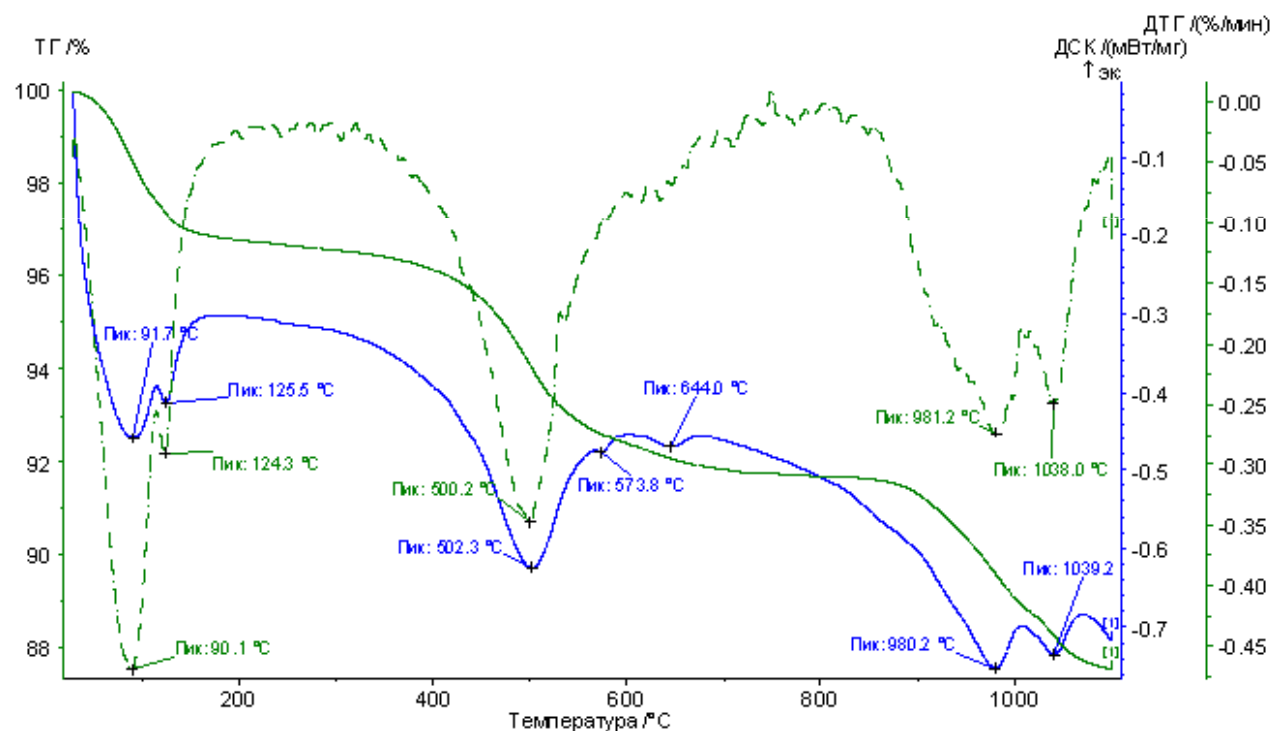


Термические методы анализа

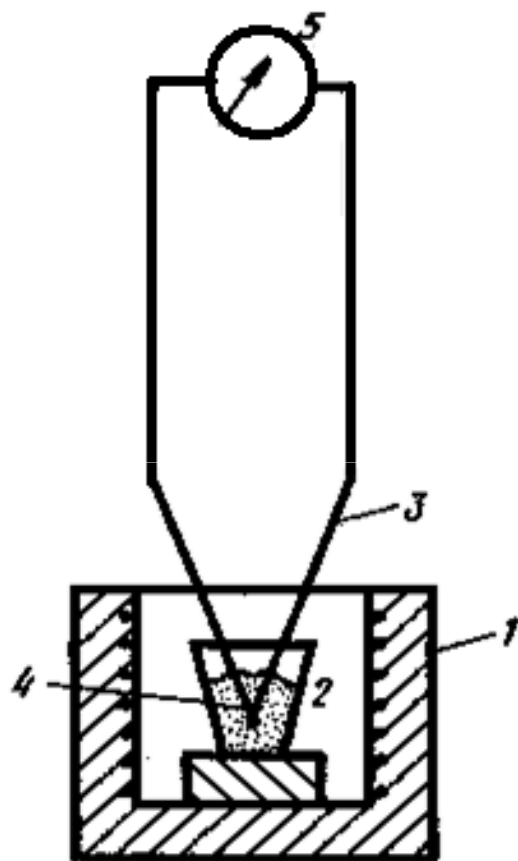
Термические (термографические) методы анализа основаны на изучении характера изменений физико-химических свойств веществ при изменении температуры.



Вид анализа	Физический параметр, изменяющийся в зависимости от температуры	Используемый прибор
Дифференциальный термический анализ (ДТА)	Разность температур между образцом и эталоном	Аппараты для ДТА
Термогравиметрический (ТГ)	Масса	Термовесы
Дифференциальный термогравиметрический (ДТГ)	Первая производная от изменения массы	Дифференциальные термовесы
Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК)	Теплота, подводимая к образцу	Дифференциальный калориметр
Дилатометрический	Линейные размеры	Дилатометр
Высокотемпературная рентгенография	Межплоскостные расстояния	Рентгеновский дифрактометр с нагревом

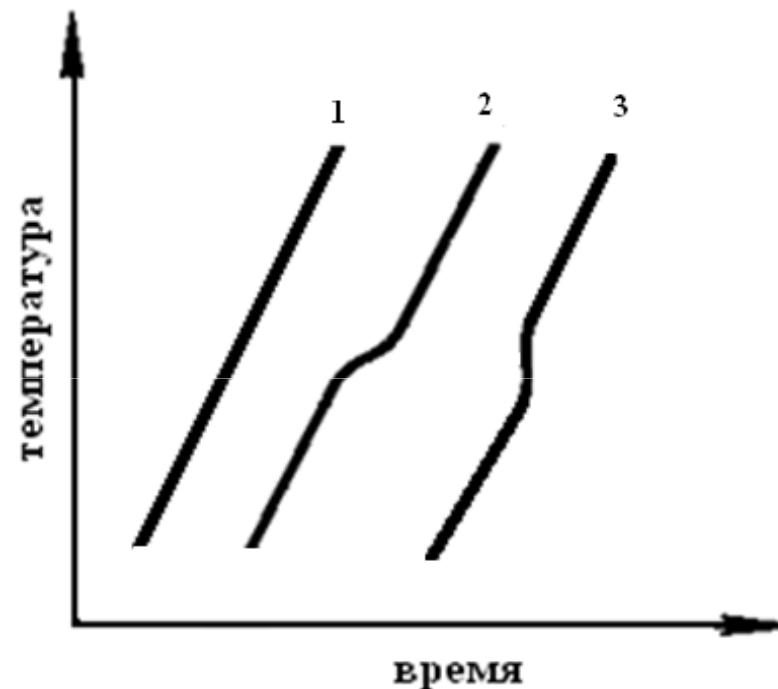
Термический анализ (ТА)

Схема установки для ТА



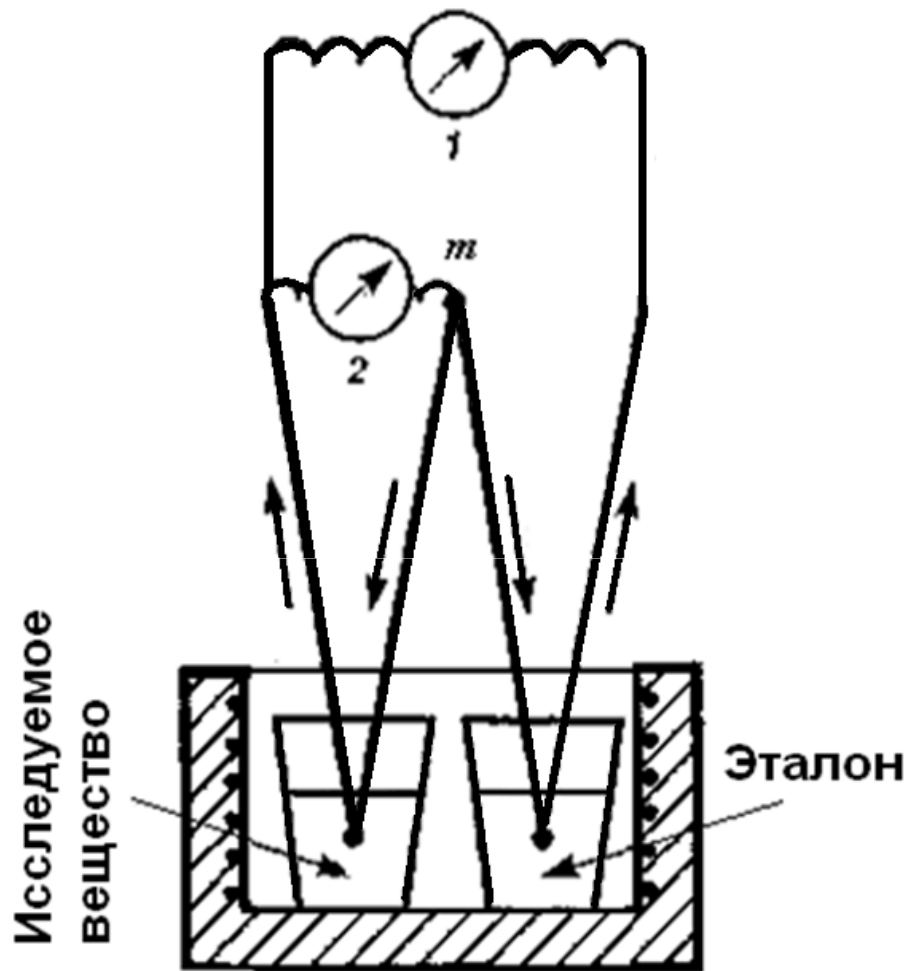
1 — электропечь; 2 — тигель с исследуемым веществом; 3 — термопара; 4 — спай термопары; 5 — гальванометр

Кривые термического анализа



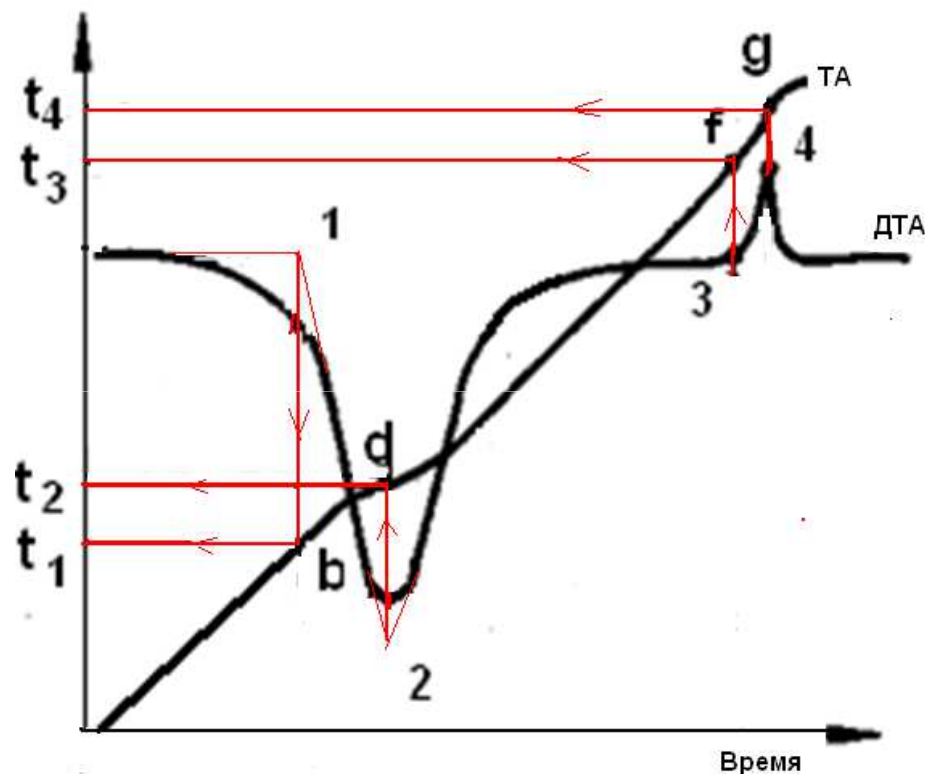
1 — без тепловых процессов;
2 — эндотермический процесс;
3 — экзотермический процесс

Схема соединения термопар в установке для ДТА



1 — гальванометр
дифференциальной термопары;
2 — гальванометр простой
термопары (стрелками
показано направление
термотоков)

Определение температур термических эффектов на термограмме



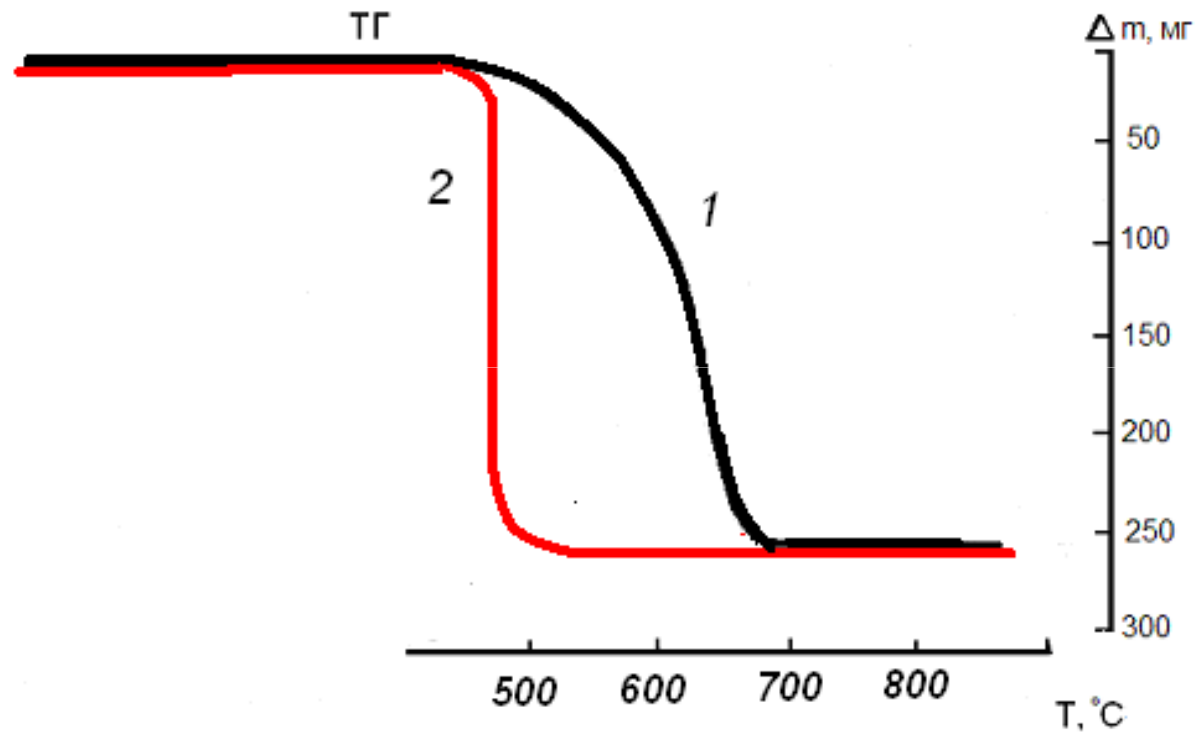
- 1 – точка, соответствующая температуре t_1 начала эндотермического эффекта;
- 2 – точка, соответствующая температуре t_2 максимума эндотермического эффекта;
- 3 – точка, соответствующая температуре t_3 начала экзотермического эффекта;
- 4 – точка, соответствующая температуре t_4 максимума экзотермического эффекта

Термогравиметрический анализ (ТГ)

Сущность термогравиметрического метода анализа (ТГ) заключается в определении с помощью взвешивания изменения массы исследуемого вещества в процессе его нагревания.

- Метод статической термогравиметрии.**
- Метод динамической термогравиметрии.**
- Метод изобарной термогравиметрии.**
- Квазиизотермический термогравиметрический метод.**

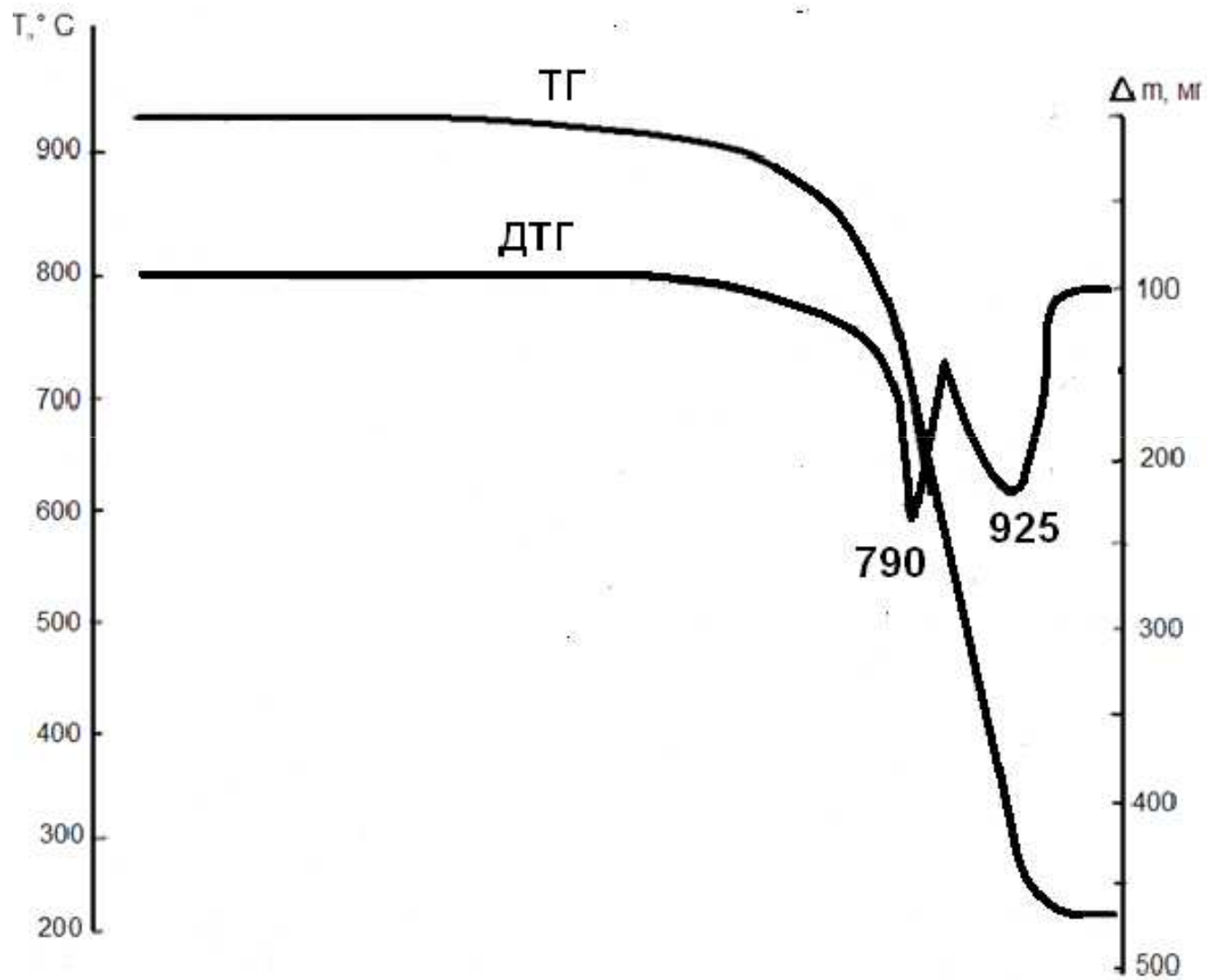
Термогравиметрические кривые $MgCO_3$



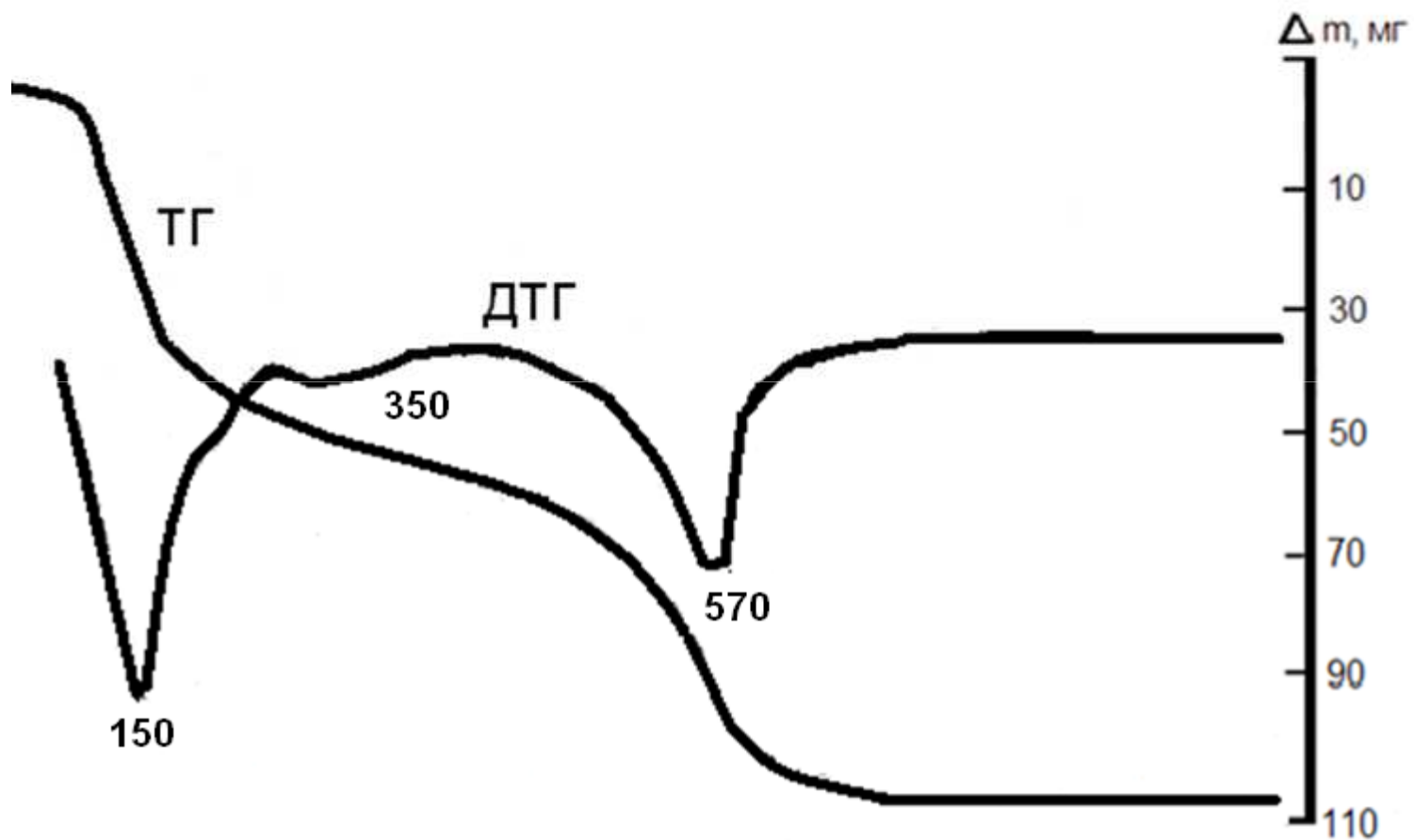
1 – динамический режим;

2 – квазиизотермический режим

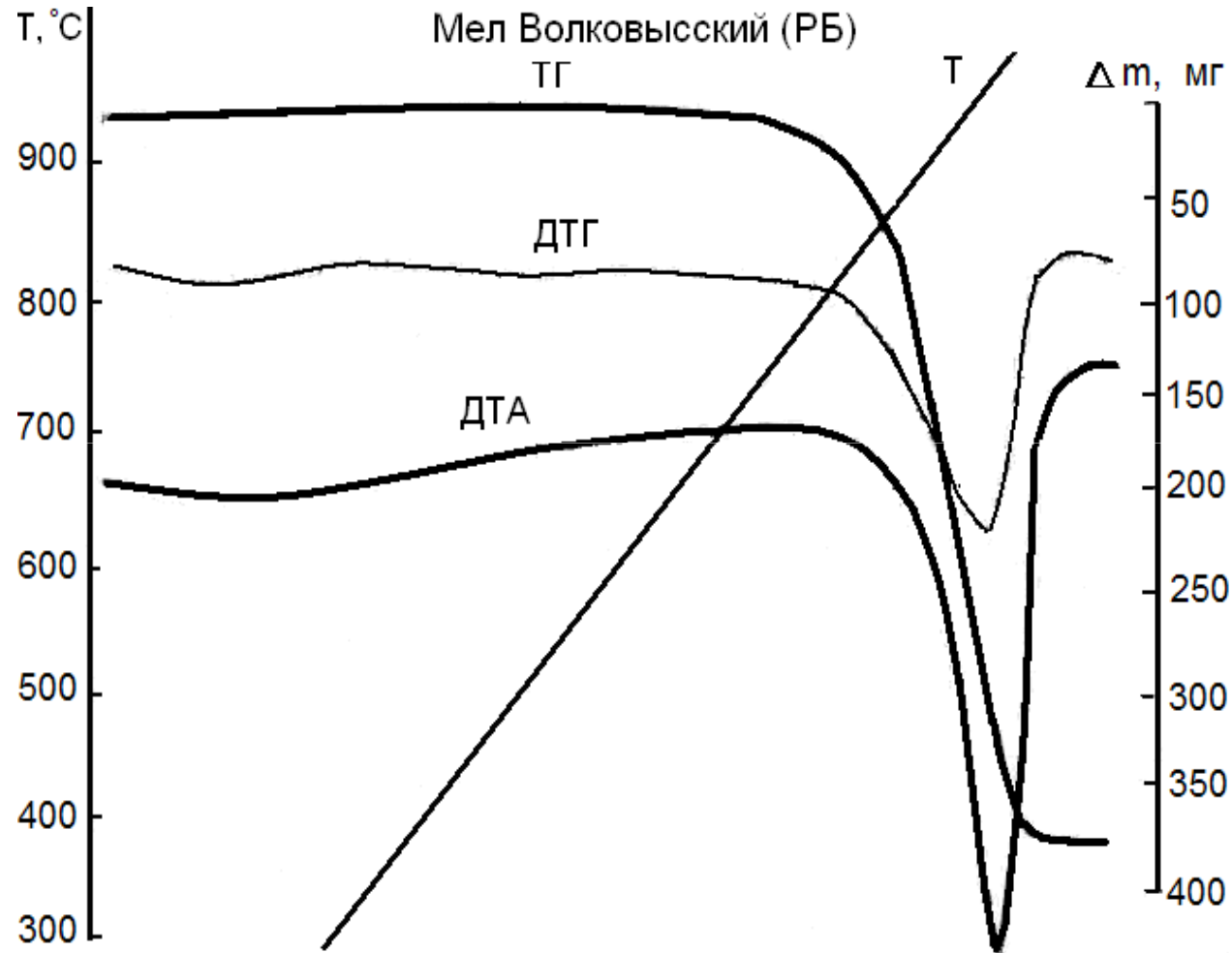
Кривые термогравиметрического анализа доломита



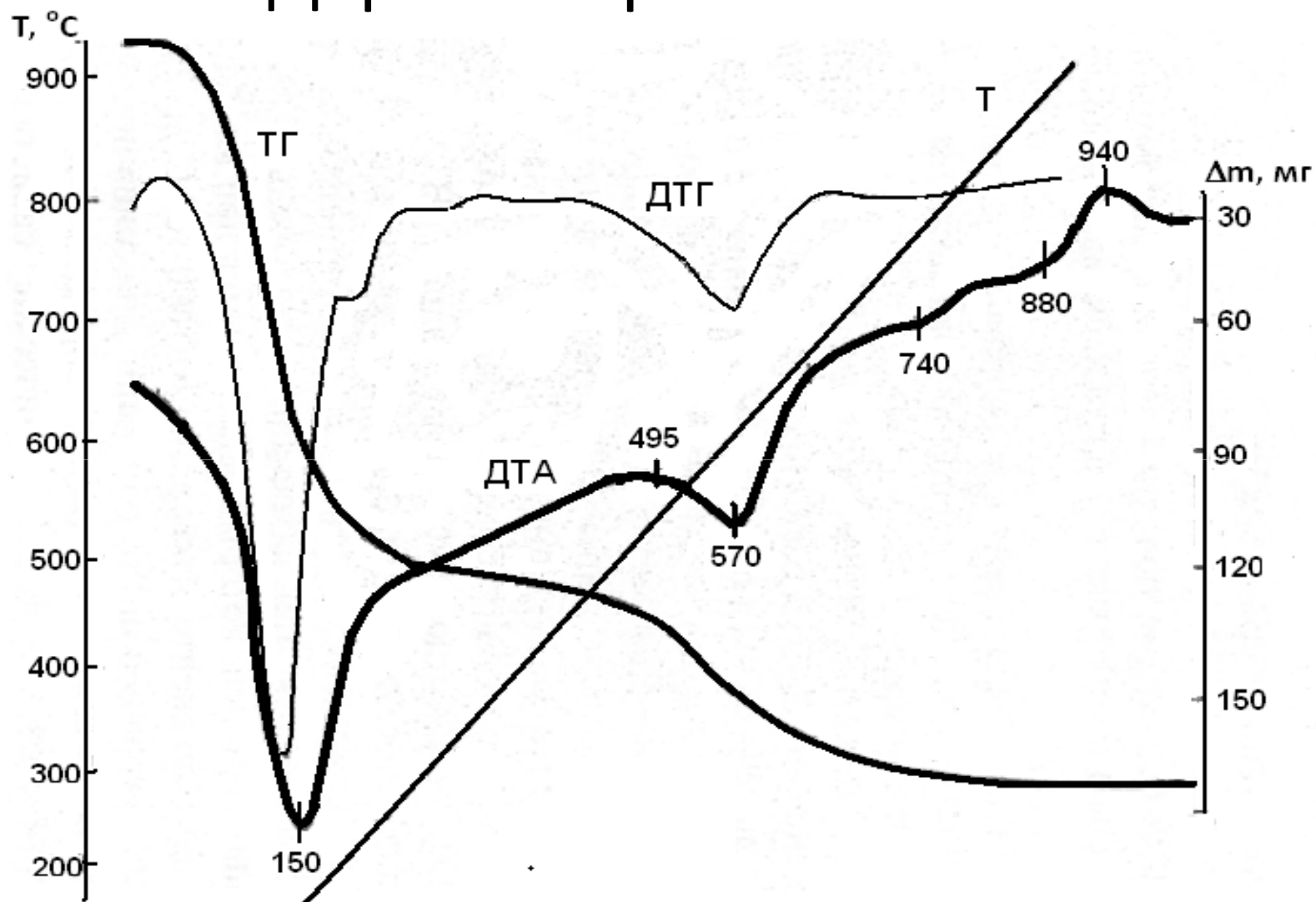
Кривые термогравиметрического анализа глины



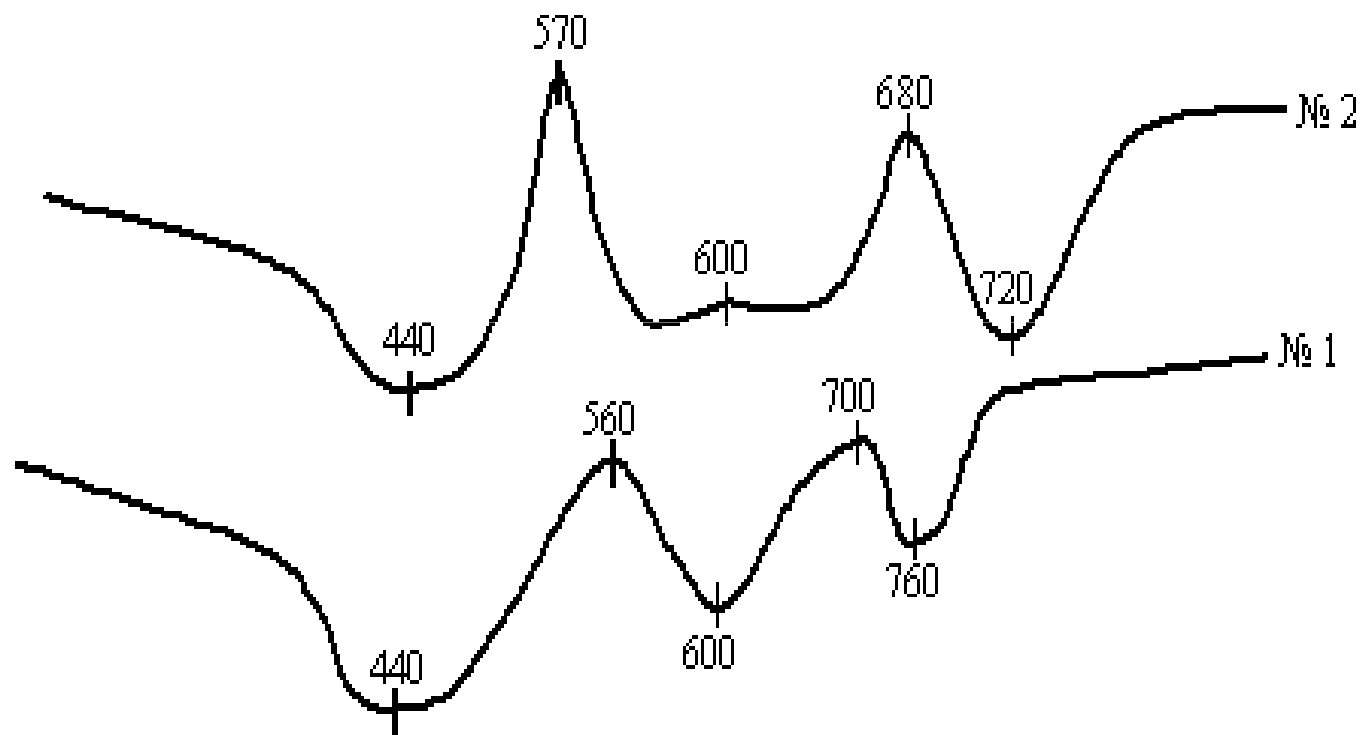
Дериватограмма мела



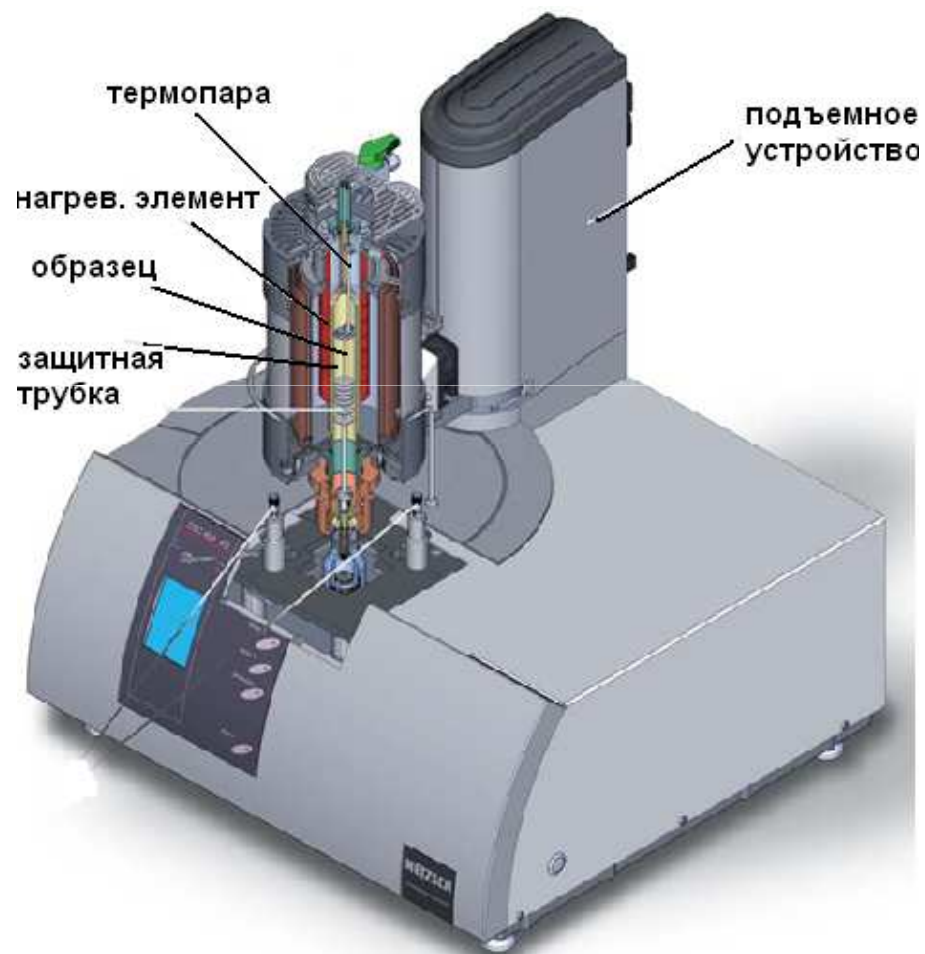
Дериватограмма глины



Кривые ДТА кристаллизующихся стекол



Дифференциальный сканирующий калориметр (фирма Netzsch)



**Сочетает методы
дифференциальной сканирующей
калориметрии и термогравиметрии.**

**Измерения в интервале
температур от – 150 до 2000 °С**

**Вакуумплотная конструкция
прибора позволяет проводить
измерения в любой атмосфере.**

**Система термического анализа
METTLER TOLEDO (Швейцария)
Модуль ДСК 30, модуль ТГ-50**



**Технические характеристики
модуля ДСК:**

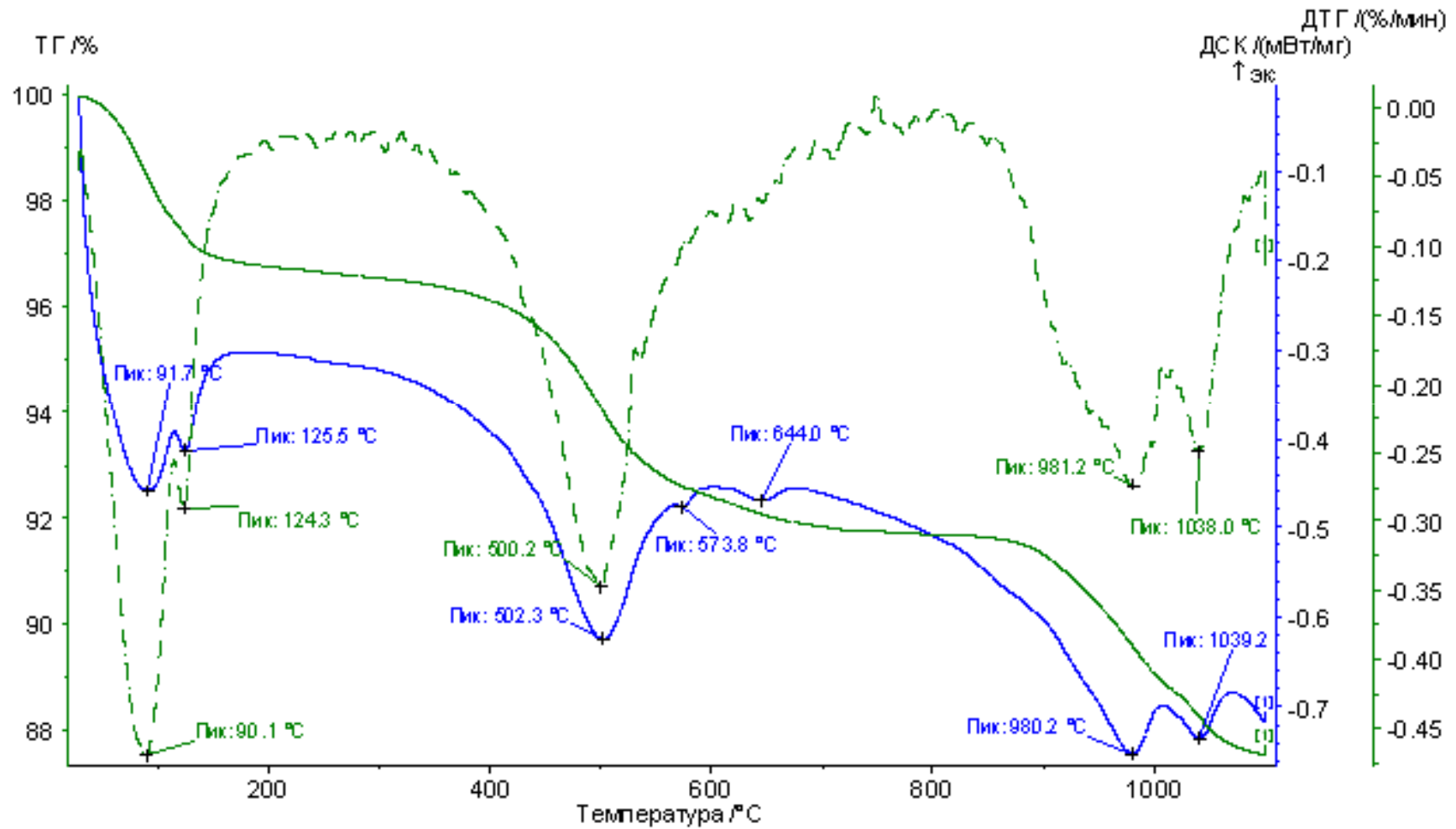
Рабочий диапазон температур ДСК 30	от -160 до +600 град.С
Скорость нагрева	от 0 до 100 град/мин
Продуваемый газ	воздух
Охлаждение	жидкий азот

Модуль ТГ-50

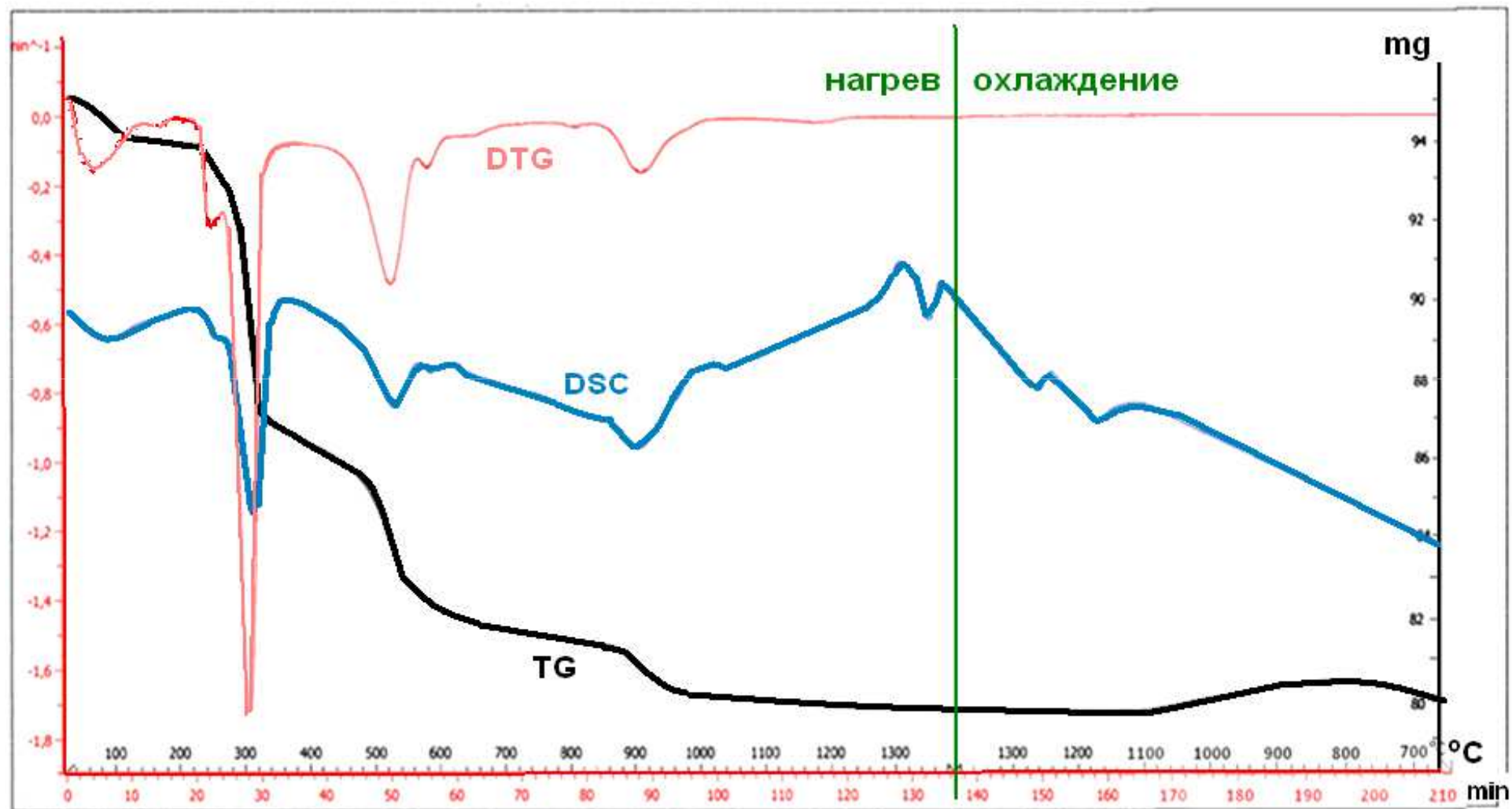


Технические характеристики:	
Нагрев	до 1000 °С
Точность	+/- 2 °С
Скорость нагрева	0...100 °С/мин
Охлаждение от 1000 до 100 °С	18 мин.
Продуваемый газ	Воздух
Диапазон взвешивания	0...5100 мг
Разрешение	1мкг от 99,999 мг 10 мкг от 999,999 мг 100 мкг от 1 г

ДСК (мВт/мг), ТГ (%) и ДТГ (%/мин) керамической массы



ДСК, ТГ и ДТГ массы для получения кордиеритовой керамики



Дилатометрия

Метод дилатометрии используется для измерений изменений размеров образцов веществ и материалов при изменении температуры. Количественно тепловое расширение материала оценивается: средним температурным коэффициентом линейного расширения (ТКЛР)

$$\alpha = \Delta l / l_0 (t - t_0)$$

относительным удлинением $(l_t - l_0) / l_0 = \alpha \Delta t$

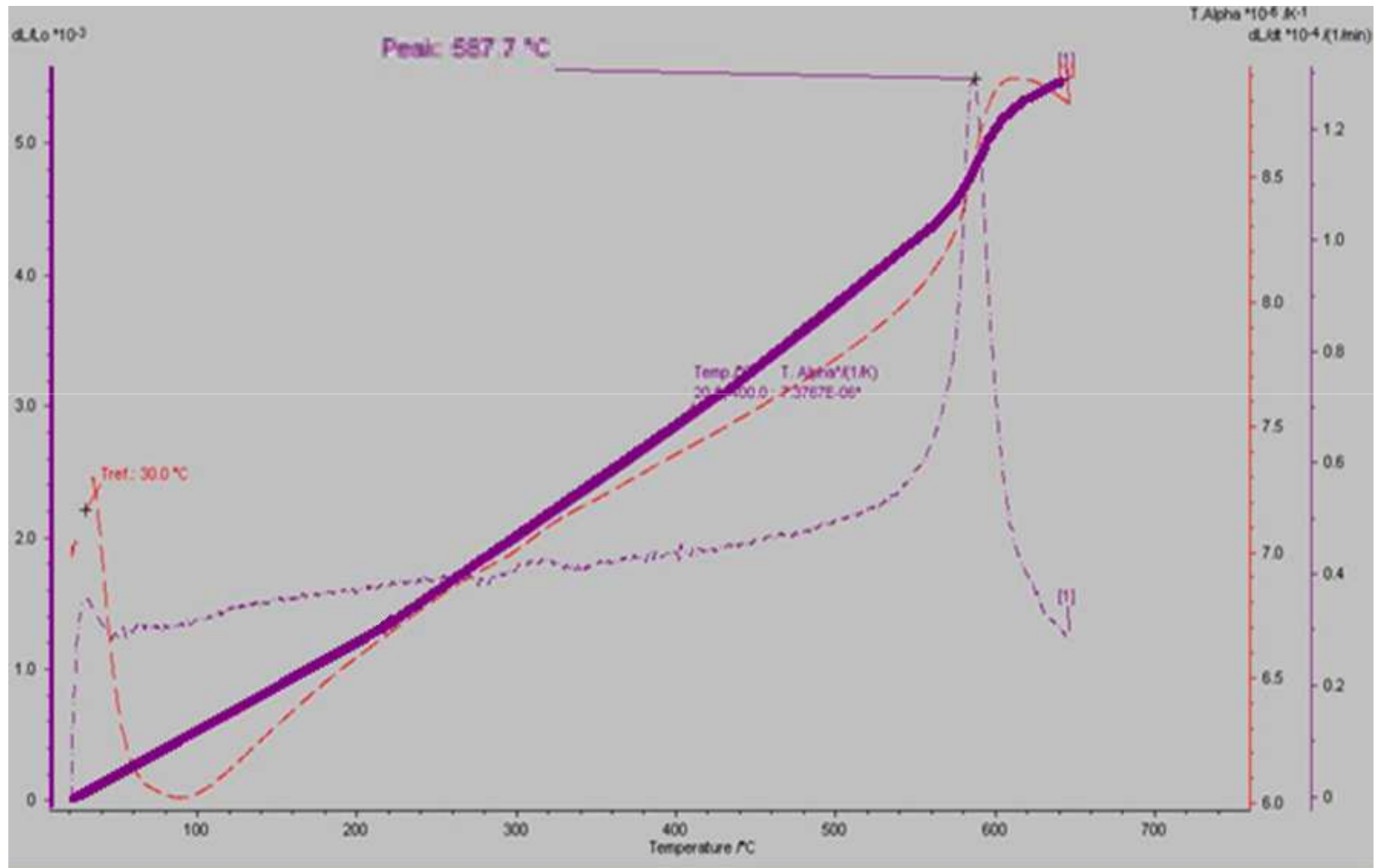
**DIL 405 PC –дилатометр
фирмы NETZSCH**



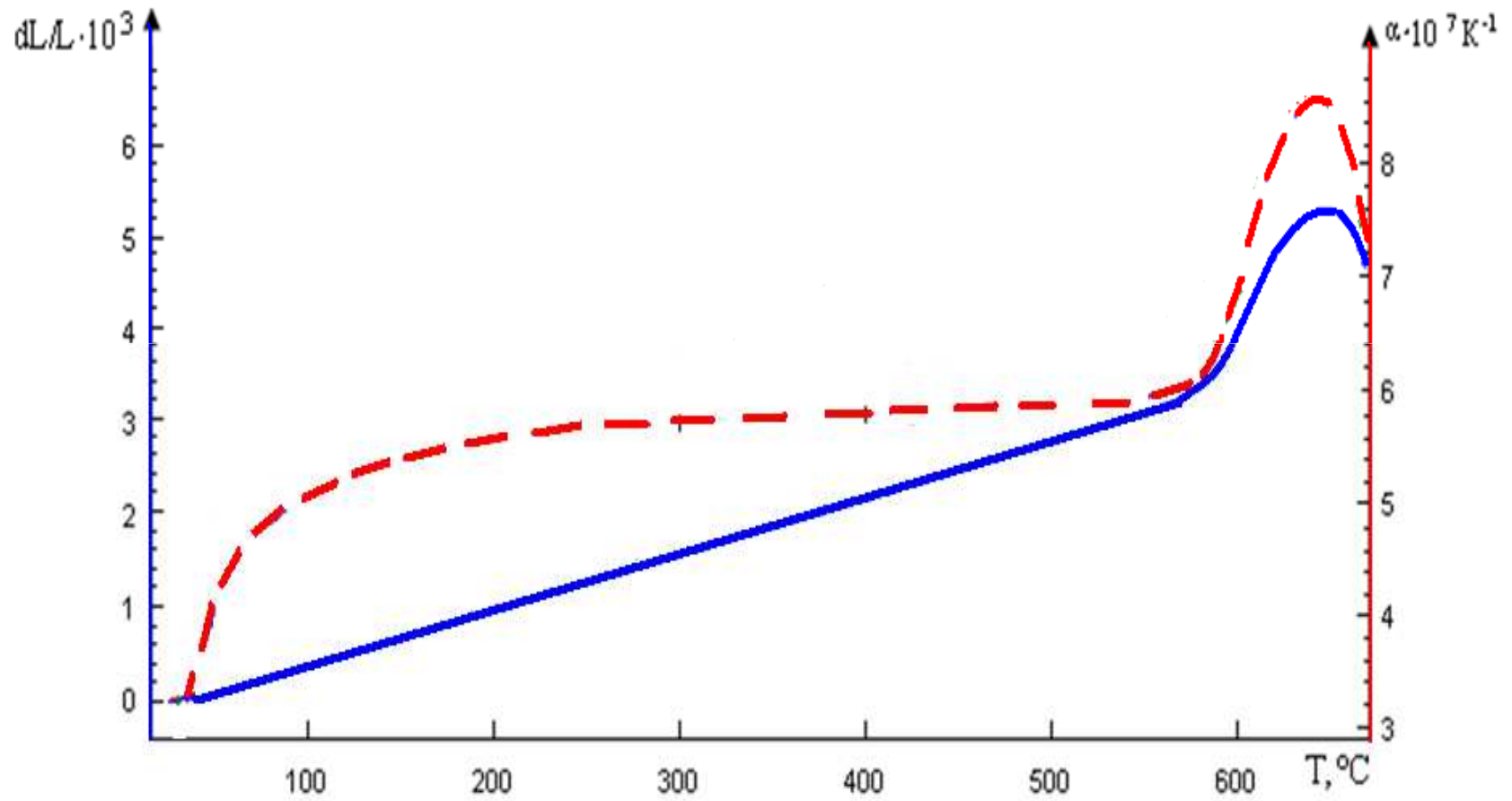
**Технические характеристики
дилатометра:**

**температура нагревания 1200, 1600 °С;
скорость нагревания 0,01 – 50 К/мин**

Результаты исследования керамической плитки методом дилатометрии

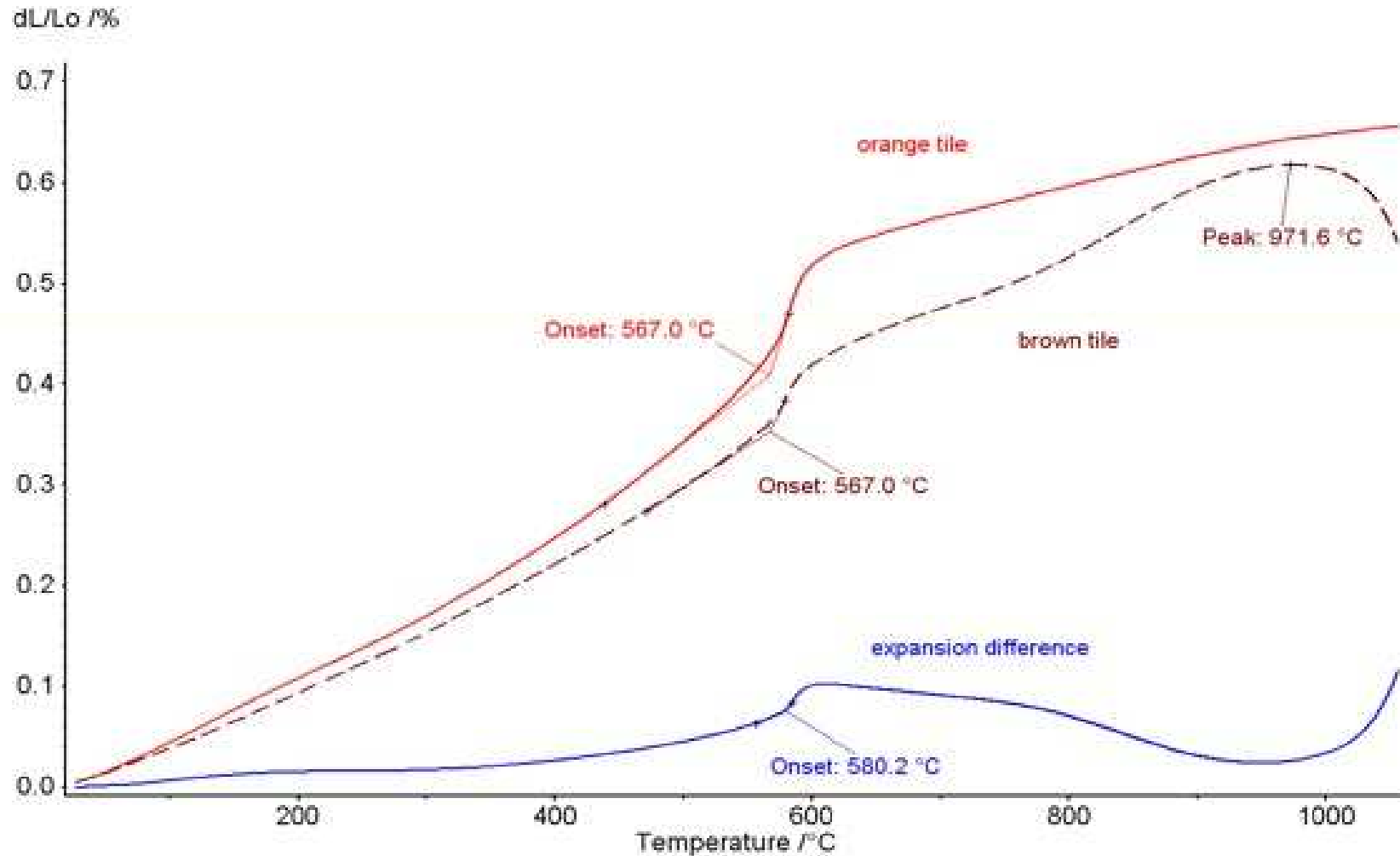


Дилатометрическая кривая стекла



Двойной и дифференциальный dilatометр

Кривые термического расширения керамических плиток (свыше 567 °C – превращение кварца)



Дилатометрия и ДТА

