

## DSC 214 *Polyma*

Современное комплексное решение для ДСК



# Polyma – больше, чем ДСК

## Интеллектуальная система для анализа полимеров

Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) включает в себя основные этапы: подготовку образцов к исследованиям, измерения на калориметре, оценка и интерпретация полученных кривых. Компания NETZSCH разработала комплексную аналитическую систему для решения задач по всесторонней характеристике полимерных материалов на всех этапах ДСК. Современная концепция системы объединяет инновационные решения для оптимизации стандартных процессов ДСК и делает их простыми и понятными для любого пользователя.

Современный калориметр DSC 214 *Polyma* является ключевой частью этой концепции и обладает рядом уникальных особенностей в области термического анализа полимеров.

### Термические характеристики, которые могут быть определены с использованием ДСК

- Температуры плавления и энтальпии (теплоты) плавления
- Температуры и энтальпии кристаллизации
- Температуры стеклования
- Время Окислительной Индукции (OIT) и начало температуры окисления (OOT)
- Степень кристалличности
- Температуры и энтальпии реакций
- Реакции сшивания (отверждения)
- Степень полимеризации
- Удельная теплоемкость
- Распределение молекулярной массы (форма пика) и др.

### Уникальные характеристики DSC 214 *Polyma*

- Эффективная комбинация сенсор-печь для быстрого нагревания/охлаждения
- Высокая чувствительность и отличная воспроизводимость

### Уникальные тигли *Concavus*

- Специализированные тигли обеспечивают отличную воспроизводимость результатов измерений
- Бокс "3 в 1" для удобного хранения тиглей

### Простая подготовка образца

- Надежный инструмент (SampleCutter) для подготовки образцов идеальной формы из любых материалов, в том числе хрупких полимеров
- Полный спектр приспособлений для пробоподготовки



## Интеллектуальные измерения

- Интуитивно понятный интерфейс
- Автоматизированные измерения
- Автокалибровка *AutoCalibration*

## Автоматический анализ *AutoEvaluation*

- Автономное детектирование тепловых эффектов
- Автоматический анализ неизвестных ДСК кривых

## Инновационная идентификация данных

- Интерпретация результатов на основе базы данных
- Редактирование пользователем встроенных библиотек



## DSC 214 Polyma – уникальная конструкция ячейки



### 1 Печь *Arena*

Овальная геометрия резко снижает инерционность печи, в результате чего возможно проводить быстрый нагрев и охлаждение. С помощью двойной симметричной конструкции достигается равномерное распределение температуры.

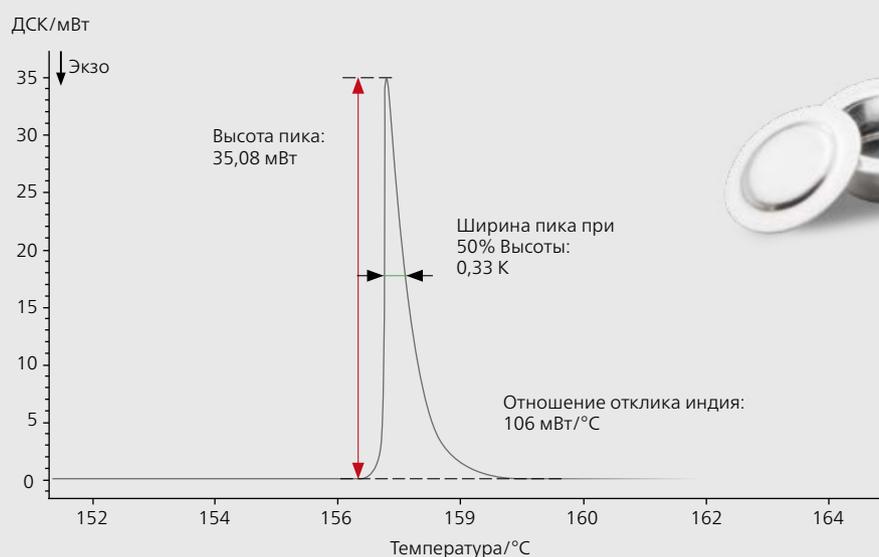
### 2 Сенсор *Corona*

Быстродействующий сенсор с непревзойденной воспроизводимостью и надежностью.

### 3 Тигли *Concavus*

Обеспечение оптимального кольцевого контакта поверхностей тигля и сенсора осуществляется благодаря особой геометрии вогнутого дна тигля.

ПРИБОР



ДСК измерения индия (7,3 мг)

## Первоклассные характеристики благодаря оптимальной комбинации печи, сенсора и тигля

DSC 214 *Polyma* имеет ряд инновационных особенностей, включая уникальную комбинацию печи Arena с чувствительным сенсором и тиглем. Эта конструкция обеспечивает уникальные чувствительность и разрешение, выраженные лучшим на рынке значением отношения высоты пика сигнала к его ширине, и обеспечивает выявление слабых и разделение перекрывающихся эффектов.

Благодаря комбинации печи, сенсора и тигля DSC 214 *Polyma* обладает замечательными разрешением и чувствительностью, что подтверждается великолепными показаниями отношения высоты пика сигнала к его ширине при измерении ДСК индия (отклик индия). Значение данного отношения у DSC 214 *Polyma*

достигает более 100 мВт/°С, что является уникальной характеристикой среди аналогичных ДСК.

Идеальное сочетание низкоинерционной печи Arena и высокочувствительного сенсора Corona позволяет достигать высоких скоростей нагрева и охлаждения до 500 К/мин – ранее недостижимая характеристика для ДСК теплового потока. Высокая воспроизводимость и надежность – отличительные признаки сенсора *Corona*.

Тигли *Concavus* обеспечивают непревзойденную воспроизводимость результатов измерений благодаря оптимальному равномерному контакту с плоской поверхностью сенсора *Corona*. В последней стадии изготовления

тигли подвергаются процедуре бережной и тщательной очистки от любых загрязнений.

### Комбинация новых печи, сенсора и тигля

- Быстрые скорости нагрева и охлаждения
- Превосходная воспроизводимость
- Непревзойденное отношение отклика индия

Основные технические характеристики прибора находятся на странице 23.

# Инновационные идеи

## **SampleCutter – идеальный инструмент для изготовления образцов из полимеров**

Для получения воспроизводимых и надежных результатов ДСК необходимо обеспечить оптимальный тепловой контакт между плоской поверхностью образца и дном тигля. С помощью специального

инструмента *SampleCutter* можно легко и удобно вырезать образцы идеальной формы из мягких, жестких или ломких полимерных материалов. Вместе с прибором DSC 214 *Polyma* поставляется набор для подготовки

образцов к исследованиям, который содержит полный спектр необходимых инструментов, таких как поверхность для пробоподготовки, вырубное устройство, шпатель, пинцет и др.



## Бокс «3 в 1» – умное решение для транспортировки, отбора и хранения образцов

Бокс «3 в 1» специально разработан для транспортировки и хранения тиглей Sopsavus и вмещает до 96 тиглей и крышек в отдельных антистатических отсеках. Упаковка предотвращает деформацию тиглей, обеспечивает полнофункциональную систему хранения и

легкий доступ к ним. Встроенный реестр проб, содержащий их название и массу, позволяет легко найти необходимые образцы. Тигли Sopsavus также совместимы с большинством ДСК теплового потока.



Специальный лоток предназначен для хранения проб в определенном порядке.



### Подготовка образцов

- Незаменимый инструмент *SampleCutter*
- Бокс «3 в 1» для удобного хранения и транспортировки

# DSC 214 *Polyma* – универсальный и эффективный прибор



## Универсальность

Система DSC 214 *Polyma* является настольным прибором и чрезвычайно компактна – занимает площадь всего 35 см x 51 см. Прибор совместим с любыми компьютерными устройствами: простое подключение непосредственно к классическим настольным ПК, ноутбукам, или возможно

подключение к планшетным ПК с небольшой рабочей зоной. Подключение мыши, клавиатуры или сенсорных устройств осуществляется через стандартный интерфейс. Система работает с ОС Windows XP, Windows 7 или Windows 8.1.

ПРИБОР

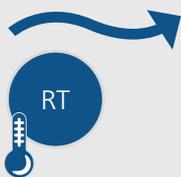
## Высокая пропускная способность образцов

Благодаря системе автоматической смены образцов (ASC), возможно измерение серии до 20 различных образцов без вмешательства оператора. При работе автосэмплера учитываются типы тиглей, атмосферы различных газов и индивидуальные калибровочные кривые.

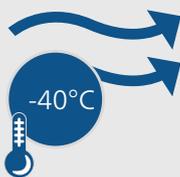


## Широкий температурный диапазон и экономичное охлаждение

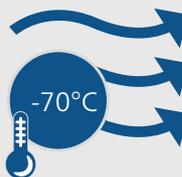
Для быстрого охлаждения до комнатной температуры или для измерений при температурах ниже температуры окружающей среды необходима оптимальная система охлаждения. NETZSCH предлагает несколько вариантов систем охлаждения на выбор.



Охлаждение сжатым воздухом (комн... 600°C)



Замкнутый интракулер IC40 (от -40°C до 600°C)



Замкнутый интракулер IC70 (от -70°C до 600°C)



Система охлаждения жидким азотом (-170°C до 600°C)

# Современное программное обеспечение *Proteus*<sup>®</sup>

## Непревзойденная простота использования – новый интеллектуальный интерфейс пользователя

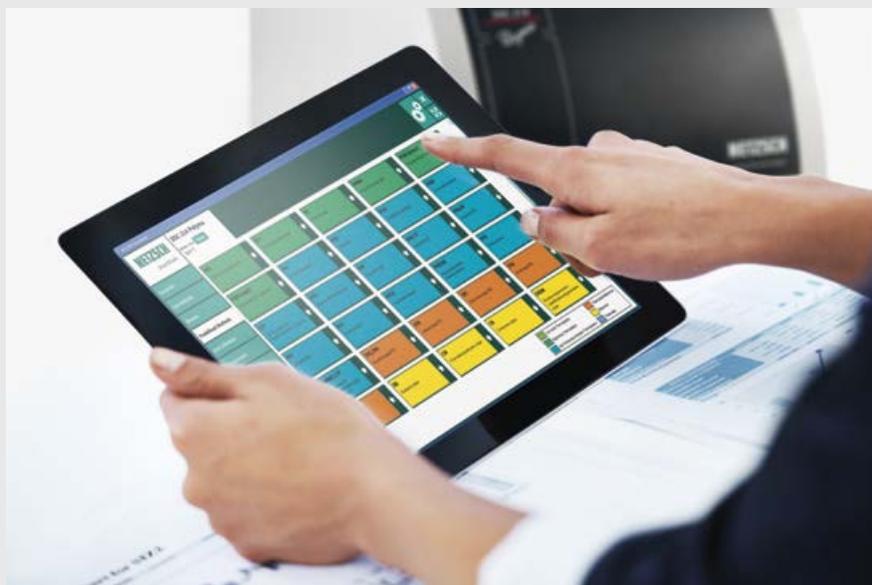
Не нужно быть экспертом в термическом анализе, чтобы начать измерения на приборе DSC 214 *Polyma*. Новый, значительно упрощенный пользовательский интерфейс измерительного программного обеспечения *Proteus*<sup>®</sup> отражает концепцию «интуитивного дизайна».

### **SmartMode – интеллектуальный режим для удобной и быстрой работы**

Пользовательский интерфейс имеет простую четкую структуру, понятную последовательную навигацию и легкий доступ к кнопкам. Даже незнакомые с этим программным обеспечением пользователи сразу понимают, как с ним работать. Несколько приборов могут работать параллельно. Каждый активный прибор характеризуется цветной вкладкой. С помощью шаблонов измерения (Wizards) можно запустить измерения с помощью всего нескольких команд. Кроме того, для постановки эксперимента могут быть выбраны индивидуальные или стандартные методы.

Стандартные методы уже содержат все необходимые параметры измерения для материалов, которые указаны в постере NETZSCH «Термические свойства полимеров». В процессе измерения можно

проследить эволюцию кривой, в том числе на планшетном компьютере. Эта функция предоставляет оператору широкую свободу действий и может значительно повысить эффективность работы.



Современный интерфейс пользователя позволяет активировать определенные сохраненные методы измерений.

ИЗМЕРЕНИЯ

## ExpertMode – режим для опытных пользователей

Для тех, кто желает погрузиться глубже в программное обеспечение для расширенного выбора параметров измерений или для задания другого метода измерения, ответом будет переключение из режима Smart в режим Expert. Здесь пользователь имеет доступ к установленным в программном обеспечении Proteus® функциям, в том числе десяткам характеристик и настройкам всех регулировок.

## Автоматическая калибровка (AutoCalibration) позволяет полностью сосредоточиться на задачах измерений

Калибровка является необходимой процедурой для получения достоверных результатов ДСК. Процедуры калибровки должны быть простыми, быстрыми и желательными уже подготовленными. Функция автокалибровки (AutoCalibration) обеспечивает автоматическое создание подпрограмм для всех соответствующих калибровочных кривых, автоматически загружая текущую калибровку, учитывая выбранные условия измерения и проверяя их в процессе работы.

## Режим Smart и Режим Expert

- Режим Smart для быстрой работы
- Режим Expert для сложных испытаний
- Автоматическая Калибровка (AutoCalibration)



# AutoEvaluation – функция автоматической обработки измерений

## Автономное обнаружение ДСК эффектов

*AutoEvaluation* (автоматическая обработка) – уникальная функция программного обеспечения, которая автоматически анализирует неизвестные кривые измерений аморфных или полукристаллических полимеров, таких как термопластические материалы, каучуки, термоэластопласты или отверждаемые смолы без участия оператора.

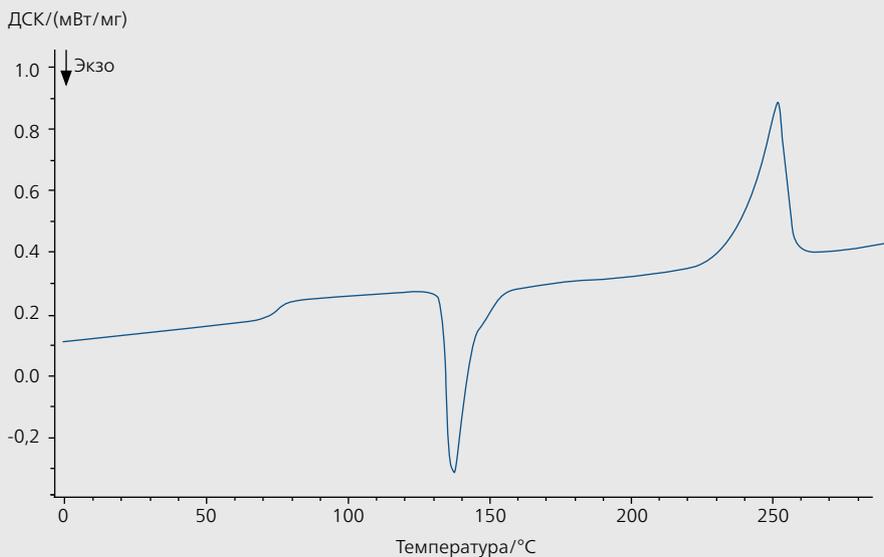
Данный пакет программного обеспечения позволяет автоматически оценивать температуру стеклования, плавления, энтальпию или пиковую температуру. Для эффектов плавления определяются пиковая температура и энтальпия; для перехода стеклования программное обеспечение вычисляет  $T_g$  (температура стеклования) и высоту ступени, которая выражается как  $\Delta C_p$ .

На графике справа представлено измерение неизвестного полимера. На кривой наблюдаются три эффекта: эндотермическая ступенька и два пика – экзотермический и эндотермический. Пользователи, знакомые с термическим поведением таких частично кристаллических полимеров, знают, что экзотермический пик, связан с пост-кристаллизацией материала; эндотермический пик отражает диапазон плавления, а ступенька отражает стеклование полимера.

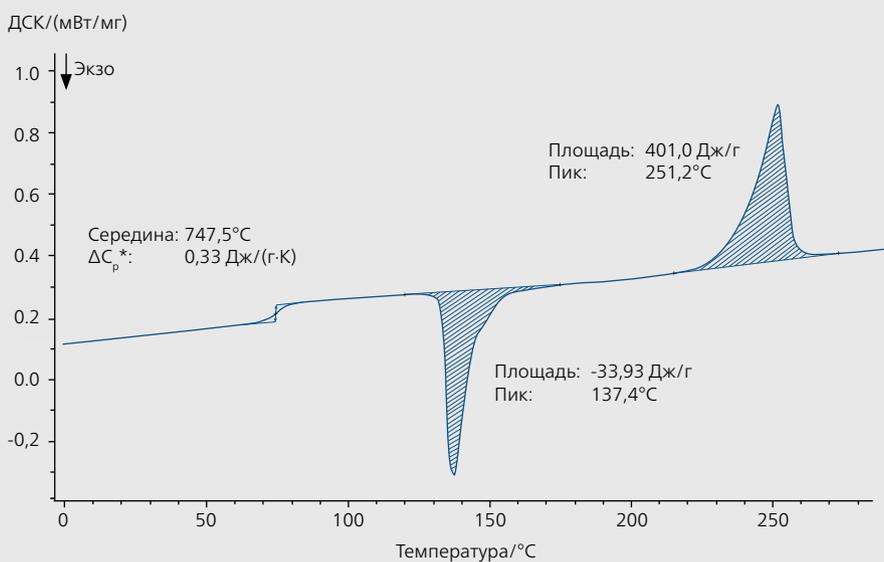
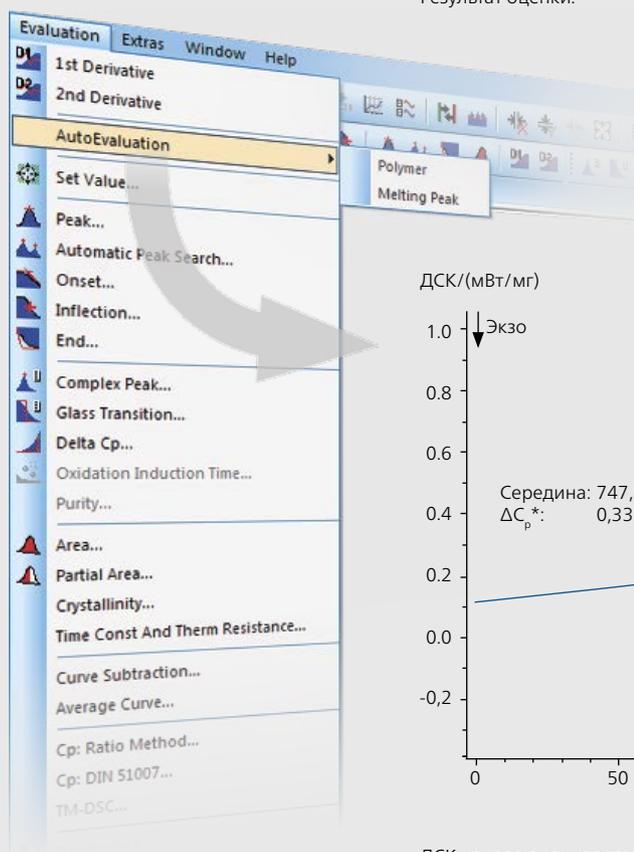
Функция *AutoEvaluation* может самостоятельно обрабатывать кривые без каких-либо действий оператора. Эта технология позволяет получать объективные результаты измерений вне зависимости от опыта пользователя, но может быть отключена в любое время при необходимости проведения оценки результатов вручную.

РАСЧЕТЫ

ИДЕН



Результат оценки.



ДСК кривая оценивается с помощью *AutoEvaluation*.

# Identify – делает каждого пользователя экспертом

## Identify: идентификация и подтверждение результатов измерений полимеров по встроенным базам данных

Программно-управляемая автоматическая обработка данных *AutoEvaluation* осуществляет автоматическую оценку на высшем уровне. Компания NETZSCH к имеющейся функции *AutoEvaluation* (автономного обнаружения ДСК эффектов) предлагает дополнительное программное обеспечение, которое выполняет поиск аналогичных результатов, хранящихся в библиотеке полимеров, обеспечивая моментальную интерпретацию измерений.

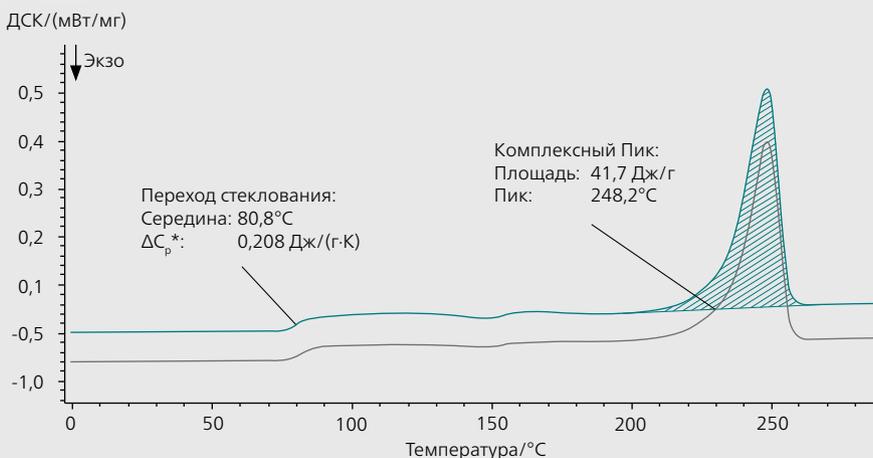
С пакетом программного обеспечения *Identify* (Идентификация), поиск можно проводить сравнением с индивидуальными кривыми или литературными данными из выбранной библиотеки или проверить, принадлежит ли конкретная кривая к определенному классу. Эти классы могут содержать наборы данных для различных типов одного и того же полимера, например, несколько типов ПЭ, а также кривые, которые классифицируются как «положительные»

или «отрицательные» с точки зрения контроля качества. Библиотеки и классификаторы безграничны и редактируемы, т.е., пользователи могут расширять их в соответствии с экспериментальными данными и собственными знаниями.

Стандартные библиотеки, все данные и измерения образцов представлены в сборнике NETZSCH «Теплофизические свойства полимеров».

Результаты *Identify* (Идентификации) изображаются в виде совпадений, отсортированных по степени сходства в процентах. График ниже показывает результаты поиска по кривой измерения неизвестного образца. Лучшее совпадение с ДСК кривой показано для прямого сравнения с неизвестным образцом. Сходство очевидно: неизвестный образец – это ПЭТ.

Measurement/Literature Data	Similarity [%]	Class	Similarity [%]
PET 1	95.93 ✓	PET	86.30
PET 2	76.67	PA	11.20
PVAL	64.48	PA6_GF30_parts_passed	7.03
PA66	58.36	PVC	3.38
ETFE	57.32	POM	0.00
ETFE	49.98	PE	0.00
PA66-GF30	39.33		
PVA	26.97		



Поиск результатов с помощью *Identify* осуществляется одним щелчком мыши. Неизвестная кривая обозначена зеленым цветом; наиболее близкое совпадение с базой данных показаны на кривой черного цвета.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ

## Идентификация и подтверждение результатов измерений *Identify* ...

- Является уникальной системой распознавания и идентификации ДСК кривой, которая обеспечивает интерпретацию результатов одним щелчком мыши
- Эффективна при идентификации материалов и для контроля качества
- Проста в использовании
- Включает в себя базы данных для полимеров из библиотек компании NETZSCH, возможно создание собственных библиотек пользователем
- Настройка измерений, баз данных и классификаторов в соответствии со знаниями пользователей

**PVAL**

64.48%

**PET 2**

76.67%

**PET 1**

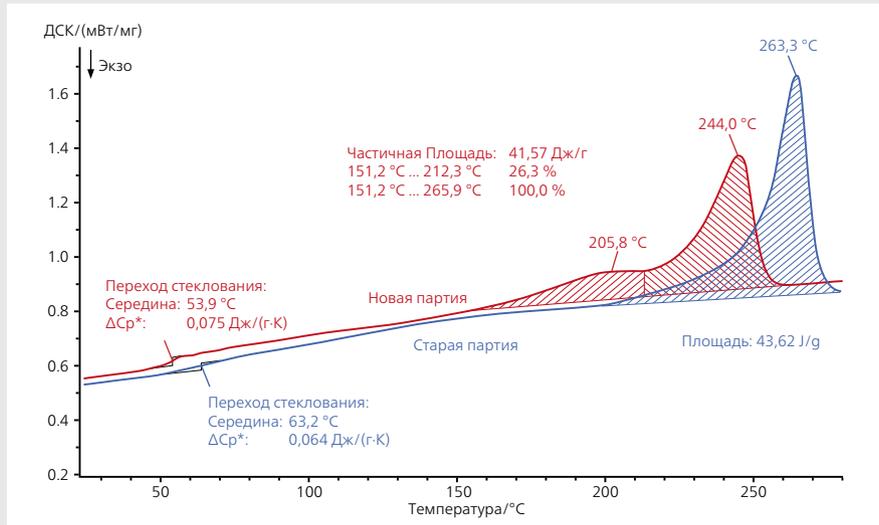
95.93%



# DSC 214 Polyma – идеальное решение для контроля качества полимеров

## Входной контроль качества поступающего продукта

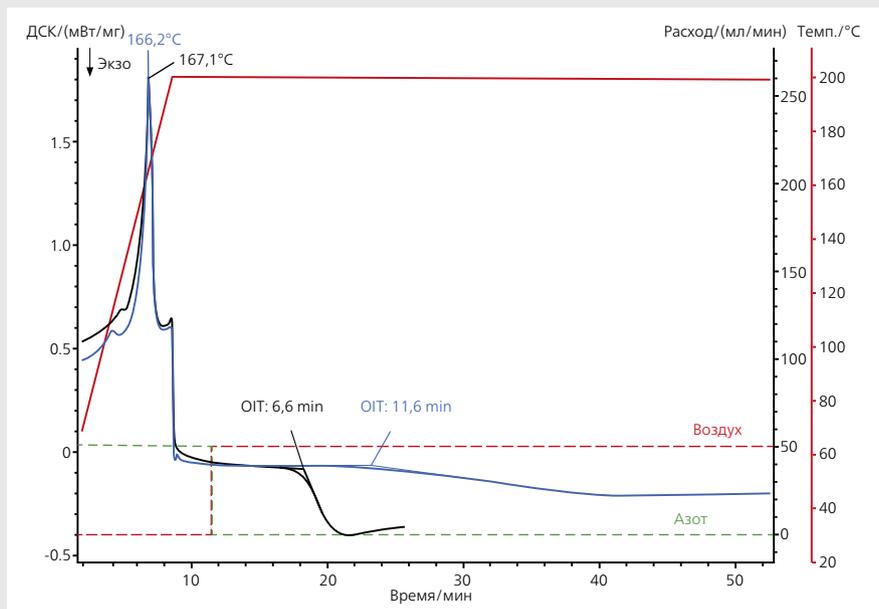
На графике представлены результаты ДСК измерений двух одинаковых, на первый взгляд, партий гранулята из полиамида РА66, которые были поставлены в разное время (второе нагревание после контролируемого охлаждения 20 К/мин). На синей кривой (старая партия) наблюдаются переход стеклования при 63°C (средняя точка) и пик плавления при 263°C, которые типичны для РА66. На красной кривой (новая партия) наблюдается двойной пик с пиковыми температурами 206°C и 244°C, соответственно. Это означает, что новый гранулят, скорее всего, содержит второй полимер, который смешан с РА66.



Сравнение двух партий РА66.  
Массы образцов: 11,96 мг (синий) и 11,85 мг (красный); нагревание до 330°C при 20 К/мин, далее охлаждение при 20 К/мин, динамическая атмосфера N<sub>2</sub>.

## Окислительная стабильность

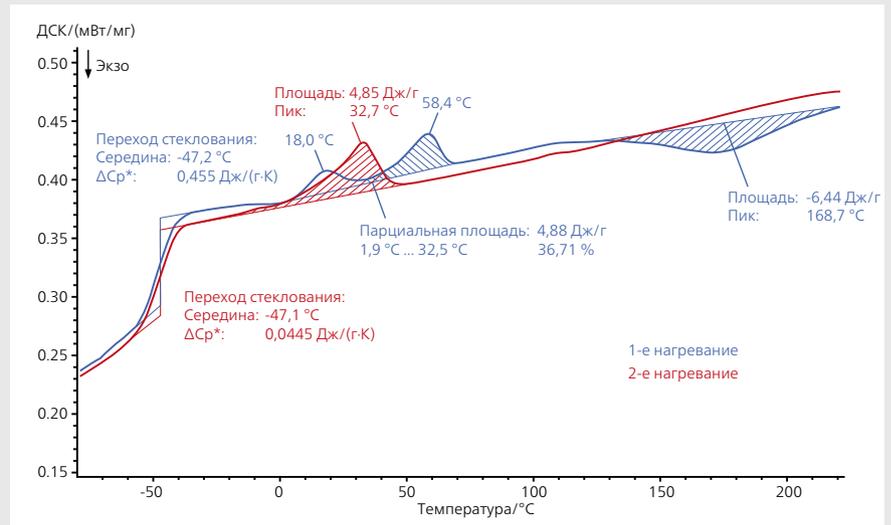
Измерение индукционного времени окисления (ОИТ) применяется при оценке окислительной стойкости полимеров, в частности полиолефинов. В данном примере два образца ПП были нагреты до 200°C в динамической атмосфере азота. Эндотермический пик, обнаруженный при нагревании, иллюстрирует плавление полипропилена. Спустя 3 минуты при температуре 200°C азот был переключен на воздух. Результирующий экзотермический эффект демонстрирует разложение полимера. В данном случае, процесс окисления образца А происходит ранее, чем для образца В (ОИТ 6,6 мин по сравнению с 11,6 мин).



ОИТ тест полипропилена.  
Массы образцов: 9,48 мг (образец А) и 9,55 мг (образец В); нагревание до 200°C со скоростью 20 К/мин в атмосфере N<sub>2</sub> (50 мл/мин), 3 мин изотермической выдержки в атмосфере N<sub>2</sub>, изотермическая выдержка в атмосфере (50 мл/мин) до деградации.

## Характеристизация каучуков при низких температурах

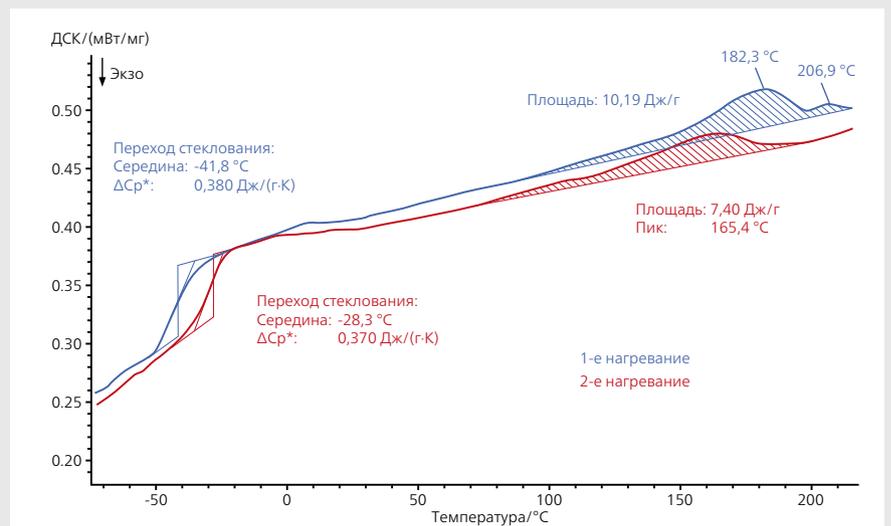
Сложно переоценить значение ДСК измерений каучуков, используемых в производстве автомобильных шин, так как их эксплуатационный температурный диапазон ограничен температурой стеклования каучуков. В этом примере, образец из SBR (бутадиенстирольный каучук) измеряется дважды от  $-100^{\circ}\text{C}$  до  $220^{\circ}\text{C}$ . Эндотермическая ступенька, которая обнаруживается при  $-47^{\circ}\text{C}$  (средняя точка) в обоих последовательностях нагревания, связана с переходом стеклования SBR. Эндотермические эффекты обнаружены между  $0^{\circ}\text{C}$  и  $70^{\circ}\text{C}$ . Они, скорее всего, вызваны плавлением добавок. Экзотермический пик при  $169^{\circ}\text{C}$  (пик температуры) проявляется только при нагревании благодаря пост-отверждению эластомера.



Термическое поведение бутадиенстирольного каучука. Масса образца: 15,41 мг; два нагревания от  $-100^{\circ}\text{C}$  до  $220^{\circ}\text{C}$  со скоростью 10 К/мин; динамическая атмосфера  $\text{N}_2$ .

## Термическое поведение термопластичного полиуретана

На рисунке показаны измерения термопластичного полиуретана. Во время 1-го нагревания эндотермическая ступенька при  $-42^{\circ}\text{C}$  (промежуточная) отражает стеклование мягких составляющих образца. Кроме того, кривая демонстрирует эндотермический двойной пик между  $100^{\circ}\text{C}$  и  $210^{\circ}\text{C}$ . Обратимый эффект, который обнаруживается снова при втором нагревании (7,40 Дж/г), вызван плавлением жестких (термопластичных) сегментов. Необратимые эффекты, возможно, вызваны испарением летучих веществ или распределением добавок в полимерной матрице. Этот процесс объясняется тем, что переход стеклования был выявлен при более высокой температуре (при  $-28^{\circ}\text{C}$ ) при втором нагревании.



Тепловые свойства мягкого и жесткого сегментов термопластичного полиуретана (ТПУ). Масса образца: 10,47 мг; два нагревания от  $-100^{\circ}\text{C}$  до  $250^{\circ}\text{C}$  со скоростью 10 К/мин; динамическая атмосфера  $\text{N}_2$ .

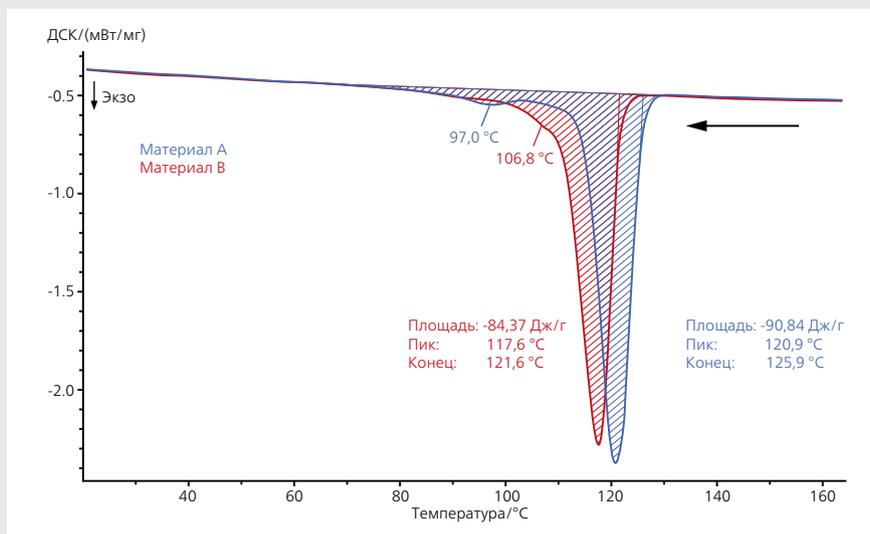
# DSC 214 Polyma – незаменимая помощь в оптимизации производственных процессов

## Анализ брака – влияние вторично используемого материала

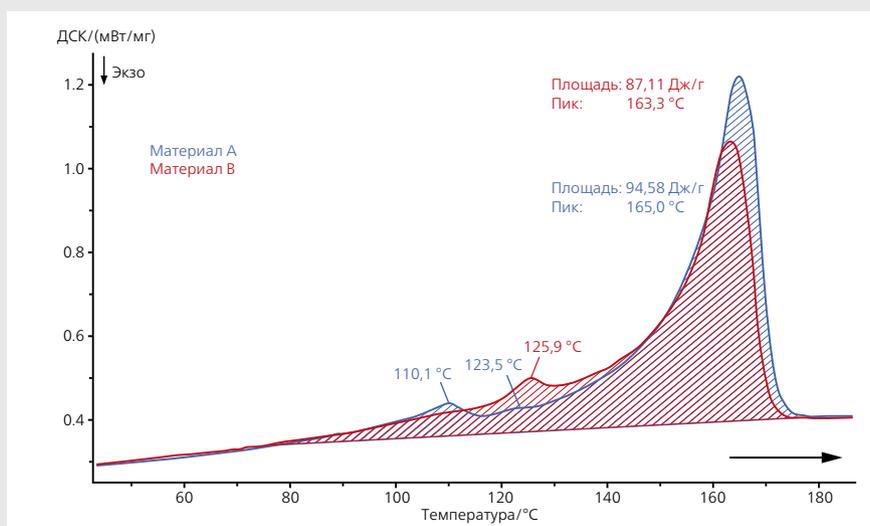
В этом примере два образца из вторичного сырья использовались для введения в молдинги. Материал А был полностью кристаллизован после формования, при этом материал Б остался в расплавленном состоянии. Чтобы определить причину различия в поведении образцов были выполнены ДСК измерения.

Экзотермические пики, возникающие в процессе охлаждения, можно отнести к кристаллизации полимера. Переработанный материал А начинает кристаллизоваться при более высокой температуре (конечная точка при 126°C, синяя кривая), чем второй материал Б (конечная точка при 122°C, красная кривая). Кроме того, в дополнение к пикам при 121°C (синяя кривая) и при 118°C (красная кривая), наблюдаются пики при 97°C (синяя кривая) и ступенька при 107°C (красная кривая), что указывает на наличие второго компонента. Дополнительные компоненты материала А вызывают раннее зародышеобразование.

2-е нагревание предоставляет дополнительную информацию. Кроме того, в дополнение к пикам при 165°C и 163°C, характерным для плавления полипропилена, синяя кривая имеет два дополнительных пика при 110°C и 124°C, что указывает на наличие дополнительных компонентов ПЭВД, ЛПЭВД или ПЭНД: температура плавления возрастает с увеличением плотности. В противоположность материалу А, материал В имеет только один пик при 126°C.



Различная кристаллизация двух переработанных образцов ПП.  
Масса образца: прибл. 13 мг; охлаждение со скоростью 10 К/мин. После нагревания до 200°C;  
Динамическая атмосфера N<sub>2</sub>.

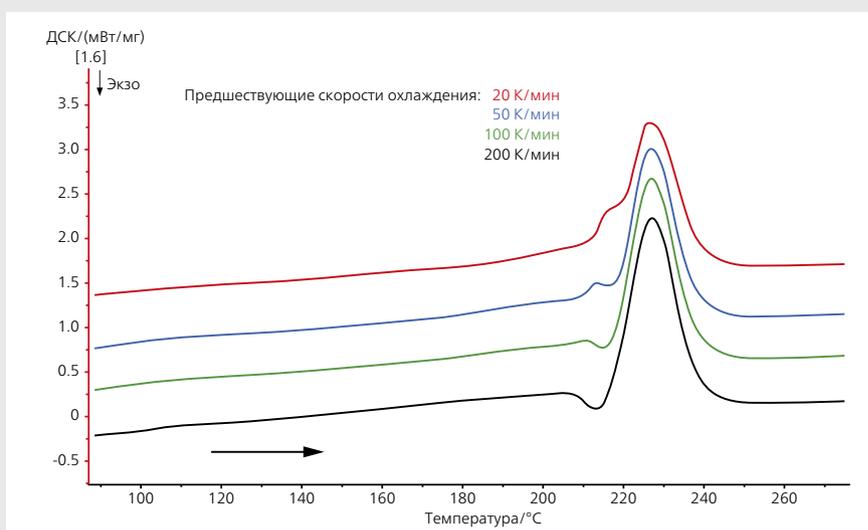


Плавление вторичного полипропилена с различными ПЭ загрязнителями.  
Масса образца: прибл. 13 мг; нагревание до 200°C со скоростью 10 К/мин. после охлаждения со скоростью 10 К/мин; динамическая атмосфера N<sub>2</sub>.

## Совершенствование параметров литья под давлением

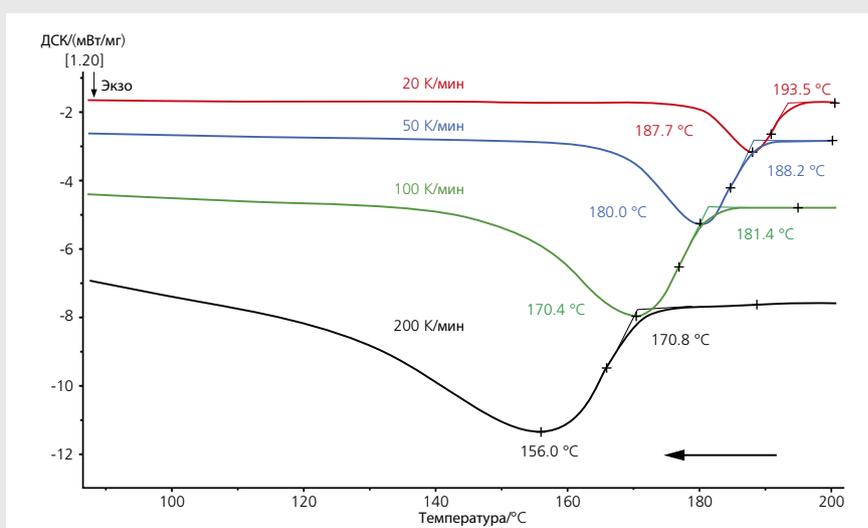
Частично кристаллические полимеры, такие как полибутилентерефталат (ПБТ) демонстрируют взаимосвязь между завершением кристаллизации и скоростью охлаждения. Этот фактор имеет важное значение в промышленной практике для оценки температуры, при которой форма может быть открыта для удаления готового твердого изделия. В данном примере, образец ПБТ с 30% мас. стекловолкна был исследован по температурной программе, состоящей из различных сегментов охлаждения при скорости охлаждения от 20 К/мин до 200 К/мин.

Что касается последующего нагревания (все нагревания выполнялись со скоростью 50 К/мин), ступенька  $\beta$ -фазы, как это характерно для ПБТ, хорошо заметна для образца, который был охлажден со скоростью 20 К/мин (красная кривая). Этот эффект смещается в область более низких температур – и поэтому лучше отделяется от основного пика – для образца, который был охлажден со скоростью 50 К/мин (синяя кривая). Наконец, на кривой охлаждения при скорости 100 К/мин (зеленая кривая) и 200 К/мин (черная кривая) эндотермический эффект полностью исчезает и сменяется экзотермической посткристаллизацией.



Кривые нагревания ПБТ GF30, выполненного после охлаждения с различной скоростью. Масса образца: 10,1 мг; нагревание со скоростью 50 К/мин.

Во время охлаждения со скоростью 20 К/мин (красная кривая) кристаллизация начинается примерно при 194°C и демонстрирует максимум при 188°C (пик температуры), в то время как при охлаждении со скоростью 200 К/мин (черная кривая), температура сдвигается к 171°C и к 156°C, соответственно. Здесь экзотермическая кристаллизация не заканчивается до приблизительно 120°C, где виден небольшой изгиб кривой.



Различные кривые охлаждения ПБТ при различных скоростях охлаждения. Масса образца: 10,1 мг; охлаждение со скоростью 20 К/мин, 50 К/мин, 100 К/мин и 200 К/мин; динамическая атмосфера  $N_2$ .

# DSC 214 Polyma – сложные измерения и анализ

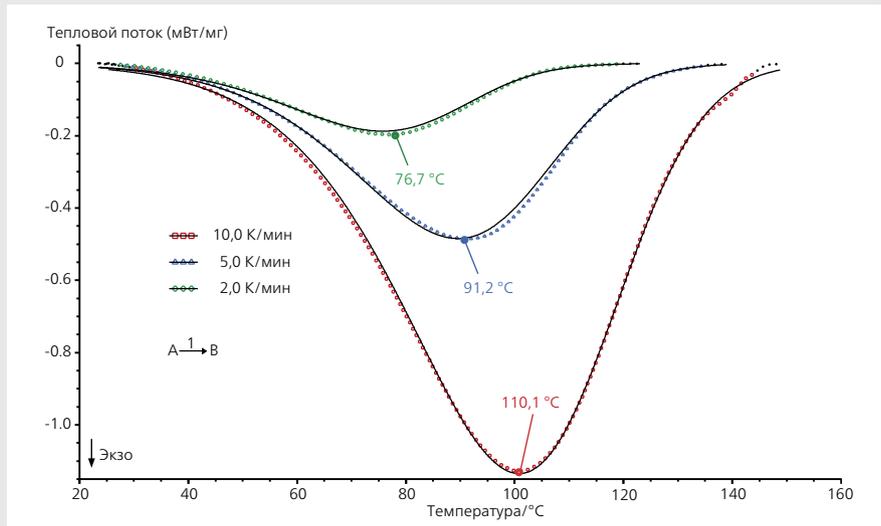
## Кинетический анализ эпоксидного клея

Программный модуль NETZSCH *Thermokinetics* используется для создания кинетических моделей химических процессов. Он также может быть использован для прогнозирования поведения химических систем, подбора температурных условий и для оптимизации процессов.

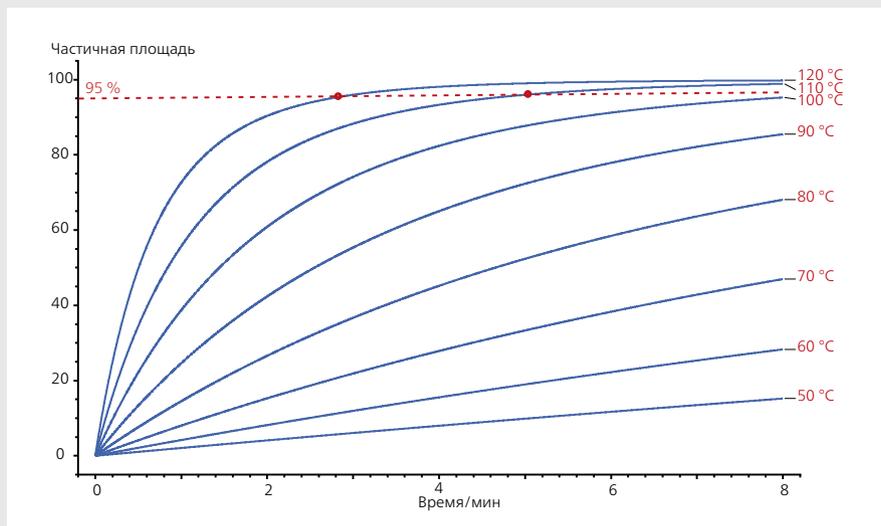
В данном примере, было исследовано отверждение 2-х компонентного эпоксидного клея. Три предварительно подготовленных образца нагревались до 200°C с разными скоростями нагрева (2 К/мин, 5 К/мин, 10 К/мин). Как ожидалось, пик температуры эффекта отверждения сдвигается в сторону более высоких температур при увеличении скоростей нагрева.

Кинетическая модель одностадийной реакции находится в хорошем соответствии с экспериментальными данными с коэффициентом корреляции выше, чем 0,999. Таким образом, данная модель может быть использована для прогнозирования при изотермических условиях или для другой температурной программы, определенной пользователем.

График показывает степень отверждения для различных изотермических режимов. Степень отверждения 95% достигается спустя почти 3 минуты при 120°C. Еще две минуты необходимы для достижения такой же степени полимеризации при температуре 110°C.

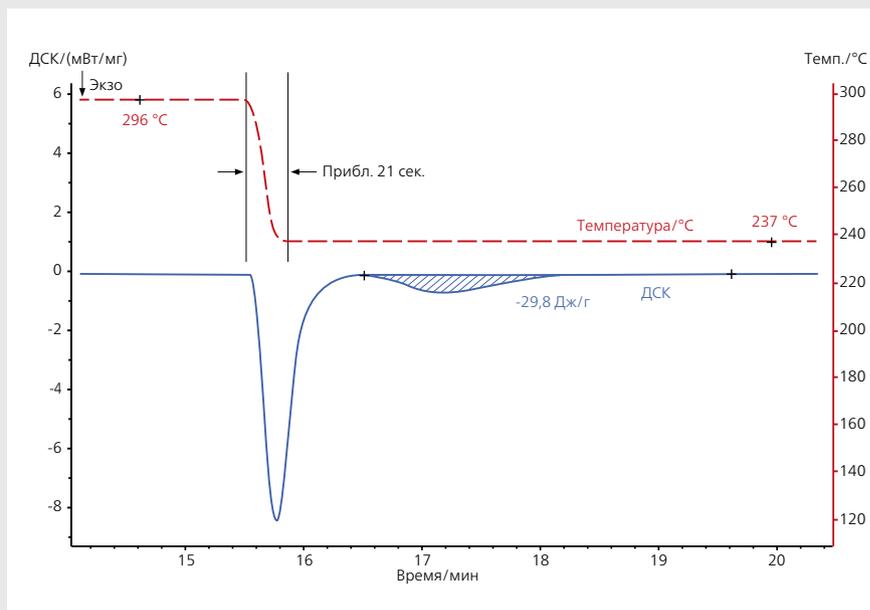


Сравнение измеренных кривых (пунктирные линии) и теоретических кривых (сплошные линии) при одностадийной реакции.



Прогнозирование реакции отверждения при различных изотермических температурах.

Исследования изотермической кристаллизации часто используются для моделирования быстрого охлаждения готовой полимерной детали в процессе производства (литье под давлением). График справа описывает процесс исследования изотермической кристаллизации образца PA66 GF30 (содержащего 30% мас. стекловолокна) с использованием DSC 214 *Polyma*, оснащенного устройством охлаждения интракулер IC70. Низкая инерционность печи Arena позволяет в течение нескольких секунд охладить образец почти на 60 К (программируемая скорость охлаждения: 300 К/мин). Благодаря этому, можно увидеть кристаллизацию PA66 в начальной фазе. Этот пример наглядно демонстрирует превосходную эффективность быстрого охлаждения ДСК теплового потока DSC 214 *Polyma*.



Изотермическая кристаллизация полукристаллических термопластов. 11,4 мг PA66 GF30 в динамической атмосфере азота, интракулер для диапазона температур от -70°C до 600°C, программируемая скорость охлаждения 300 К/мин. Температурная кривая выделена красным цветом; кривая ДСК – синим. Общая энтальпия кристаллизации при 237°C составляет около 30 Дж/г.



# Приложение

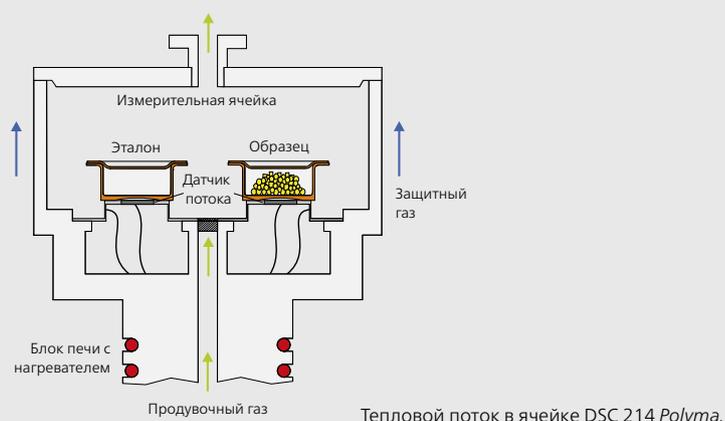
## Важные стандарты для тестирования полимеров

Для применений, оценки и интерпретации данных ДСК в области полимеров применяется несколько соответствующих стандартов. DSC 214 *Polyma* использует в своей работе все эти стандарты. Некоторые стандарты можно найти в следующей таблице.

Категория	Стандарт	Описание
Общие		
	ISO 11357, Часть от 1 до 7	Пластики – Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК)
	ASTM D3417	Теплоты плавления и кристаллизации полимеров методом термического анализа
	ASTM D3418	Температуры переходов и энтальпии плавления и кристаллизации методом ДСК
	ASTM D4591	Температуры и энтальпии переходов фторполимеров методом ДСК
	ASTM E793	Теплоты плавления и кристаллизации методом ДСК
	ASTM E794	Температуры плавления и кристаллизации методом термического анализа
	ASTM E1356	Температуры стеклования методом ДСК
	ASTM F2625	Энтальпия плавления, процент кристалличности и точка плавления сверхвысокомолекулярного полиэтилена методом ДСК
	DIN 50007	Дифференциальный термический анализ (ДТА): Основы (на немецком языке)
	DIN 53545	Характеристики каучуков при низких температурах (на немецком языке)
	EN 61074 (IEC 1074)	Теплоты и температуры плавления и кристаллизации электрических изоляционных материалов методом ДСК
	IEC 1006	Температура стеклования электроизоляционных материалов
OIT		
	ASTM D3350	Время окислительной индукции полиэтиленовых пластиковых материалов для труб и фитингов
	ASTM D3895	Время окислительной индукции полиолефинов методом ДСК
	DS 2131.2	Трубы, фитинги и соединения из полиэтиленов типа РЕМ и РЕН для подпочвенных газопроводов
	DIN EN 728	Время окислительной индукции полиолефиновых труб и фитингов
	ISO TR 10837	Термическая Устойчивость полиэтилена для использования в газовых трубах и фитингах
Смолы/Отверждение		
	ISO 11409	Фенольные смолы – теплоты и температуры реакций методом ДСК
	DIN 65467	Авиастроение/Кораблестроение: Тестирование термореактивных смол с армированием и без армирования, метод ДСК (на немецком языке)

## Метод

Согласно ISO 11357-1 ДСК – метод, основанный на измерении разницы тепловых потоков, идущих от испытуемого образца и образца сравнения. Получаемая информация позволяет определять характер протекающих процессов и характеризовать свойства испытуемого материала. Во время таких измерений образец и эталон подвергаются температурному воздействию по определенной температурной программе в определенной атмосфере.



### Основные технические характеристики DSC 214 Polyma

Температурный диапазон	-170°C до 600°C
Скорость нагревания/охлаждения от	0,001 К/мин до 500 К/мин*
Отношение отклика индия	> 100 мВт/К **
Разрешение (цифровое)	0,25 мкВт
Точность измерения энтальпии	< 1%
Определение удельной теплоемкости	опция
Температурная модуляция	опция
Устройство охлаждения (опция)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Охлаждение сжатым воздухом (комн... 600°C)</li> <li>■ IC40 (от -40°C до 600°C)</li> <li>■ IC70 (от -70°C до 600°C)</li> <li>■ Охлаждение жидким азотом, автоматически контролируемое (от -170°C до 600°C)</li> </ul>
Газовые атмосферы	инертная, окислительная, статическая и динамическая
Контроллер газовых потоков	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Встроенные переключатели 3 газов,</li> <li>■ MFC для 3 газов, опция</li> </ul>
ASC	автосэмплер до 20 образцов и эталонов, опция
Программное обеспечение	<p><i>Proteus</i>®</p> <p>Программное обеспечение работает под оболочкой операционной системы Windows XP, Windows 7 и Windows 8.1.</p>

\* Максимальные скорости зависят от температуры.

\*\* Индий в качестве стандартного материала при тех же условиях измерений, что обычно используются для измерений и исследований полимеров (масса образца 10 мг, скорость нагревания 10 К/мин, атмосфера азота).

Группа NETZSCH является средней компанией в сфере машино- и приборостроения, находящейся в семейном владении, располагающей производственными, сбытовыми и сервисными организациями в разных странах мира.

Три бизнес подразделения – Анализ & Тестирование, Измельчение & Диспергирование и Насосы & Системы предлагают высокотехнологичные индивидуальные решения для потребностей самого высокого уровня. Более 3000 сотрудников в 163 центрах по производству и продажам в более чем 28 странах мира, обеспечивают нашим заказчикам всестороннюю и квалифицированную сервисную поддержку.

Если Вам необходим термический анализ, адиабатическая реакционная калориметрия или определение теплофизических свойств – обращайтесь в NETZSCH. Более 50 лет опыта в прикладных исследованиях, современная линейка приборов и широкий спектр предлагаемых услуг гарантируют, что наши технические решения не только смогут соответствовать всем Вашим потребностям, но и превзойдут Ваши ожидания.

[www.netzsch.com/n54518](http://www.netzsch.com/n54518)



NETZSCH-Gerätebau GmbH  
Wittelsbacherstraße 42  
95100 Selb  
Germany  
Tel.: +49 9287 881-0  
Fax: +49 9287 881 505  
at@netzsch.com

Филиал НЕТЧ-Герэтебау ГмБХ  
Ленинский пр-т, д. 95 А  
119313 г. Москва  
Российская Федерация  
тел.: +7 (495) 936-26-26  
факс: +7 (499) 132-47-00  
ngb@netzsch.ru

[www.netzsch.com](http://www.netzsch.com)