

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА МИНЕРАЛЬНЫХ ФАЗ ДОМЕННЫХ ШЛАКОВ

Горбатова Е.А. ([lena\\_gorbatova@mail.ru](mailto:lena_gorbatova@mail.ru)), Лебедев А.Н.  
([indoneziyec@mail.ru](mailto:indoneziyec@mail.ru)), Емельяненко Е.А. ([emv31@mail.ru](mailto:emv31@mail.ru))

Московское отделение. Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М.Федоровского МПРЭ РФ

Уральское отделение. Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

## THE GROWTH PATTERNS OF BLAST-FURNACE SLAG'S MINERAL PHASES

Gorbatova E.A., Lebedev A.N., Emelianenko E.A.

Moscow branch. N.M.Fedorovsky All-Russian Scientific Research Institute of Mineral Resources, Russia; Ural branch. Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia

Доменный шлак ОАО «ММК» характеризуется неоднородным строением. Главные шлакообразующие фазы – минерал группы мелилита (60 – 75%), псевдоволластонит (19%), второстепенные - фаялит, диопсид, ольдгамит, перовскит, феррит. Аморфная составляющая не превышает 18 %.

Процесс кристаллизации шлака псевдоволластонит-мелилитового состава описан диаграммой равновесия трёхкомпонентной системы геленит-акерманит-псевдоволластонит (Osborn, 1941).

По ионной теории О.А. Есиной с учетом кристаллохимического принципа, первыми из шлакового расплава выделяются минералы, содержащие комплексные анионы в виде изолированных группировок ( $Si_2O_7^{6-}$ ), отвечающие островным силикатам и алюмосиликатам группы мелилита (Есин, 1968).

Минерал группы мелилита характеризуется относительно устойчивым химическим составом, близким к акерманиту. По данным рентгеноспектрального микроанализа кристаллы состоят на 68 % из молекул акерманита  $Ca_2Mg[Si_2O_7]$ , 29% - геленита  $Ca_2Al[AlSiO_7]$ , 3 % -  $Na_2[Si_3O_7]$  (табл. 1) (Лапин, 1956).

Таблица 1

Химический состав акерманита, РСМА

$Ca_2Mg[Si_2O_7]$			$Ca_2Al[AlSiO_7]$			$Na_2[Si_3O_7]$	
MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>
9,73	27,25	29,19	12,58	11,23	6,74	0,84	2,44
10,10	28,30	30,31	11,67	10,42	6,25	0,75	2,19
10,11	28,32	30,33	11,92	10,63	6,38	0,59	1,73

Пересчет химического состава акерманита без натриевой молекулы соответствует 70% акерманитовой составляющей и 30% геленитовой, что практически отвечает химическому составу точки эвтектики непрерывного твердого раствора геленит-акерманит. Учитывая, что кристаллизация в эвтектических системах в условиях, близких к равновесию, всегда начинается с компонента, находящегося в избытке относительно состава эвтектической смеси,

а при достижении температуры эвтектики начинается совместная кристаллизация компонентов, поэтому в шлаках должны образовываться зональные кристаллы. Исследования показали, что минералы геленит-акерманитового состава характеризуются однородным химическим составом. Вероятно, наличие щелочи в составе мелилита смещает точку эвтектики.

Акерманит, кристаллизуясь из расплава, образует порфирированные выделения с включениями ферритов. Примесные компоненты, не участвующие в их построении, отталкиваются и накапливаются у фронта роста в кристаллизационном дворике (Тиллер, 1968).

По мере роста кристаллов акерманита концентрация серы в расплаве увеличивается, что приводит к локальной гетерогенизации среды. Вследствие этого ольдгамит выделяется в виде самостоятельных примесных фаз на фронте роста кристаллов акерманита, несмотря на низкую исходную концентрацию серы. Он образует крупные скелетно-дендритные реберно-вершинные формы во внешних зонах кристаллов акерманита (рис. 1).

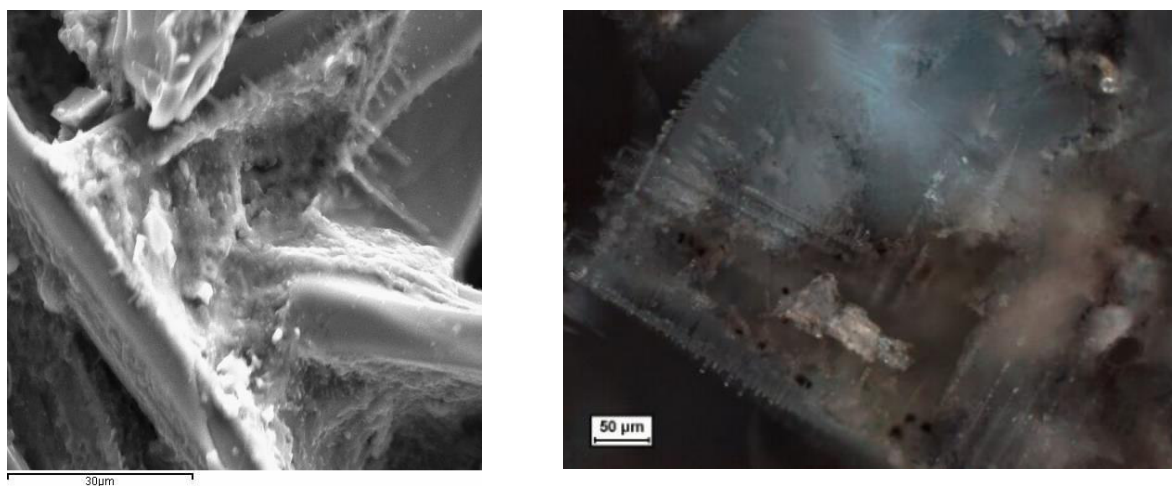
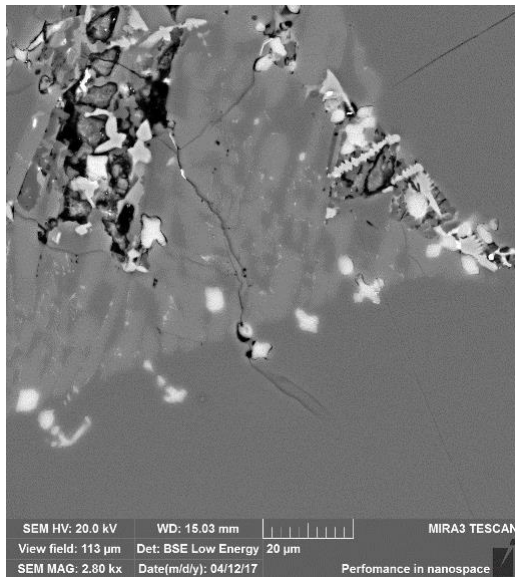
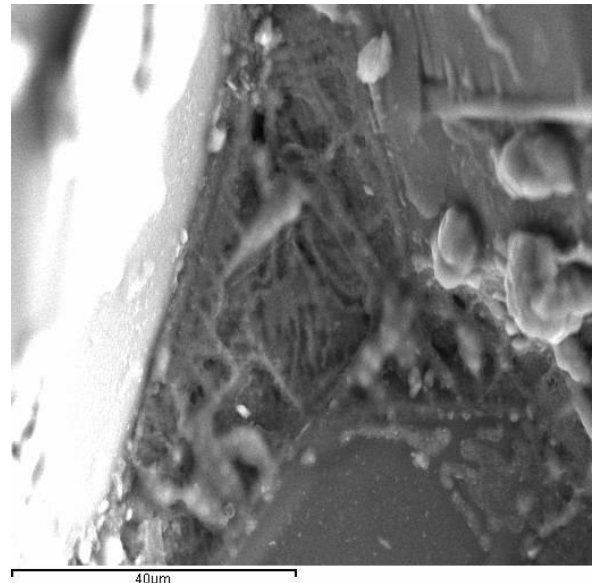


Рис. 1. Скелетно-дендритные кристаллы ольдгамита: а – во вторичных электронах; б – отраженный свет, николи скрещены

По мере снижения температуры расплава, происходит последовательное усложнение ионных группировок – от комплексных анионов с замкнутыми группами ( $Si_3O_9^{6-}$ ), соответствующих кольцевым метасиликатам, к бесконечным кремнекислородным цепочкам  $(SiO_3)_n$ . В интерстициях между кристаллами акерманита наблюдается его совместный рост с псевдоволластонитом при достижении эвтектических условий. Минеральные фазы формируют параллельные выделения, ориентированные перпендикулярно или под определенным углом относительно кристаллов акерманита (рис. 2).



а



б

Рис. 2. Совместный рост акерманита и псевдоволластонита в интерстициях:  
а – в обратно-рассеянных электронах; б – во вторичных электронах

Кроме того, в интерстициях встречаются скелетно-дендритные формы ольдгамита и перовскита. Отмечены единичные выделения фаялита и диопсида.

*Osborn E.F., Schairer J.F.* // American Journal of Science. 1941. 239.

*Есин О.А., Гельд П.В.* Физическая химия пирометаллургических процессов. М.: Metallurgiya. 1966. Ч. 2. 703 с.

*Латин В.В.* Петрография металлургических и топливных шлаков. Вып. 2. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1956. 322 с.

*Тиллер У.А.* Затвердевание // Физическое металловедение. М.: Мир, 1968. Т.2. С. 155 – 226.