

## О КРИСТАЛЛИЗАЦИИ СЛАНЦЕЗОЛЬНЫХ РАСПЛАВОВ, СОДЕРЖАЩИХ ОТ 45 ДО 60% ОКИСИ КАЛЬЦИЯ

И. ЛАСН

Н. ДИЛАКТОРСКИЙ,

доктор геолого-минералогических наук

Перевод котельных топок на жидкое шлакоудаление ведет к повышению их энергопроизводительности. Для осуществления жидкого шлакоудаления при сжигании прибалтийских горючих сланцев, а также для лучшего использования шлаков необходимо знать свойства сланцезольных расплавов и получаемых из них шлаков. В данной статье приводятся результаты исследований процессов кристаллизации сланцезольных шлаков, содержащих переменное количество окиси кальция.

Из всего диапазона возможных составов сланцезольных расплавов (40—65% СаО) до настоящего времени исследован расплав, содержащий около 42% извести, получаемый при сжигании сортового сланца [3], и расплавы портланд-цементного состава [2, 4, 5]. Из расплава с 42% СаО кристаллизуются гидравлически неактивные минералы мелилит и волластонит. Расплавы второй группы образуют при быстром охлаждении высококачественный плавный портланд-цемент.

Исследованные нами расплавы имели промежуточный состав и содержали от 45 до 60 процентов окиси кальция. В качестве исходных материалов были взяты:

- 1) средняя проба сланца второго сорта из шахты «Кява 2» и
- 2) слои сланца от А до F с прослоями известняка из керна буровой скважины в районе Раквере.

Сланец измельчался в шаровой мельнице и обжигался в электрической печи при температуре 900—950°. После обжига сланцевая зола перемешивалась и дополнительно измельчалась в шаровой мельнице до удельной поверхности 6000 см<sup>2</sup>/г. Остаток на сите № 090 (4900 отв/см<sup>2</sup>) 3—4%. Химический состав исходных сланцевых зол приведен в табл. 1.

Для получения сланцезольных шлаков различного состава зола сланца II сорта и зола из сланцевого керна перемешивались в шаровой мельнице в таких весовых соотношениях (1:0; 4,4:1; 1,5:1; 0,63:1), которые обеспечивали получение шлаков с содержанием около 45, 50, 55 и 60% окиси кальция (табл. 2).

Смеси, содержавшие 45 и 50% окиси кальция, плавилась в электрической печи с платино-родиевым нагревателем при температурах 1360—1400°. Выделявшийся белый сульфатный слой отделялся сливанием. Остававшийся в платиновом тигле более тяжелый и вязкий силикатный расплав выдерживался при температуре 1420—1470° в течение 45 минут. Для лучшей гомогенизации расплава проводилось перемешивание его платиновой проволокой. Расплав охлаждался выливанием его в воду.

Таблица 1

## Химический состав исходных сланцевых зол, вес. %

Компоненты	Зола сланца II сорта	Зола сланца из керна
SiO <sub>2</sub>	27,46	14,85
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,83	4,50
TiO <sub>2</sub>	0,37	0,22
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,00	2,78
CaO	40,72	54,90
MgO	3,25	1,52
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O *	2,74	0,88
SO <sub>3</sub>	7,72	4,52
П.п.п.	5,37	15,69
Сумма	100,46	99,86

\* Сумма щелочей дана в пересчете на K<sub>2</sub>O.

Примечание: химические анализы выполнены химиком-аналитиком Л. Н. Тамм

Для плавления более тугоплавких смесей предварительно формировались палочки диаметром 1 см, длиной 15—20 см, которые после высушивания плавилась в ацетилено-кислородном пламени при температуре 1750—1830°. Плавление золы проводилось медленно (в маленьком пламени), капли шлака выдерживались на конце палочки в расплавленном состоянии в течение 4—5 секунд. Охлаждение расплава проводилось в воде. Для лучшей гомогенизации шлак 4 плавился вторично. Шлак 3 не переплавлялся, так как из него не удалось отформовать палочки.

Таблица 2

## Химический состав полученных шлаков, вес. %

Компоненты	Шлак			
	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	32,10	29,80	27,80	24,92
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,38	8,08	7,46	7,21
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,78	5,83	0,92	4,29
FeO	—	0,35	3,94	следы
CaO	45,08	48,95	55,86	60,82
MgO	3,76	3,36	3,05	2,49
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0,54	0,35	0,13	следы
SO <sub>3</sub>	3,62	3,32	1,14	0,82
П.п.п.	—	0,26	0,71	0,04
Сумма	100,26	100,30	101,01	100,61

Высушенные и очищенные от нерасплавленных частиц шлаки дробились в железной и растирались в агатовой ступке. Измельченный шлак перемешивался, и из него изготавливались под давлением (примерно 4000 кг/см<sup>2</sup>) таблетки размером 4×3 мм для опытов по отжигу и закалке.

Температуры начала кристаллизации отдельных фаз из сланцезольных расплавов определялись методом отжига и закалки предварительно расплавленных проб. Опыты проводились в электрических печах с платиновой или с вольфрамовой нагревательной спиралью.

Платиновой печью пользовались до температуры 1550°. Температура измерялась при помощи платино-платинородиевой термпары (точность ± 15°). Нагревательная полость печи имела длину 50 мм, диаметр 12 мм. Проба исследуемого шлака раз-

Таблица 3

Фазовый состав сланцезольных шлаков при различных температурах

Шлак 1				Шлак 2				Шлак 3				Шлак 4			
Температура отжига, °С	Время отжига, мин	Содержание кристаллов, %		Температура отжига, °С	Время отжига, мин	Содержание кристаллов, %		Температура отжига, °С	Время отжига, мин	Содержание кристаллов, %		Температура отжига, °С	Время отжига, мин	Содержание кристаллов, %	
		белит	мелилит												
1425	15	—*	—	1700	5	—*	—	1900	8	—*	—	1950	3	—*	—
1400	15	5—10	—	1675	5	1	—	1875	8	5—8	—	1925	3	1—3	—
1360	30	10—15	—	1650	5	5—10	—	1850	8	40—45	—	1850	5	30	—
1350	15	20	мало	1600	5	20	—	1800	8	60—65	—	1650	5	70—75	—
1300	15	25—30	мало	1500	5	35—40	—	1750	8	70	—	1600	10	70—75	—
1270	20	25	5	1425	15	45	мало	1650	8	70—75	—	1575	10	70—75	мало
1250	20	25	5	1400	5	45—50	мало	1350	45	70—75	—	1550	10	70—75	1—2
				1375	15	50	10	1325	40	80	1—2	1400	10	70—75	1—3
				1350	15	50—55	10	1300	15	80	2—5	1380	10	76—75	—
1380 → 980	4 часа	30	50—55	1400 → 950	9 ча- сов	40—45	40—50	1500 → 1100	4,5 ча- са	80	5—8	1300 → 900	1,5 ча- са	70—80	—

\* Крупные кристаллы белита, раззвившиеся во время отжига, отсутствовали. Зато в пробах всегда обнаруживали мелкие (до 10 мк) кристаллы белита.

мером около 4 мм прикреплялась к термopаре при помощи платиновой проволоки. По окончании отжига термopара быстро вынималась из печи и проба охлаждалась струей воздуха.

Конструкция микропечи Ф. Я. Галахова с вольфрамовой нагревательной спиралью, применявшаяся при более высоких температурах, описана в литературе [1]. Температуру в печи определяли по мощности тока в спирали, предварительно калиброванной по температурам плавления чистых металлов Cu, Pd, Pt, Rh. Точность измерения температур равнялась также  $\pm 15^\circ$ .

Фазовый состав закаленных проб определялся в полированных и в прозрачных шлифах. Для выявления структуры полированных шлифов (фото 1) они травились сначала водой (выявление белита), а затем насыщенным раствором сернокислого магния в течение 2—3 секунд (выявление алита). Несмотря на то, что для травления мелилита не было найдено подходящего реагента, он легко определялся в шлифах по своеобразной форме кристаллов белита, так как почти всегда кристаллизовался совместно с ним. Для определения оптических характеристик отдельных кристаллических фаз были изготовлены прозрачные шлифы. Показатели светопреломления кристаллов определялись иммерсионным методом.

Результаты опытов представлены в табл. 3 и на рис. 1 и 2. На рис. 1 показаны также температуры жидкотекучего состояния сланцезольных шлаков. За температуры жидкотекучего состояния приняты температуры отрыва капли расплава от стержня при плавлении соответствующих шлаков в ацетилено-кислородном пламени.

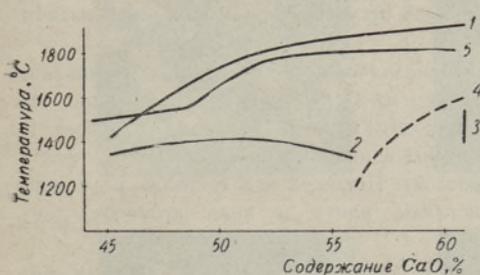


Рис. 1. Температуры жидкотекучего состояния и кристаллизации сланцезольных шлаков. 1 — белит; 2 — мелилит; 3 — алит; 4 — периклаз; 5 — жидкотекучее состояние.

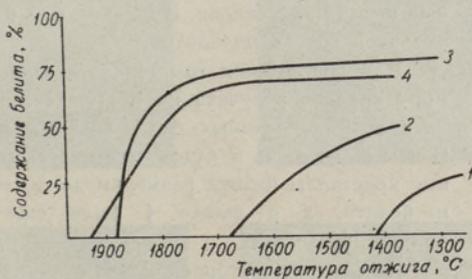


Рис. 2. Изменение количества белита в шлаках в зависимости от понижения температуры отжига.

По полученным данным, кристаллизация всех исследуемых расплавов начинается выделением белита.

С увеличением содержания окиси кальция в шлаках повышается как температура жидкотекучего состояния шлака, так и температура начала кристаллизации. Увеличение содержания окиси кальция от 44,5 до 48% ведет к повышению температуры жидкотекучего состояния шлаков от 1500 до 1550° (15° на 1% CaO). При содержании окиси кальция 48—52% температура повышается от 1550 до 1770 (55° на 1% CaO). Дальнейшее увеличение содержания окиси кальция до 60% повышает температуру жидкотекучего состояния лишь на 50° (6° на 1% CaO).

Как следует из изложенного, повышение температуры жидкотекучего состояния сланцезольных расплавов не находится в прямой зависимости от увеличения содержания окиси кальция. Это обстоятельство необходимо учитывать при выборе состава топливной смеси, предназначенной для сжигания в топках с жидким шлакоудалением.

Составы с содержанием окиси кальция ниже 46,5% достигают при нагревании вязкости, характерной для жидкотекучего состояния, при температурах, лежащих выше температур начала кристаллизации белита. У более основных составов состоя-

ние жидкотекучести расплава наступает ранее температуры полного плавления шлака, что говорит о заметном уменьшении вязкости более основных расплавов. Текучесть шлаков 2, 3 и 4 сохраняется при содержании твердой фазы (рис. 1 и 2) соответственно до 22, 59 и 40%. Количество твердой фазы при температуре жидкотекучего состояния наибольшее у шлака 3, который характеризуется и наибольшей скоростью кристаллизации белита.

Приведенные данные о количестве белита в сланцезольных расплавах, закаленных при высоких температурах, несколько преувеличены, так как подсчитывавшиеся крупные кристаллы белита могли расти и во время охлаждения пробы. Такие же повышенные результаты дали проведенные нами петрографические подсчеты общего содержания белита в шлифах для шлаков, охлажденных до комнатной температуры. Расчет минералогического состава шлака по данным химического анализа исходного шлака показывает, что содержание белита в шлаке 3 не может превышать 76%, а в шлаке 4 — 71,5%.

В исследованных шлаках мелилит кристаллизуется медленно и при низких температурах (1330—1420°). Поэтому выделение его при грануляции жидких шлаков в значительных количествах мало вероятно.

Алит выделялся только при кристаллизации шлака 4 в температурном интервале 1400—1550°. Исчезновение алита при температуре ниже 1400° объясняется растворением его в остаточном расплаве, основность которого по мере выделения кристаллов белита непрерывно понижается.

Периклаз был обнаружен в шлаке 4 при температуре ниже 1600° в виде отдельных мелких кристаллов. В шлаках 3, 2 и 1 периклаз отсутствует, так как окись магния входит в состав мелилитов.

Для обеспечения гомогенности шлаков, предназначенных для отжига и закалки, мы старались получить их в виде стекла. Однако из-за быстрой кристаллизации белита в исследованных сланцезольных расплавах это удалось только для шлака 1. В нем были лишь в отдельных местах обнаружены единичные крестообразные скелетные кристаллы белита размером до 50 мк (фото 2). Шлаки 2 и 3 состояли из стекла и белита, а в шлаке 4 были еще кристаллы алита в виде иголок длиной до 100 мк.

Показатель светопреломления стекла шлака 1 (табл. 4) оказался постоянным, колебания его не выходили за пределы точности измерения. В остальных шлаках показатели светопреломления остаточного стекла колебались в больших пределах, что может быть объяснено неравновесной кристаллизацией расплавов при быстром их охлаждении. Показатели светопреломления белита в шлаках 3 и 4 совпадают с литературными данными, но в шлаке 2 они несколько понижены.

Кристаллы белита имели различную форму в зависимости от химического состава расплава и температуры отжига его. При закалке проб, нагретых выше температуры начала кристаллизации белита, последний выкристаллизовывался обычно в виде мелких округлых зерен (фото 3).

Во время отжига шлака 1 при температуре начала кристаллизации белита выделяются скелетные кристаллы, имеющие вид крестов (фото 2 и 4). Более развитые кристаллы принимают в разрезах ромбическую форму (фото 5 и 6). На фото 5 виден располагающийся по диагоналям ромбического кристалла крест. Часто кристаллы имеют вид сросшихся ромбов (фото 7). Более сложную форму имеют кристаллы белита, которые образовались при отжиге шлака 1 примерно на 50° ниже температуры начала кристаллизации его (фото 8). В шлифах, изготовленных из медленно охлажденных шлаков, белит часто имеет удлиненную овальную форму с заостренными концами по длинной оси (фото 9).

В медленно охлажденных шлаках 1 и 2 показатели светопреломления белита совпадали с приведенными в литературе —  $N_g' = 1,734$ ,  $N_p' = 1,717$ . Угол оптических осей  $2V = 31,5^\circ \pm 1,5^\circ$ ; расчетный —  $N_m = 1,718$ . Стереографическая проекция одного из кристаллов белита приведена на рис. 3. Показатели светопреломления белита в быстроохлажденном шлаке 2 (табл. 4:  $N_g' = 1,730$ ,  $N_p' = 1,715$ ) понижены. Этот факт

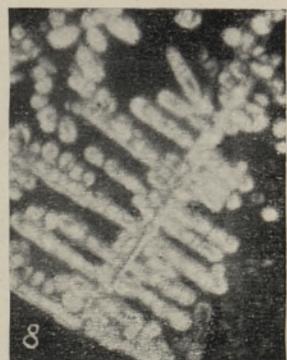
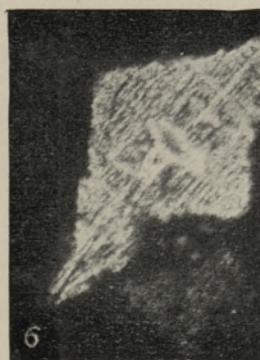
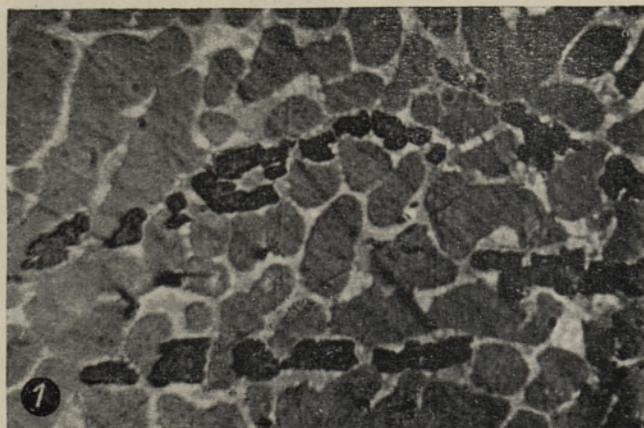


Фото 1—8

1. Шлак 4. Кристаллы алита — темные, кристаллы белита — темно-серые, остаточное стекло — светло-серое. Увел. 600  $\times$ . Отраженный свет.
2. Кристаллы белита в шлаке 1. Водяное охлаждение расплавленного шлака. Увел. 240  $\times$ . С анализатором.
3. Округлые зерна белита в шлаке 1. Водяное охлаждение расплавленной при 1440° пробы. Увел. 97  $\times$ . С анализатором.
- 4, 5, 6, 7. Кристаллы белита в шлаке 1. Температура перед закалкой 1410—1425°. Увел. 240  $\times$ . С анализатором.
8. Белит в шлаке 1. Отжиг при 1360° 40 мин. Увел. 97  $\times$ . С анализатором.

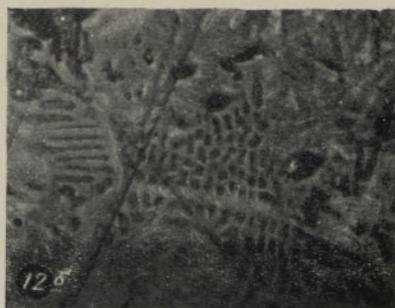


Фото 9—12.

9. Кристаллы белита в шлаке 2. Охлаждение от  $1400$  до  $1160^\circ$  со скоростью  $30^\circ$  в час.  
Увел.  $240\times$ . Без анализатора.
- 10, 11. Одновременная кристаллизация белита с мелилитом. Шлак 1, охлажденный от  $1360$  до  $950^\circ$  со скоростью  $100^\circ$  в час. Увел.  $240\times$ . Без анализатора. Мелилит — более светлый, белит — темно-серый. Вокруг кристалла темное остаточное стекло.
- 12 а, 12 б. Шлак 2. Мелилит с белитом. Белит — темно-серый, мелилит и остаточное стекло — светло-серые. Увел.  $600\times$ . Отраженный свет.

можно объяснить тем, что при быстрой кристаллизации белит захватывает и стекло, или образованием кристаллов с дефектами.

Мелилит в исследуемых расплавах в большом температурном интервале кристаллизуется одновременно с белитом. На фото 10 представлен разрез кристалла мелилита перпендикулярно к оптической оси. Образование кристалла началось выделением из расплава мелилита, так как в центре кристалла обнаружена только одна кристаллическая фаза — мелилит. Далее происходила одновременная кристаллизация белита с мелилитом. Белит выделился в виде волокон, расположенных перпендикулярно к граням кристалла. По диагоналям кристалла — «коридоры» мелилита. В разрезе кристалла мелилита параллельно оптической оси (фото 11) по оси кристалла имеется полоса мелилита, перпендикулярно которой располагаются волокна белита.

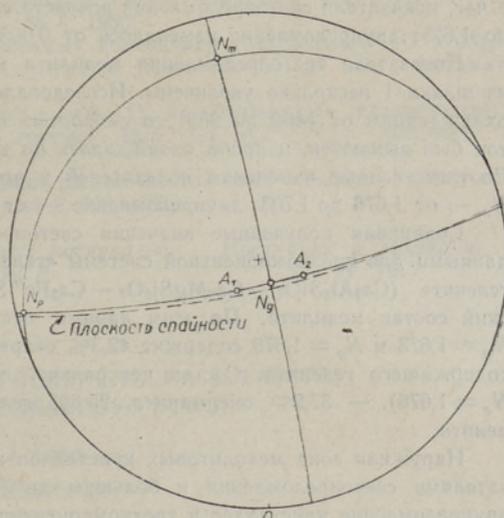


Рис. 3. Стереографическая проекция белита.

Следует отметить, что в исследуемых расплавах белит нередко имеет форму кристаллов, которые как будто состоят из отдельных волокон (фото 4, 5, 6, 7). Но белит, образовавшийся одновременно с мелилитом, различим по «коридору» мелилита — такие формы образуются только при их совместной кристаллизации. Этот факт позволяет обнаруживать мелилит в полированных шлифах при помощи травления белита (фото 12). Сравнение данных изучения полированных шлифов и порошков в иммерсии подтвердило это.

Таблица 4

Характеристика остаточного стекла и белита в быстро охлажденных шлаках

Номер шлака	Остаточное стекло	Белит	
	Показатель светопреломления	Показатель светопреломления	Средний размер кристаллов, мк
1	$1,672 \pm 0,002$	Не опр.	8—10
2	1,660—1,682	$N_{g'} = 1,730 \pm 0,002$	20—35
3	1,715—1,739	$N_{p'} = 1,715 \pm 0,002$	30—80
		$N_{g'} = 1,736 \pm 0,002$	
4	1,736—1,77	$N_{p'} = 1,717 \pm 0,002$	32—85
		$N_{g'} = 1,736 \pm 0,002$	
		$N_{p'} = 1,717 \pm 0,002$	

М. А. Кийлер описала мелилит, который выделялся из сланцезольного расплава, содержащего 42% окиси кальция [3]. Кристаллы мелилита в медленно охлажденных шлаках 1 и 2 очень похожи на его. Они имеют в шлифах квадратную или прямоугольную форму, оптически одноосны, с отрицательным знаком. В шлифе кристаллы разбиты трещинами, ориентированными по плоскости (001), перпендикулярной к оптической оси (фото 11). Мелилит плеохроичен от желтого по  $N_o$  до бесцветного по  $N_e$ . Он обладает зональным строением. Интенсивность плеохроизма в наружной зоне увеличи-

ваются. Величины показателей светопреломления и двупреломления также возрастают, начиная от центра кристалла к наружным зонам. Так, у мелилита, который закристаллизовался в шлаке 1 при охлаждении от 1360 до 950° со скоростью примерно 100° в час, показатели светопреломления возросли:  $N_o$  — от 1,673 до 1,688;  $N_e$  — от 1,670 до 1,675; двупреломление изменялось от 0,003 до 0,013.

Показатели светопреломления мелилита из шлака 2 по сравнению с мелилитом из шлака 1 несколько увеличены. Исследовался мелилит, образовавшийся в шлаке 2, охлажденном от 1400 до 950° со скоростью около 50° в час. (При температуре 950° ток был выключен, и проба охлаждалась до комнатной температуры вместе с печью). Соответственные изменения показателей в этом кристалле:  $N_o$  — от 1,680 до 1,718,  $N_e$  — от 1,676 до 1,703; двупреломление — от 0,004 до 0,015.

Сравнивая полученные значения светопреломления мелилитов с литературными данными для трехкомпонентной системы «геленит — окерманит — железосодержащий геленит» ( $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7 - \text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7 - \text{Ca}_2\text{Fe}^{\text{III}}\text{SiAlO}_7$  [6]), можно определить химический состав мелилита. По этим данным центральная зона мелилита в шлаке 1 с  $N_o = 1,673$  и  $N_e = 1,670$  содержит 42,3% окерманита, 26,9% геленита и 30,8% железосодержащего геленита. Состав центральной части мелилита в шлаке 2 ( $N_o = 1,680$ ,  $N_e = 1,676$ ) — 37,2% окерманита, 25,6% геленита и 37,2% железосодержащего геленита.

Наружная зона мелилитовых кристаллов в шлаке 1 и 2 обладает высокими показателями светопреломления и большим двупреломлением (до 0,015). Максимальное двупреломление кристаллов в трехкомпонентной системе «геленит — окерманит — железосодержащий геленит» не превышает 0,010. Этот факт свидетельствует о том, что наружная зона мелилита обогащена железом выше состава  $\text{Ca}_2\text{Fe}^{\text{III}}\text{SiAlO}_7$ .

Отдельные, представленные только мелилитом, кристаллы наблюдались очень редко. Обычно они содержали включения ранее или одновременно с ними выкристаллизовавшегося белита. В шлаке 3 не удалось получить хорошо развитых кристаллов мелилита.

### Выводы

1. Кристаллизация сланцезольных расплавов, содержащих 45—60% CaO, начинается выделением белита. Второй кристаллической фазой в шлаках, содержащих менее 56% CaO, является мелилит. В шлаке с содержанием 60,8% CaO вслед за белитом кристаллизуются периклаз и алит. Периклаз обнаружен только в шлаке, не содержащем мелилита.

2. С повышением содержания окиси кальция в сланцезольном расплаве от 45 до 56% значительно повышается температура начала кристаллизации белита (от 1420 до 1880° C). Дальнейшее обогащение расплава окисью кальция (56—60%) меньше влияет на температуру начала кристаллизации белита.

3. Температура жидкотекучего состояния шлаков резко повышается с увеличением содержания CaO в шлаке от 48 до 52% (примерно 50° C на 1% CaO). У высокоосновных шлаков, содержащих более 55% CaO, она изменяется меньше и лежит в пределах 1800—1830°.

4. Алит в шлаке 4 (CaO 60,8%; КН = 0,67) является равновесной фазой только в температурном интервале 1410—1560° C.

5. В исследуемых расплавах на протяжении значительного температурного интервала происходит одновременная кристаллизация белита и мелилита с образованием сростков, состоящих из этих двух фаз. Характерные формы образующихся при этом кристаллов белита позволяют определить наличие мелилита в полированных шлифах при помощи травления белита.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Я. Галахов, Высокотемпературная микрочаша для изучения гетерогенных равновесий в системах тугоплавких окислов. Сб. Современные методы исследования силикатов и строительных материалов. Госстройиздат, М., 1960, стр. 178—182.

2. Н. Л. Дилакторский, М. А. Кийлер, Плавленный портланд-цемент из минеральной части горючего сланца. Изв. АН ЭССР, Сер. техн. и физ.-мат. наук, т. IX, № 1, 1960.
3. М. А. Кийлер, Кристаллизация расплава золы кукурсита. Изв. АН ЭССР, Сер. техн. и физ.-мат. наук, т. V, № 4, 1956.
4. М. А. Кийлер, К вопросу о допустимых колебаниях содержания CaO и MgO в клинкере плавного портланд-цемента. Изв. АН ЭССР, Сер. физ.-мат. и техн. наук, т. X, № 2, 1961.
5. М. А. Кийлер, Н. Л. Дилакторский, О кристаллизации сланцевольных расплавов портланд-цементного состава. Изв. АН ЭССР, Сер. физ.-мат. и техн. наук, т. XI, № 2, 1962.
6. R. W. Nurse, H. G. Midgley, Studies on the melilite solid solutions. J. Iron and Steel Inst., June 1953, vol. 174, part 2, 121—131.

Институт строительства и строительных материалов  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
20. IV 1962

### KRISTALLISATSIOON PÕLEVKIVITUHA SULAMITES 45—60% CaO SISALDUSE PUHUL

J. Lasn

N. Dilaktorski,

geoloogia-mineraloogia doktor

Resümee

Põlevkivituha sulameid, mis sisaldasid 45, 49, 56 ja 60% CaO, kuumutati eri temperatuuridel. Kiiresti jahutatud proove uuriti petrograafiliselt.

Kõigis uuritud sulameis eraldus esimese kristallilise faasina beliit ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), mille kristallumistemperatuur kaltsiumoksüüdisisalduse kasvuga tõusis 1420 kuni 1925°C-ni. Teise kristallilise faasina eraldusid kolmes esimeses sulamis meliliit, neljandas periklas ( $\text{MgO}$ ) ja aliit.

Määrati beliidi murdumisnäitajad  $N'_g = 1,734$ ,  $N'_p = 1,717$  ja optiliste telgede vaheline nurk  $2V = 31,5^\circ$ .

Meliliidil on tsonaalne struktuur, kusjuures välimisel tsoonil on murdumisnäitajad ja kaksikmurdumine suuremad.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Ehituse ja Ehitusmaterjalide Instituut

Saabus toimetusse  
20. IV 1962

### CRYSTALLIZATION OF COMBUSTIBLE SHALE ASH MELTS CONTAINING 45—60 PER CENT OF CaO

J. Lasn, N. Dilaktorski

Summary

For an investigation of the crystallization of combustible shale ash melts containing 45, 49, 56 and 60 per cent of CaO, they were heated at various temperatures. After quenching, the examples were studied by a petrographic investigation method.

It was determined that the crystallization of the melts began with a formation of belite ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), whose temperature of crystallization rose with an increase of the CaO content in melts from 1420°C to 1925°C. The second crystalline phase in the three melts were melilite crystals. In the fourth melt, there crystallized after belite periclase ( $\text{MgO}$ ) and alite.

The refractive indices of belite were  $\alpha = 1,717$ ,  $\gamma = 1,734$  and the optic axial angle  $2V = 31,5^\circ$ .

The crystals of melilite had a zonal structure characterized by increased refractive indices and birefringence of the outward zone.

Academy of Sciences of the Estonian S.S.R.,  
Institute of Building and Building Materials

Received  
April 20th, 1962