



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
**БОРОВИЧСКИЙ КОМБИНАТ ОГНЕУПОРОВ**  
JSC "Borovichi Refractories Plant"



**ЛАБОРАТОРНЫЙ АНАЛИЗ**  
и испытание огнеупорных материалов



## РЕНТГЕНОФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

Оборудование: Рентгеновский дифрактометр ДРОН-6

### НАЗНАЧЕНИЕ:

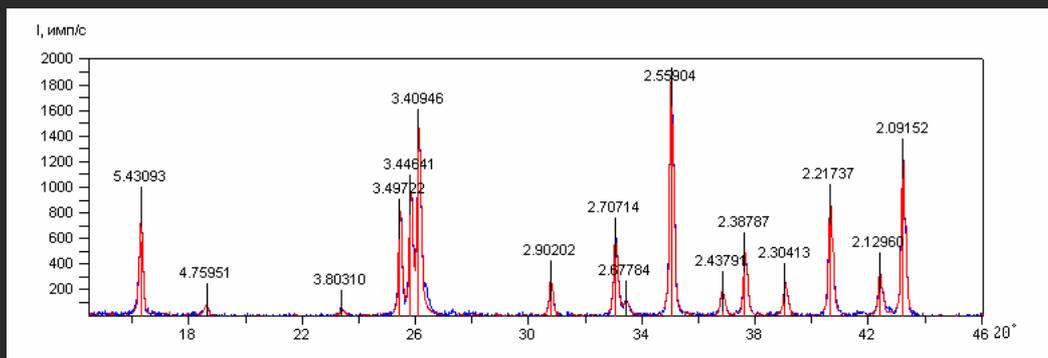
- идентификация присутствующих в материале кристаллических фаз (качественный рентгенофазовый анализ);
- определение их количественного содержания в материале (количественный рентгенофазовый анализ).

### Метод широко используется в случаях:

- определения фазового состава при создании новых материалов,
- отработки оптимальных технологических режимов,
- измерения параметров кристаллической решётки,
- установления природы и концентрации примесей в материалах,
- оценки изменения фазового состава материала при эксплуатации изделий или испытаниях, имитирующих условия эксплуатации.

Присутствие фаз устанавливается сопоставлением значений  $d/n$  рефлексов на рентгенограмме и их относительных интенсивностей  $I$  с эталонными рентгенограммами

### Пример рентгенограммы



Стоимость проведения испытания согласно прейскуранту АО «БКО», руб. (без НДС):

Проведение рентгенофазового анализа	9918
Съемка дифрактограммы одного образца. Предварительная обработка.	2479
Расшифровка дифрактограммы одного образца	7438
Анализ с определением количества 1 фазы (от 10 проб)	4708
Анализ с определением количества 1 фазы (5-10 проб)	6944
Анализ с определением количества 1 фазы (3-5 проб)	7687
Анализ с определением количества 1 фазы (1-3 проб)	8430

# ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

**Оборудование:** Система электронной микроскопии Jeol 6380 LV в комплекте с энергодисперсионным микроанализатором Inca Energy и приставкой для осуществления метода дифракции отраженных электронов HKL со специальным пакетом программного обеспечения.

## НАЗНАЧЕНИЕ:

Рассмотрение строения, химического и фазового состава материала.

Система сочетает в себе возможность проведения исследований:

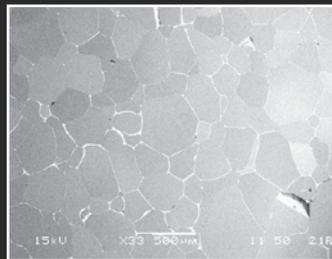
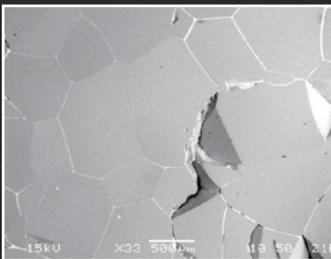
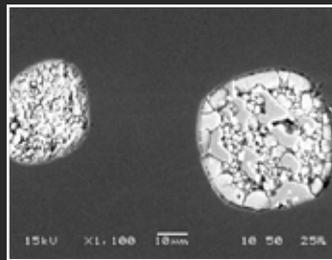
- структурного рассмотрения объекта в широком диапазоне увеличений от min до 300 000 раз;
- выполнение химического анализа объекта;
- выполнение фазового анализа объекта, основанного на кристаллографическом анализе;

Результатом рассмотрения объекта с помощью данной системы могут стать:

- фрагменты структур, отражение дефектности структуры, пористость;
- спектрограмма, качественно характеризующая химический состав объекта;
- произведенный количественный расчет химического состава;
- качественное определение фазового состава;
- кристаллографическая информация об объекте;
- распределительные, ориентационные и фазовые карты состава объекта.

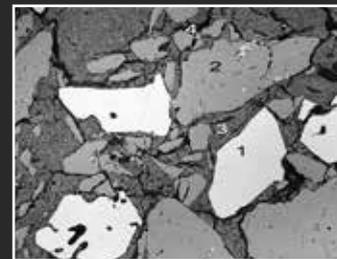


Пример исследования структуры и состава периклаза (MgO)



Компонент	Содержание, %
MgO	97,10
SiO <sub>2</sub>	1,29
CaO	1,17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,44

Пример рассмотрения компонентного состава и микроструктуры образца изделия МКККФ



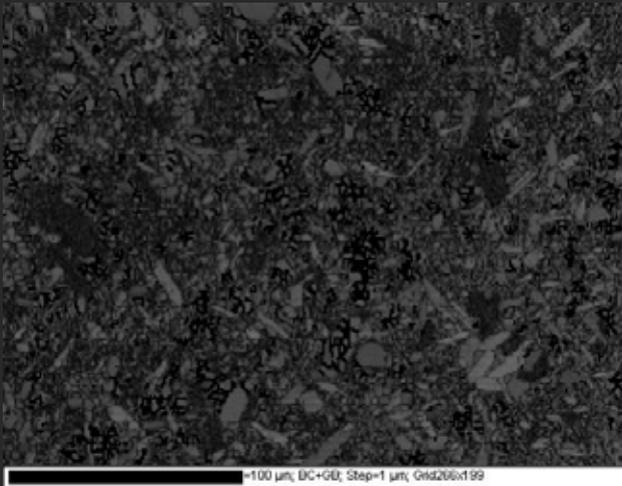
Цифрами обозначены:

- 1 - карбид кремния
- 2 - корунд BFA,
- 3 - связующая масса,
- 4 - поры

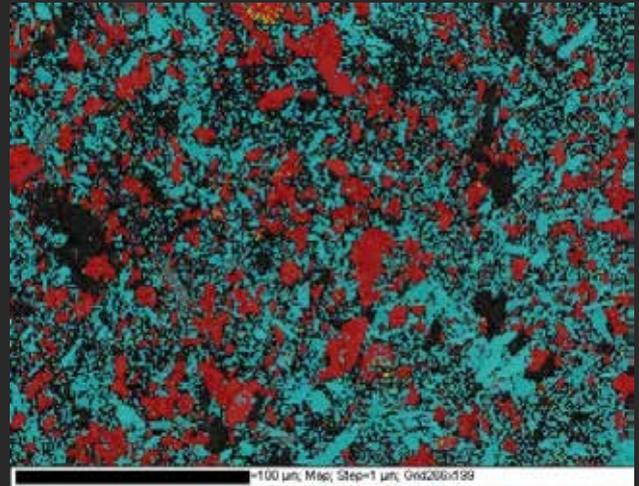
## ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

объектов кристаллического строения

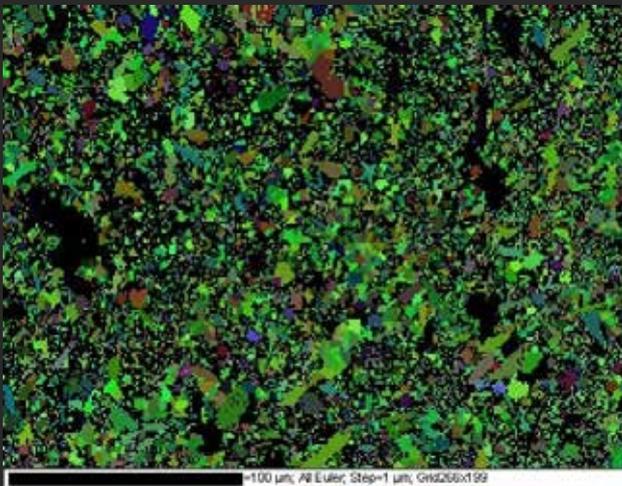
Метод дифракции отраженных электронов (EBSD)



Структурная карта



Фазовая карта



Ориентационная карта

Определение фазы по кристаллографическим признакам;

Построение структурных, ориентационных, элементных, фазовых карт.

Стоимость проведения испытания согласно прейскуранту АО «БКО», руб. (без НДС):

Комплексное исследование на электронном микроскопе	33868
Структурный анализ одного образца	3387
Анализ химического состава элементов структуры образца (энергодисперсионный метод)	11289
Фазовый анализ (EBSD-метод)	11289
Описание результатов исследования на электронном микроскопе	5645
Пробоподготовка к исследованию на электронном микроскопе (шлиф-полировка) одного образца	2258



## МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

**Оборудование:** Система оптической микроскопии-стереоскопический и оптический микроскопы фирмы Nikon с цифровой системой фото-видео документирования Nikon, компьютерными программами обработки фотоизображения NikonView и анализа фотоизображений Video Test. Система измерения микротвердости материалов ПМТ-"ЛОМО" (метод алмазной пирамиды Виккерса)

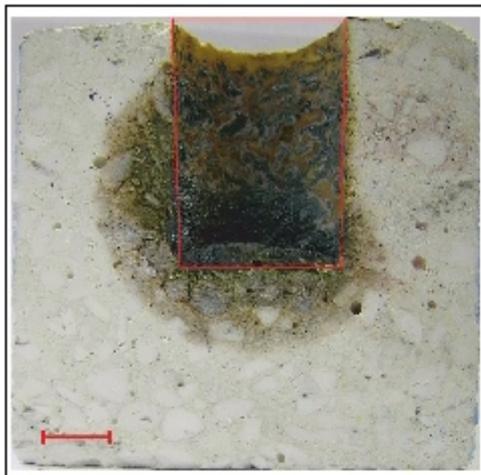
### НАЗНАЧЕНИЕ:

Выполнение анализа структуры и состава материалов.

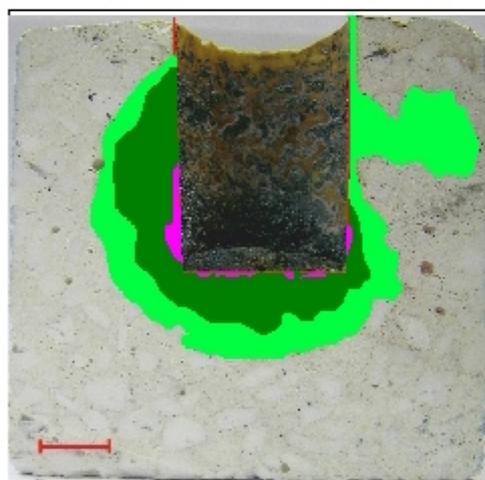
Система сочетает в себе возможность проведения структурного и фазового рассмотрения объекта в диапазоне увеличений от min до 1 000 раз. Результатом рассмотрения объекта с помощью данной системы могут стать: определение типа структуры материала, выявление дефектности структуры, визуализация распределения пористости; определение фазовых распределений в строении материала; анализ результатов испытаний огнеупоров по определению взаимодействия с расплавами реагентов тигельным способом (полуавтоматический способ).

Стоимость проведения испытания согласно прейскуранту АО «БКО», руб. (без НДС):

Петрографические исследования (оптические микроскопы)	22579
Пробоподготовка к исследованию на микроскопе (шлиф-полировка) одного образца	2258



вид образца в разрезе с нанесенными границами исходного отверстия



вид образца с нанесенной маской и границами площади разъедания, пропитки, пропитки и взаимодействия

Дата	21.03.2012 8:24:34
Название образца	Состав Б-2
Комментарий	Взаимодействие со сталью
Анализ	Определение площади разъедания, пропитки, пропитки и взаимодействия
Площадь разъедания, %	0.72
Площадь пропитки и взаимодействия, %	9.74
Площадь пропитки, %	13.6

№	Класс	Объект	Площадь
			мм <sup>2</sup> мм
1	разъедание		18.090
2	разъедание		2.139
3	разъедание		1.212
4	разъедание		2.701
5	разъедание		1.073
6	разъедание		3.066
7	пропитка		532.516
8	пропитка и взаимодействие		382.910

результат автоматических измерений площади разъедания, пропитки, пропитки и взаимодействия

## Микроструктура образца изделия марки КПУ

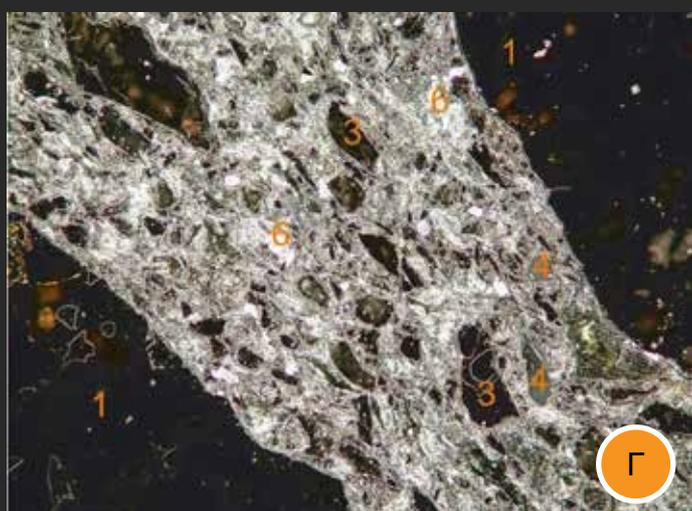
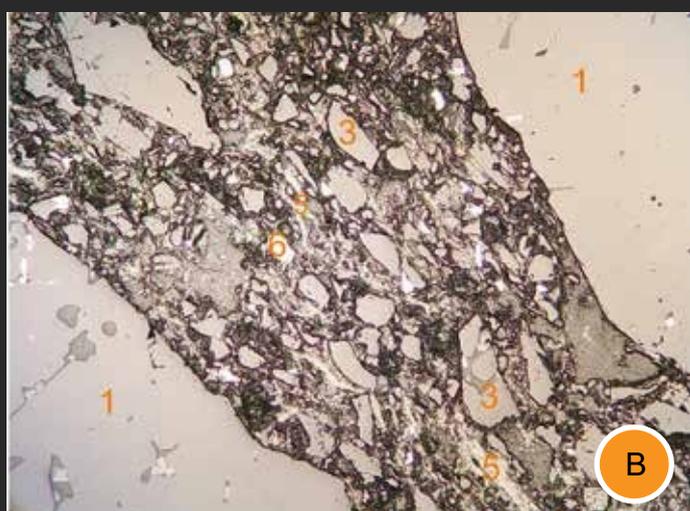
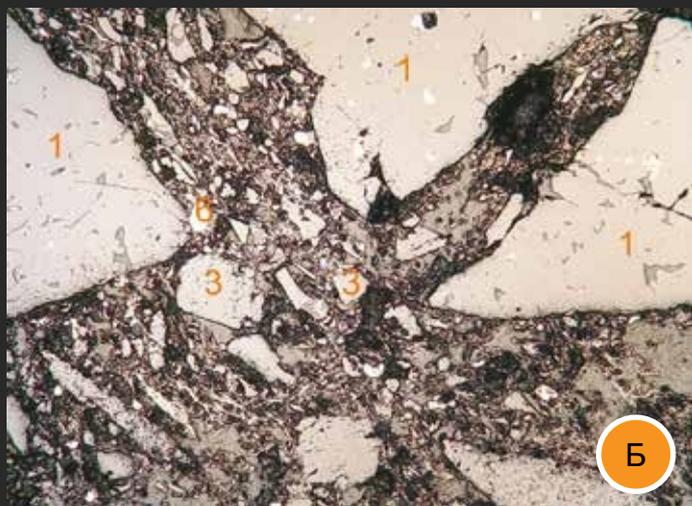
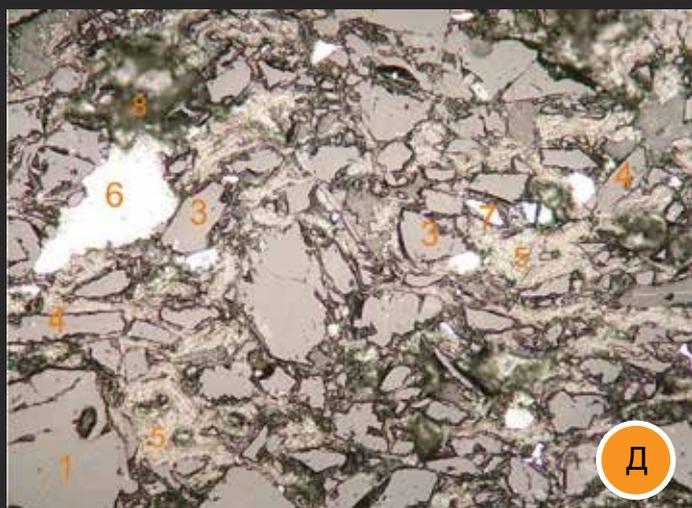


Фото 1. Фрагменты микроструктуры образца.  
а - срез образца,  $\times 2$ .  
б-д - полированный шлиф, отраженный свет: б -  $\times 25$ ,  
в -  $\times 50$  (светлопольное изображение),  
г -  $\times 50$  (темнопольное изображение), д -  $\times 100$ .

Цифрами обозначены:

- 1 - зерна электрокорунда ВФА,
- 2 - периклазовые зерна,
- 3 - корундовые частицы связующей массы,
- 4 - периклазовые частицы связующей массы,
- 5 - графит,
- 6 - антиоксидантные включения (мет. сплавы),
- 7 - частицы кремния технического,
- 8 - поры.





## ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

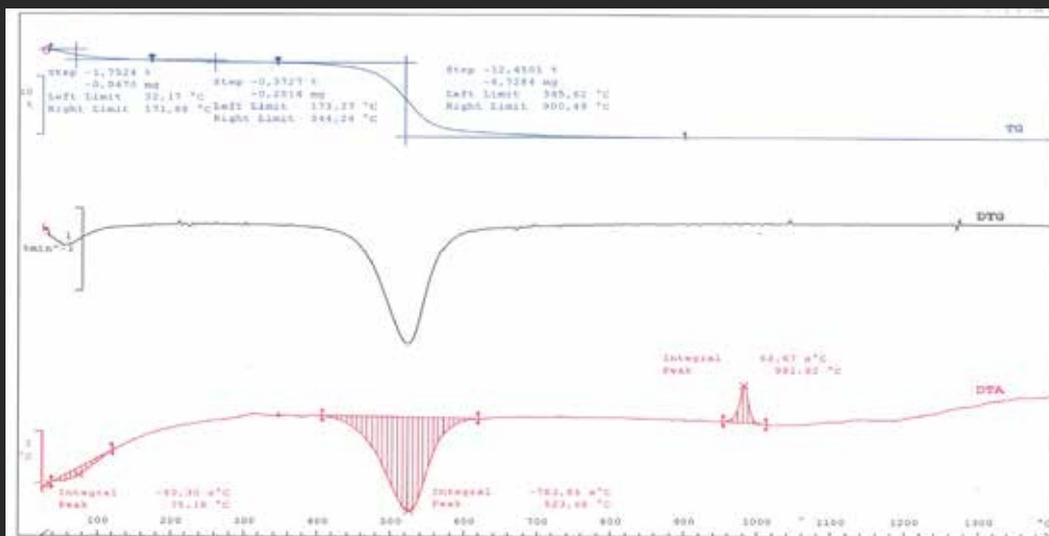
**Оборудование:** Дериватограф TGA/SDTA фирмы «Mettler Toledo»

### НАЗНАЧЕНИЕ:

Позволяет проводить синхронный термический анализ, в основе которого лежат измерения изменения массы вещества и его температуры при контролируемой температурной обработке в определенной газовой атмосфере. Условия испытания: масса образца до 5 г, скорость нагрева от 0,01 до 100 °С/мин в различных газовых средах. Максимальная температура нагрева 1600 °С.

Во время испытания производится автоматическая запись кривых: температурная (Т), дифференциальная (ДТА), изменения массы (ТГ) и скорости изменения массы (ДТГ) – дифференциальная термогравиметрическая. Анализ дает возможность получить представление о физико-химическом составе, термической и окислительной стабильности материала, фазовых переходах и температурах протекания химических реакций.

ТГ- и ДТА-кривые нагревания каолина, скорость нагрева 10 °С/мин.



Стоимость проведения испытания согласно прейскуранту АО «БКО», руб. (без НДС):

Исследования на дериватографе одного образца	11785
Съемка дериватограммы одного образца	2947
Обработка и описание дериватограммы одного образца	8840

## ДИЛАТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

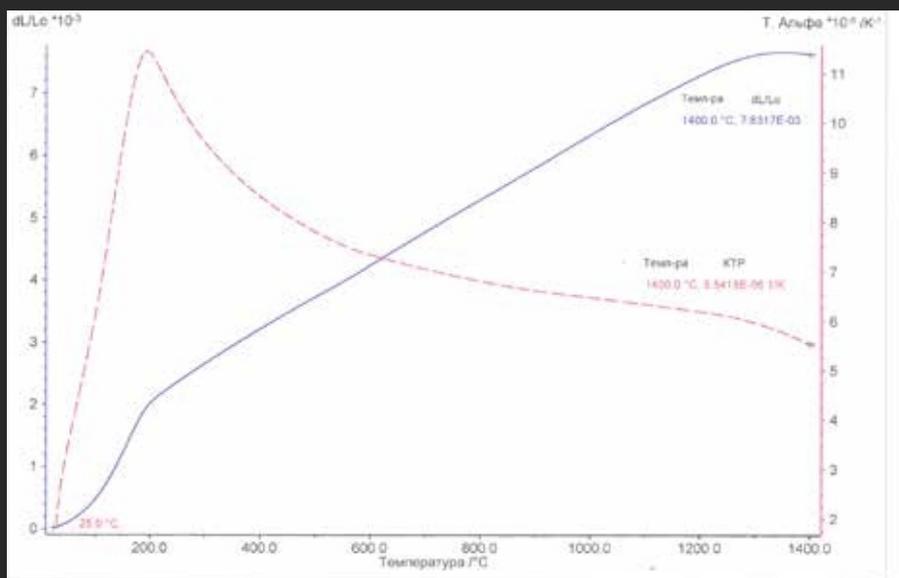
Определение т.к.л.р. огнеупоров на приборе фирмы NETZSCH (модель DIL 402C):

Высокотемпературный горизонтальный dilatометр для определения т.к.л.р. и относительного расширения образцов;

- Атмосфера – вакуум, газ, воздух;
- Температурный диапазон 20...1600 °С;
- Диапазон размеров образца 25-50 мм, определение изменения длины в соответствии с DIN 51045;
- Существует возможность проведения испытаний вязких и порошкообразных образцов;
- Программирование и обработка результатов с использованием ЭВМ;
- Наличие опции С-DТА, позволяющей фиксировать и исследовать тепловые эффекты.



Графики изменения длины образца и коэффициента термического расширения при нагреве



Стоимость проведения испытания согласно прейскуранту АО «БКО», руб. (без НДС):

Определение ТКЛР и относительного расширения одного образца на высокотемпературном горизонтальном dilatометре фирмы NETZSCH в температурном диапазоне 20-1600 °С	10941
Испытание по циклической программе (нагрев - регулируемое охлаждение), один цикл	16411



5000

100000x

100000

3000

## **ВОЛОКНА КАОЛИНОВОЙ ВАТЫ**

снимок выполнен на электронном микроскопе Jeol