воздействия сернокислотного процесса // Региональный конкурс РФФИ–Урал. Пермь: ПНЦ УрО РАН, 2005. С. 212–215.
7. Доможирова С. А., Батурин Е. Н., Блинов С. М. Метод снижения негативного влияния последствий угледобычи в Кизеловском угольном бассейне на окружающую природную среду // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь: ИГУ, 2006. С. 136–138.
8. Доможирова С. А., Батурин Е. Н., Имайкин А. К., Блинов С. М. Эффективное использование промышленных отходов для охраны окружающей среды // Инновационный потенциал естественных наук. Труды Международной научной конференции. Т. II. Экология и рациональное природопользование. Управление инновационной деятельностью. Пермь: ФГНУ ЕНИ, 2006. С. 218–219.
9. Максимович Н. Г. Защита гидросферы от загрязнения при ликвидации угольных шахт Кизеловского бассейна // Геоэкологические проблемы загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами: 2-я Междунар. геоэкологическая конференция. Тула, 2004. С. 135–141.
10. Максимович Н. Г. Инновационная составляющая природоохранных технологий на основе геохимических барьеров // Инновационный потенциал естественных наук. Труды Международной научной конференции. Т. II. Экология и рациональное природопользование. Управление инновационной деятельностью. Пермь: ФГНУ ЕНИ, 2006. С. 54–59.
11. Нишанбаев Т. П. Минералогия продуктов изменения углевмещающих пород в черных блоках горящих отвалов Челябинского бассейна. Автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук. Екатеринбург, 2001. 25 с.
12. Нишанбаев Т. П., Рочев А. В., Котляров В. А. Фосфид железа FeP – возможный минерал метеоритов // Спектроскопия, рентгенография и кристаллохимия минералов. Материалы Международной научной конференции. Казань: Изд-во «Плутон», 2005. С. 182–183.
13. Потапов С. С., Блинов С. М. Геоэкологическая ситуация в Кизеловском угольном бассейне на основе изучения техногенных минерализаций // Уральский минералогический сборник № 12. Миасс: ИМин УрО РАН, 2002. С. 204–219.
14. Потапов С. С., Блинов С. М. Сульфаты как показатели геоэкологической обстановки в Кизеловском угольном бассейне // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. Пермь: ПГУ, 2003. Вып. 5. С. 54–71.
15. Потапов С. С., Мороз Т. Н., Потапов Д. С., Тутов А. Т. Флюорэллестадит из Кизеловского угольного бассейна – вторая точка находки в техногенном объекте // Минералогия техногенеза – 2005. Миасс: ИМин УрО РАН, 2005. С. 70–77.

16. *Потапов С. С., Блинов С. М., Потапов Д. С.* Морфология, минералогия и генезис гидроксидно-железистых гуров участка Белый Спой в Кизеловском угольном бассейне и сравнение с травертинами Памуккале в Турции // Шестые Всероссийские научные чтения памяти ильменского минералога В. О. Полякова. Миасс: ИМин УрО РАН, 2005. С. 53–62.

17. *Потапов С. С., Мороз Т. Н., Максимович Н. Г.* Калиевые квасцы – первая находка в Кизеловском угольном бассейне // Минералогия техногенеза – 2006. Миасс: ИМин УрО РАН, 2006. С. 69–77.

18. *Потапов С. С., Максимович Н. Г.* К минералогии горелых отвалов Кизеловского угольного бассейна (Пермский край) // Седьмые Всероссийские научные чтения памяти ильменского минералога В. О. Полякова. Миасс: ИМин УрО РАН, 2006. С. 56–67.

19. *Потапов С. С., Блинов С. М., Потапов Д. С.* Морфология и минералогия гидроксидно-железистых гуров участка Белый Спой в Кизеловском угольном бассейне // Уральская минералогическая школа – 2006. Екатеринбург: УГГУ, 2007. (В печати).

20. Разработка методических основ и технологий предотвращения негативных последствий техногенных изменений геологической среды Западного Урала. Отчет о научно-исследовательской работе (заключительный) / Научн. руководитель Н. Г. Максимович. Пермь, 1990. 366 с.

21. *Сокол Э. В., Максимова Н. В., Нигматулина Е. Н., Шарыгин В. В., Калугин В. М.* Пирогенный метаморфизм. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2005. 284 с.

22. *Хмурчик В. Т., Блинов С. М., Потапов С. С.* Микроорганизмы и водоросли как факторы минералообразования на самоизливе кислых вод шахты Белый Спой в Кизеловском угольном бассейне (Пермская область) // Материалы II Российского совещания по органической минералогии. Петрозаводск: РМО, 2005. С. 140–142.

23. *Чесноков Б. В., Щербакова Е. П.* Минералогия горелых отвалов Челябинского угольного бассейна (опыт минералогии техногенеза). М.: Наука, 1991. 152 с.

24. *Чесноков Б. В., Баженова Л. Ф., Щербакова Е. П., Михаль Т. А., Дерябина Т. Н.* Новые минералы из горелых отвалов Челябинского угольного бассейна // Минералогия техногенеза и минерально-сырьевые комплексы Урала. Свердловск, 1988. С. 5–31.

25. *Чесноков Б. В., Баженова Л. Ф., Бушмакин А. Ф., Вилисов В. А., Лотова Э. В., Михаль Т. А., Нишанбаев Т. П., Щербакова Е. П.* Новые минералы из горелых отвалов Челябинского угольного бассейна (сообщение второе) // Новые данные по минералогии эндогенных месторождений и зон техногенеза Урала. Свердловск, 1991. С. 5–14.

26. *Чесноков Б. В., Баженова Л. Ф., Вилисов В. А., Крецер Ю. Л.* Новые минералы из горелых отвалов Челябинского угольного бассейна (сообщение третье) // Минералы и минеральное сырье Урала. Екатеринбург, 1992. С. 127–136.

27. *Чесноков Б. В. и др.* Новые минералы из горелых отвалов Челябинского угольного бассейна (сообщение четвертое – сообщение одиннадцатое) // Уральский минералогический сборник № 1. Екатеринбург, 1993. С. 3–24. № 2. Екатеринбург, 1993. С. 3–36. № 3. Миасс, 1994. С. 3–34. № 4. Миасс, 1995. С. 3–28. № 5. Миасс, 1995. С. 3–22. № 6. Миасс, 1996. С. 3–25. № 7. Миасс, 1997. С. 5–32. № 8, Миасс, 1998. С. 3–17.

28. *Чесноков Б. В.* На горящих терриконах угольных шахт. Миасс: ИМин УрО РАН, 2005. 27 с.

29. *Щербакова Е. П., Баженова Л. Ф., Чесноков Б. В.* Годовиковит  $\text{NH}_4(\text{Al}, \text{Fe})(\text{SO}_4)_2$  – новый аммоний содержащий сульфат // ЗВМО. 1988. Вып. 2. С. 208–211.

30. *Щербакова Е. П.* Низкотемпературные минерализации горелых отвалов Челябинского угольного бассейна (Южный Урал). Автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук. Свердловск, 1989. 16 с.

31. *Щербакова Е. П., Баженова Л. Ф.* Ефремовит  $(\text{NH}_4)_2\text{Mg}_2(\text{SO}_4)_3$  – аммониевый аналог лангбейнита – новый минерал // ЗВМО. 1989. Вып. 3. С. 84–87.

32. *Щербакова Е. П., Звонарева Г. К., Никандрова Н. К.* Особенности химизма техногенных копиапитов Урала // Минералогия техногенеза – 2003. Миасс: ИМин УрО РАН, 2003. С. 241–244.

33. *Щербакова Е. П., Мороз Т. Н.* Гёлит, природный аналог 9,10-антрахинона  $\text{C}_{14}\text{H}_8\text{O}_2$  – первая находка в России // Минералогия техногенеза – 2005. Миасс: ИМин УрО РАН, 2005. С. 292–293.