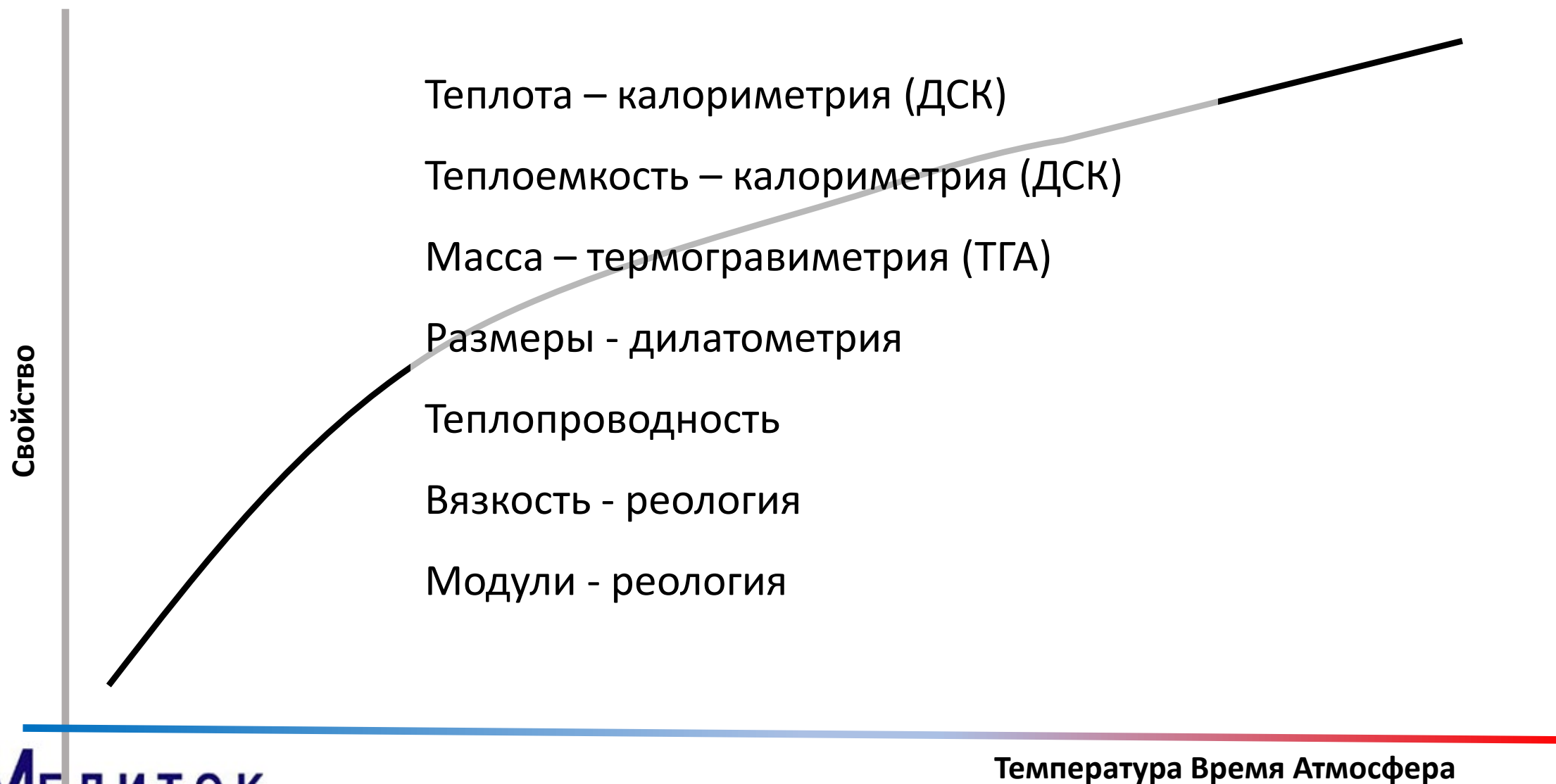


Применение методов термического анализа для определения стабильности взрывчатых веществ

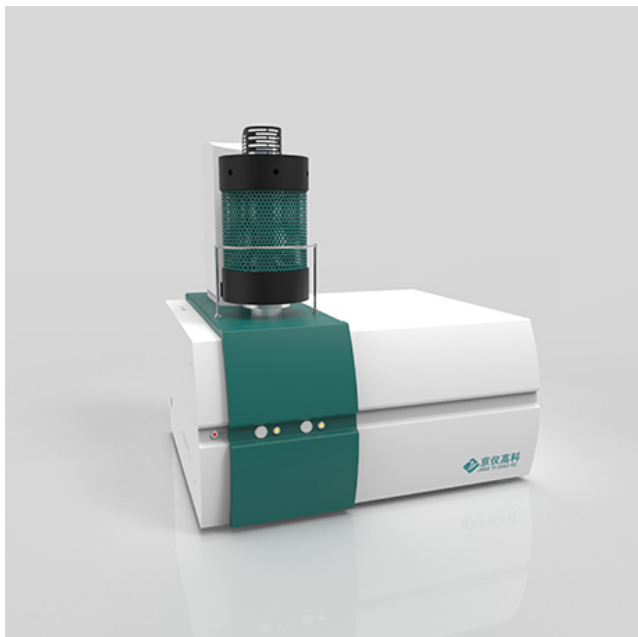
Марат Ахметов
Филиал ООО «Мелитэк», Екатеринбург, Россия
marat.akhmetov@melytec.ru
+7 982 700-28-35

Что измеряем



- Основана в 2013 году в результате реорганизации государственной компании.
- Располагается в Пекине
- Специализируется на разработке и производстве приборов для термоанализа
- Первый термоанализатор был выпущен в 2003 году
- Широкий круг поставок за рубеж.

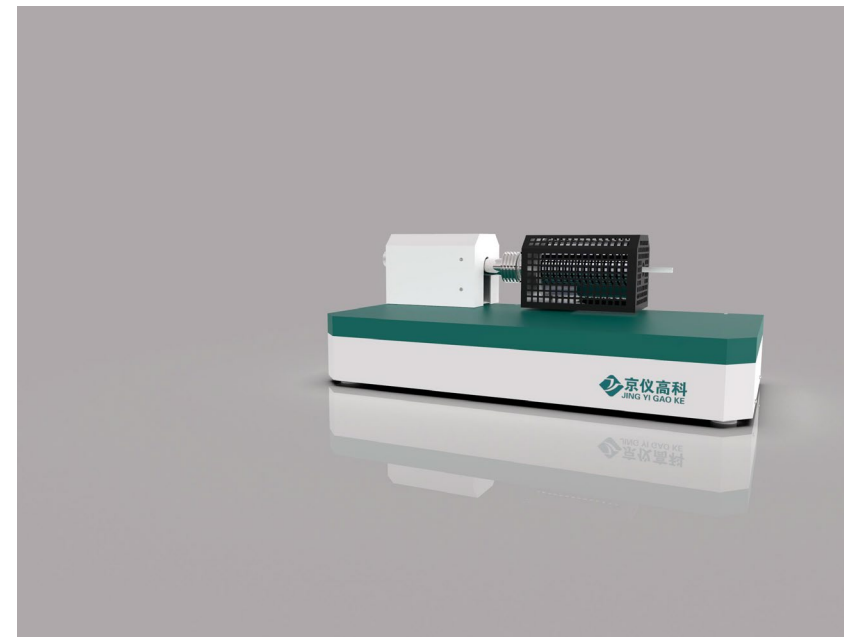




ДСК/ДТА, ТГА, СТА



Сорбционные ТГА



Дилатометры

Hunan Zhenhua Analysis Instrument Co., Ltd



- Основана в 2009 году.
- Располагается в Сянтане, провинция Хунань (нас. 2,7 млн).
- Специализируется на разработке и производстве дилатометров, анализаторов теплопроводности и испытательных машин для керамических изделий
- Более 30 патентов в области дилатометрии и измерения теплопроводности



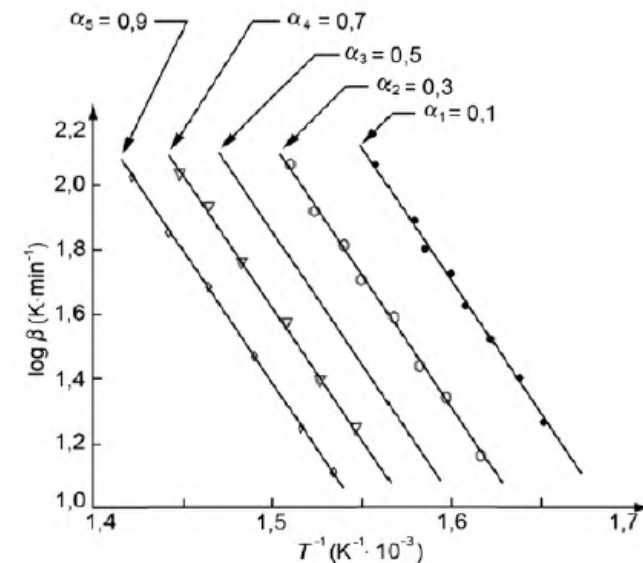
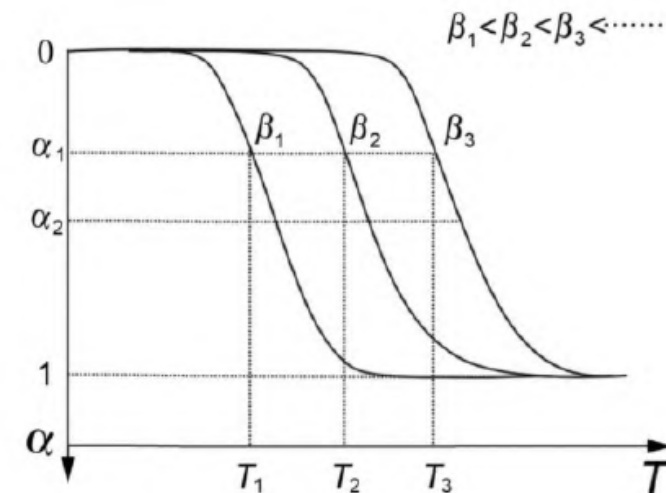


Дилатометры

Анализаторы теплопроводности

- ГОСТ Р 22.2.07-94 Вещества взрывчатые инициирующие. Метод определения температуры вспышки
- В.Ю. Авдеев, А.А. Гидаспов, Ю.В. Мощенский Применение методов термического анализа к определению температуры вспышки и критической температуры теплового взрыва бризантных взрывчатых веществ / Успехи в химии и химической технологии. Том XXI.2011. № 12 (128)

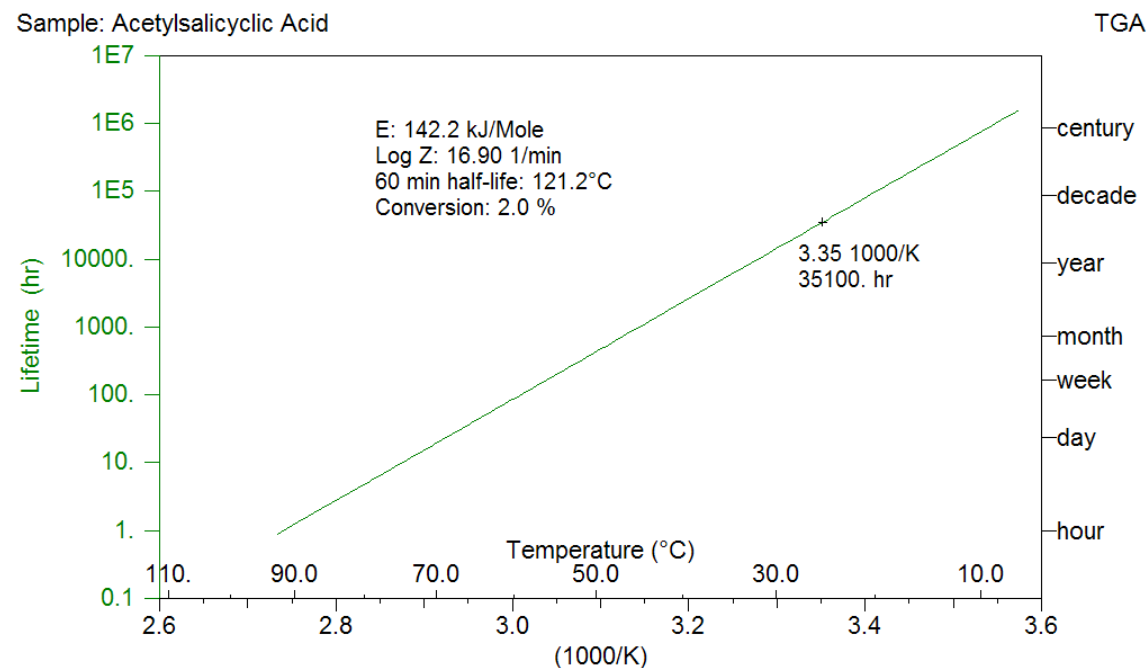
- ГОСТ Р 56722 Пластмассы. Термогравиметрия полимеров. Часть 2. Определение энергии активации
- ГОСТ Р 57951 Композиты полимерные. Определение кинетических параметров разложения материалов с использованием термогравиметрии и метода Озавы-Флинна-Уолла.



- ГОСТ Р 57985 Композиты полимерные. Определение констант кинетического уравнения Аррениуса термически нестабильных материалов с использованием дифференциальной сканирующей калориметрии и метода Флинна-Уолла-Озавы

Определение энергии активации и предэкспоненциального множителя реакции разложения

$$k = k_0 e^{-\frac{E}{RT}}$$



Стандарты STANAG

- STANAG — аббревиатура, принятая в НАТО — от англ. **Standardization Agreement** — «Соглашение по стандартизации». Устанавливает и определяет способы, порядок действий, терминологию и условия для унификации в рамках единых вооружённых сил или технических операций или оборудования (материальной части) среди государств-участниц Организации.

Стандарты STANAG

- STANAG 4515

Взрывчатые вещества: термическое тестирование методами ДТА, ДСК и ТГА

- STANAG 4525 PPS

Взрывчатые вещества: физические/механические свойства, термомеханический анализ (ТМА) для определения коэффициента линейного термического расширения

- STANAG 4540

Взрывчатые вещества: процедуры динамического механического анализа (ДМА) и определение температуры стеклования

- STANAG 4582

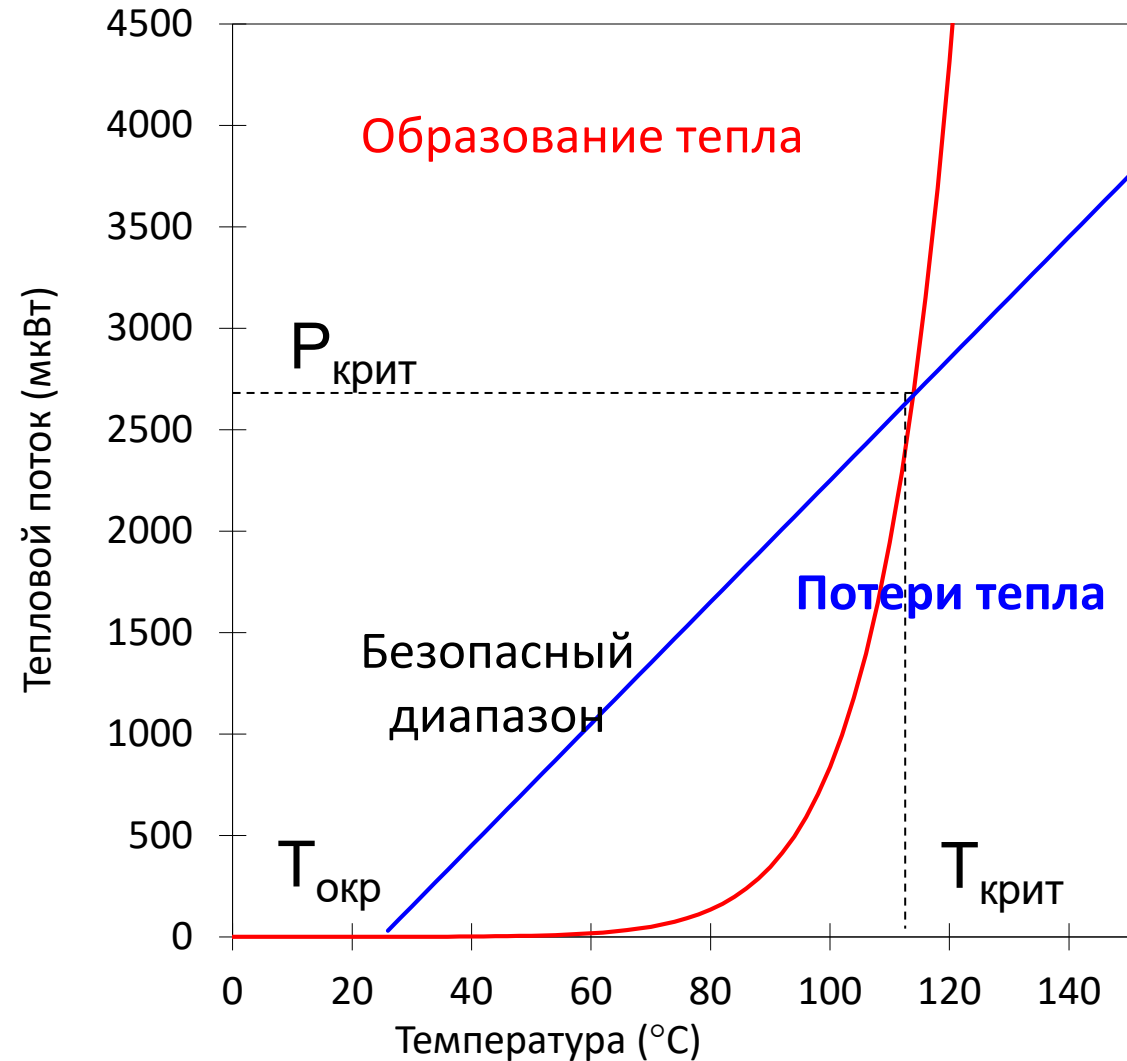
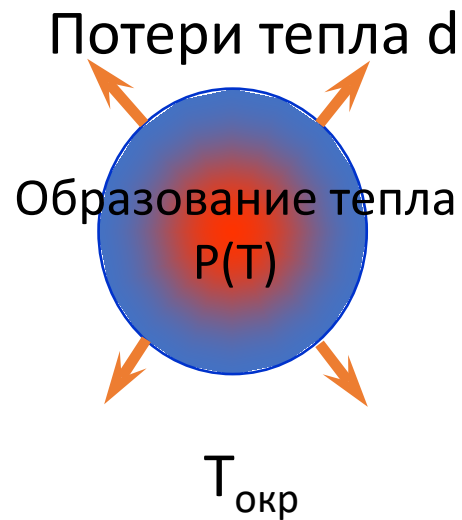
Взрывчатые вещества: пороха на основе нитроцеллюлозы, требования и процедура тестирования стабильности методом калориметрии теплового потока

- STANAG 4147

Взрывчатые вещества: химическая совместимость компонентов боеприпасов с взрывчатыми веществами (неядерное применение)

STANAG 4582

- Определение стабильности порохов, включая одно-, двух- и трехосновные
- Стандарт предназначен для подтверждения стабильности порохов в течение 10 лет при температуре хранения 25°C
- Применяется для квалификации, оценки качества и продления срока хранения



Применение:

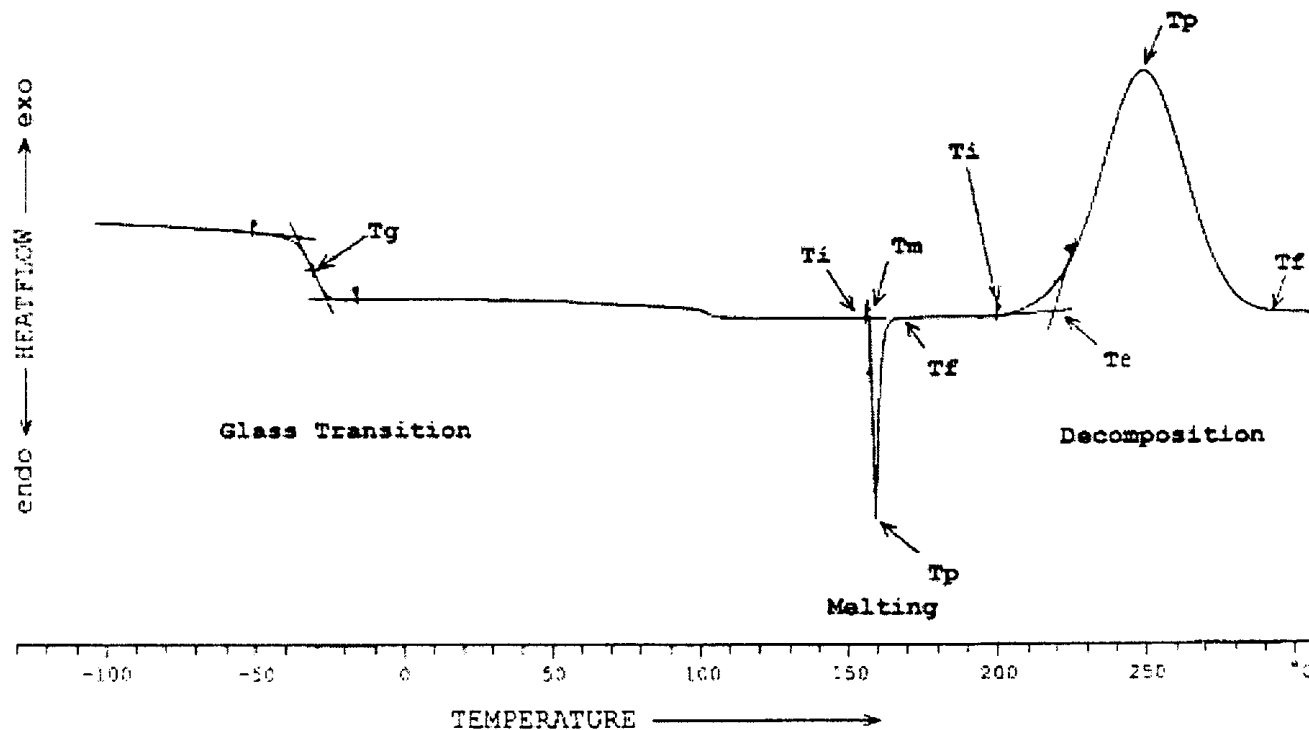
- Мониторинг образцов в сравнении с контрольными пробами
- Установление причин возникновения изменений ВВ
- По результатам анализа могут определены влияние подготовки проб, старения, упаковки и геометрии образцов.
- Результаты тестирования используются для оценки старения взрывчатых веществ по STANAG 4170, STANAG 4581, STANAG 4666, AOP-7, MP 40-42 и т.д.

Методы тестирования:

- Термогравиметрический анализ (ТГА)
- Дифференциальный термический анализ (ДТА)
- Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК)
- Совмещенные методы: ТГА/ИК, ДТА/фотоколориметр

Определяемые параметры:

- T_{g} – температура стеклования, измеренная в середине перехода.
- T_i – температура начала химической реакции
- T_p – температура максимума/минимума пика
- T_f – температура окончания теплового эффекта
- T_m – температура плавления, определяется как пересечение касательных к базовой линии и переднего фронта пика плавления
- T_e – экстраполированная температура начала теплового эффекта. Определяется как пересечение касательных к базовой линии и переднему фронту пика теплового эффекта
- ΔH_f – энтальпия плавления



Метод тестирования:

- Термомеханический анализ (ТМА)/дилатометрия
- Определяемые параметры:
- Линейное удлинение ($\Delta l/L$)
- Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР, α)
- ТМА не рекомендуется использовать для определения температуры стеклования взрывчатых веществ
- Тестируется не менее чем 3 образца, вырезанных в разных направлениях
- Образец – цилиндр 10 мм высотой и 10 мм диаметром. Торцы цилиндра должны быть плоскопараллельны
- Температурный диапазон – от -100°C до 100°C
- Скорость нагрева/охлаждения не определена, но, обычно, не превышает 2°C/мин
- STANAG 4525 позволяет тестировать как в режиме нагрева, так и в режиме охлаждения

STANAG 4525

SPECIMEN INFORMATION

Dimension: Length: 10
(mm) Width: 8
Thickness (Diameter): 8
T (K): 293

Form: cylinder

Preparation Method: machining

Manufacturing Method: casting

Source: Raufoss

Lot or ID Number NA

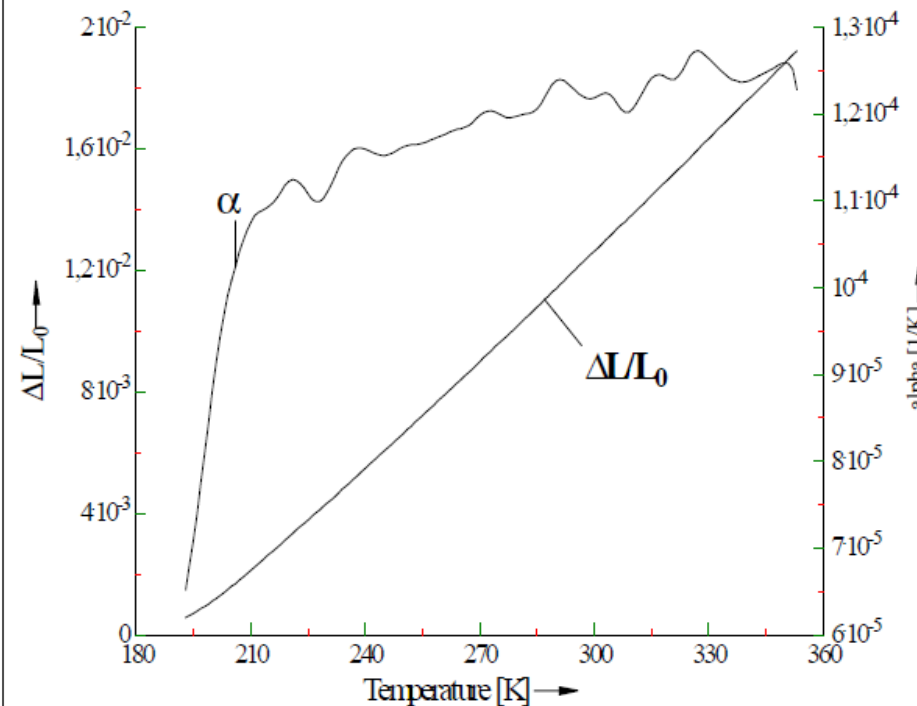
Preconditioning: NA

Conditioning Period: 3 days silicagel

Composition: Propellant

Component	Percent
NH ₄ ClO ₄	75.1
HTPB	18.0
Oxamid	5,8

Results





СПАСИБО!