

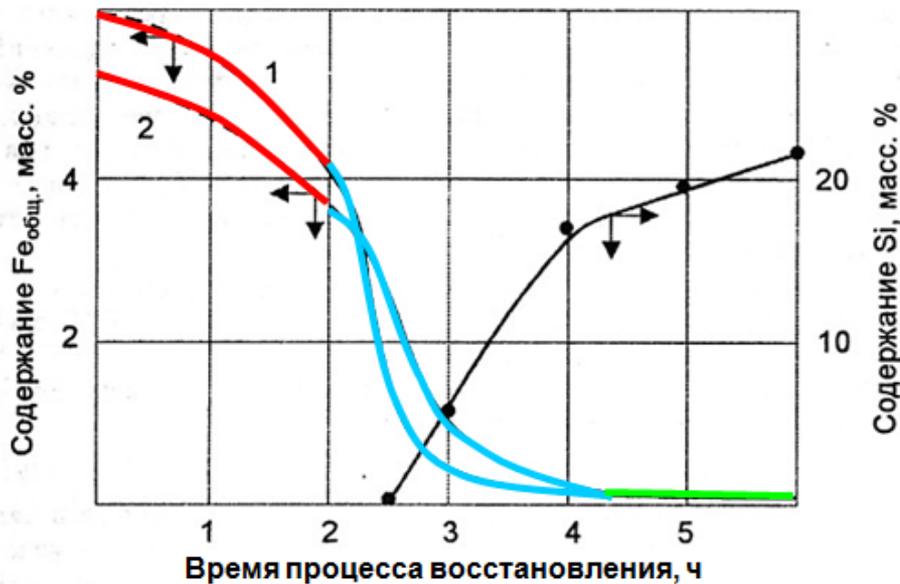
Комплексная безотходная переработка силикатного сырья

Шабанов В.Ф.

Павлов В.Ф.

Содержание основных компонентов техногенного сырья

Наименование сырья	Содержание, масс %												г/т
	CaO _{общ.} (CaO) _{св.}	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃ (FeO)	∑R ₂ O	TiO ₂	SO ₃	MnO	P ₂ O ₅	ZnO	PbO	∑Pt, Au, Pd, Ag
Золошлаки от сжигания углей (КАБ)	9-54 (0,8-23,0)	13-68	5-14	2-6	1-24 (0,3-0,6)	0,3-2,0	0,2	0,1-0,6	-	-	-	-	-
Золошлаки от сжигания углей (Экибастуз)	0,5-1,7	54,8-63,9	25,5-30,0	0,1-1	3,5-13,0 (0,2-6,0)	0,6-1,0	0,8-1,6	0,2-1,2	0,2-0,4	0,4-0,7	-	-	-
Золошлаки от сжигания углей (Кузбасс)	4,3 -4,7	60-61	19,7-21,2	2,2-1,8	6,6-8,8	3,5-4,1	0,8-0,9	0,5-1,1	<0,3	0,1-0,3	-	-	-
Металлургические шлаки	20,0-40,0	45,0-60,0	1,5-15,0	1,0-5,0	5,0-9,0	0,7-1,4	0,1-0,2	0,1-0,3	4,0-18,0	-	-	-	-
Мартеновские шлаки	25,0-53,0	14,0-25,0	2,0-9,0	6,0-18,0	9,0-27,0 (0,1-2,0)	0,5-1,0	0,2-0,5	0,05-0,09	4,0-23,0	0,3-0,7	-	-	-
Шлаки ферро-сплавных заводов	13,0-18,0	46,0-49,0	6,3-9,1	3,4-5,4	0,1-0,5	5,0-10,0	-	1,0-2,0	11,0-15,0	0,01-0,02	-	-	-
Шлаки цинкового производства	24,0-30,0	42,0-47,0	17,0-20,0	4,0-6,0	6,0-8,0	1,5-2,9	0,2-0,7	0,3-0,7	-	-	2,0-3,0	0,04-0,06	-
Нефелиновые шламы	53,6-56,6	28,5-31,5	3,4-3,8	1,4-1,6	3,7-4,0	1,6-2,3	0,1-0,3	0,3-0,5	-	-	-	-	1,66-2,48
Некондиционное Мп-содержащее высокофосфористое сырье	6,86	32,5	10,75	2,52	21,16	1,0	0,38	BaO 0,62	22,4	0,9	0,57	Cr ₂ O ₃ 0,15	NiO 0,19



Зависимость концентрации железа общего в силикатной части расплава и кремния в металлической от времени восстановления:

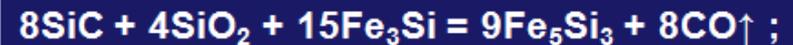
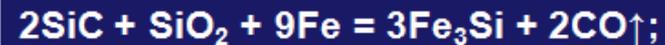
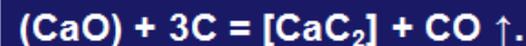
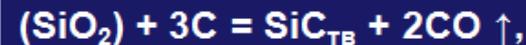
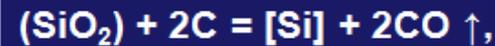
1 – $\text{SiO}_2/\text{CaO} = 2$; 2 - $\text{SiO}_2/\text{CaO} = 1$

РЕАКЦИИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПЛАВЛЕНИЯ

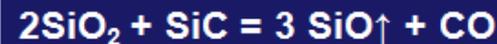
Первый период



Второй период

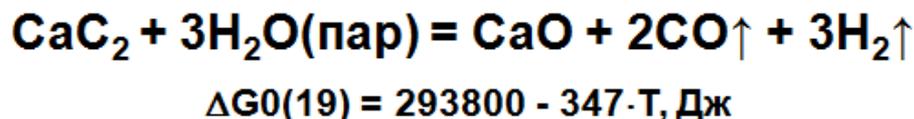
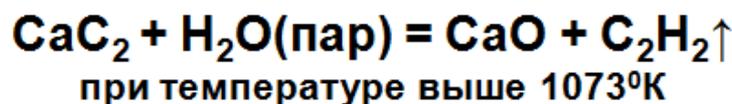
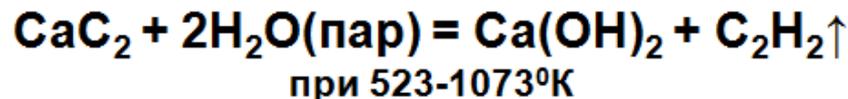
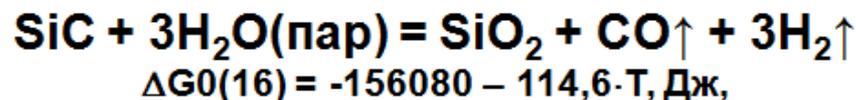


Третий период



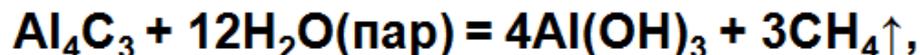
↑.

Взаимодействие карбидов кремния и кальция с водой

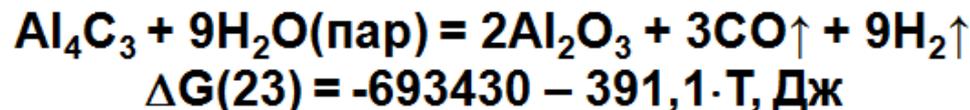


Карбид алюминия также вступает в реакцию с водой:

при температуре ниже 873°K

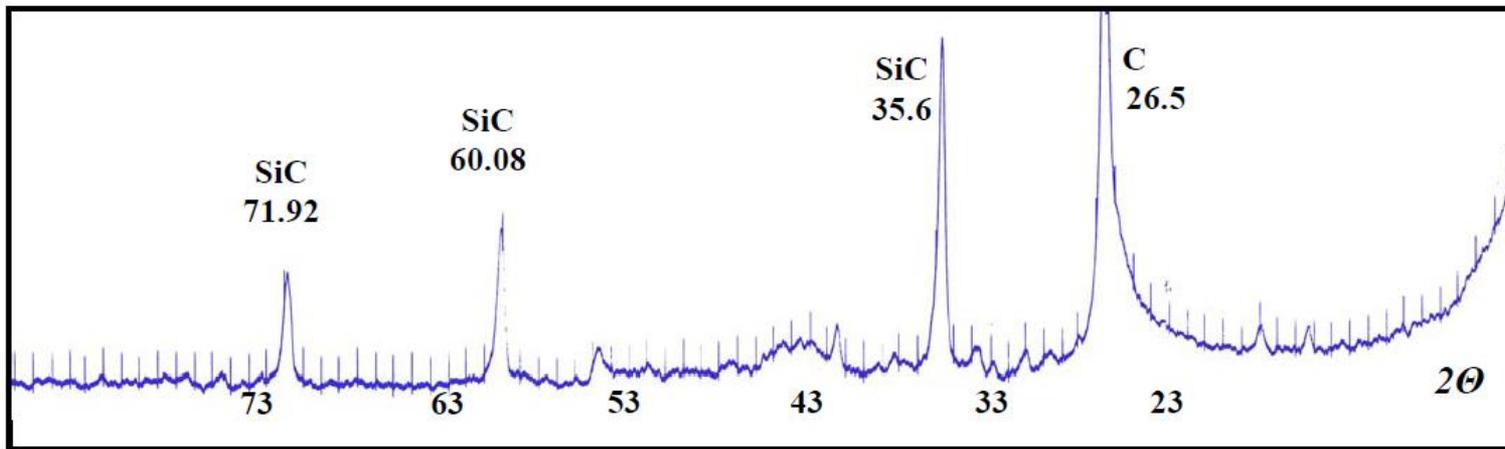


а выше 873°K





Рентгенограмма карбида кремния



Для создания силикатной пены давление газа в газовом пузырьке $P_{г.п.}$, образующееся по реакции, должно быть не ниже давления, вычисленного по соотношению :

$$P_{г.п.} = P_{атм} + P_{гидр} + 2\sigma/r,$$

где,

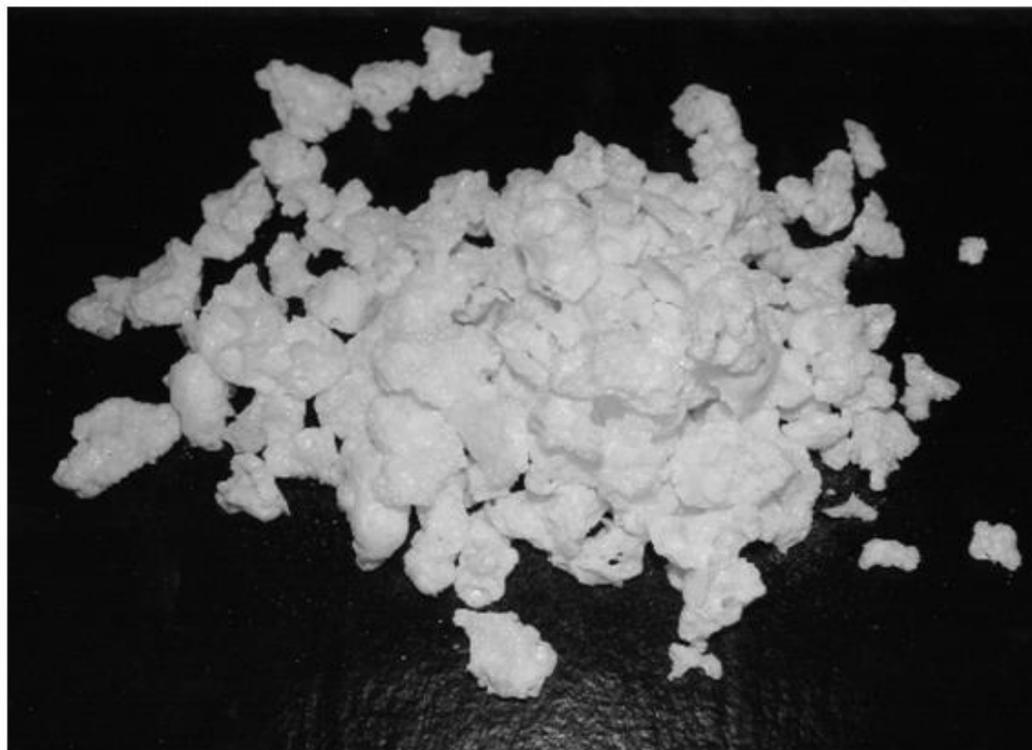
$P_{атм}$ – атмосферное давление;

$P_{гидр}$ – гидростатическое давление столба воды;

σ - поверхностное натяжение силикатного расплава;

r – радиус газового пузырька.

$2\sigma/r$ - величина капиллярного сжатия



Внешний вид пеносиликата





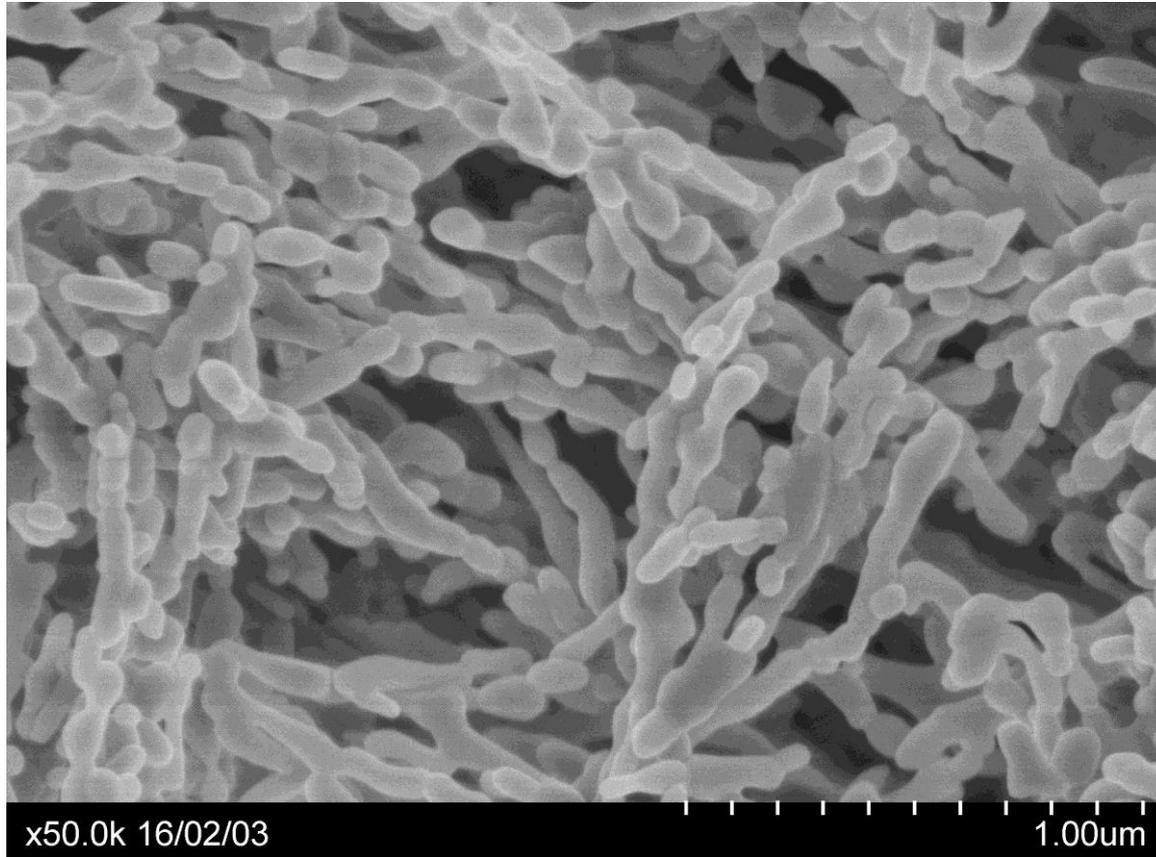
Сфера полая



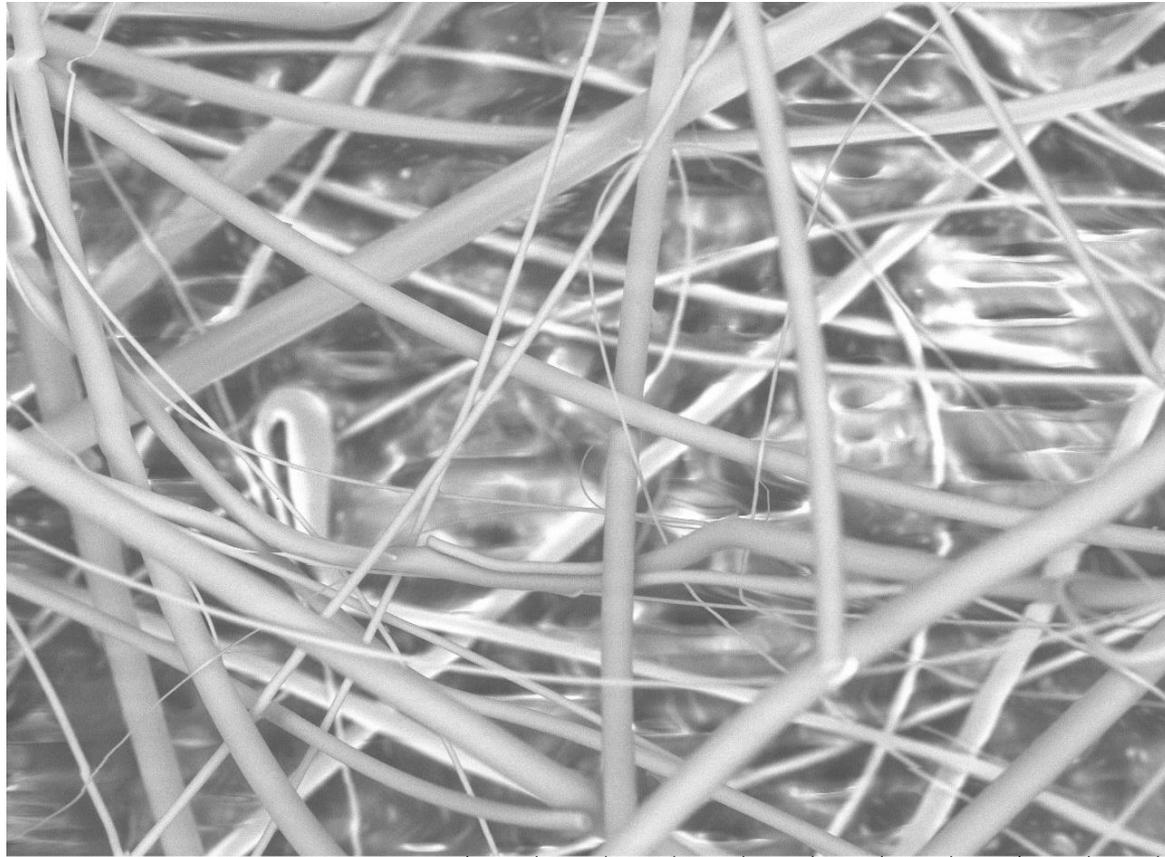
Сфера стеклянная



Фото «уса»



Структура «уса»



n0628

2012-01-23 10:21 NL

100 um

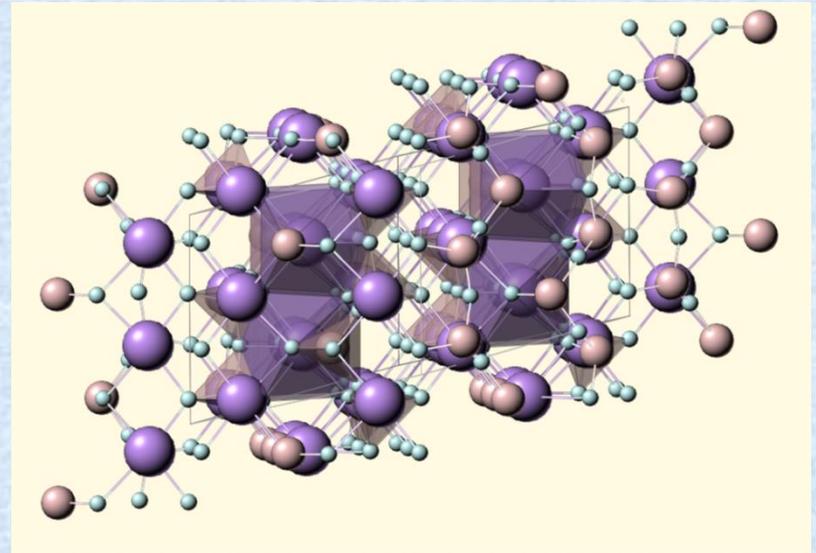
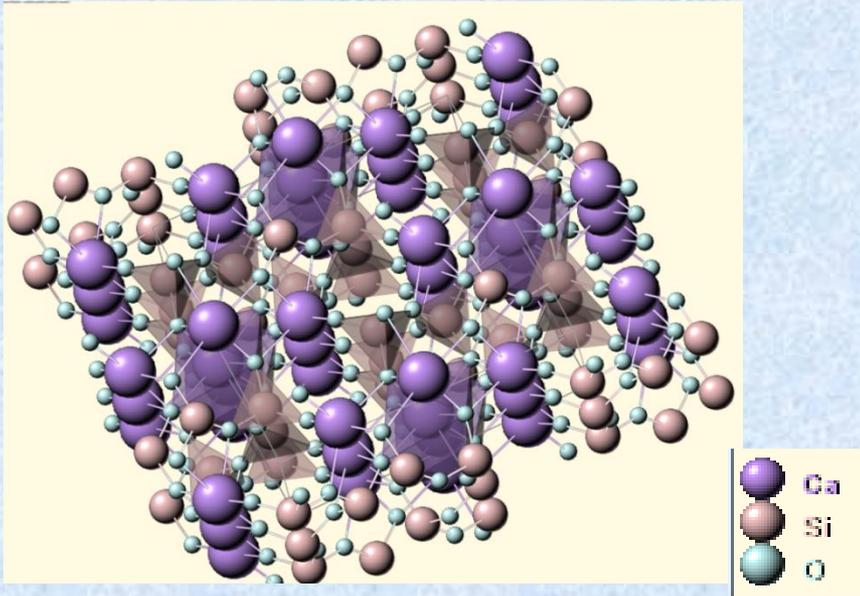
Вата

Физико-механические и теплофизические характеристики пеносиликата

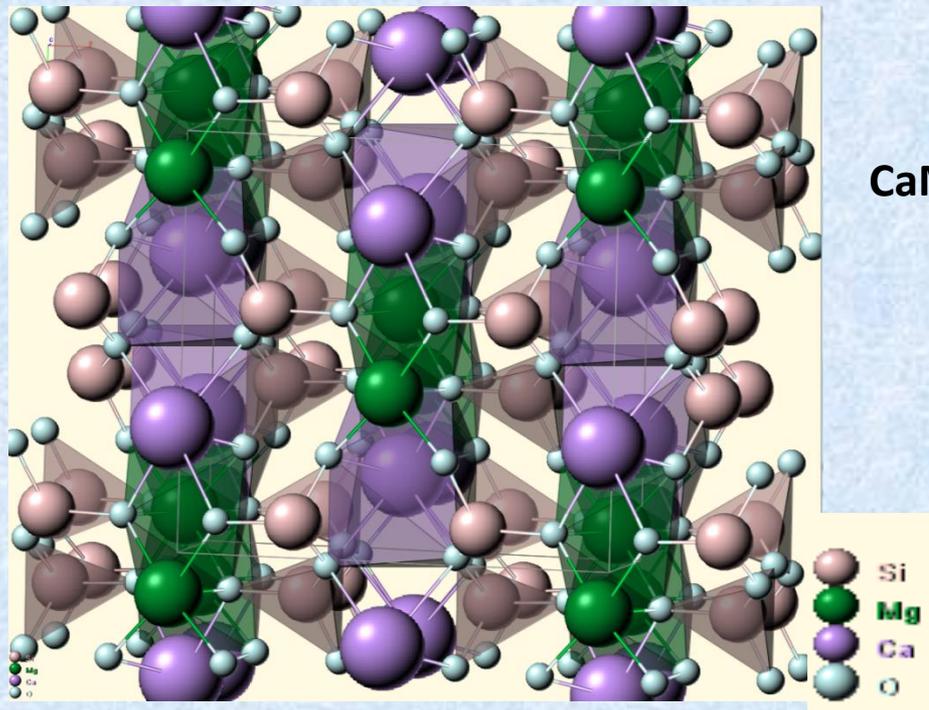
Результаты комплексного испытания физико-механических и теплофизических свойств пеносиликата состава, масс %: SiO₂ – 41,64; Al₂O₃ – 10,08; Fe₂O₃ – 0,11; CaO – 46,57; MgO – 0,54; SO₃ – 0,36; Na₂O – 0,05; K₂O – 0,02; представлены в таблице

Фракции пеносиликата, мм	Насыпная плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/(м·К)	Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа	Стойкость против силикатного распада, %	Морозостойкость, %
0–1,5	300-250	0,09-0,075	0,9-0,6	<8	<8
1,5–3,0	250–200	0,075–0,06	0,6-0,4	<8	<8
3,0–5,0	200–150	0,06-0,045	0,4-0,3	<8	<8
5,0-10,0	150-75	0,045-0,035	0,3-0,1	<8	<8
10,0-20,0	75-35	0,035-0,04	0,1-0,06	<8	<8

CaSiO₃ волластонит



CaMg(Si₂O₆) диопсид



Продукция НПО «Пирометалл» - волластонит

Синтетический
волластонит
 $\text{Ca}_3(\text{Si}_3\text{O}_9)$

ПРИМЕНЕНИЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

КЕРАМИКА
с повышенными
прочностными
свойствами

Огнеупорные и
кислото-стойкие
материалы

МЕТАЛЛУРГИЯ
Формы литейной
оснастки, полавки,
разливочные
желоба

Лакокрасочные
материалы

ФАРФОР
огнеупорный
электроизоляционный

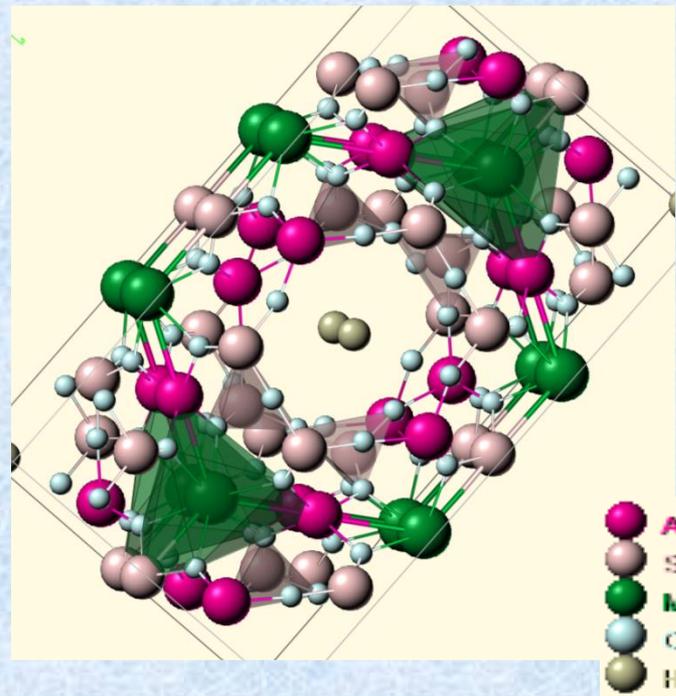
Асбо-
замещающие
материалы
(шифер и др.)

Композиционные
полимеры с
улучшенными
характеристиками

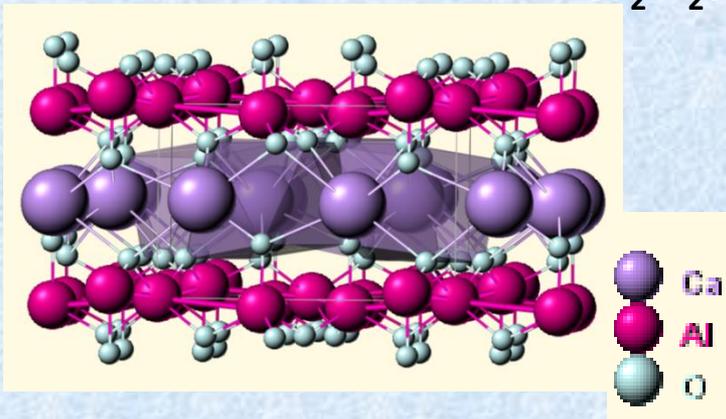
Производство волластонита на НПО «Пирометалл»

- На территории России волластонитовая руда в незначительных промышленных масштабах добывается только в горном Алтае. Наиболее известные месторождения – Синюхинское и Майское, интерес в приобретении которых проявлен со стороны Правительства г.Москвы.
- Материал имеет минимальную адгезию к расплавам цветных металлов, практически нулевой коэффициент теплового расширения, применение его в теплоизоляционных и разливочных конструкциях позволяет значительно уменьшить перегрев металла в печах, межремонтные сроки, что ведет к огромной экономии энергии и теплоизоляционных материалов на медеплавильном, алюминиевом и других производствах цветных металлов.
- В настоящее время изделия из волластонита импортируются нашими металлургами на возвратной основе.
- Перспективы применения этого материала в будущем будут только расширяться.

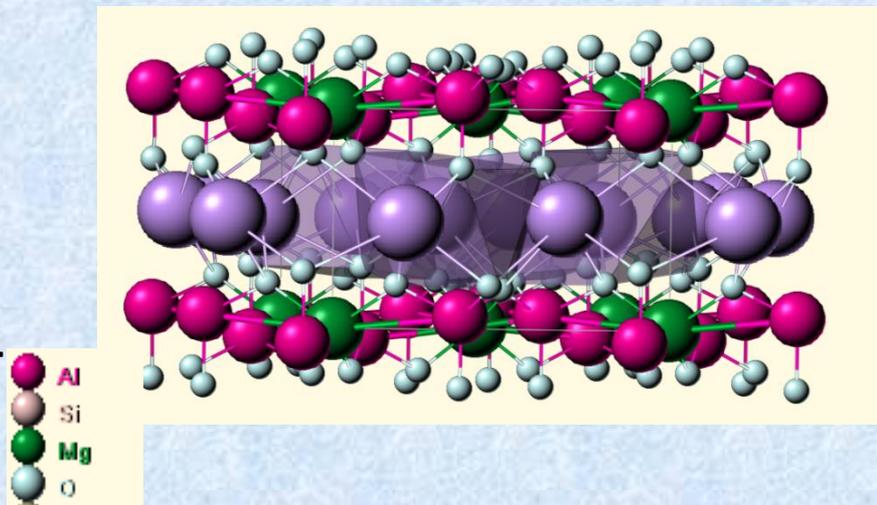
$Mg_2Al_4Si_5O_{18}$ Кордиерит



$Ca_2Al_2SiO_7$ Геленит



$Ca_2Mg(Si_2O_7)$ Акерманит



Универсальный комплекс безотходной переработки техногенного, рудного и нерудного сырья

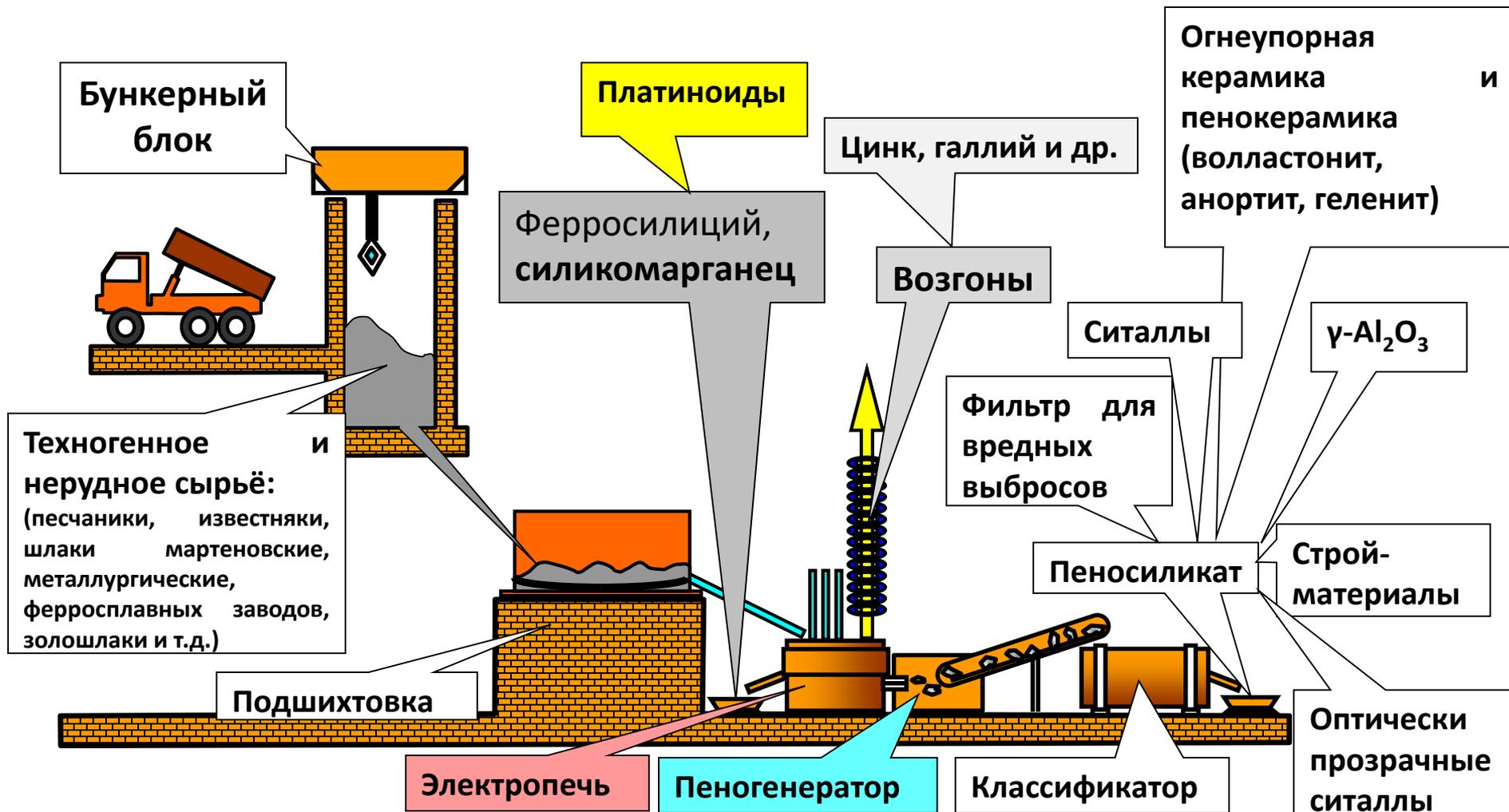
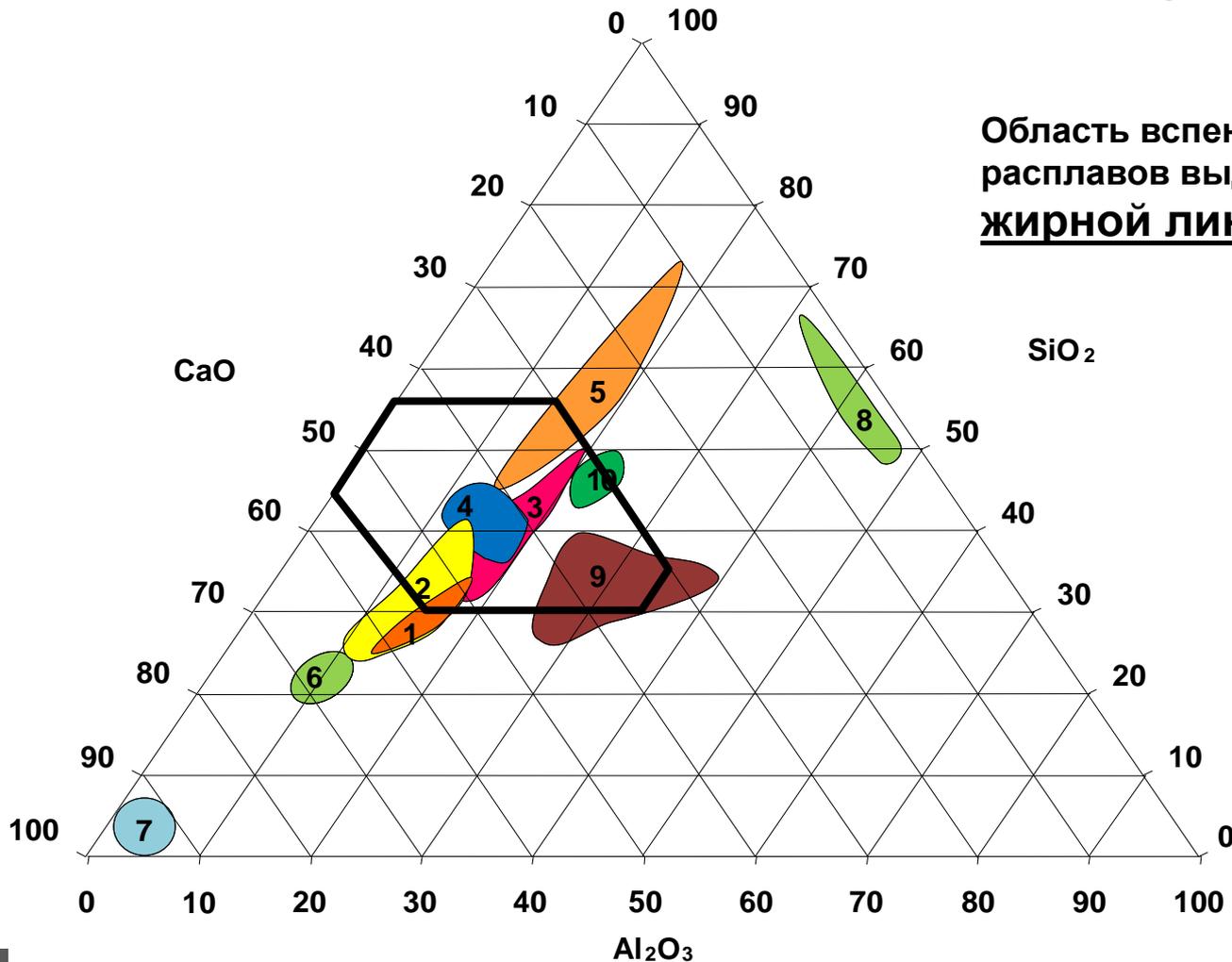


Диаграмма составов системы $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$



Составы:

1,2,3,4 – высококальциевые золы и доменные шлаки;

5 – кислые доменные шлаки и торфяные золы;

6 – портландцемент;

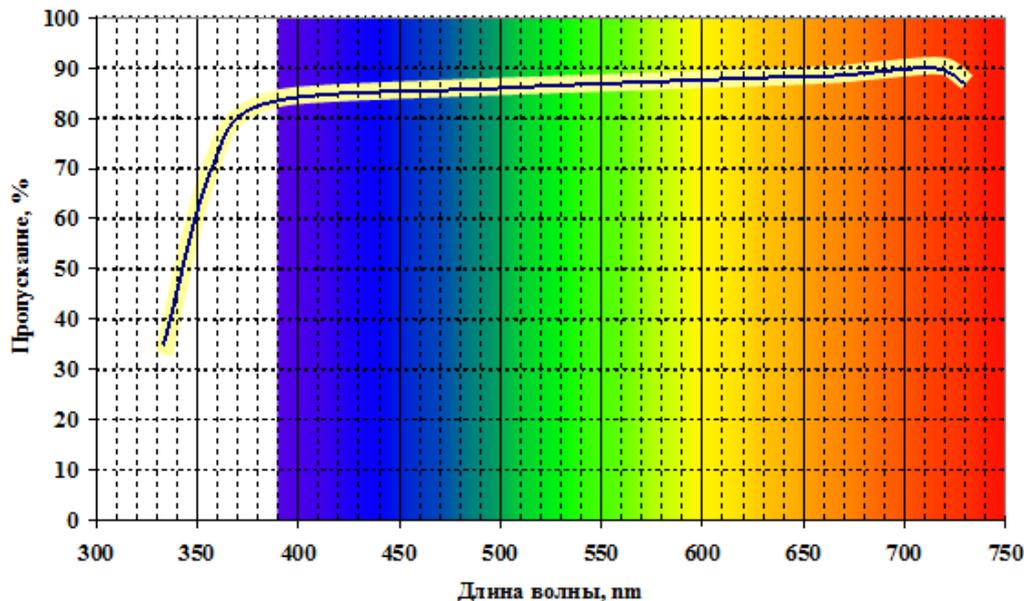
7 – известняк;

8 – высокоглинозёмистые цементы;

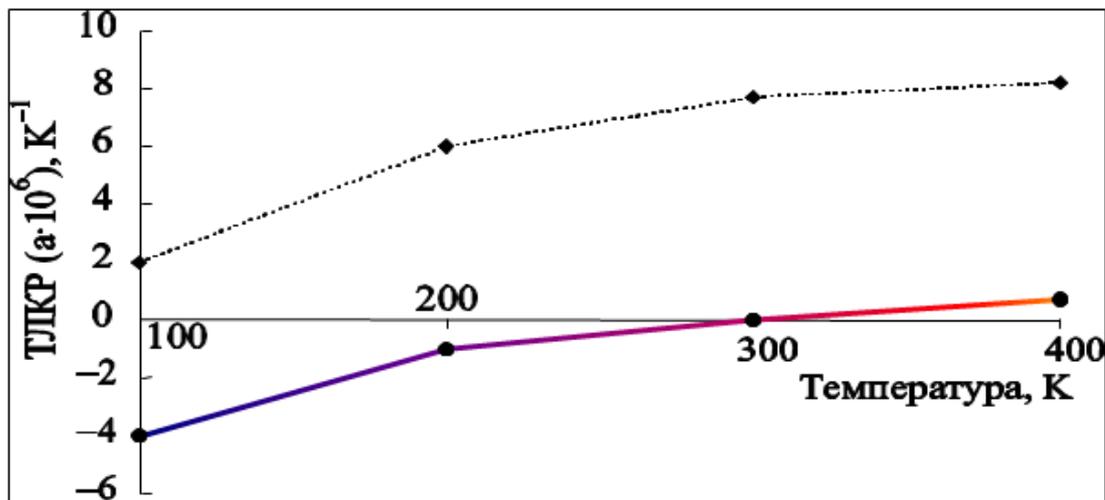
9,10 – золы каменных углей.

Получение материалов на основе пеносиликата

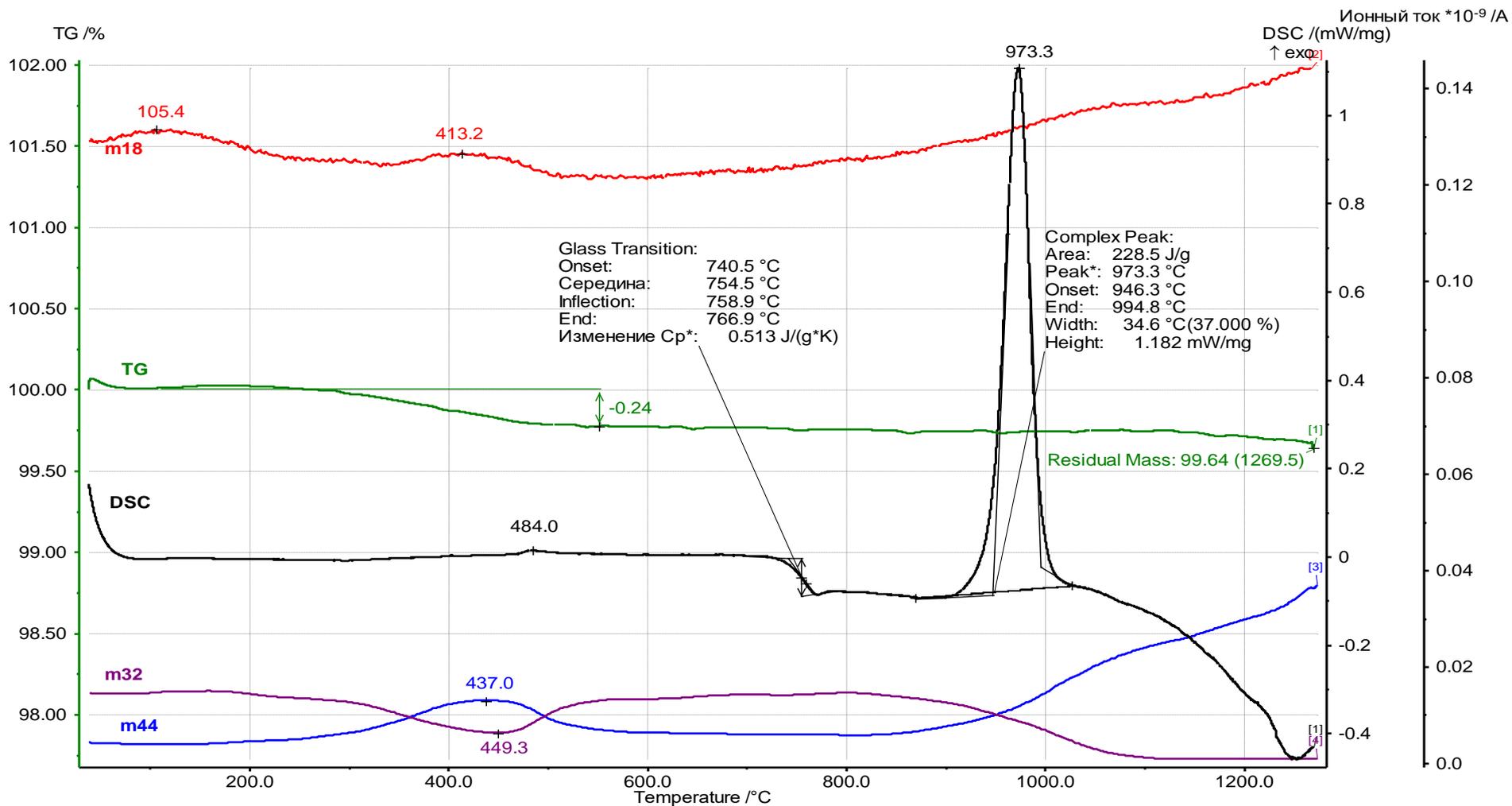
Оптически прозрачные ситаллы с низким значением ТКЛР



Коэффициент пропускания
оптически прозрачного ситалла
на основе пеносиликата

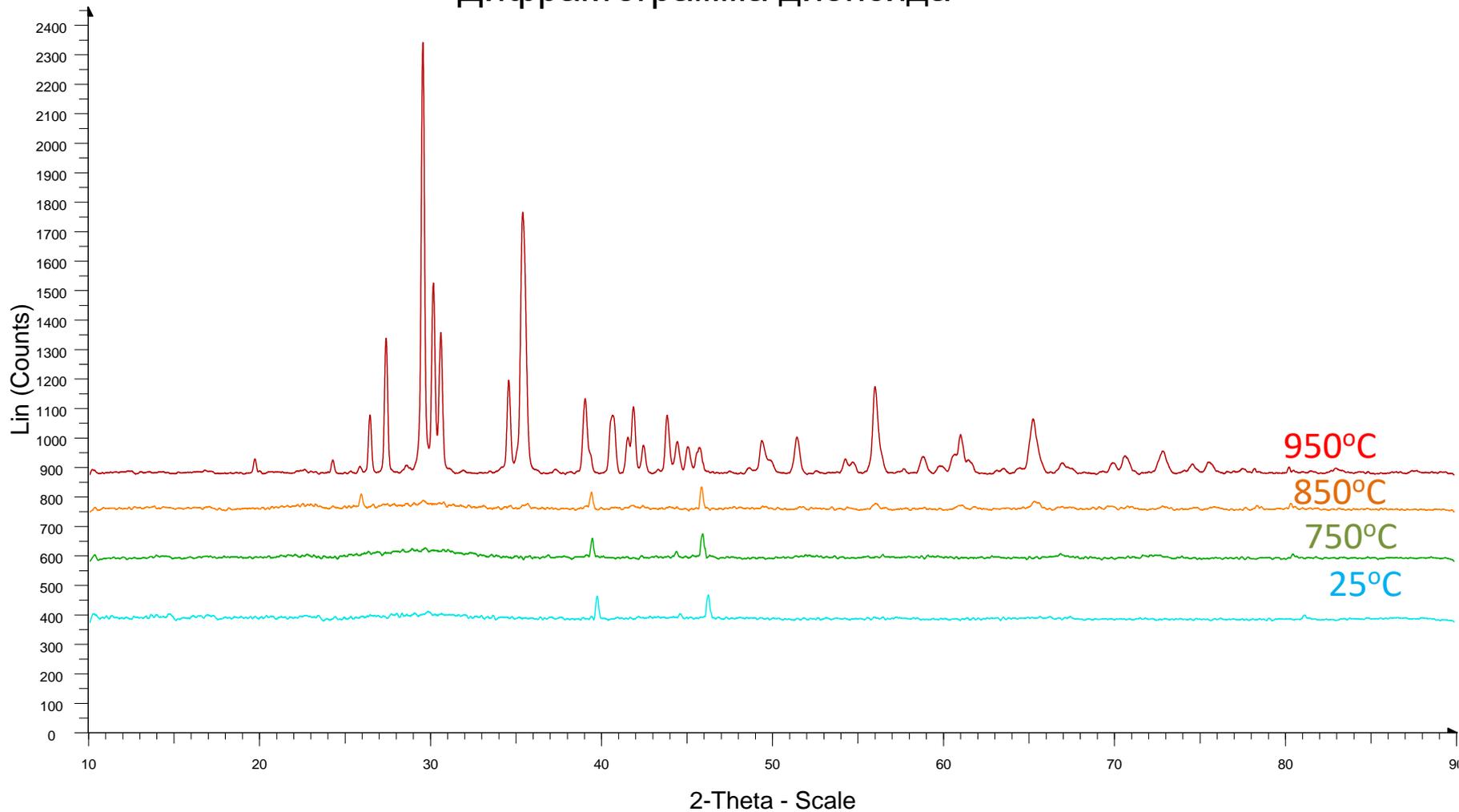


Зависимость ТКЛР ситалла из
пеносиликата без добавки (верхняя
кривая) и с добавкой Li⁺ (нижняя
кривая) от температуры



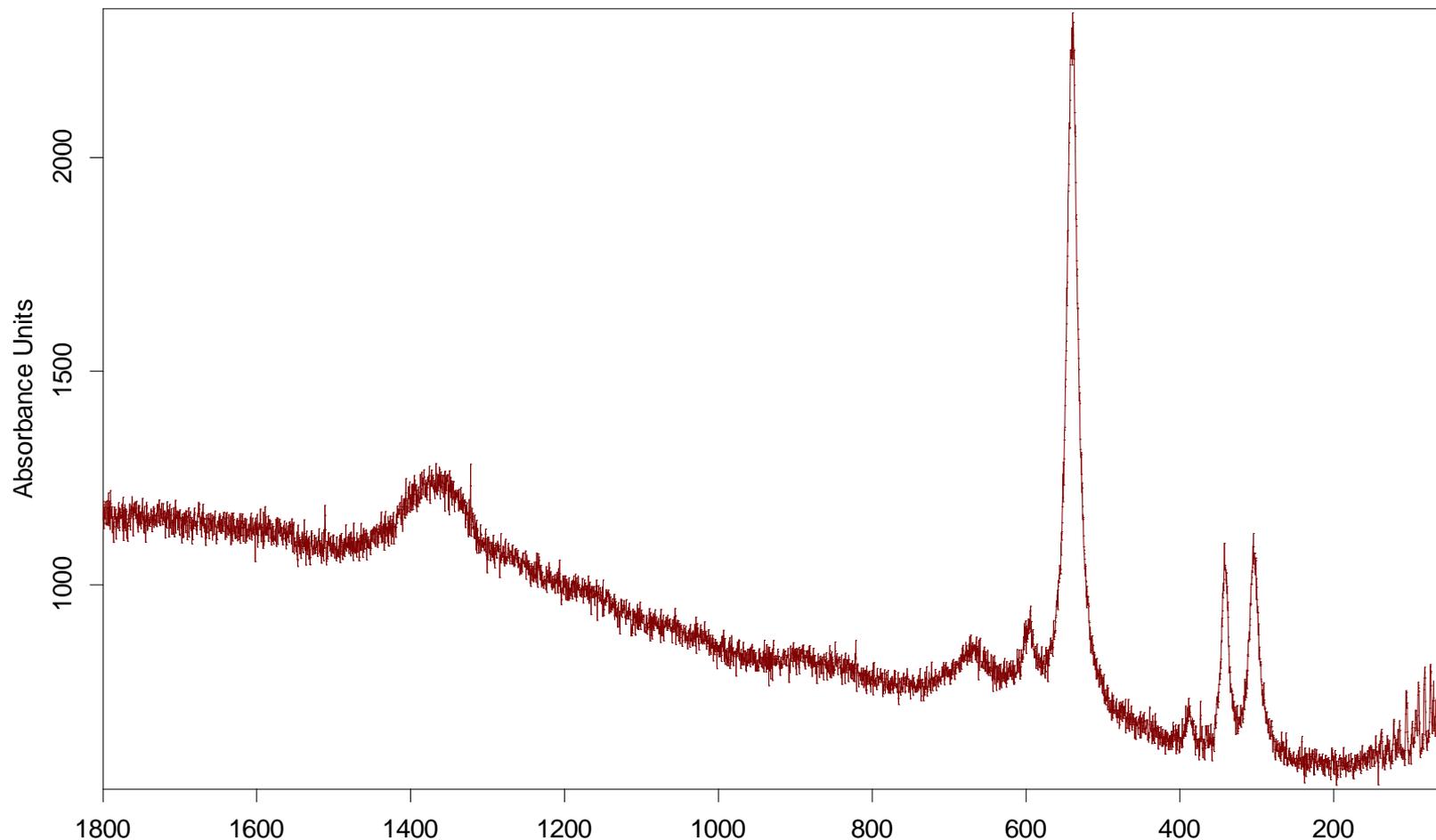
Температурные зависимости изменения массы (TG), потока теплоты (DSC) и результаты масс-спектропии (потока ионов для массовых чисел 44, 32, 18) образца из стекла

Дифрактограмма диопсида



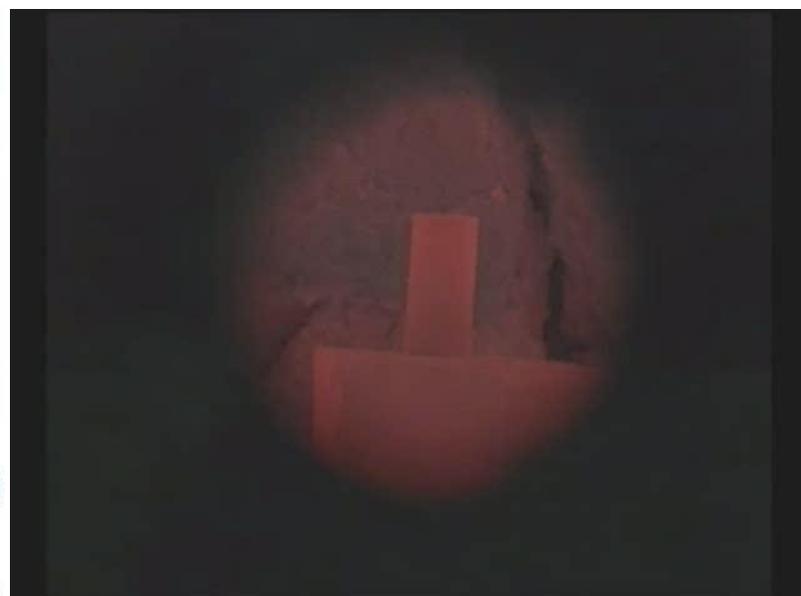
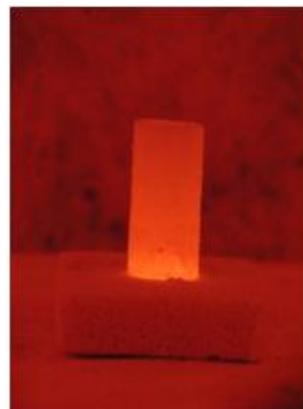
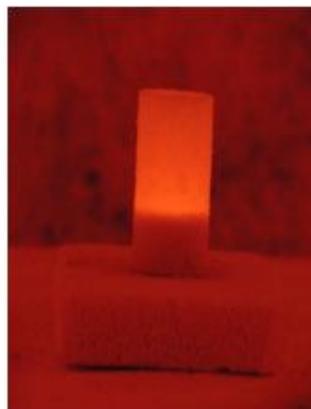
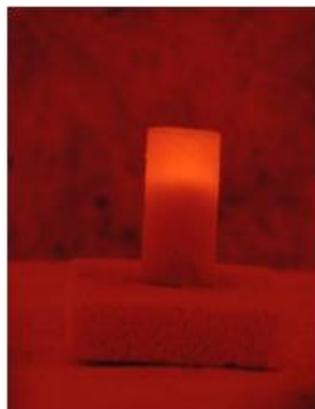
- File: 090601_DNT22-0_950.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 10.000 ° - End: 89.994 ° - Step: 0.007 ° - Step time: 42.9 s - Temp.: 950 °C - Time Started: 7 s - 2-Theta: 10.000 ° - Theta: 5.000 ° - Chi: 0.0
Operations: Y Scale Add 875 | Smooth 0.150 | Background 1.000,1.000 | Import
- File: 090601_DNT22-0_850.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 10.000 ° - End: 89.994 ° - Step: 0.007 ° - Step time: 42.9 s - Temp.: 850 °C - Time Started: 6 s - 2-Theta: 10.000 ° - Theta: 5.000 ° - Chi: 0.0
Operations: Y Scale Add 750 | Smooth 0.150 | Background 1.000,1.000 | Import
- File: 090601_DNT22-0_750.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 10.000 ° - End: 89.994 ° - Step: 0.007 ° - Step time: 42.9 s - Temp.: 750 °C - Time Started: 7 s - 2-Theta: 10.000 ° - Theta: 5.000 ° - Chi: 0.0
Operations: Y Scale Add 583 | Smooth 0.150 | Background 1.000,1.000 | Import
- File: 090601_DNT22-0.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 10.000 ° - End: 89.994 ° - Step: 0.007 ° - Step time: 42.9 s - Temp.: 25 °C - Time Started: 7 s - 2-Theta: 10.000 ° - Theta: 5.000 ° - Chi: 0.00 ° - P
Operations: Y Scale Add 375 | Smooth 0.150 | Background 1.000,1.000 | Import

Спектр комбинационного рассеяния диопсида



X:\0äääfiä\2009,09,15\DHT-22iÄ_2.txt

Получение материалов с использованием самораспространяющейся кристаллизации пеносиликата



Фронт тепловой волны СК в момент прохождения верхнего спая термопары

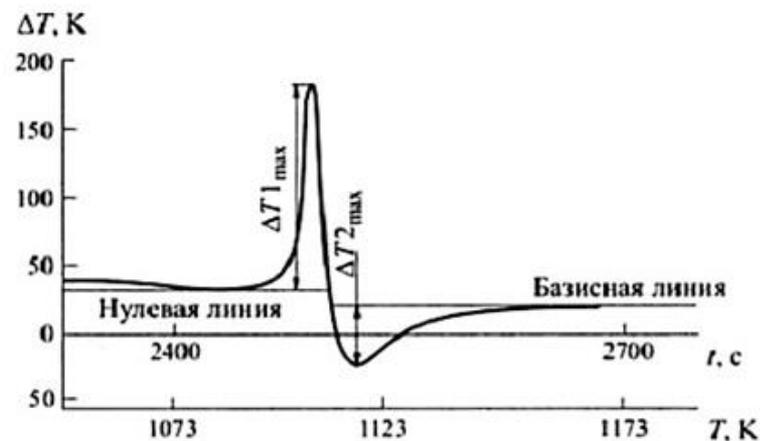
Фронт тепловой волны СК в момент прохождения нижнего спая термопары

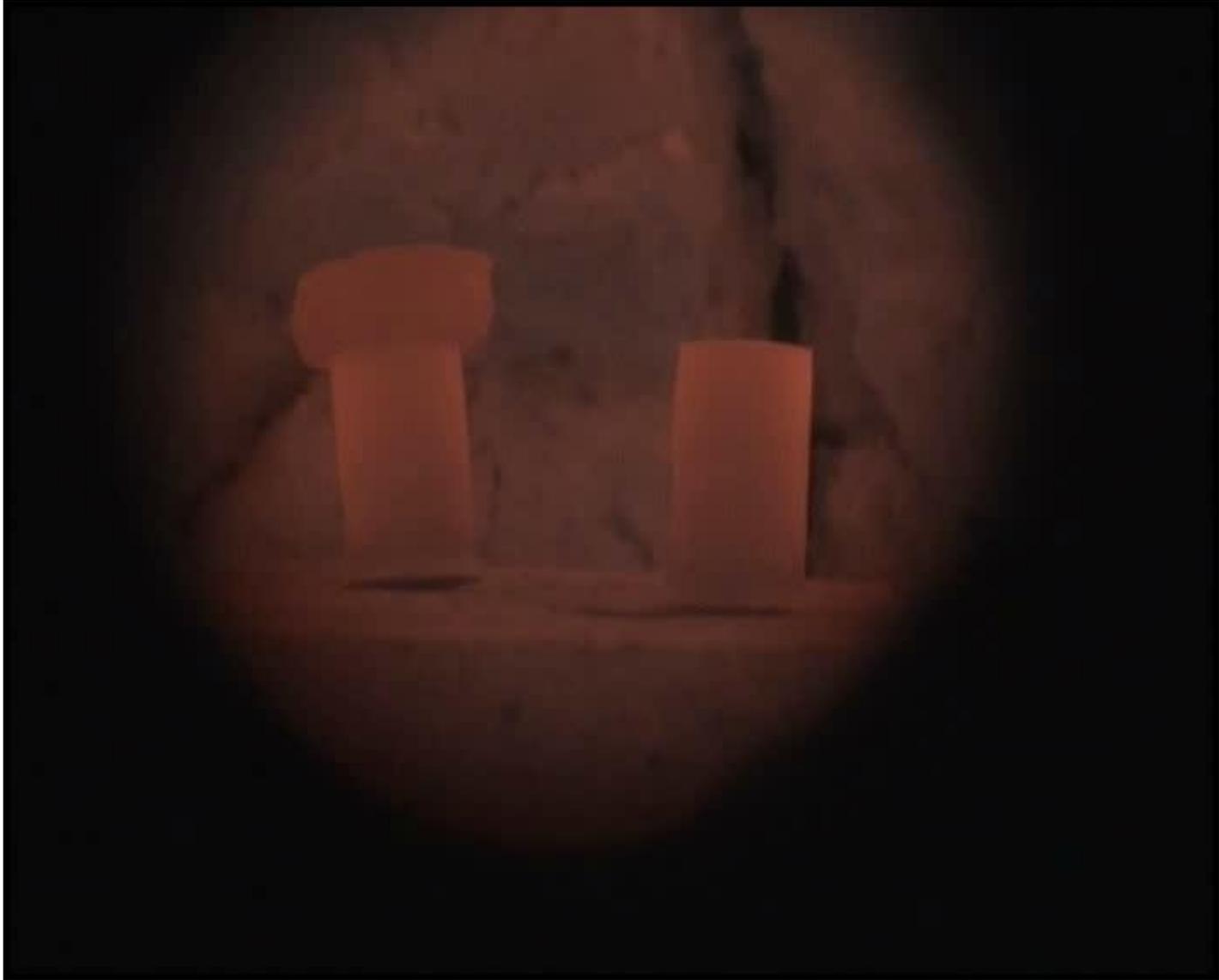
Окончание процесса распространения фронта тепловой волны СК

Структура фронта тепловой волны СК рентгеноаморфного пеносиликата на основе системы $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$.

Ось абсцисс – длительность термообработки пеносиликата (t , с); температура в печи (T , К).

Ось ординат – разность температур между спаями термопары (ΔT , К)





Пенокерамика со структурой анортита на основе пеносиликата



Основные характеристики

Наименование характеристик	Значение
Плотность, кг/м ³	350
Коэффициент теплопроводности, Вт/м-К	0,045
Температура использования, °С	1500

Пенокерамика со структурой волластонита на основе пеносиликата



Основные характеристики

Наименование характеристик	Значение
Плотность, кг/м ³	800
Коэффициент теплопроводности, Вт/м-К	0,07
Температура использования, °С	1200

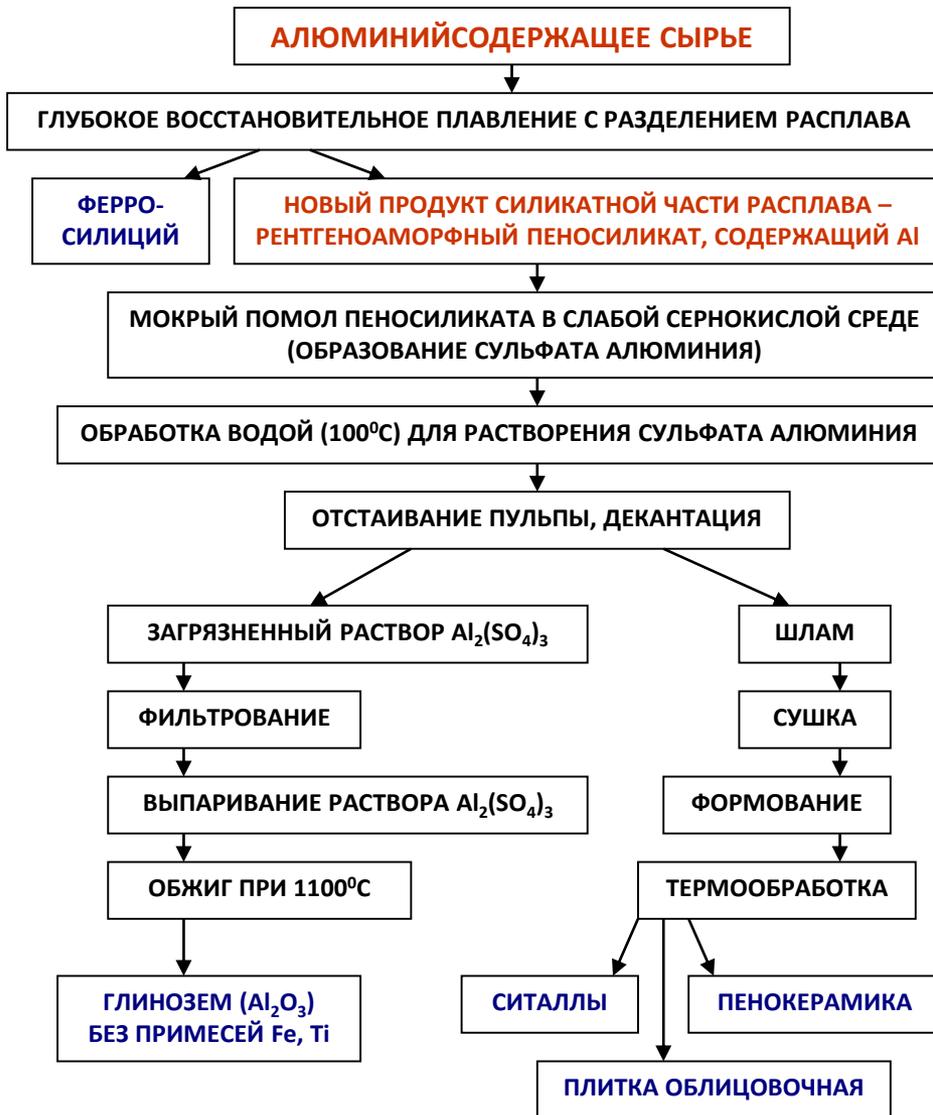
Кирпич пенокерамический бесцементный на основе пеносиликата



Основные характеристики

Наименование характеристик	Значение
Плотность, кг/м ³	370 - 450
Коэффициент теплопроводности, Вт/м-К	0,055 – 0,09
Прочность на сжатие, МПа	2,8 – 5,5
Температура использования, °С	1200

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПИРОГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ БЕЗОТХОДНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ AL-СОДЕРЖАЩИХ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ И ВЫСОКОКРЕМНИСТЫХ РУД С ИЗВЛЕЧЕНИЕМ ГЛИНОЗЕМА БЕЗ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ ЖЕЛЕЗА И ТИТАНА



ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОЕ СЫРЬЕ:

1. Некондиционное высококремнеземистое алюминийсодержащее сырьё.
2. Золошлаковые отходы от сжигания углей Кузнецкого, Экибастузского, Южно-Якутского бассейнов.

ТОВАРНАЯ ПРОДУКЦИЯ:

1. ГЛИНОЗЕМ (Al₂O₃), не содержит вредных примесей железа и титана – сырьё для производства алюминия.
2. ФЕРРОСИЛИЦИЙ, для использования в металлургии при производстве стали.
3. Строительные материалы (ситаллы, керамика, плитка облицовочная).

ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ:

1. Многократное увеличение скорости процесса выщелачивания, снижение времени процесса за счет структуры рентгеноаморфного пеносиликата и его пористости.
2. Расширение номенклатуры сырья для извлечения глинозема без вредных примесей железа и титана.
3. Способность стать модулем существующих технологических схем производств теплоэнергетики, добычи и переработки горнорудного сырья для комплексной безотходной переработки его.
4. Реабилитация окружающей среды от техногенных воздействий.

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**