

NETZSCH

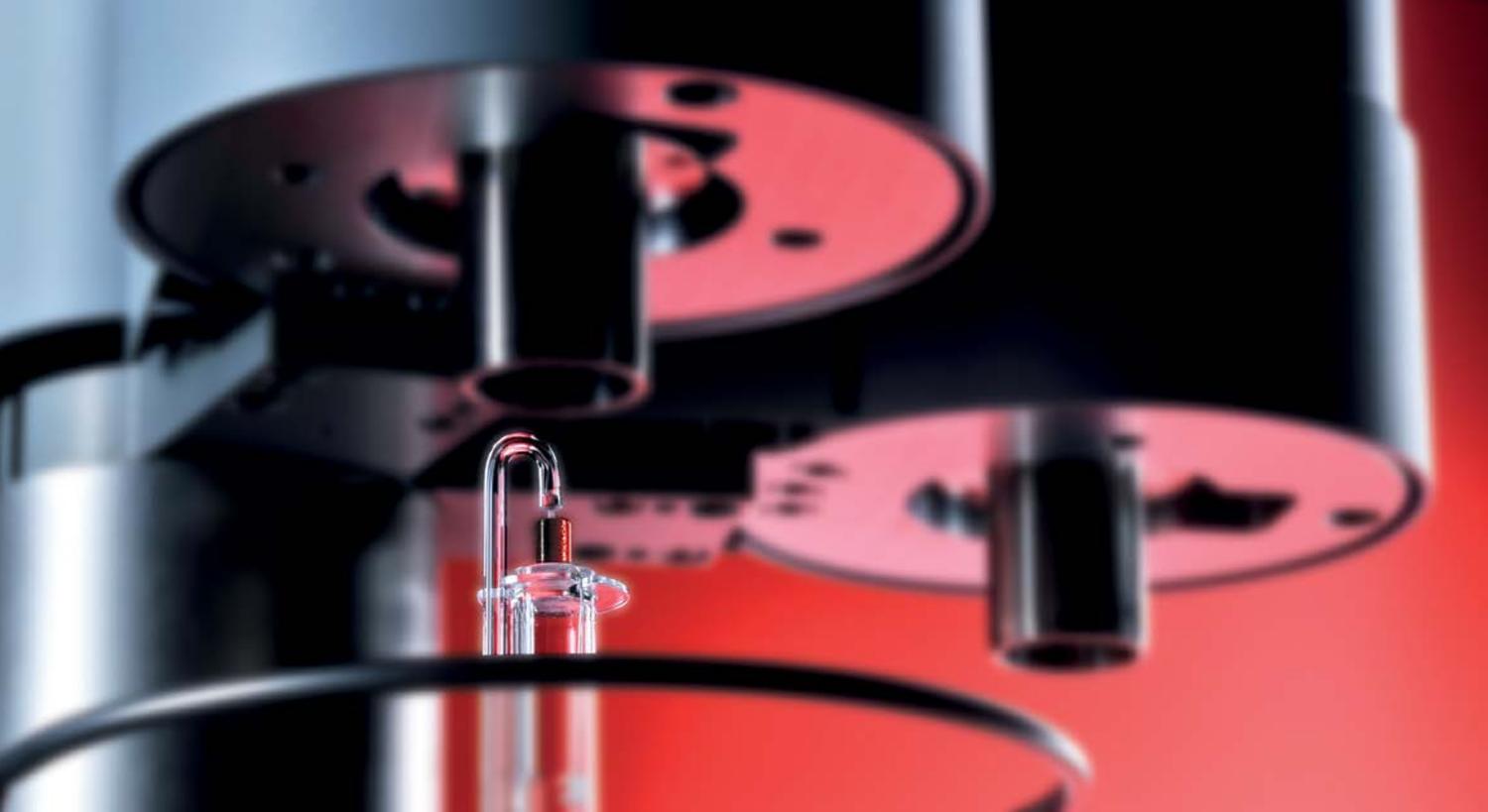
Proven Excellence.



TMA 402 **F1/F3** Hyperion®

Термомеханический анализ –
TMA Метод, техника, применения

Analyzing & Testing



Термомеханический анализ (ТМА)

Результаты ТМА

- Линейное термическое расширение
- Коэффициент термического расширения
- Температура фазового перехода
- Температура спекания
- Шаги усадки
- Температура стеклования
- Дилатометрические точки размягчения
- Объемное расширение
- Изменение плотности
- Расслоение
- Температура разложения
- Кинетика спекания
- Изнапряжение
- Ползучесть
- Релаксация
- Кривая напряжения/деформации

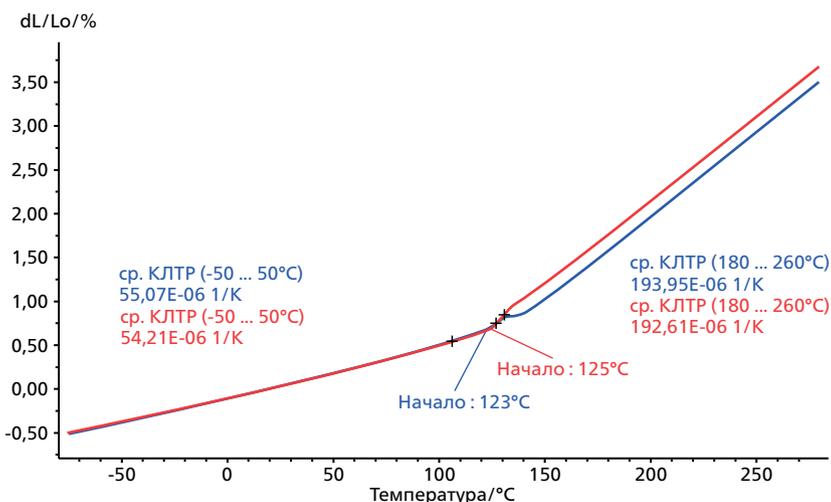
Термомеханический анализ (ТМА) определяет изменение размера или объема твердых тел, жидкостей или вязких материалов как функцию от температуры и/или времени под определенной механической нагрузкой (стандарты DIN 51 005, ASTM E 831, ASTM D 696, ASTM D 3386, ISO 11359). Этот метод близок к методу дилатометрии, когда измеряется изменение размера образцов при приложении незначительной нагрузки (DIN 51 045).

Большинство материалов испытывают изменения своих термомеханических свойств при нагревании или охлаждении. Например, фазовые переходы, спекание или размягчение могут происходить на фоне термического расширения.

Термомеханический анализ предоставляет ценную информацию о составе, структуре, условиях производства и возможностях применения различных материалов.

Диапазон применения термомеханического анализа – от контроля качества до разработки и исследования новых материалов, таких как пластмассы, эластомеры, краски, композитные материалы, клейкие материалы, пленки и волокна, керамика, стекло, металлы и сплавы.

Термическое расширение



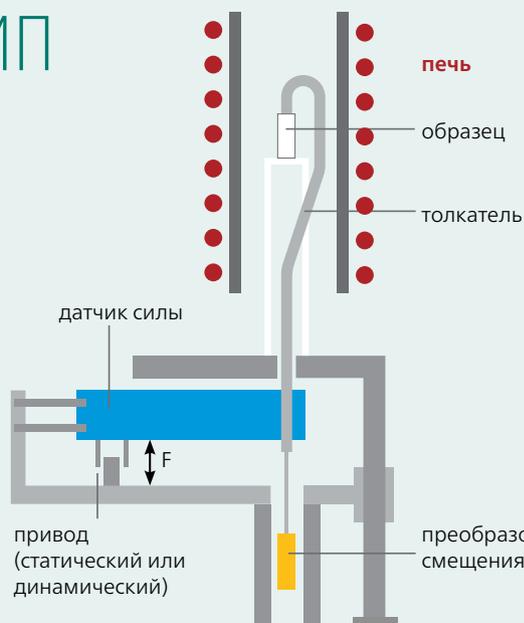
Измерение образца эпоксидной смолы длиной 6 мм в режиме расширения (держатель образца из кварца); первое и второе нагревание проведено со скоростью 2 К/мин

Линейное термическое расширение является важным параметром для оценки изменения размера материала в ответ на изменение температуры.

Этот график показывает термическое расширение (dL/L_0 в %) эпоксидной смолы между -70°C и 270°C . При первом нагреве (синяя кривая) начало стеклования (T_g) происходит при 123°C . При втором нагреве (красная кривая) начало T_g немного смещается, до 125°C . Этот сдвиг может быть вызван релаксационными эффектами или пост-отверждением.

ТМА ИЗМЕРЯЕТ ИЗМЕНЕНИЕ ДЛИНЫ ТВЕРДЫХ ТЕЛ, ПОРОШКОВ, ПАСТ И ЖИДКОСТЕЙ С ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТЬЮ

ПРИНЦИП РАБОТЫ



Независимо от выбранного метода измерения (расширение, сжатие, пенетрация, натяжение или изгиб) каждое изменение длины или объема образца передается через кварцевый толкатель на прецизионный линейный индуктивный датчик изменения длины (LVDT) и преобразовывается в электронный сигнал.

Быстросменяемые толкатели и держатели из кварца или оксида алюминия позволяют оптимизировать конфигурацию прибора для различных применений.

Термомеханический анализ

Метод Фундаментального Анализа Свойств Материалов



Обнаруживает даже малейшие изменения размеров

Прецизионный линейный индуктивный датчик изменения длины (LVDT) – это сердце прибора NETZSCH TMA 402 **F1/F3** *Hyperion*[®]. Эта технология выдержала испытание временем и постоянно совершенствуется. Датчик улавливает и измеряет даже самые малые изменения размеров в нанометровом диапазоне (цифровое разрешение 0,125 нм).

Различные печи для всех областей применения

Чтобы использовать прибор в различных температурных диапазонах и атмосферах достаточно просто сменить одну печь на другую. Это может быть выполнено пользователем. Благодаря двойному подъемнику печи переключение на вторую печь занимает всего несколько секунд.

Разнообразные атмосферы в вакуум-плотном приборе TMA

Все подключения в приборе вакуумплотные, что позволяет проводить измерения в очень чистой атмосфере или в вакууме. Расходомеры газа (MFC) обеспечивают оптимальное управление продувочным и защитными газами (опционально для TMA 402 **F3** *Hyperion*[®]).



Сделано фирмой NETZSCH в Германии

Одновременное измерение сигналов нагрузки и смещения

Нагрузка, действующая на образец, контролируется электромагнитным датчиком. Это гарантирует быстрое время отклика для экспериментов с изменяющейся нагрузкой. Очень чувствительный датчик силы (цифровое разрешение $<0,01$ мН, максимальная нагрузка ± 4 Н) непрерывно измеряет усилие, передаваемое через толкатель, и корректирует его автоматически. Это уникальное свойство конструкции ТМА 402 **F1/F3 Hyperion**[®] отличает его от других приборов, использующих только фиксированную нагрузку.

От чувствительных до жестких материалов

Система электронного управления позволяет устанавливать прикладываемое усилие в диапазоне мН. Это позволяет измерять чувствительные материалы, например тонкие волокна или пленки. Образцы больших размеров могут быть измерены под нагрузкой 4 Н на премиальном приборе ТМА 402 **F1 Hyperion**[®]. Нагрузка, прилагаемая к образцу, контролируется программным обеспечением и может изменяться пошагово или линейно. Это значительно упрощает такие исследования, как ползучесть под нагрузкой.

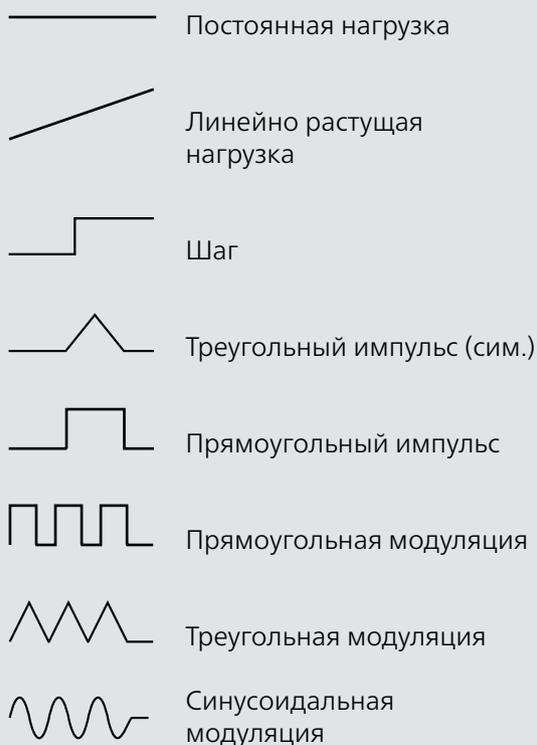
Определение вязкоупругих свойств: релаксация, ползучесть и напряжение/деформация

Прибор ТМА 402 **F1/F3 Hyperion**[®] теперь позволяет не только применять постоянную нагрузку и измерять изменение длины, но и изменять смещение dL и измерять соответствующую нагрузку. Это может быть использовано в испытании на релаксацию напряжения, в котором образец растягивается на определенное расстояние при заданной температуре. Во время измерения деформация постоянная, а изменение нагрузки регистрируется. Нагрузка постоянно растет как результат релаксации материала. Релаксация напряжения в конечном счете определяется остаточным напряжением, измеренным после определенного периода воздействия. Эти данные можно изобразить графически на диаграмме напряжение-время и рассчитать как поведение релаксации напряжения, так и значения скорости и времени релаксации.

Контроль смещения



Контроль нагрузки



Высокая точность при максимальной универсальности

Модульная конструкция ТМА 402 **F1/F3 Hyperion**[®] выделяет прибор среди конкурентов. Вы можете собрать свою комплектацию!

Разные температурные диапазоны в одном приборе

-150°C до 1000°C	Стальная печь с LN ₂ ¹ охлаждением
-70°C до 450°C	Печь с интракулером с механическим охлаждением без использования LN ₂ ¹
КТ до 1550°C	Карбид-кремниевая печь
-150°C до 500°C	Медная печь, позволяет проводить измерения с контролируемой влажностью от 0°C до 100°C
КТ до 1250°C	Печь соединенная с генератором водяного пара

¹охлаждение жидким азотом

Подключение для анализа выделяющихся газов
ТМА 402 F1/F3 Hyperion[®] может быть подключен к масс-спектрометру и/или Фурье-ИК спектрометру.

Взаимозаменяемые печи и термопары образца обеспечивают универсальность

Таким образом, ТМА 402 **F1/F3 Hyperion**[®] может перекрыть широкий температурный диапазон от -150°C до 1550°C. В приборе возможно применение термопар типа К и S. Замена термопар производится оператором, термопара автоматически определяется электроникой системы.

Печи, используемые в ТМА 402 **F1/F3 Hyperion**[®], применяются также в таких высокотемпературных приборах, как STA 449 **F1/F3 Jupiter**[®] и DSC 404 **F1/F3 Pegasus**[®].

Большой выбор легкосменных держателей образцов

В зависимости от поставленных задач и геометрии образца оператор может использовать самые различные держатели.

Доступны держатели для измерений в режиме расширения, пенетрации, натяжения, трехточечного изгиба. Держатели для диапазона температур до 1000°C выполнены из кварца. Для более высоких температур используются держатели из оксида алюминия.

Работа с особыми образцами

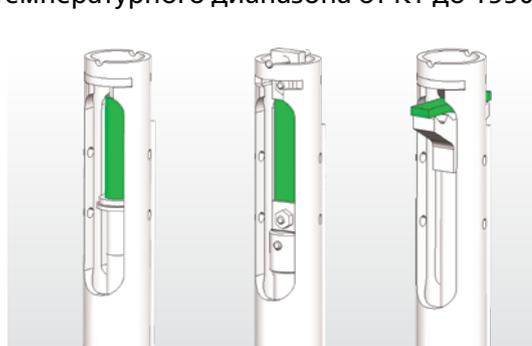
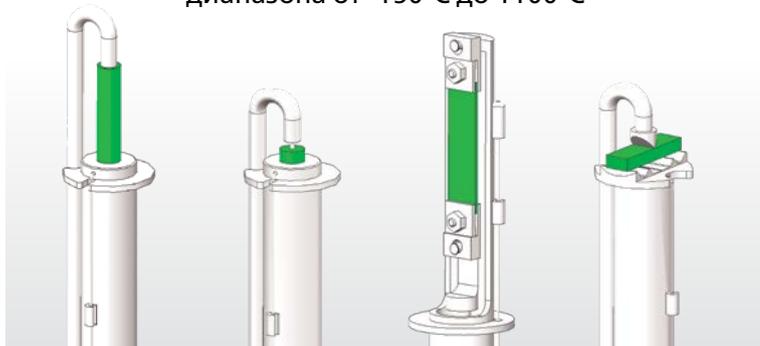
С помощью специальных контейнеров можно анализировать порошки, пасты и жидкости, а также металлы вплоть до точки плавления. Доступны специальные держатели для изучения расширения материалов в процессе погружения в жидкость.

Режимы измерений и держатели

Держатели образца для медных, стальных, карбид-кремниевых печей и печей, соединенных с генератором пара

Держатели образца из кварца для температурного диапазона от -150°C до 1100°C

Держатели образца из оксида алюминия для температурного диапазона от КТ до 1550°C



Расширение/сжатие – толкатель с плоским наконечником, Ø 4 мм

Пенетрация – толкатель с плоским наконечником, Ø 1 мм

Натяжение, макс. длина натяжения 30 мм

Трехточечный изгиб на длину 10 мм и 20 мм

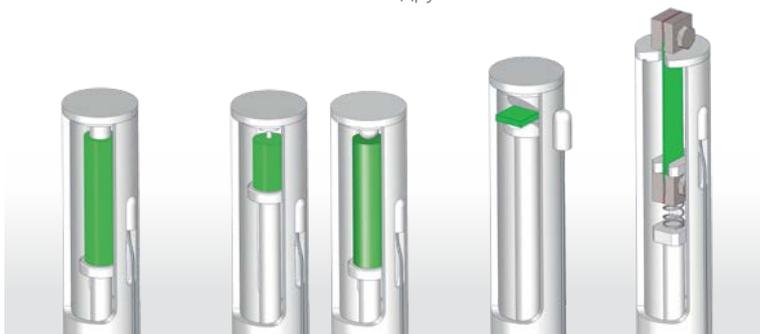
Расширение/пенетрация

Натяжение, макс. длина натяжения 30 мм

Трехточечный изгиб на длину 10 мм и 20 мм

Держатель образца из кварца для печи с интракулером*

* можно использовать с другими печами ТМА



Растяжение/сжатие – трубчатый держатель образца с плоским наконечником, Ø 4 мм

Пенетрация - трубчатый держатель образца с плоским наконечником, Ø 1 мм (слева) и полусферическим наконечником (справа)

Трехточечный изгиб на длину 5 мм

Натяжение, макс. длина натяжения 30 мм, мин. 5 мм

От изгиба до натяжения – от цилиндрических образцов до тонких пленок

Режим расширения/пенетрации используется для образцов с различной геометрией, например цилиндрических или прямоугольных. Для этого доступны толкатели с разнообразными диаметрами и формами наконечника.

Трехточечный изгиб может быть использован на двух длинах (10 мм и 20 мм). Это позволяет измерять образцы различных размеров без замены держателя образца.

Режим натяжения используется для измерения расширения или усадки тонких пленок или волокон. С помощью специального устройства для пробоподготовки даже очень тонкие и чувствительные к деформации образцы можно подготовить для измерения.



Устройство для пробоподготовки для измерения в режиме натяжения

Контейнеры образца из алюминия, сапфира и графита для измерения порошков, паст и жидкостей

Измерения во влажной атмосфере

Воссоздание влияния окружающей среды

Для измерений на ТМА во влажной атмосфере доступны две печи.

Печь водяного пара охватывает температурный диапазон от комнатной температуры до 1250°C. Печь может быть подключена к генератору влажности или генератору водяного пара.

Медную печь можно использовать для обычных измерений на ТМА от -150°C до 500°C. Она может быть подключена к генератору влажности для высушивания атмосферы до 500°C и контроля влажности среды от 0°C до 100°C. Для удобства работы в ПО ТМА *Proteus*® встроен калькулятор влажности.

Генератор влажности

Медная печь или печь водяного пара

- Определенная относительная влажность при смешивании влажного и сухого потоков газов
- Максимальная точка росы 80°C, соответствующая 47% молярной концентрации
- Минимальная 5% относительная влажность при 20°C, соответствующая 0,1% молярной концентрации (или сухая)
- Программируемые шаги влажности
- Легко заправить даже во время работы

Генератор водяного пара

Печь водяного пара

- Пар, образующийся при испарении воды
- Максимальная 100% молярная концентрация
- Возможное разбавление инертным газом
- Минимальная 5% молярная концентрация (или сухая)
- Газонепроницаемый резервуар



Генератор водяного пара

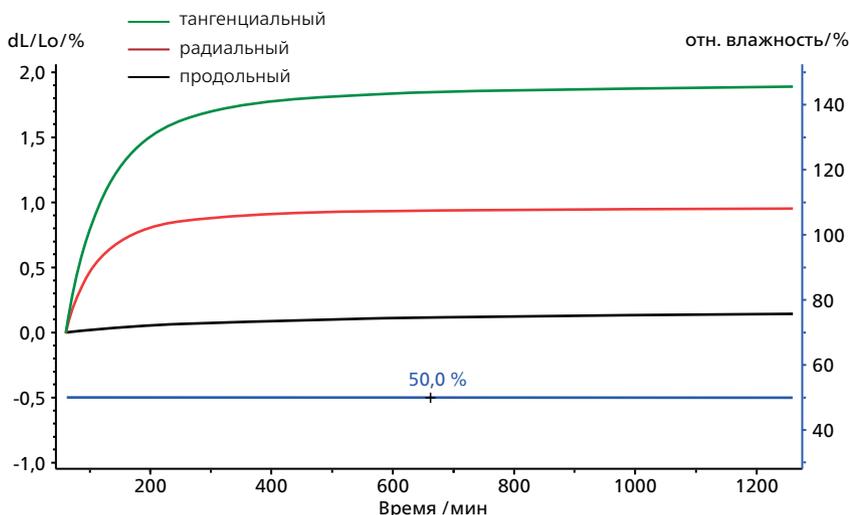
Генератор влажности подключенный к ТМА 402 *F1 Hyperion*® с печью водяного пара

Поведение древесины при набухании во влажных условиях

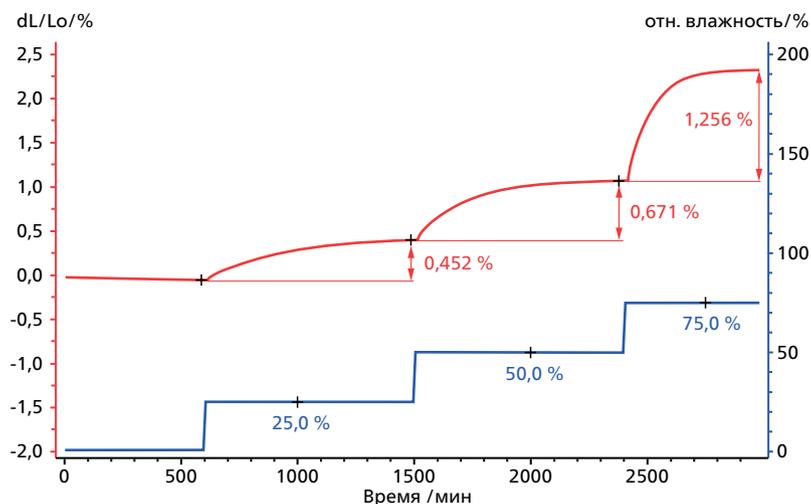
В гигроскопическом диапазоне влажности размеры и объем древесины претерпевают изменения, когда влага поглощается при набухании и когда она высвобождается при усадке. Для практического использования древесины особенно важны следующие факторы:

- Размеры сухой древесины в трех измерениях при изменении параметров окружающей среды (дифференциальное набухание, коэффициент набухания)
- Усадка древесины при сушке от влажного (свежего) до нормального состояния (скорость сушки).

Для испытания набухания древесины бука были выпилены три образца в тангенциальном, радиальном и продольном направлениях (см. точки отбора проб ниже). На графике показано различие в расширении в трех направлениях волокон древесины при относительной влажности 50% при температуре 25°C.



ТМА с медной печью и генератором влажности; держатель образца из кварца; длина образца 25 мм, срез 5 x 5 мм²



Изотермическое измерение при 40°C с медной печью и генератором влажности; размеры образца: длина 15 мм x ширина 5 мм x толщина 0,25 мм

Гигроскопичное поведение полиамида

В зависимости от относительной влажности сухой ПА-6 может поглощать влагу из окружающей среды и подвергаться термическому расширению до 10%. Такое влагопоглощение можно воссоздать на ТМА.

На этом графике показано гигроскопическое поведение пленки ПА-6 при 40°C в режиме натяжения (держатель образца из кварца). Относительная влажность повышалась с 0% до 75% с шагом 25% каждые 15 ч. За 150 ч общее термическое расширение составило 2,4%.

Программное обеспечение

Proteus®

Отличное решение для анализа данных

Автоматическое определение начальной длины образца в режимах расширения, пенетрации и натяжения!

Характеристики программного обеспечения TMA Proteus®

TMA 402 Hyperion®	F1	F3
Автоматическое определение длины образца	■	■
Выбор нагрузки в сегменте	■	■
Определение точки размягчения	■	■
Определение плотности	■	□
c-DTA®	■	□
Модуляция нагрузки	■	□
Температурная модуляция	□	□
RCS (СКК) – спекание с контролируемой скоростью	□	□
Контроль деформации	■	■
Создание отчетов	■	■
Identify	■	□
AutoEvaluation	■	■

■ Включено в стандартную конфигурацию
□ Дополнительно

Identify – Идентификация и классификация кривых TMA

База данных Identify предлагает самые современные средства проверки материалов; она позволяет сравнивать кривую с другими отдельными кривыми (например, группами кривых в контроле качества) или с литературными данными из выбранных библиотек. Все библиотеки и данные, созданные пользователем, можно редактировать или расширять в рамках Identify.

Стандартные библиотеки, содержащие более 1100 записей, включают измерения и литературные данные для DSC, c_p , TGA и DIL/TMA из областей применения полимеров, органических веществ, пищевых продуктов, фармацевтических препаратов, металлов/сплавов, керамики и неорганических веществ, а также химических элементов.

Записи базы данных можно отфильтровать по различным критериям, а кривые измерений – даже различного типа – можно наложить друг на друга для сравнения.

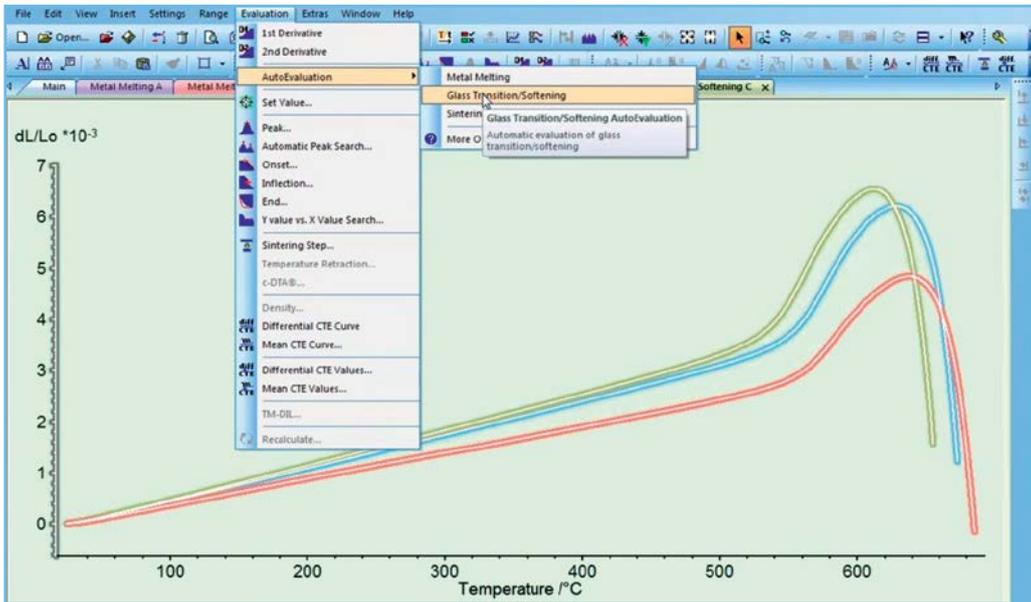
Температурно-модулированный TMA

Для температурно-модулированных измерений TMA амплитуда и период модуляции могут быть определены сегмент за сегментом. Программное обеспечение позволяет определять

- общую кривую TMA
- реверсивную и нереверсивную TMA
- общий КТР
- реверсивный и нереверсивный КТР
- амплитуду и фазу

с графическим отображением кривой результатов в нескольких окнах.

Proteus® также предоставляет возможность экспортировать графики и распечатывать или экспортировать данные в виде файлов ASCII.



AutoEvaluation автоматически отобразит начало стеклования

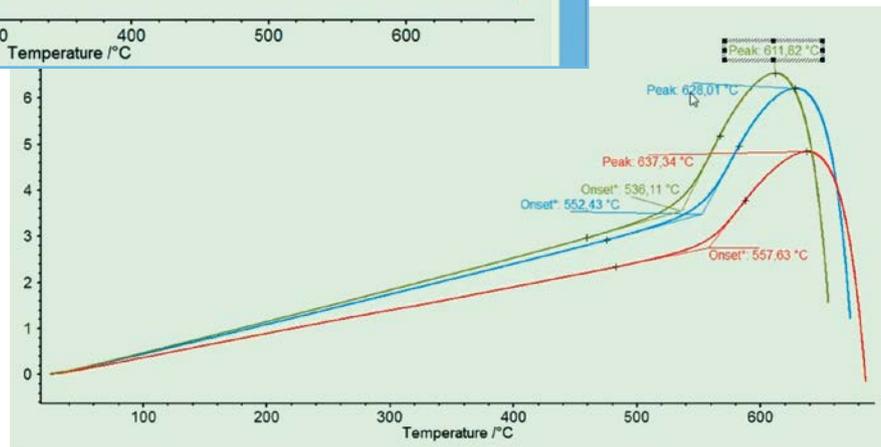
AutoEvaluation

AutoEvaluation - это интеллектуальное ПО предлагаемое исключительно компанией NETZSCH. Данное ПО самостоятельно оценивает кривые термоаналитических измерений и работает без использования заранее заданных макросов. Это помогает пользователям и экономит время.

AutoEvaluation имеет функции для оценки различных материалов. При испытании металлов «Плавление металла» автоматически оценивает начало плавления. «Переход стеклования и размягчение» отобразит начало перехода стеклования и пик размягчения всего одним щелчком мыши. Измерение керамики, шаги спекания будут отображаться при обнаружении спекания образца. *AutoEvaluation* поставляется при покупке любого прибора из линейки TMA 402 **F1/F3 Hyperion**®.

Помощник ввода данных для быстрого запуска измерения и автоматической оценки на основе метода

ПО *Proteus*® позволяет применять свойства и методы из ранее выполненных файлов измерений простым щелчком мыши. Шаги анализа и оценки измерений образца можно сохранить как метод и применять в дальнейшем для других образцов, причем полностью автоматически. Также возможно, чтобы программное обеспечение выделяло любые результаты, отклоняющиеся от выбранных критериев качества.



Дополнительное ПО для расширенной оценки

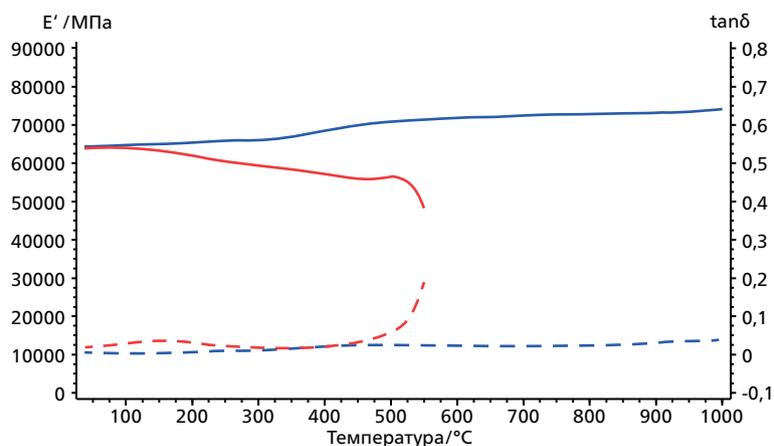
- Расширенная оценка импортированных данных от подключенного масс-спектрометра QMS 402 *Aëolos*®
- *Kinetics Neo* для общей характеристики и оптимизации процессов спекания
- *PeakSeparation* для разделения перекрывающихся пиков эффектов

Примеры применения

Сравнение вязкоупругих свойств кварца и листового стекла

ТМА измерения кварца и листового стекла проводились в режиме трехточечного изгиба со скоростью нагрева 5 К/мин в диапазонах от комнатной температуры до 1000°C и 550°C соответственно.

Как и для большинства материалов, модуль упругости листового стекла уменьшается с повышением температуры до тех пор, пока не будет достигнута точка размягчения материала, что приводит к резкому падению жесткости, сопровождаемому повышением $\tan\delta$. Напротив, жесткость кварца растет при повышении температуры.

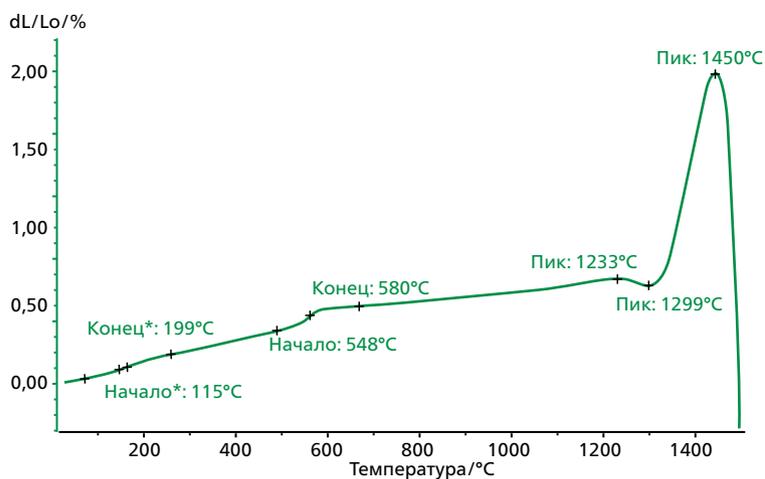


Вязкоупругое поведение двух различных типов стекол. Модуляция нагрузки 0,5 Гц, статическая нагрузка 1,5 Н, амплитуда 1,45 Н, расстояние изгиба 20 мм; толщина образца прилб. 1 мм, ширина образца прилб. 4,8 мм. Сплошные линии представляют модуль E' ; пунктирные линии – $\tan\delta$



Расширение до высоких температур

Срок службы и надежность работы любой технической печи зависит от качества применяемых материалов. Одним из важнейших параметров этих материалов является термическое расширение. На графике показано типичное поведение крупнозернистого огнеупорного материала. В начале измерения наблюдается α - β переход в тридимите, за ним следует α - β переход в кварце между 548°C и 580°C. После последнего перехода между 1233°C и 1299°C, материал начинает размягчаться при 1450°C.



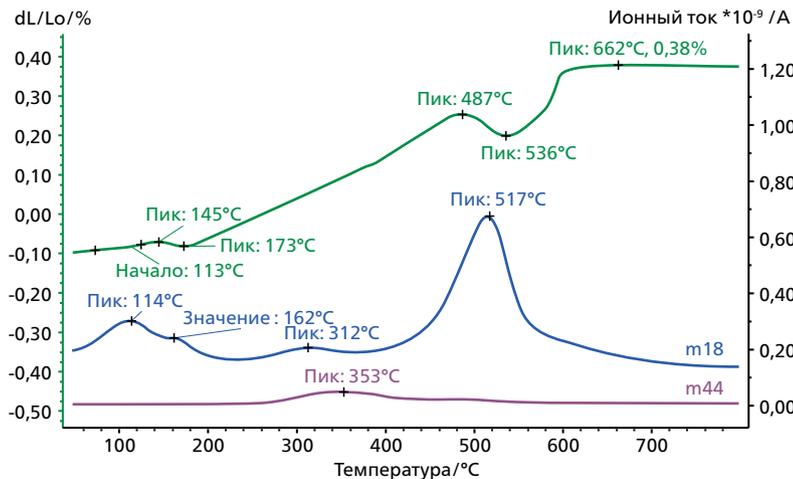
Измерение на ТМА огнеупорного материала от комнатной температуры до 1550°C





Подключение ТМА к анализатору выделяющихся газов для исследования усадки

В начале измерения наблюдается выделение связанной межслойной воды (сжатие 0,01%, m/z 18). В диапазоне от 300°C до припл. 450°C наблюдается выгорание органических включений и выделение воды (m/z 18) и CO₂ (m/z 44). При этом на кривой расширения не наблюдается видимых изменений из-за низкого содержания органических включений. Между 487°C и 536°C происходит дегидроксилирование минеральной составляющей образца. Связанное с этим сжатие образца составляет 0,05%.

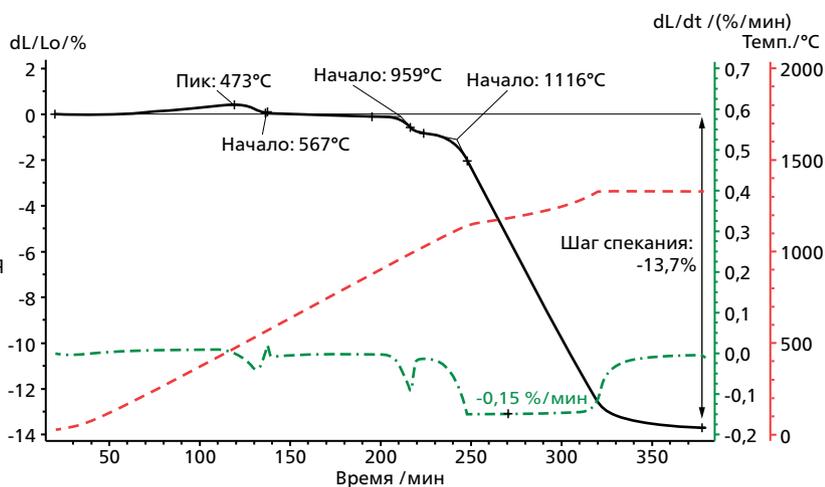


Измерение образца глиняного порошка на приборе ТМА-MS Aëolos® от комнатной температуры до 800°C. Порошок глины был помещен в керамический тигель (см. маленький график)



Уплотнение сырой керамической заготовки спеканием с постоянной контролируемой скоростью

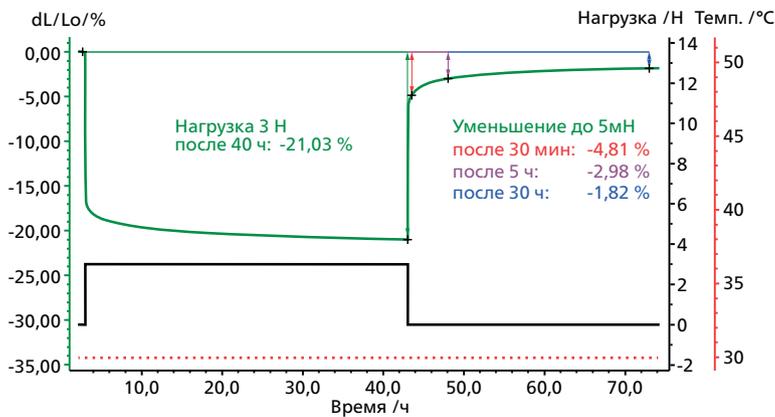
Спекание сырой керамической заготовки здесь исследовалось в режиме спекания с постоянной контролируемой скоростью (RCS). Нормальный линейный температурный профиль теперь изменяется вместе с поведением спекания (красная кривая). На кривой изменения длины (черная кривая) дегидроксилирование каолинита при 473°C перекрывается с переходом в кварце при 567°C (начало). При начальной температуре 959°C происходит дополнительный фазовый переход, что подтверждается пиком на 215 мин на кривой первой производной изменения длины (зеленая кривая). Через 250 мин начинается спекание с постоянной скоростью расширения 0,15%/мин. Шаг спекания составляет 13,7% (черная кривая).



Измерение RCS в режиме расширения (держатель образца Al₂O₃, печь SiC от комнатной температуры до 1350°C; длина образца припл. 5,5 мм, Ø 6-7 мм, КТ - 1350°C при скорости нагрева 5 К/мин с последующим изотермическим сегментом 60 мин; RCS начало при 1040°C, режим старт/стоп, предел 0,15%



Исследование восстановления эластомеров



Длительные измерения на ТМА эластомерного уплотнения под нагрузкой

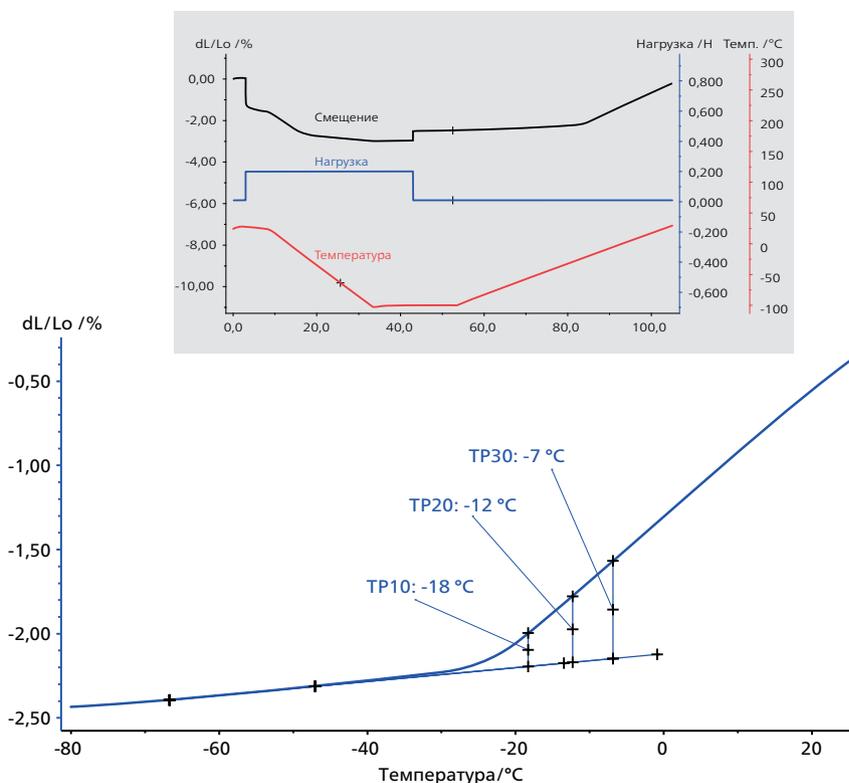
Восстановление резинового уплотнения

Степень релаксации для эластомеров характеризует способность к восстановлению после приложения длительной нагрузки. Для определения этого важного параметра образец эластомера подвергался нагрузке в 3 Н в течение 40 часов, и при этом наблюдалось сжатие в 21%. Затем нагрузка уменьшалась до 5 мН.

После выдержки в 30 мин (красные значения) восстановилось 95,19% начальной длины; после выдержки в 5 ч (фиолетовые значения) восстановилось 97,02%; после выдержки в 30 ч (синие значения) не восстановилось только 1,82%.

Температура ретракции (ТР) небольших образцов и уплотнительных колец

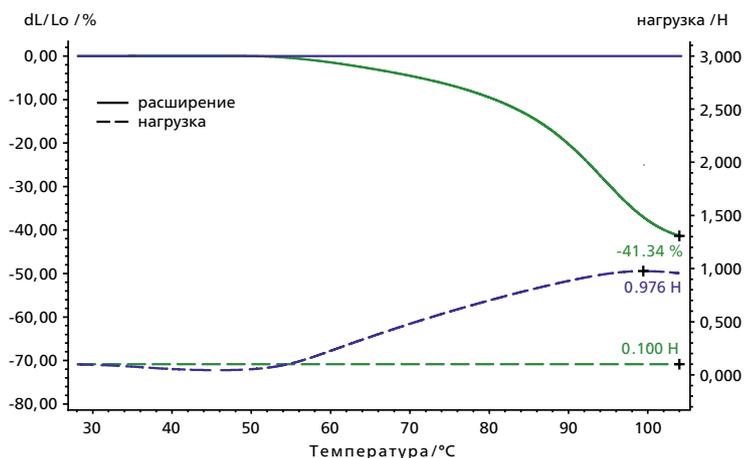
Программное обеспечение ТМА Proteus® позволяет определять температуру ретракции (ТР). При комнатной температуре на образец прикладывается небольшая нагрузка (0,01 Н) для определения его толщины. Затем нагрузка увеличивается, и образец охлаждается до ок. 50 К ниже ожидаемой точки ТР10 (маленький график). После этого нагрузка снова сбрасывается, и образец вновь нагревается до комнатной температуры со скоростью 2,5 К/мин.



Оценка теплового расширения нагревательного сегмента (основной график); программа сила-температура (серый график)

Для оценки ТР используется сегмент нагревания (основной график). Значение ТР10 соответствует 10%-ному восстановлению образца; ТР20 - 20%-ному восстановлению и т. д. Значение ТР является полезным показателем для оценки поведения эластомера при низких температурах.

Измерение на термоусаживаемой трубке



Контроль смещения на термоусаживаемой трубке с помощью кварцевого держателя образца на натяжение, при этом смещение поддерживается постоянным при измерении нагрузки. Образцы нагревали от КТ до 120°C, атмосфера N₂, размер образца 25 мм (синий) и 10 мм (зеленый).

Термоусаживаемая трубка используется для ремонта и изоляции проводов и кабелей. После того, как кабель проложен в трубке, используется источник тепла, чтобы заставить ее сжаться и создать герметичное уплотнение. Термоусаживаемая трубка по своей природе эластична и меняет свою форму. ТМА может помочь собрать информацию о температуре, при которой материал начинает сжиматься, насколько он сжимается и при какой нагрузке. На графике показаны два измеренных образца. Первый образец начинает сжиматься примерно при 60°C с усадкой 40% к концу измерения (зеленые кривые). Во втором примере, смещение поддерживалось на постоянном уровне, а нагрузка измерялась. Зафиксирована максимальная нагрузка 0,98 Н (синие кривые).

TMA 402 F1/F3 Hyperion®

Сменные вертикальные печи (с автоматическим подъемником)	<ul style="list-style-type: none"> Стальная печь: от -150°C до 1000°C Карбид-кремниевая печь: от КТ до 1550°C Печь с интракулером: от -70°C до 450°C Медная печь: от -150°C до 500°C (возможно подключение к генератору влажности)
Скорости нагревания/охлаждения	от 0,001 К/мин до 50 К/мин
Системы охлаждения	<ul style="list-style-type: none"> Для стальной и медной печи: <ul style="list-style-type: none"> Охлаждение жидким азотом (дополнительно с сосудом Дьюара на 60 л; удобная система долива) Вихревая трубка (на основе сжатого воздуха) Интракулер для печи
Режимы измерений	Расширение, пенетрация, трехточечный изгиб, натяжение
Диапазон измерений/Δl разрешение	<ul style="list-style-type: none"> 500 мкм (± 250 мкм) / 0,125 нм 5000 мкм (± 2500 мкм) / 1,25 нм
Нагрузка и смещение	Одновременное измерение нагрузки и сигнала смещения
Диапазон нагрузки (на образец)	от 0,001 Н до 3 Н (F3) / 4 Н (F1) с шагом 0,02 мН без использования дополнительного веса
Цифровое разрешение (нагрузка)	< 0,01 мН
Частота модуляции (только для 402 F1 Hyperion®)	<ul style="list-style-type: none"> от 0,0003 Гц до 1 Гц; настраиваемая частота формы волн: квадратная, синусоидальная, треугольная, шаги, рост, импульсы
Сменные держатели образца	<ul style="list-style-type: none"> Кварц: до 1100°C Алюминий: до 1550°C
Специальные контейнеры для образца	Для измерений паст, порошков, жидкостей, воска, расплавленных металлов, погружения
Размеры образца	<ul style="list-style-type: none"> Длина: макс. 30 мм; держатель образца из оксида алюминия с макс. Ø 10 мм, кварцевый держатель 12 мм / 8 мм; Автоматическое определение длины образца (точность: 0,01 мм)
Атмосферы	Программно-контролируемая, инертная, окислительная, восстановительная, вакуум



Группа NETZSCH — это управляемое владельцем, международное высокотехнологическое предприятие с главным офисом в Германии. Такие подразделения предприятия, как «Анализ и тестирование», «Измельчение и диспергирование», а также «Насосы и системы» отвечают за индивидуальные решения наивысшего качества. Более 3800 сотрудников в 36 странах, занятых в глобальной сети отделений по продажам и обслуживанию, гарантируют близость к клиенту и компетентное обслуживание.

При этом целью является работа на самом высоком уровне. Мы гарантируем нашим клиентам Proven Excellence – отличное качество во всех сферах, которое постоянно обеспечивается нашей компанией начиная с 1873 года.

Если Вам необходим термический анализ, адиабатическая реакционная калориметрия, определение теплофизических свойств, реология и испытания на огнестойкость – 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.

Proven Excellence.

Филиал НЕТЧ-Герэтебау ГмбХ
Ленинский пр-т, д. 113/1
117198 г. Москва
Российская Федерация
тел./факс: +7 (499) 272-05-32
ngb@netsch.ru

NETZSCH[®]

www.netsch.com