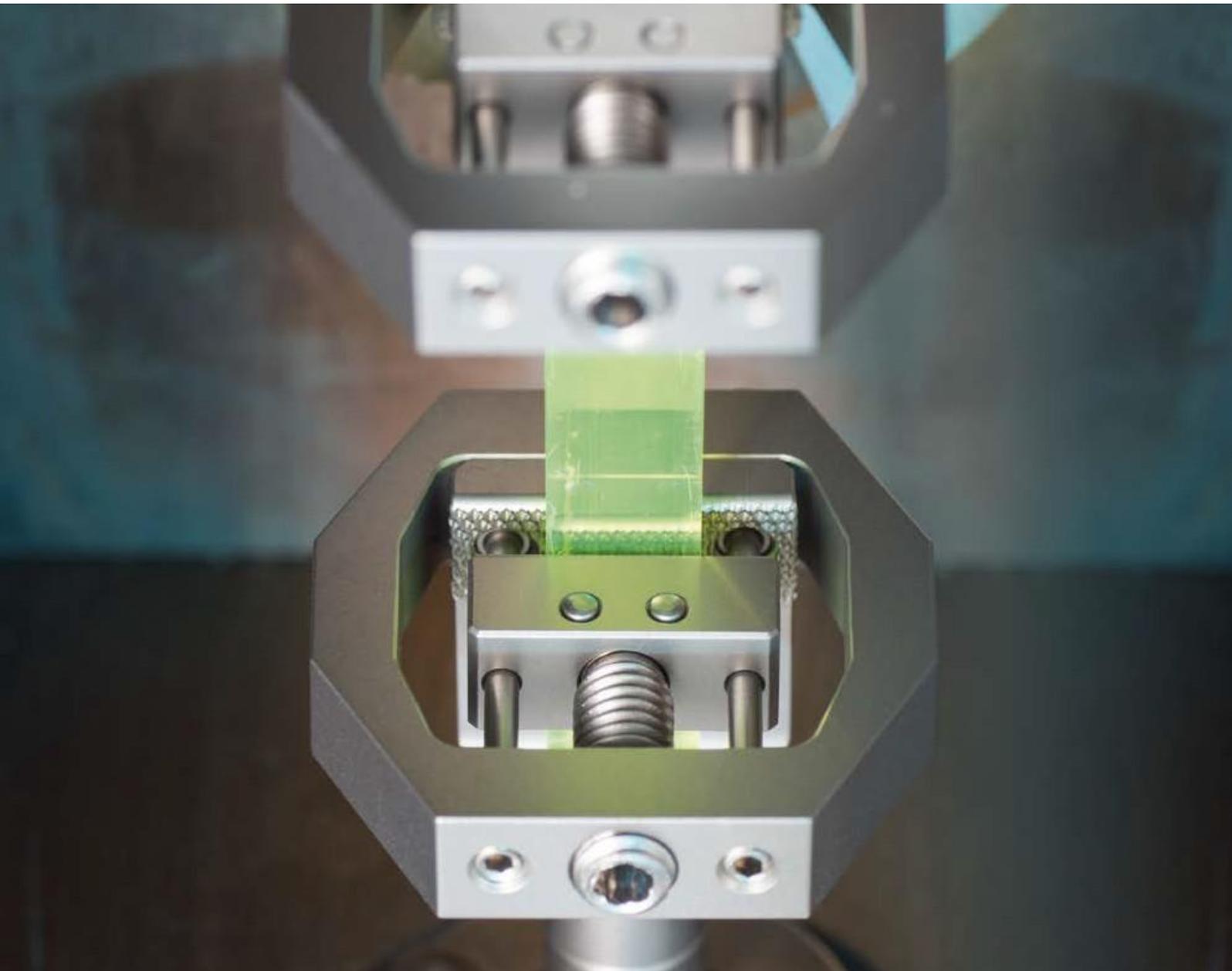


NETZSCH

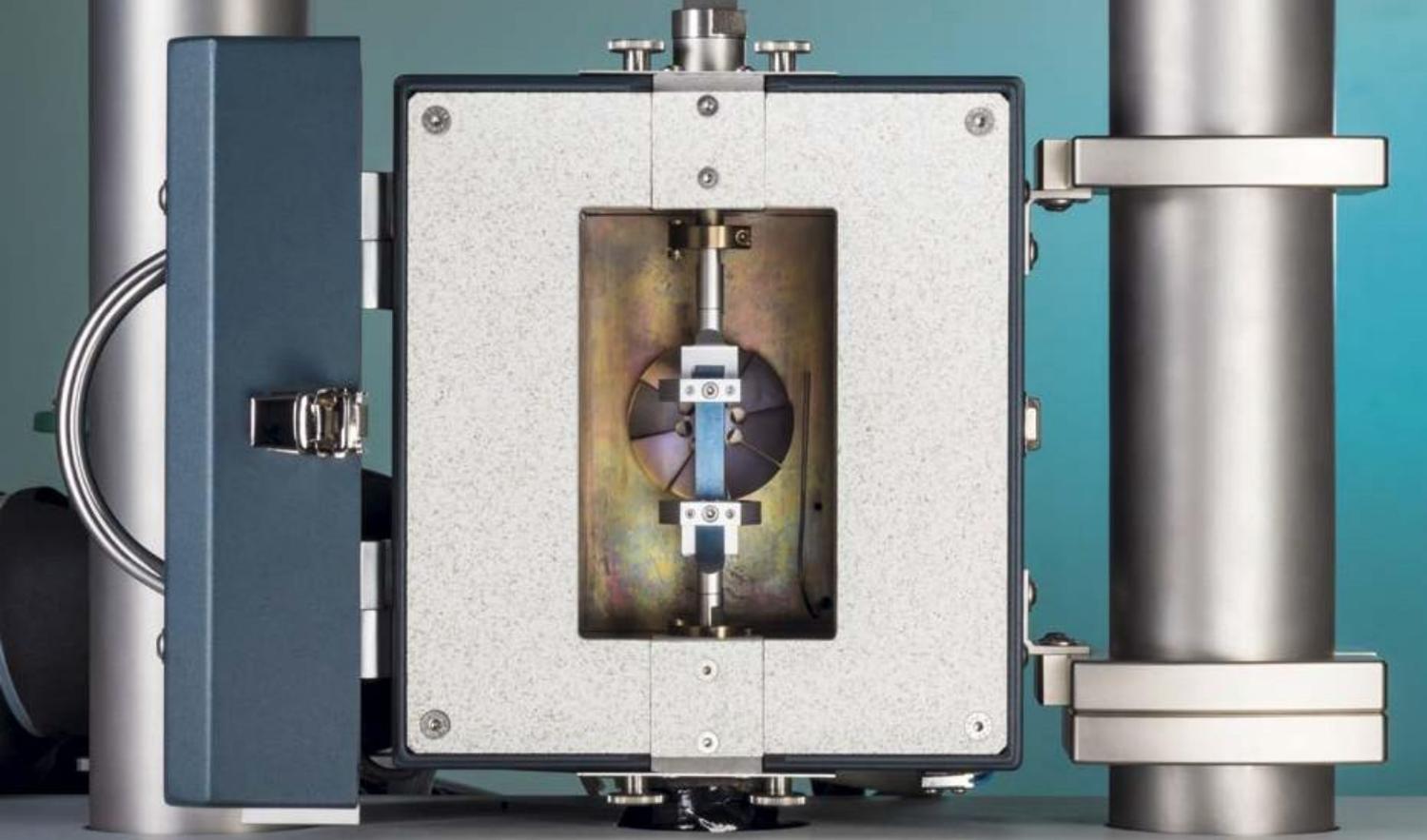
Proven Excellence.



DMA GABO с высокой нагрузкой Серия EPLEXOR® до ± 500 N

Динамические механические испытательные системы

Анализ & Тестирование



Интеллектуальные испытания материалов

More than 40 years of
experience in R&D for premium-
quality dynamic mechanical analysis

ВПЛОТЬ ДО
ВЫСОКИХ
НАГРУЗОК

Успешному внедрению материалов и продуктов на рынок всегда предшествует масштабное исследование для определения потребительских свойств при повседневном применении. Температура, время, частота, уровень нагрузки и другие параметры меняют вязкоупругие свойства полимеров и композитов.

- Как температура или влажность влияет на ваши продукты?
- Как свойства материала зависят от механической нагрузки или частоты?
- Каков срок службы материала в экстремальных условиях (циклическое воздействие, гистерезис и т.д.)?

Приборы NETZSCH могут ответить на эти и многие другие вопросы, используя наши передовые технологии в области разработки материалов и дизайна. Наша продукция, разработанная специалистами для специалистов, предлагает экономически эффективные и конкурентоспособные решения практически для любой экспериментальной задачи.

Приборы серии EPLEXOR® соответствуют различным стандартам, включая DIN 53513, ISO 6721/1, ISO 6721/4, ISO 6721/5, ISO 6721/6, ISO 4664, ASTM D4065 и ASTM D4473.

Динамический механический анализ

Динамический механический термоанализатор прикладывает силовую периодическую нагрузку на образец и анализирует фазовый сдвиг между этим первичным возбуждением и реакцией материала. Реакция идеальной упругой системы (например, пружины) на синусоидальную нагрузку при заданной частоте имеет ту же частоту и фазу, что и приложенное возбуждение. Ситуация меняется в реальной системе: фазовый сдвиг ($\delta > 0^\circ$) между первичным возбуждением и реакцией той же частоты происходит в случае линейных вязкоупругих материалов (например, полимеров); см. рисунок 1.

Эластичные и неэластичные свойства по существу описывают динамические механические характеристики материала. Модуль упругости E' , т.е. действительная часть комплексного модуля E^* , представляет собой эластичную компоненту; модуль потерь E'' , т.е. рассеиваемая часть, является мнимой частью. Изображенные в комплексной плоскости, модули потерь и упругости являются проекциями комплексного модуля на действительную и мнимую оси (рисунок 2). Тангенс угла между действительной осью и вектором комплексного модуля (E^*) представляет собой фазовый сдвиг ($\tan\delta$) между ними.

DMA Результаты

- Динамические модули
- Коэффициент поглощения ($\tan\delta$)
- (Статический) модуль Юнга
- Частотная зависимость
- Температурная зависимость
- Переход стеклования
- Фазовые переходы второго рода
- Мастер кривая
- Гистерезис
- Релаксация и фазовый сдвиг
- Ползучесть
- Старение
- Испытание на усталость
- Прогностическое испытание
- Испытание на износоустойчивость
- Испытание на удар
- Испытание погружением
- Испытания под УФ-светом
- Испытания в контролируемой влажной атмосфере
- Тепловое расширение

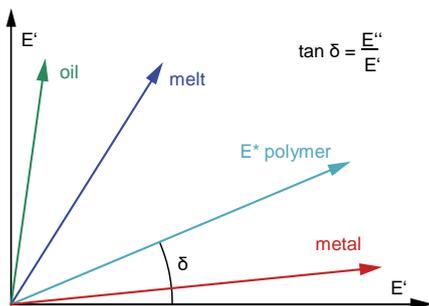


Рисунок 1: Вязкоупругие свойства в комплексной плоскости; различные классы материалов демонстрируют существенные различия фазовых сдвигов

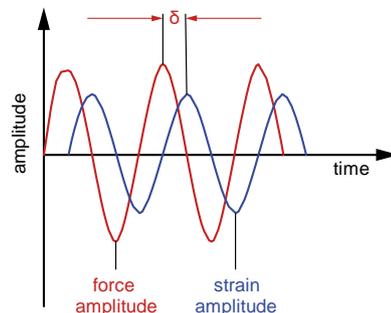
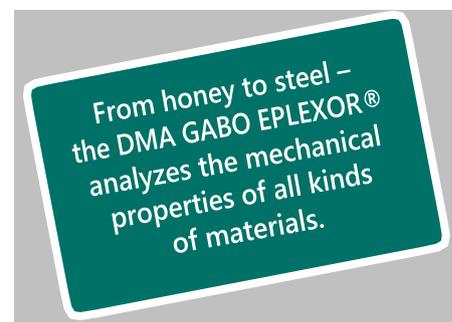


Рисунок 2: Измеряемые параметры: поглощение (δ), амплитуды силы и деформации



Серия DMA GABO EPLEXOR® МОДУЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ

Системы DMA GABO EPLEXOR® High-Force допускают различные варианты модернизации – решение задач завтрашнего дня уже сегодня!



– ВСЕ ГОТОВО ДЛЯ БУДУЩЕГО

Набор будущего

Серия DMA GABO EPLEXOR® позволяет легко проводить модернизацию системы с различными датчиками силы и деформации, а также печей. Для непрерывной работы, доступна полностью автоматическая система смены образца. Различные версии EPLEXOR® работают без гидравлической насосной системы – тем самым обеспечивая энергоэффективную работу.

Адаптация диапазона сил в зависимости от конкретных результатов

Уникальная система ДМТА имеет возможность установки различных датчиков силы для удовлетворения потребностей различных пользователей, с максимальными силами от ± 10 Н до ± 2500 Н. Все приборы имеют статические нагрузки до 1500 Н. Максимальная динамическая сила для самого мощного прибора составляет ± 500 Н. Это позволяет задавать наилучшие возможные условия для оптимизации результатов. Например, с помощью датчиков большой силы весь диапазон применения резиновых и эластомерных материалов может быть исследован при сжатии или растяжении – даже ниже температуры стеклования. Эти датчики силы могут быть легко заменены.

Два независимых привода для статических и динамических сил

Система DMA GABO EPLEXOR® является единственной системой ДМТА на рынке с двумя независимыми приводами для статической и динамической силы. Система работает в полностью автоматическом режиме и обеспечивает высокую точность измерения положения в широком рабочем диапазоне расстояний.

Широкий рабочий диапазон

Напряжение точно измеряется двумя бесконтактными оптическими датчиками. Это допускает статическое смещение 60 мм и динамическую амплитуду до ± 6 мм.

NUMERICAL CONTROL & HUMIDITY
UV ACCESSORY
VERSATILITY OF SAMPLE HOLDERS
FUTURE-PROOF
REAL-TIME OPERATION
EXTENSION OF FORCE RANGE
DIGITAL SHAPE GENERATOR
BROAD TEMPERATURE RANGE

Первоклассная эффективность с и работой в режиме

Уникальный, благодаря работе в режиме реального времени и генератору цифрового сигнала

Система ДМА позволяет работать в режиме реального времени. Квазинепрерывный диапазон частот от 0,001 Гц до 100 Гц позволяет работать с высокой скоростью сбора данных. Частотные развертки с высокой чувствительностью детектирования пригодны для обнаружения даже слабых переходов и могут быть использованы для построения мастер-кривой. Частотный диапазон может быть расширен (0,0001 Гц; 200 Гц).

Дополнительный цифровой генератор сигналов для обычного и импульсного ДМА является необходимым условием для формирования сигналов возбуждения различных форм, включая импульсы методом гармонического синтеза. Встроенные формы сигналов (например, прямоугольный, пилообразный, Ханнинг, Хэмминга, Блэкмана, Блэкмана-Харрис или формы, определяемые пользователем) могут быть получены с помощью дополнительных программных средств.

Великолепная гибкость при нагрузке благодаря двум независимым приводам

Статическая и динамическая силы могут быть приведены в действие независимо друг от друга. Статическая сила создается с помощью серводвигателя; динамическая сила генерируется системой электродинамического вибратора. Таким образом, большие статические силы на образце могут быть получены при деформации образца под действием пластинчатых пружин, а не под действием системы вибратора.

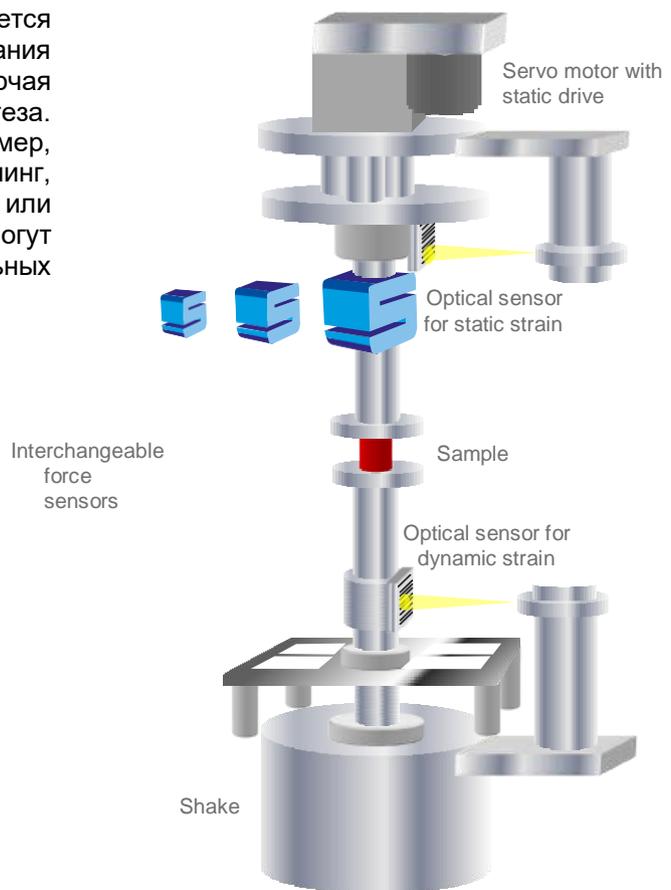


Diagram of the EPLEXOR®: Force sensors are interchangeable.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖЕСТКОЙ РАМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Высокая жесткость системы для надежных испытаний

Серия DMA GABO EPLEXOR® до ± 500 Н использует очень жесткую раму, которая позволяет проводить прямые измерения на сжатие твердых образцов ниже температуры стеклования от -160 °C и выше в режиме деформационно-контролируемых измерений. Низкая деформируемость позволяет исследовать жесткие образцы, такие как металлы, керамику и композиты.

Испытания на устойчивость к действию высоких нагрузок и растяжение

Часто испытания на растяжение или усталость при высоких уровнях силы – это разрушающие эксперименты. Свойство амортизации, обеспечиваемое уникальной системой пластинчатых пружин очень выгодно в таких случаях.

Линейные и нелинейные механические характеристики

DMA GABO EPLEXOR® является единственной системой DMA на рынке, определяющей как линейные, так и нелинейные механические характеристики материалов в условиях применения. Нелинейные свойства материала можно легко оценить с помощью преобразования Фурье и метода гистерезисного анализа (опция). Все динамические результаты (E' , E'' , $\tan\delta$) определяются для линейного и нелинейного возбуждения образца.

Широкий температурный диапазон для разных приложений

Вы можете выбирать между тремя различными печами в интервале температур от -160 °C до 1500 °C.

Система УФ-облучения

Испытательные машины DMA GABO EPLEXOR® могут быть оснащены системой УФ-облучения. Интенсивность УФ зависит от частоты (≈ 10 Вт/см², источник); световод имеет пропускание приблизительно 80%. УФ блок предназначен для работы в диапазоне температур от 0 °C до 300 °C.

**ОТКРОЙТЕ
ДВЕРЬ ДЛЯ
ПОСТАВЛЕННЫХ
ЗАДАЧ**

Разнообразие держателей образцов для решения задач сегодняшнего и завтрашнего дня

Любые исследования, характеристики и контрольные испытания качества, проведенные на материале, должны соответствовать его применению. Результаты, полученные с помощью измерений, которые близки к реальному использованию, позволяют получить более точные оценки истинных свойств материала.

Доступны разнообразные держатели образцов стандартной геометрии (например, изгиб, растяжение), а также специальной, определяемой пользователем. Также предлагаются погружные системы.

ИДЕАЛЬНЫЕ ДЕРЖАТЕЛИ ОБРАЗЦА ДЛЯ ЛЮБЫХ ИСПОЛЬЗОВАНИЙ



Сжатие



Растяжение пленки



Растяжение волокон корда



3-х точечный изгиб



Асимметричный изгиб

- Сжатие – большие и маленькие образцы
- Растяжение – бруски и полоски с механизмом самозатягивания
- Растяжение – волокна и волокна корда
- Растяжение – пленки
- 3-х точечный изгиб
- 3-х точечный изгиб до 1500 °С
- Асимметричный 3-х точечный изгиб – до 1500 °С
- 4-х точечный изгиб
- Погружные держатели – могут использоваться с системами держателей различных образцов
- Двойной сдвиг
- Двухплечевой консольный зажим
- Комбинированный ДМА и ДЭА



4-х точечный изгиб



Растяжение-погружение



Двойной сдвиг



Двухплечевой консольный
Зажим



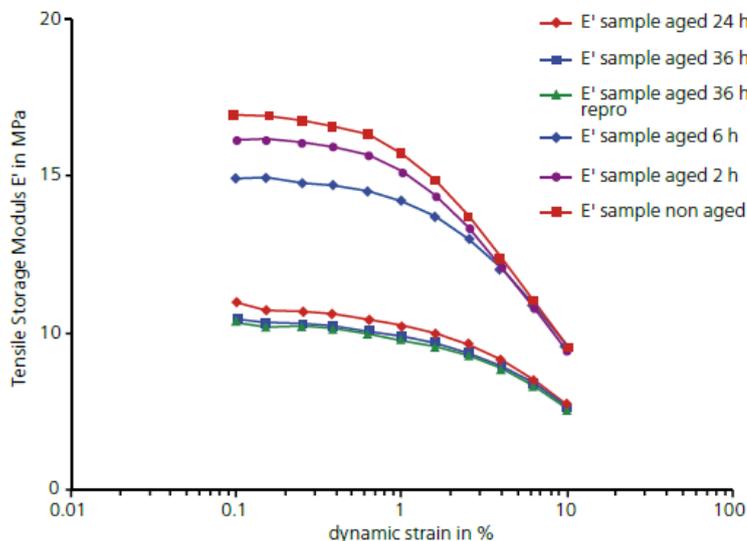
Диэлектрический динамический –
механическое сочетание

Больше исследовательских различных ПОГРУЖЕНИЕ И ВЛАЖНОСТЬ - моделирование воздействия окружающей среды

Погружение для исследования набухания и других эффектов

Погружная ванна позволяет проводить измерения в жидкости, такой как вода или масло в сочетании с держателями образцов, такими как 3-х точечный изгиб (на фото справа) или растяжение (на фото слева), в тех случаях, когда испарение и температура разложения растворителя или жидкости не является проблемой.

На графике ниже показаны результаты измерений при комнатной температуре на резине при предварительной деформации 20% и частоте 10 Гц. Сканирование амплитуды проводили после каждой стадии старения. Отчётливо видно, что E' значительно уменьшается со временем выдержки в погруженном состоянии.



Держатель образца для испытаний на растяжение (слева) и изгиб (справа) в погружной ванне

ВОЗМОЖНОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ДОПОЛНЕНИЙ

В условиях окружающей среды может происходить поглощение воды и, следовательно, подобные исследования играют решающую роль в производственных процессах и хранении материалов. DMA GABO EPLEXOR® в сочетании с генератором влажности HYGROMATOR® способен создать влажную среду внутри испытательной камеры, чтобы выявить влияние влажности окружающей среды на механические свойства.

HYGROMATOR® – первая в мире климатическая камера для ДМА

HYGROMATOR® может регулировать влажность от 5% до 95% относительной влажности в диапазоне температур от 5 °C до 100 °C. Измерения могут быть выполнены при изменении влажности ступенчато. В качестве альтернативы, линейные изменения влажности также могут быть установлены для увеличения или уменьшения влажности. Стабильность условий гарантирована до 24 часов.



Генератор влажности подключается к стандартной печи. HYGROMATOR® можно легко установить и демонтировать. Любая существующая система EPLEXOR® может быть дооснащена генератором влажности.

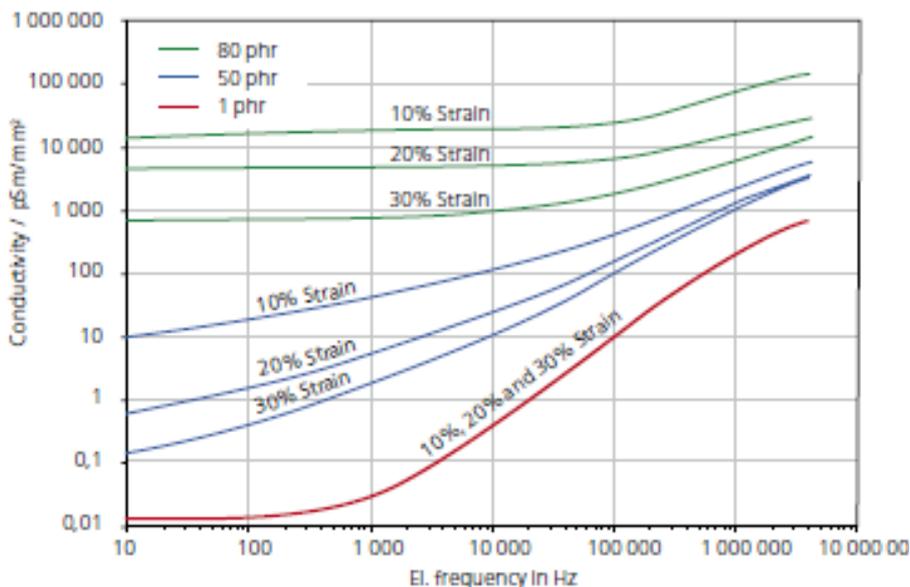
DIPLEXOR® – Синхронный DMA AND DEA

Для одновременного определения диэлектрических и механических свойств, доступны специальные держатели для образцов и диэлектрического контроллера для систем DMA GABO EPLEXOR®. Диэлектрический анализ (ДЭА) исследует структуру материала путем приложения синусоидального напряжения определенной частоты к двум электродам.

В совместных измерениях ДМТА-ДЭА, частота находится в диапазоне от 10^{-2} Гц до 10^7 Гц. Electrodes удерживают твердый диэлектрический образец между плоскими пластинами конденсатора. Испытания проводятся в режиме сжатия. Результирующий переменный ток "через" образец сдвигается по фазе на конденсаторе. Рассчитывается комплексная диэлектрическая функция $\epsilon^* = \epsilon' - i \epsilon''$ (ϵ^* = диэлектрическая проницаемость). Система DIPLEXOR® создана для совместных испытаний ДМТА-ДЭА.

* DIPLEXOR® зарегистрирован только в Европе

Влияние содержания сажи и амплитуды деформации на проводимость



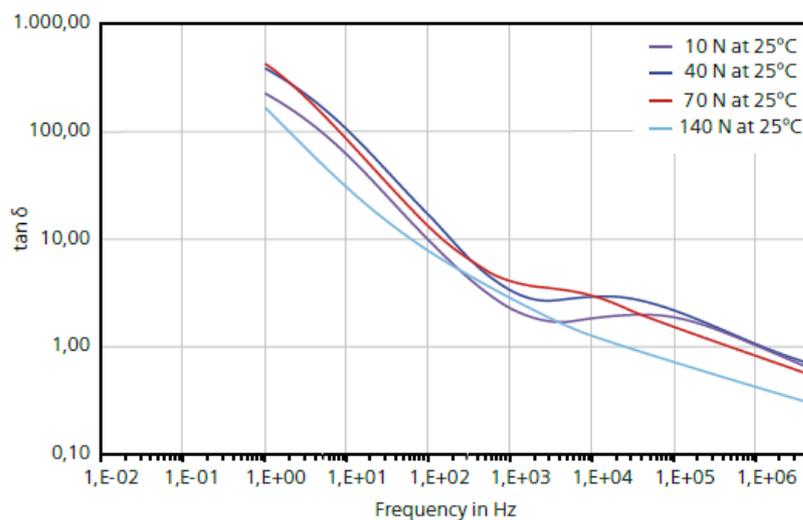
NBR samples with different levels of carbon black N550 content: 80 phr, 50 phr and 1 phr in compression mode at 25°C.

Этот график показывает измерения ДМТА-ДЭА на трех образцах HNBR с различными уровнями содержания сажи N550 (80 phr*, 50 phr* и 1 phr*) в режиме сжатия при 25 °C. Каждый образец был сжат на 10%, 20% и 30%. Проводимость возрастает с увеличением содержания сажи. Одновременно, для каждого образца можно также наблюдать, что проводимость уменьшается с увеличением статической деформации. В случае незначительного уровня содержания сажи (1 phr), какое-либо влияние наполнителя на проводимость отсутствует, поскольку нет никакого наполнителя. Ситуация меняется при 50 phr сажи. Эта концентрация находится вблизи предела перколяции, как и в случае 80 phr углеродной сажи. При 50 phr, деформационная зависимость проводимости выше, чем при 80 phr сажи.

**phr = частей на сотню резины

Влияние статической нагрузки на EPDM при высоких частотах

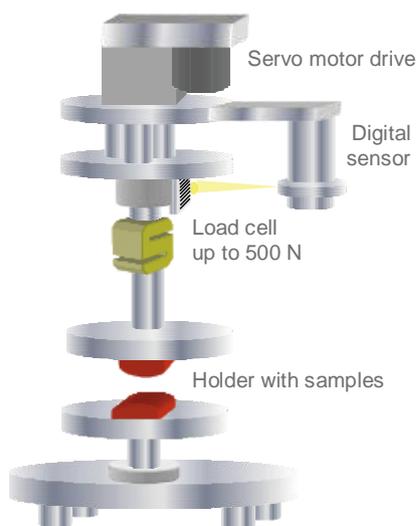
Этот график показывает вызванный силой сдвиг в измерениях DMA-DEA на EPDM с увеличением статической нагрузки с 10 Н до 140 Н при 25 °С. При статической нагрузке 10 Н пик может наблюдаться с частотой ≈70000 Гц. Этот пик движется к более низким частотам с увеличением приложенной силы и исчезает при 140 Н в восходящем демпфирующем сигнале на более низких частотах.



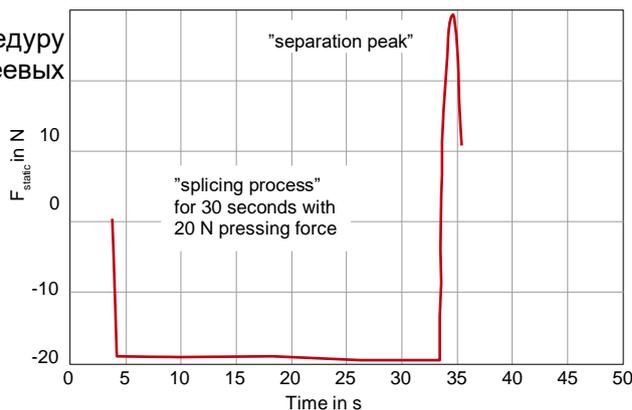
Для испытаний DMA-DEA в режиме сжатия размеры образца могут составлять 2 мм в высоту при диаметрах от 10 до 25 мм.

РАСШИРЕНИЕ КЛЕЙКОСТИ

Расширение клейкости для DMA GABO EPLEXOR® и GABOMETER® использует запатентованную процедуру для надежного измерения силы отслаивания двух клеевых компонентов.



Measuring principle of the tackiness extension



Contact adhesive of two unvulcanized rubber areas; normal force 20 N, duration 20 s

Диапазон применения

Липкость «зеленых шин», клеев и слоев краски.

Особые возможности

Адгезии применяются с усилием до 500 Н; силы адгезии регистрируются с разрешением 10 мН и до 50 точек измерения в секунду.



МГНОВЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Любую модель DMA GABO EPLEXOR® можно оснастить автоматической системой смены образца (ACCO) или многоцелевой системой смены образца (MACCO), что образует полностью автоматическую систему испытания материалов. Эти системы позволяют получить результаты с тем же уровнем воспроизводимости и точности, как и в случае обычного изменения образцов.

Полностью автоматические системы испытаний служат для точных измерений и помогут вам сэкономить деньги. Любая система DMA GABO EPLEXOR® может быть оснащена автоматической системой смены образца (ACCO) или многоцелевой системой смены образца (MACCO), позволяющей исследовать вплоть до 160 образцов из одного лотка.

Автоматическая система смены образцов

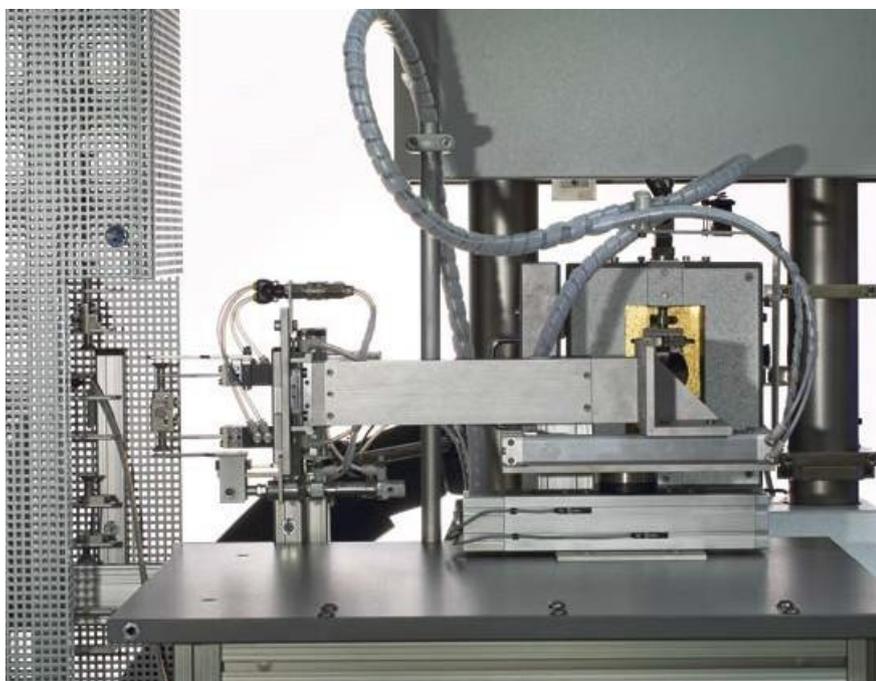
Всегда в Вашем распоряжении!

Устройство автоматической смены образца

Вы можете выбрать необходимые образцы на растяжение, сжатие, сдвиг, изгиб или консольный зажим. Автоматическая система смены образцов (АССО) забирает образцы из лотка и помещает их в температурную камеру в положение для анализа. Все тесты выполняются полностью в автоматическом режиме. Тем не менее, пользователь должен выбрать геометрию измерения, установить соответствующий захват и запустить систему в автоматическом режиме.

Многоцелевая система смены образца

Многоцелевая система смены образца (МАССО) – самая передовая система смены образцов на рынке – позволяет проводить измерения на растяжение, сжатие, сдвиг, изгиб и одиночный консольный зажим в любом порядке и без какого-либо механического вмешательства оператора. Геометрия и расположение образцов в лотке в вашем распоряжении.



Податчик АССО изменяет положение держателя образца для двойного сдвига

Оригинальная система смены образца

Системы смены образца способны заменять либо весь держатель образца (МАССО, все геометрии), или только образец (АССО).

Образцы, которые не закреплены внутри держателя образца, такие как на сжатие или изгиб, обрабатываются в индивидуальном порядке.

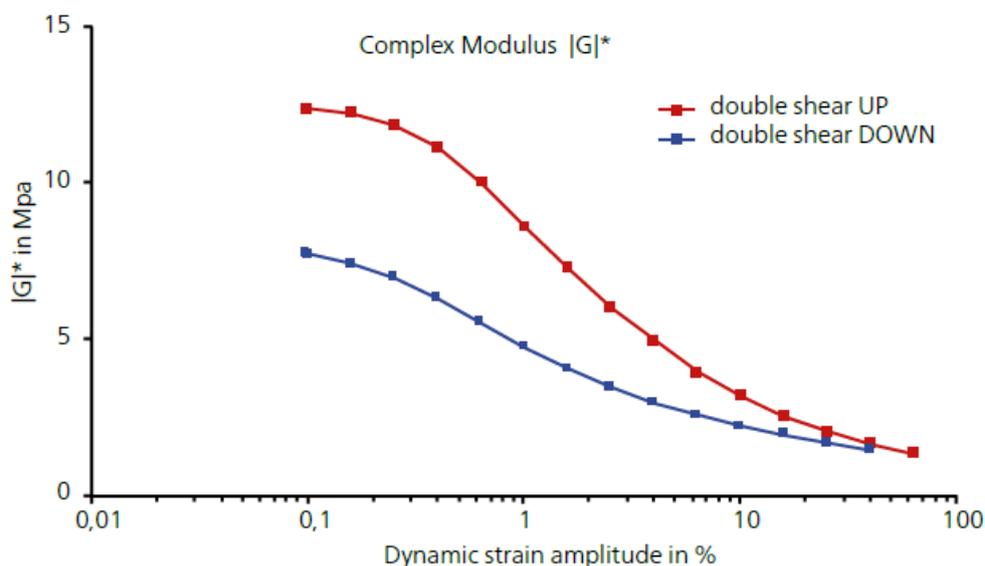
Однако в случае закреплённых образцов, заменяется весь держатель образца (см. изображение слева).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Эффект Пейна в резинах - Стандартные испытания резиновых материалов

Оба эффекта, Маллинза и Пейна, описывают изменения свойств эластомера как функции деформации. Наблюдается увеличение нелинейности с ростом амплитуды деформации.

Взаимодействия Наполнитель-Наполнитель



Filled elastomer in double shear mode

Эффект Пейна происходит только в эластомерах с примесями и развивается в сети наполнителя. Это приводит к снижению модуля упругости и является функцией таких взаимодействий наполнитель-наполнитель, как обрыв физических связей между частицами наполнителя. После того, как деформация снимается, наблюдается реверсивный эффект через некоторый промежуток времени.

Этот график показывает результат разверток деформации на резиновый материал в режиме двойного сдвига. Модуль уменьшается с увеличением деформации в результате ослабления взаимодействий в сети наполнителя.

*Механические свойства
при больших деформациях
в реальных условиях*

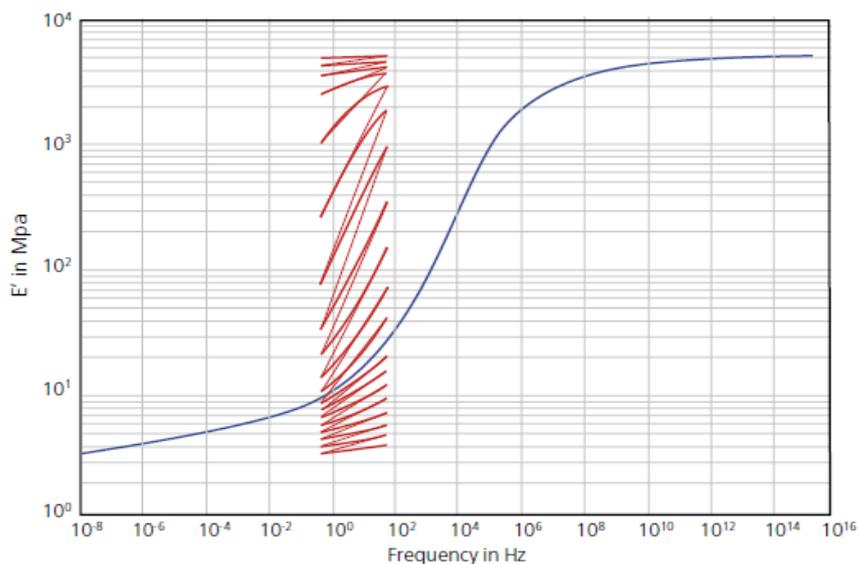
Мульти-частотная развёртка для расчета Мастер-кривой

Функция расчета Мастер кривой экстраполирует свойства материала для частот за пределы допустимого диапазона измерения (от 0,001 до 200 Гц). Это позволяет улучшить исследования динамико-механических свойств в реальных условиях.

Температурно-Временная Суперпозиция

Применения резины часто включают динамические нагрузки в широком диапазоне частот. Исследования частотной зависимости динамических-механических свойств, таким образом, часто используются для получения данных для разработки нужных резиновых смесей.

Этот график показывает результат многочастотного испытания резины, нагруженной в режиме растяжения. С использованием температурно-временной суперпозиции (ТВС, красные точки), может быть вычислена мастер-кривая (синяя кривая, в соответствии с уравнением Вильямса-Ландела-Ферри).

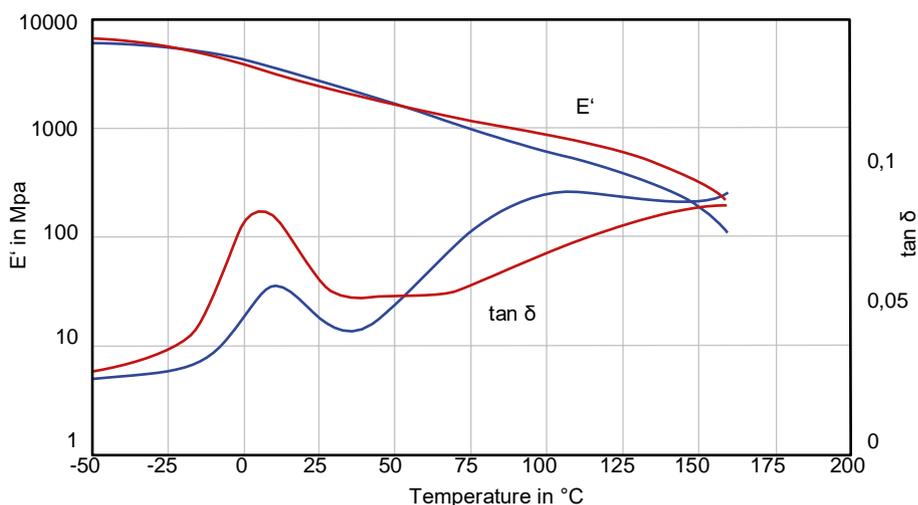


Это измерение на резиновом материале осуществляли в диапазоне от -80 °С до 80 °С. В каждом интервале 5 К температура поддерживалась постоянной, а частота сканировалась от 0,5 Гц до 50 Гц. Здесь частота была экстраполирована выше ГГц диапазона.

Температурная развёртка

Термическая обработка полипропилена

Температурная развёртка полезна для анализа вязкоупругого поведения полимера до и после термической обработки. Этот график показывает динамический модуль упругости, E' и вязкоупругие потери, $\tan \delta$, как функции температуры для полипропилена. Поведение коэффициента поглощения значительно изменяется из-за теплового воздействия в 1-й развёртке. Переход стеклования (пики на кривых $\tan \delta$) слегка смещается в сторону более низких температур и имеет более высокий пик поглощения. Плечо на $\tan \delta$ между 50 °С и 125 °С исчезает во 2-м цикле нагрева.

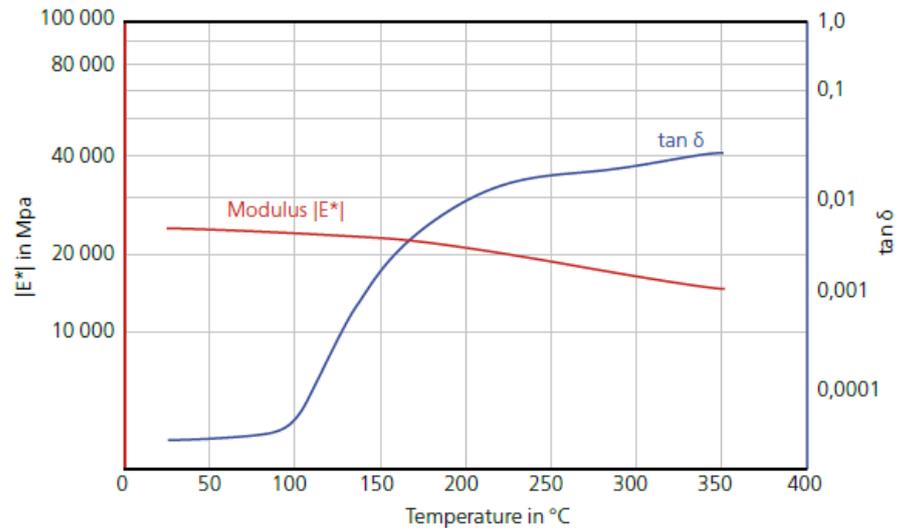


Здесь температурные развёртки были выполнены в режиме растяжения. Первая развёртка (синие кривые) сравнивается со 2-ой развёрткой (красные кривые). Статическая нагрузка деформации составила 1%; динамическая нагрузка деформации до 0,1%. Частота 10 Гц.

Наименьшие значения $\tan\delta$ для жестких материалов

Низкие потери в магнии

Этот график показывает температурную зависимость комплексного модуля E^* (красная кривая) и поведение поглощения ($\tan\delta$; синяя кривая) образца магния. При комнатной температуре, $\tan\delta$ крайне мало (приблизительно $1,5 \cdot 10^{-4}$). Столь низкие значения поглощения, соответствующие минимальному сдвигу фаз между силой и деформацией образца, могут быть реализованы только с помощью высокоэффективных датчиков, которые обеспечивают высокое разрешение для определения сдвига фаз.



Демпфирующее поведение магния

Техническое обслуживание и калибровка

У Вас есть какие-либо вопросы, касающиеся ваших применений? NETZSCH предоставит Вам полную поддержку. Все включено, обслуживание и калибровка оборудования после продажи являются частью нашего сервиса, так как для нас очень важно, чтобы пользователи были довольны работой нашего оборудования. Если Вам необходима более подробная информация, пожалуйста, свяжитесь с нами по телефону, электронной почте или факсу.

Испытания по договору

NETZSCH проводить измерения по договору. Программы испытаний могут быть подготовлены по желанию заказчика. Пожалуйста, свяжитесь с нами для получения дальнейшей информации..

До новых встреч!

Технические характеристики

DMA GABO EPLEXOR® Серия до ± 500 N

	25 N	100 N	150 N	500 N
Диапазон динамической силы	± 25 N (50 N)*	± 100 N (200 N)*	± 150 N (300 N)*	± 500 N (1000 N)*
Диапазон статической силы	1500 N	1500 N	1500 N	1500 N
Динамическая деформация	± 1.5 мм (3 мм)*	± 1.5 мм (3 мм)*	± 1.5 мм (3 мм)* Опционально: ± 3 мм (6 мм)*	± 1.5 мм (3 мм)* Опционально: ± 6 мм (12 мм)*
Статическое перемещение	До 60 мм	До 60 мм	До 60 мм	До 60 мм
Частотный диапазон	0.001 Hz до 100 Hz Опциональный диапазон: 0.0001 до 200 Hz	0.001 Hz до 100 Hz Опциональный диапазон: 0.0001 до 200 Hz	0.001 Hz до 100 Hz Опциональный диапазон: 0.0001 до 200 Hz	0.001 Hz до 100 Hz Опциональный диапазон: 0.0001 до 200 Hz
Температура	RT to 500°C Опционально **: -160°C до 500°C, КТ до 1000°C/1500°C	RT to 500°C Опционально **: -160°C до 500°C, КТ до 1000°C/1500°C	RT to 500°C Опционально **: -160°C до 500°C, КТ до 1000°C/1500°C	RT to 500°C Опционально **: -160°C до 500°C, КТ до 1000°C/1500°C
HYGROMATOR® Optional	Диапазон влажности: 5% rH до 95% rH; Температурный диапазон: 5°C до 95°C	Диапазон влажности: 5% rH до 95% rH; Температурный диапазон: 5°C до 95°C	Диапазон влажности: 5% rH до 95% rH; Температурный диапазон: 5°C до 95°C	Диапазон влажности: 5% rH до 95% rH; Температурный диапазон: 5°C до 95°C
УФ приставка	Опционально	Опционально	Опционально	Опционально

* Пиковое усилие (пик-пик)

** Опции высокой температуры, 1000 ° C или 1500 ° C, также могут быть модифицированы для установленных систем EPLEXOR®



NETZSCH семейная немецкая компания среднего размера, участвующая в производстве машин и приборов с общемировым производством, продажей и сервисными филиалами.

Три бизнес-подразделения - Анализ и Тестирование, Шлифовка и Диспергирование и Насосы и Системы - обеспечат индивидуальные решения для удовлетворения потребностей самого высокого уровня. Более 3000 сотрудников в 210 торговых и производственных центрах в 35 странах по всему миру, которые гарантируют экспертную службу неподалёку от наших клиентов.

Когда речь идет о термическом анализе, калориметрии (адиабатической и реакционной) и определении теплофизических свойств, NETZSCH все это охватывает. Наши 50 лет опыта применения, широкого внедрения линейки продуктов и комплексных предложений услуг, чтобы наши решения не только удовлетворяли всем вашим требованиям, но и превосходили ваши ожидания.

Proven Excellence.

NETZSCH-Gerätebau GmbH
Permanent Establishment Ahlden
Schulstr. 6
29693 Ahlden
Germany
Tel.: +49 5164 8019-0
Fax: +49 5164 8019-30
info.ngi@netsch.com

NETZSCH[®]

www.netsch.com