

Динамические сдвиговые
реометры для анализов и испытаний
компонентов (образцов) асфальта



Anton Paar
(Антон Паар)

SmartPave
(СмартПэйв)





SmartPave (СмартПэйв)

Динамические сдвиговые реометры (DSR)

За последние несколько лет требования к качеству битума и битумных вяжущих (в особенности к упругости и гибкости материалов) стали значительно строже. В процессе строительстве дорог постоянно разрабатываются новые концепции состава асфальта, рассчитанного на значительные нагрузки, которые создает непрерывно увеличивающийся транспортный поток. Однако традиционные методы анализов и испытаний не всегда позволяют получить достаточное количество информации о свойствах и характеристиках инновационных материалов, в состав которых, как правило, добавляют полимеры.

Для поддержания соответствия современного асфальта и битумной продукции строгим требованиям, которые к ним предъявляются, необходимо использование высокоэффективных приборов, при помощи которых можно выполнить анализ данной продукции как на стадии разработки, так и в процессе контроля качества. Динамические сдвиговые реометры SmartPave 92 и SmartPave 102 подходят для проведения испытаний и анализов образцов битума и битумных вяжущих как с добавками полимеров, так и без них. Испытания и анализы могут быть проведены в широком температурном диапазоне в соответствии с требованиями определенных стандартов или классических реологических методов измерений.

Динамические сдвиговые реометры производства компании Anton Paar получили широкое признание по всему миру благодаря использованию нескольких инновационных технологических решений, таких как бесколлекторный привод постоянного тока (привод типа EC), система автоматического распознавания инструментов Toolmaster™ и система регулировки температуры на основе элементов Пельтье, которая обеспечивает самую точную регулировку температуры (среди аналогичных приборов) в процессе термостатирования сухих образцов. Все это позволяет гарантировать непревзойденный уровень точности, удобства и простоты использования при проведении реологических испытаний и анализов образцов асфальта и битумной продукции.





SmartPave 92



Реометр SmartPave 92 создан специально для целей проведения контроля качества и повседневных измерений в испытательных лабораториях, специализирующихся на проведении испытаний и анализов образцов асфальта.

Подходит для проведения стандартных испытаний образцов асфальта в соответствии с требованиями стандартов AASHTO, ASTM, DIN EN, и FGSV

Диапазон температур:
от -5°C до 200°C

Создан для повседневной работы в лаборатории

SmartPave 102



Реометр SmartPave 102 представляет собой прибор, соответствующий самым строгим требованиям к процессу проведения измерений.

Подходит для проведения стандартных испытаний образцов асфальта в соответствии с требованиями стандартов AASHTO, ASTM, DIN EN, и FGSV

Диапазон температур:
от -30°C до 200°C

Конфигурацию прибора можно изменить. Прибор позволяет выполнять все стандартные реологические анализы и испытания

MCR 302 / EC-Twist 502



Модульные компактные реометры MCR 302 и EC-Twist 502 (И-Си Твист 502) стали превосходным дополнением линейки продукции компании Anton Paar. Реометры компании Anton Paar соответствуют всем требованиям, которые предъявляются к самым современным процессам анализов и испытаний образцов асфальта и битумной продукции.

Подходит для проведения расширенных испытаний образцов асфальта в процессе исследований и разработки

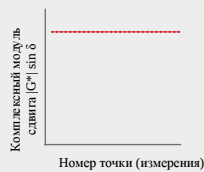
Подходит для проведения стандартных испытаний образцов асфальта в соответствии с требованиями стандартов AASHTO, ASTM, DIN EN, и FGSV

Диапазон температур:
от -150°C до 1000°C

Позволяет дать полную реологическую характеристику любых материалов (от твердых тел до жидкостей)

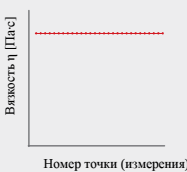
Испытания и анализы образцов асфальта и битумной продукции

Приборы серии SmartPave позволяют позволять следующие виды испытаний и анализов образцов битума и битумных вяжущих:



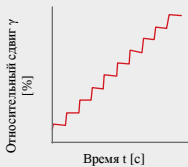
Классификация эксплуатационных параметров относительно суперпрочного асфальтового покрытия Superpave (Суперпэйв) в соответствии с требованиями стандартов AASHTO T315 / ASTM D7175

Позволяет классифицировать битумные вяжущие в соответствии с номинальными эксплуатационными характеристиками в диапазоне температур от 6 °C до 88 °C с учетом условий эксплуатации (в том числе условий окружающей среды и температуры [нанесения] покрытия).



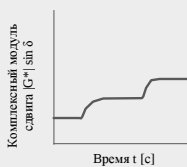
Определение вязкости битумных вяжущих в соответствии с требованиями стандартов AASHTO T316 / ASTM D4402

Использование ротационного вискозиметра/реометра для проведения стандартного анализа вязкости позволяет определить пригодность битумных вяжущих к обработке в диапазоне температур от 60 °C до 200 °C.



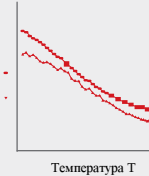
Определение упругих свойств при многократных сдвиговых нагрузках (MSCR) (упругое восстановление после ползучести) в соответствии с требованиями стандартов AASHTO T350 / ASTM D7405

Данный вид испытаний позволяет определить способность битумного вяжущего с добавками полимеров противостоять растрескиванию и колееобразованию путем измерения процентного соотношения податливости при ползучести и упругого восстановления.



Определение реологических свойств битумных вяжущих с добавкой GTR (измельченного шинного каучука)

Битумные вяжущие можно смешивать с измельченным шинным каучуком (GTR) с целью улучшения их свойств и характеристик. Подобный метод используется при строительстве автомобильных дорог. Для определения реологических свойств, зависящих от температуры (в применимом диапазоне температур), используется специальная конфигурация динамического сдвигового реометра на основе системы концентрических (коаксиальных) цилиндров и устройства регулировки температуры, управляемого элементом Пельтье.



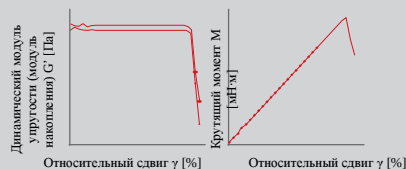
Определение реологических свойств битумных вяжущих при низких температурах

Кроме общепринятых стандартных методов измерений и исследований, оборудование компании Anton Paar позволяет выполнять исследования и анализы в широком диапазоне низких температур благодаря наличию в линейке продукции ряда устройств регулировки температуры, управляемых элементами Пельтье. Расширенные возможности проведения измерений позволяют выявлять и анализировать реологические свойства битумных вяжущих, которые проявляются при воздействии низких температур. Такие свойства и особенности крайне важны, например, при строительстве дорог.

Динамические сдвиговые реометры (DSR) производства компании Anton Paar соответствуют всем требованиям, предъявляемым к подобным приборам при производстве асфальта.

Реометры SmartPave 92, SmartPave 102, MCR 302 и EC-Twist 502 позволяют работать в соответствии с требованиями всех применимых стандартов в сфере производства битума и битумных вяжущих.

Дополнительные варианты
испытаний и анализов
образцов битума и битумных
вяжущих:

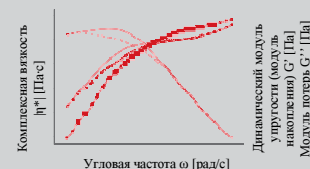


Испытания, проводимые при помощи динамического сдвигового реометра (DSR) на образцах битума в твердом агрегатном состоянии и асфальтового раствора. Данный вид испытаний позволяет описать характеристики и свойства материалов в стеклообразном и расплавленном состоянии в широком диапазоне температур, что в свою очередь позволяет с высокой степенью точности определить температуры перехода (из одного агрегатного состояния в другое) и релаксации, характерные для описываемого материала. Динамический механический анализ (DMA) позволяет выявить и проанализировать изменения свойств твердых тел под воздействием различных температур и механических факторов. В ходе данного анализа используются различные системы фиксации твердых тел, такие как круглая система фиксации (SCF), прямоугольная система фиксации (SRF), а также система типа «плоскость-плоскость».



Программное обеспечение RheoCompas™ (РеоКомпас): новые способы проведения испытаний образцов асфальта и битума

Программное обеспечение RheoCompas™ представляет собой инструмент для навигации по данным. Данное программное обеспечение может предоставить Вам полный обзор данных, а также именно ту информацию, которая Вам нужна. Интуитивно понятный интерфейс клиентского и серверного приложения RheoCompas™ позволяет выполнять фильтрацию шаблонов по применениям, задавать индивидуальные определения анализов и испытаний, значительно упрощает процесс поиска и извлечения данных. Кроме того, данное программное обеспечение позволяет создавать программы настройки (калибровки) и проверки значения температуры, а также выполнять множество других функций.



Полное описание реологических свойств (включая составление обобщающих кривых)

Приборы позволяют выполнять все стандартные реологические анализы и испытания на образцах битума и битумных вяжущих в режиме вращательного движения (вращения) и возвратно-поступательного/колебательного движения (колебания). В число таких испытаний входят испытания по трем интервалам времени (ЗИТ), испытание при переменной амплитуде, частоте и температуре, построение кривых расхода и обобщающих кривых, а также другие виды испытаний.

Реометры SmartPave 92 и SmartPave 102

Автоматическая калибровка (настройка) температуры

Поддержание точности и стабильности температуры крайне важно для проведения испытаний образцов асфальта. Битумные вяжущие крайне чувствительны к изменениям температуры. Даже самое незначительное отклонение температуры от заданного значения может привести к тому, что результаты измерений будут значительно отличаться друг от друга. Программное обеспечение RheoCompass™, разработанное специалистами компании Anton Paar, включает в себя уникальные программы автоматической калибровки (настройки) и проверки значения температуры.

Самая точная система регулирования температуры на основе элементов Пельтье

Температура оказывает наиболее значимое влияние на процесс измерения реологических параметров битума и битумных вяжущих. В конструкции реометров SmartPave 92 и SmartPave 102 используется уникальное устройство регулирования температур. Это первое среди своих аналогов устройство, в котором элементы Пельтье располагаются и над образцом, и под ним. Подобная конструкция устройства позволяет устранить разницу (градиент) температур и обеспечить крайне высокую скорость нагрева и охлаждения. Все это позволяет снизить время проведения испытаний почти на 50% и улучшить воспроизводимость результатов. Уникальная конструкция камеры для образца асфальта препятствует протеканию воды вокруг образца, позволяя работать в абсолютно сухой среде. Раздражающий шум циркуляторов (циркулярных насосов), перекачивающих воду, засоренные и загрязненные водяные фильтры – все это осталось в прошлом.

Toolmaster™ (Тулмастер) – Автоматическое распознавание и конфигурация (настройка) инструментов

Toolmaster™ (Тулмастер) – это единственная полностью бесконтактная система автоматического распознавания и конфигурации (настройки) инструментов для реометров. Данная система способна распознавать измерительные устройства/системы и устройства регулирования температуры непосредственно в момент их подключения к реометру, что устраняет необходимость вводить соответствующие данные вручную.

Удобное и простое в использовании программное обеспечение

Удобное в использовании программное обеспечение реометра было создано специально для нужд производства асфальта. Программное обеспечение включает в себя предварительно заданные пошаговые инструкции для всех типов испытаний, предусмотренных положениями стандартов AASHTO, ASTM, DIN EN и FGSV.



Наилучшая геометрия измерительных систем, разработанная специально для Ваших нужд

Доступен широкий выбор различных измерительных систем, в том числе системы типа «плоскость-плоскость», «конус-плоскость», а также системы на основе концентрических (коаксиальных) цилиндров. Тип измерительной системы необходимо подбирать в зависимости от проводимого испытания.

Простота установки измерительных систем

Технология QuickConnect (КвикКоннект) обеспечивает наибольшее удобство при замене измерительных систем. Данная система быстроразъемных соединителей и фитингов позволяет устанавливать измерительные системы одной рукой. При помощи данной системы можно быстро и удобно заменить необходимые компоненты без использования винтового крепления.

Отличная видимость образца

TruRay (ТруРэй) – это уникальная технология освещения (доступна только для модели реометра SmartPave 92), способная обеспечить отличную видимость образца и поверхности, на которой проводятся измерения. Это особенно важно для правильного и точного заполнения измерительного зазора.

Один привод, 25 лет опыта

Синхронный бесколлекторный привод постоянного тока (привод типа ЕС) обеспечивает движение ротора, не создавая трения, что в свою очередь дает возможность совершать наиболее точные перемещения. Благодаря этому результаты анализов твердых тел и жидкостей с низкой вязкостью остаются точными в широком диапазоне значений вязкости.



Дополнительные принадлежности для реометров SmartPave 92 и SmartPave 102

Самая точная система регулировки температуры на основе элементов Пельтье

Температура оказывает наиболее значимое влияние на процесс измерения реологических параметров битума и битумных вяжущих. Именно поэтому компания Anton Paar предлагает широкий выбор устройств регулировки температуры на основе элементов Пельтье с превосходной нагревательной и охлаждающей способностью.

Устройство регулировки температуры на основе элементов Пельтье для систем типа «плоскость-плоскость» (P-PTD 200) и вытяжка для работы при температурах до 120°C (H-PTD 120)

- Вытяжка с устройством регулировки температуры на основе элементов Пельтье (патент США № 6,571,610)
- Диапазон температур: от -30 °C до 120 °C
- Наименьший градиент температур (менее 0,1 °C; соответствует требованиям стандартов AASHTO)
- Сухая среда в зоне образца, циркуляция воды и газов вокруг образца отсутствует
- Направляющий рельс обеспечивает удобный доступ к образцу и возможность изменения его формы (обрезания кромок)
- Рекомендуется к использованию во всех стандартных применениях, связанных с испытаниями и анализами образцов битума и битумных вяжущих в соответствии с требованиями стандартов AASHTO, ASTM, DIN EN, и FGSV



Устройство регулировки температуры на основе элементов Пельтье для систем типа «плоскость-плоскость» (P-PTD 200) и вытяжка для работы при температурах до 200°C (H-PTD 200)

- Вытяжка с устройством регулировки температуры на основе элементов Пельтье (патент США № 6,571,610)
- Диапазон температур: от -40 °C до 200 °C
- Наименьший градиент температур (менее 0,1 °C; соответствует требованиям стандартов AASHTO)
- Сухая среда в зоне образца, циркуляция воды и газов вокруг образца отсутствует
- Направляющий рельс обеспечивает удобный доступ к образцу и возможность изменения его формы (обрезания кромок)
- Рекомендуется к использованию в применениях, связанных с испытаниями и анализами образцов битума и битумных вяжущих в более широком диапазоне температур.



Устройство регулировки температуры на основе элементов Пельтье с воздушным охлаждением для систем типа «плоскость-плоскость» (P-PTD 200/AIR) и вытяжка для работы при температурах до 200°C (H-PTD 200/AIR)

- CoolPeltier™ (КулПельтье): устройство регулировки температуры на основе элементов Пельтье со встроенным воздушным контроохлаждением, не требующее дополнительного жидкостного контроохлаждения
- Диапазон температур: от -5 °C до 200 °C
- Наименьший градиент температур (менее 0,1 °C; соответствует требованиям стандартов AASHTO)
- Сухая среда в зоне образца, циркуляция воды и газов вокруг образца отсутствует
- Направляющий рельс обеспечивает удобный доступ к образцу и возможность изменения его формы (обрезания кромок)
- Рекомендуется к использованию во всех стандартных применениях, связанных с испытаниями и анализами образцов битума и битумных вяжущих в соответствии с требованиями стандартов AASHTO, ASTM, DIN EN, и FGSV
- Доступно только для модели реометра SmartPave 92



Устройство регулировки температуры на основе элементов Пельтье для систем на основе концентрических (коаксиальных) цилиндров (C-PTD 180/AIR)

- Диапазон температур: от 0°C до 180°C
- Вертикальный градиент температуры (перепад по вертикали) в образце отсутствует благодаря применению запатентованной системы теплопередачи (патент США 6,240,770)
- CoolPeltier™ (КулПельтье): устройство регулировки температуры на основе элементов Пельтье со встроенным воздушным контрохлаждением, не требующее дополнительного жидкостного контрохлаждения
- Подходит для использования во всех стандартных применениях, связанных с реологическими испытаниями и анализами образцов битума и битумных вяжущих в соответствии с требованиями стандартов AASHTO, ASTM, DIN EN, и FGSV, а также с испытаниями и анализами образцов битумных вяжущих с добавками измельченного шинного каучука (GTR) и размером частиц до 2 мм (10 меш)



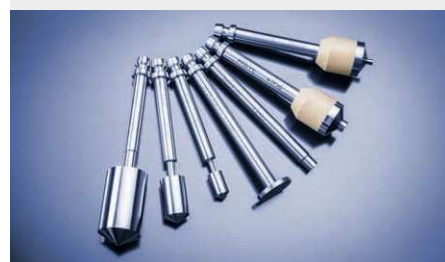
Система регулировки температуры конвекции на основе элементов Пельтье (CTD 180)

- Диапазон температур: от 20°C до 180°C
- Торсионные системы фиксации твердых тел прямоугольной (SRF) и цилиндрической (SCF) формы для проведения динамического механического анализа (DMA)
- Система регулировки влажности (доп. опция)



Измерительные системы:

- Системы типа «плоскость-плоскость»: PP04 / PP08 / PP25 (другие диаметры – по запросу)
- Системы типа «конус-плоскость»: различные диаметры и углы (по запросу)
- Системы на основе концентрических (коаксиальных) цилиндров: CC10 / CC17 / CC27 (другие диаметры – по запросу)
- Специальные (особые) системы на основе концентрических (коаксиальных) цилиндров для проведения испытаний на образцах битумных вяжущих с добавками измельченного шинного каучука (GTR): CC10SP / CC17SP



Спецификации

Спецификации (характеристики)	Ед изм	SmartPave 92	SmartPave 102	MCR 302	EC-Twist 502
Подшипник	-	Газовый	Газовый	Газовый	Газовый
Бесколлекторный привод постоянного тока (привод типа ЕС) с оптическим кодировщиком высокого разрешения	-	v	v	v	v
Режим вращательного движения	-	v	v	v	v
Режим возвратно-поступательного/колебательного движения	-	v	v	v	v
Прямое управление растяжением по амплитуде (контроллер)	-	v	v	v	v
Прямое управление нагрузкой по амплитуде (контроллер)	-	v	v	v	v
Максимальный крутящий момент	мН·м	125	200	200	300
Минимальный крутящий момент при вращении	нН·м	1 мкН·м	5	1	1
Минимальный крутящий момент при колебании	нН·м	1 мкН·м	7,5	0,5	0,5
Заданное значение (уставка) углового отклонения	мкрад	от 1 до ∞	от 0,5 до ∞	от 0,05 до ∞	от 0,5 до ∞
Такт (время) шага (временная константа)	мс	100	5	5	5
Такт (время) шага натяжения (временная константа)	мс	100	10	10	10
Такт (время) шага / натяжения 99% от заданного значения (уставки)(для всех образцов)	мс	100	30	30	30
Минимальная угловая скорость ¹⁾	рад/с	10 ⁻⁴	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻⁹
Максимальная угловая скорость	рад/с	157	314	314	314
Минимальная угловая частота ²⁾	рад/с	10 ^{-4 3)}	10 ^{-7 3)}	10 ^{-7 3)}	10 ^{-7 3)}
Максимальная угловая частота	рад/с	628	628	628	628
Минимальная скорость (CSS/CSR)	об/мин	10 ⁻³	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸
Максимальная скорость	об/мин	1500	3000	3000	3000
Диапазон нормального (перпендикулярного) усилия	Н	-	от 0,01 до 50 ⁴⁾	от 0,005 до 50	от 0,005 до 70
Разрешение (шаг) нормального (перпендикулярного) усилия	мН	-	1	0,5	1
Габаритные размеры	мм	380 x 660 x 530	678 x 444 x 586		753 x 444 x 586
Масса	кг	33	42	42	47
Toolmaster™ (Тулмастер), измерительная система	-	v	v	v	v
Toolmaster™ (Тулмастер), измерительная камера	-	v	v	v	v
Быстроразъемное крепление QuickConnect (КвикКоннект) для измерительных систем, без винтового крепления	-	v	v	v	v
Электронная система фиксации и блокировки измерительных систем	-	v	v	v	v
Система равномерной (практически безградиентной) регулировки температуры (по горизонтали и вертикали)	-	v	v	v	v
Градиент температур менее 0,1 °C (соответствует требованиям стандартов AASHTO)	-	v	v	v	v
Максимальный диапазон температур ⁵⁾	°C	от -40 до 400	от -150 до 1000	от -150 до 1000	от -150 до 1000
CoolPeltier™ (КулПельтье) система, управляемая элементом Пельтье, со встроенной системой охлаждения, не требующая дополнительных принадлежностей для контроохлаждения	°C	от -5 до 200 ⁶⁾	от -5 до 200	от -5 до 200	от -5 до 200
Вытяжка, управляемая элементом Пельтье (система активного управления)	°C	от -5 до 200 ⁶⁾	от -40 до 200	от -40 до 200	от -40 до 200
Устройство регулировки температуры на основе элементов Пельтье для систем на основе концентрических (коаксиальных) цилиндров	°C	от 5 до 150 ⁶⁾	от -30 до 200	от -30 до 200	от -30 до 200
Конвекционная печь на основе элементов Пельтье, не требующая охлаждения жидким азотом	°C	x	от -20 до 180	от -20 до 180	от -20 до 180
Датчик давления	бар	x	x	от 0 до 1000	от 0 до 1000
Автоматическая система регулировки и установки зазора (AGC/AGS)	-	v	v	v	v
TruGap™ (ТруГэп), система, позволяющая измерять и регулировать зазор непосредственно во время работы	-	x	o	o	o
SafeGap (СэйфГэп), ограничитель нормального (перпендикулярного) усилия при установке зазора	-	v	x	x	x
TruRay (ТруРэй), устройство освещения зоны размещения образца с изменяемой яркостью	-	v	x	x	x
TReady™ (Ти-Рэди)	-	x	o	o	o
TruRate™ (ТруРэйт)	-	x	o	v	v

Спецификации (характеристики)	Ед изм	SmartPave 92	SmartPave 102	MCR 302	EC-Twist 502
TruStrain™ (ТруСтрэйн)	-	x	o	v	v
Профили нормального усилия и скорости, функции захвата и сжатия	-	x	o	v	v
Первичные данные (данные испытания в режиме линейного возвратно-поступательного движения при переменной амплитуде [LAOS], кривые/графики и др.)	-	x	o	o	v

Спецификации (характеристики)	SmartPave 92	SmartPave 102	MCR 302	EC-Twist 502
Программное обеспечение RheoCompass™				
Данные о стандартных рабочих процедурах (SOP) при производстве асфальта	v	v	v	v
Функция автоматической калибровки (настройки) температуры	v	v	v	v
Программа разработки испытаний (Test Designer)	v	v	v	v
Программа создания отчетов (Report Designer)	v	v	v	v
Управление лабораторией, подключение нескольких клиентов и сервера	o	o	o	o

Применения

AASHTO T315 / ASTM D7175 (испытания по SHRP (Программа стратегических исследований в области автомобильных дорог) / классификация эксплуатационных параметров относительно суперпрочного асфальтового покрытия Superpave [Суперпэйв])	v	v	v	v
AASHTO T316 / ASTM D4402 / DIN EN 13302 & 13702 (вращательная вязкость/вязкость при вращении)	v	v	v	v
AASHTO T350 / ASTM D7405 / DIN EN 16659 / FGSV AL 723 (определение упругих свойств при многократных сдвиговых нагрузках (MSCR) [упругое восстановление после ползучести])	v	v	v	v
AASHTO TP101-UL (испытания в режиме линейного движения при переменной амплитуде [LAS])	x	o ⁷⁾	v	v
FGSV AL 721 / 722 / 723	v	v	v	v
Построение обобщающих кривых	x	o ⁴⁾	o ⁸⁾	o ⁸⁾
Испытания и анализы образцов битумных вяжущих с добавками измельченного шинного каучука (GTR)	x	o ⁴⁾	v	v
Проведение измерений при низких температурах (-30 °C) с использованием систем типа «плоскость-плоскость» 4 мм (по проекту стандарта AASHTO)	x	o ⁴⁾	v	v
Проведение измерений при низких температурах (-20 °C) / Торсионное воздействие	x	o ⁴⁾	v	v
Измерение усталостных трещин при торсионном воздействии (скручивании/изгибании) (необходим высокий максимальный крутящий момент	x	x	x	v
Проведение трибологических измерений (анализов) при помощи трибометра типа «штифт-диск» (T-PID/44)	x	x	v	v

Условные обозначения: o доп. опция x недоступно v входит в комплектацию

- 1)
- Различия в длительности измерений и интервалах проведения замеров позволяют достичь практически любого значения
- 2)
- Значения частоты менее 10⁻⁴ рад/с не представляют практической значимости, поскольку длительность измерений превышает один день
- 3)
- Теоретическое значение (длительность на один цикл составляет 2 года)
- 4)
- Необходимо наличие системы регулировки нормального усилия
- 5)
- Зависит от используемого устройства регулировки температуры
- 6)
- Значения общей температуры системы и температуры образца могут варьироваться. При необходимости проведения измерений в условиях крайне низких или крайне высоких температур рекомендуется выполнение калибровки зазора для образца
- 7)
- Необходимо наличие системы TruStrain™ (ТруСтрэйн)
- 8)
- Необходимо наличие пакета опций для проведения анализов (Analysis package)

www.anton-paar.com