

Reômetros de Cisalhamento Dinâmico para Asfalto

SmartPave





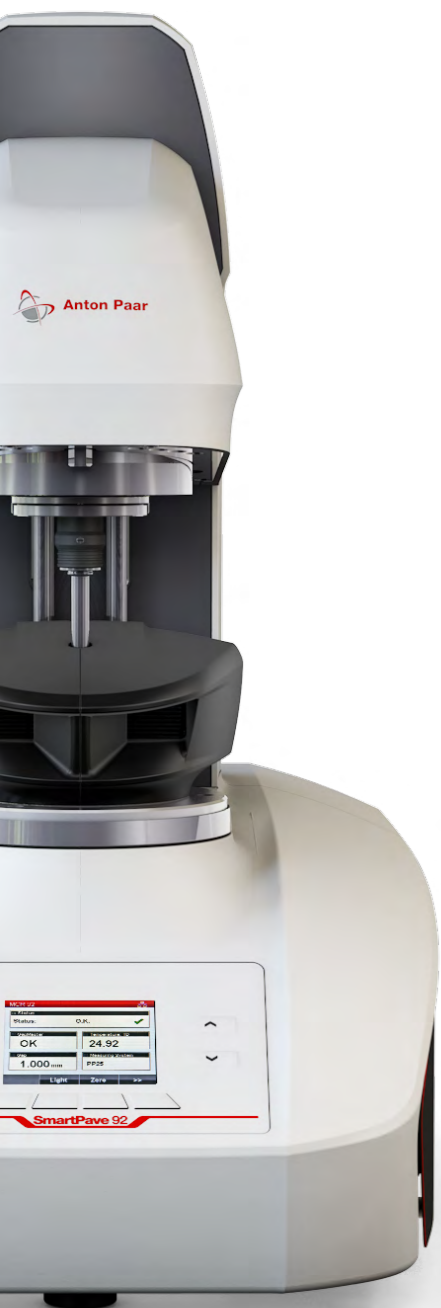
SmartPave

Reômetros de cisalhamento dinâmico (DSR)

Os requisitos para ligantes asfálticos e betumes, especialmente no que diz respeito à sua elasticidade e flexibilidade, aumentaram significativamente nos últimos anos. Especialmente na construção de estradas, novos conceitos de asfalto estão sendo constantemente desenvolvidos para suportar as fortes tensões causadas pelo volume de tráfego cada vez maior. No entanto, os métodos de teste tradicionais geralmente não são suficientes para caracterizar esses materiais inovadores e, principalmente, modificados por polímeros.

Para que os produtos asfálticos e betumes modernos atendam aos altos requisitos que lhes são impostos, há necessidade de instrumentos de alto desempenho para investigar e analisar esses produtos tanto no controle de qualidade quanto durante o desenvolvimento do produto. Os reômetros de cisalhamento dinâmico SmartPave 92 e SmartPave 102e são capazes de analisar ligantes asfálticos e betumes não modificados e modificados em uma ampla faixa de temperatura, de acordo com as normas ou utilizando métodos reológicos clássicos.

Nossos reômetros de cisalhamento dinâmico têm se mostrado eficazes em todo o mundo há décadas devido a inúmeras tecnologias inovadoras, como o motor EC, o sistema de reconhecimento automático de ferramentas Toolmaster™ e o mais exato controle da temperatura Peltier disponível para termostato de amostras secas. Isso garante exatidão, conveniência e facilidade de uso inigualáveis na reologia de asfalto e betume.



SmartPave 92



O **SmartPave 92** é especialmente projetado para atender às demandas de controle de qualidade e medições rotineiras em laboratórios de teste de asfalto.

Para testes de asfalto padrão de acordo com: Especificações AASHTO, ASTM, DIN EN, FGSV, IS, SATS GOST e AGPT

Faixa de temperatura:
-5 °C a +200 °C

Projetado para a rotina diária do laboratório

SmartPave 102e



O **SmartPave 102e** é o instrumento que atende às mais altas demandas de medição.

Para testes de asfalto padrão de acordo com: Especificações AASHTO, ASTM, DIN EN, FGSV, IS, SATS GOST e AGPT

Faixa de temperatura:
-50 °C a +220 °C

Atualizável para todos os testes reológicos padrão

MCR 502e Power



Com o reômetro compacto modular **MCR 502e Power** completando o portfólio, nossos reômetros atendem a todas as necessidades emergentes da análise de asfalto e betume de última geração.

Para testes extensivos de asfalto em pesquisa e desenvolvimento

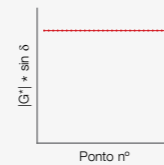
Para testes de asfalto padrão de acordo com: Especificações AASHTO, ASTM, DIN EN, FGSV, IS, SATS GOST e AGPT

Faixa de temperatura:
-160 °C a +1.000 °C

Caracterização reológica completa de todos os materiais, do líquido ao sólido

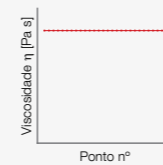
Teste de Asfalto e Betume

Testes de ligante asfáltico e betume com a série SmartPave:



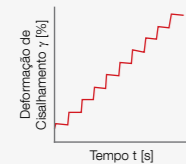
Classificação de desempenho do SuperPave de acordo com a AASHTO T315 / ASTM D7175

Classifique os ligantes asfálticos em relação ao seu desempenho nominal em uma faixa de temperatura de 6 °C a 88 °C relacionada às condições em que são usados, incluindo condições ambientais e temperaturas do pavimento.



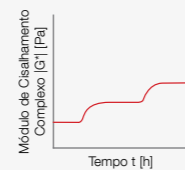
Determinação da viscosidade do ligante asfáltico de acordo com a AASHTO T316 / ASTM D4402 / DIN EN 13702

Use os métodos de teste padrão para a determinação da viscosidade do ligante asfáltico com um viscosímetro/reômetro rotacional para pesquisar a processabilidade dos ligantes asfálticos em uma faixa de temperatura de 60 °C a 180 °C.



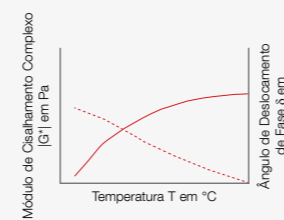
Recuperação de fluência de tensão múltipla (MSCR) de acordo com a AASHTO T350 / ASTM D7405 / DIN EN 16659

Determine o desempenho de sulco do ligante asfáltico modificado medindo a porcentagem de recuperação e a conformidade com a fluência não recuperável dos ligantes asfálticos modificados.



Determinação da propriedade reológica de ligantes asfálticos modificados com GTR (borracha de pneu moída) (versão preliminar da AASHTO)

Os ligantes asfálticos podem ser misturados com borracha de pneu moída (GTR) para modificar de forma benéfica as propriedades do pavimento na construção de rodovias. Determine as propriedades reológicas dependentes da temperatura em uma faixa de temperatura apropriada com uma configuração DSR especial baseada em um dispositivo de temperatura controlada por Peltier de cilindro concêntrico.



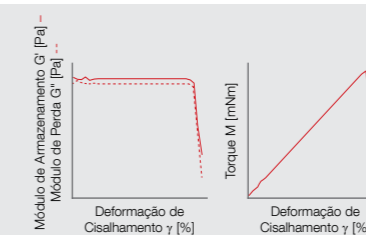
Determinação do comportamento reológico dependente da temperatura de ligantes asfálticos de acordo com a norma DIN EN 14770

Além dos métodos padrão existentes, oferecemos vários dispositivos de temperatura controlada por Peltier que abrangem uma ampla faixa de temperatura. Aumente as possibilidades de medição para determinar as propriedades reológicas de temperatura dos ligantes asfálticos que são essenciais para seu uso (por exemplo, na construção de estradas).

Nossos reômetros de cisalhamento dinâmico (DSR) são especialmente projetados para as necessidades e demandas da indústria de asfalto.

Todas as normas relevantes de ligantes asfálticos e betume podem ser cobertas pelo SmartPave 92, SmartPave 102e e MCR 502e Power.

Testes avançados de ligantes asfálticos e betume:



Testes DSR em amostras sólidas de betume e argamassa asfáltica

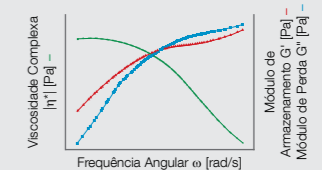
Caracterize materiais desde o estado vítreo até o estado fundido em uma ampla faixa de temperatura e, conseqüentemente, determine com precisão as temperaturas de transição e as relaxações do material. Com uma análise mecânica dinâmica (DMA), a temperatura e o comportamento mecânico dos sólidos são investigados com uma variedade de acessórios disponíveis, como acessórios circulares sólidos (SCF), acessórios retangulares sólidos (SRF) ou sistemas de placas paralelas.

Rh

Software RheoCompass: novos horizontes para testes de asfalto e betume

O RheoCompass é uma ferramenta de navegação que fornece uma visão geral completa e a informação exata de que você precisa.

Projetado para uso intuitivo, o RheoCompass baseado em cliente e servidor permite filtragem de modelos orientada a aplicações, definições personalizadas de testes e análises, recuperação de dados altamente simplificada, uma rotina de calibração e verificação de temperatura totalmente automática e rápida e muito mais.



Caracterização reológica completa, incluindo curvas mestras

Conduza todas as investigações reológicas padrão em betume e ligantes asfálticos em modo de rotação e oscilação, como curvas de fluxo, testes de 3 intervalos de tempo (3ITT), varreduras de amplitude, varreduras de frequência, testes de temperatura, curvas mestras, etc.

SmartPave 92 e SmartPave 102e

Calibração totalmente automática da temperatura

A precisão e a estabilidade da temperatura são fatores cruciais em testes de asfalto. As propriedades dos ligantes asfálticos são altamente sensíveis a mudanças de temperatura. Os menores desvios de temperatura resultam em grandes diferenças nos resultados de medição. Oferecemos rotinas exclusivas de calibração e verificação de temperatura totalmente automáticas no software RheoCompass.

O controle da temperatura Peltier mais exato

A temperatura tem a maior influência na investigação reológica de ligantes asfálticos e betume. A exclusiva unidade de controle de temperatura do SmartPave 92 e do SmartPave 102e é o primeiro sistema de aquecimento Peltier que possui elementos de aquecimento acima e abaixo da amostra. Os gradientes de temperatura são completamente eliminados e as taxas de aquecimento e resfriamento são muito rápidas. Os tempos de teste são reduzidos quase pela metade, enquanto a reprodutibilidade é aprimorada. Devido à câmara de asfalto incomparável, não há fluxo de água ao redor da amostra. Você pode trabalhar em um ambiente completamente seco. Os ruídos incômodos dos circuladores de água e dos filtros de água entupidos são coisas do passado.

Toolmaster™ – Reconhecimento e configuração automáticos de ferramentas

O Toolmaster™ é o único sistema automático de reconhecimento e configuração de ferramentas totalmente sem contato para reômetros. Ele reconhece os sistemas de medição e unidades de controle de temperatura no momento em que são conectados ao reômetro, para que você não precise inserir nenhum dado manualmente.

Software fácil de utilizar.

O software de reômetro de fácil utilização foi projetado especificamente para as necessidades da indústria de asfalto. O software consiste em instruções predefinidas, passo a passo, para todos os tipos de teste, conforme definido pelas especificações internacionais de ligantes asfálticos.



A melhor geometria de medição para suas necessidades

Dependendo do método de teste, uma grande seleção de sistemas de medição – placas paralelas, cone-placas e sistemas de cilindros concêntricos – estão disponíveis.

Fácil instalação dos sistemas de medição

Ao trocar um sistema de medição por outro, o recurso QuickConnect oferece uma excelente facilidade de uso. O acoplamento por engate rápido permite a conexão dos sistemas de medição usando apenas uma mão e garante trocas rápidas e convenientes do sistema sem a utilização de parafusos.

Uma visão clara de sua amostra

O TruRay é um conceito de iluminação exclusivo disponível apenas no SmartPave 92, que oferece uma visão clara da amostra e da superfície de medição. Isso é especialmente útil para o preenchimento correto e preciso da lacuna de medição.

25 anos de experiência com um único motor

O motor EC (Motor Síncrono de Ímã Permanente) produz um movimento síncrono e sem atrito no interior do rotor que permite os movimentos mais sensíveis e, portanto, mais precisos. Independentemente de investigar sólidos ou líquidos de baixa viscosidade, os seus resultados serão precisos em uma ampla faixa de viscosidade.

Acessórios do SmartPave 92 e do SmartPave 102e

O controle mais exato da temperatura

A temperatura tem a maior influência nas investigações reológicas de ligantes asfálticos e betume. Por esse motivo, oferecemos uma ampla variedade de dispositivos de temperatura Peltier com excelentes características de aquecimento e resfriamento.

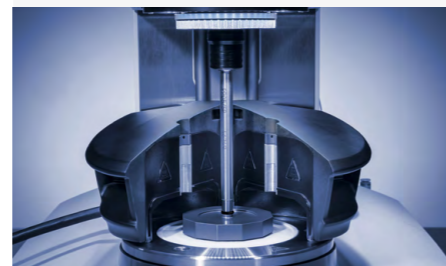
Controle da temperatura Peltier para sistemas de placas paralelas (P-PTD 220) e capa para até 220 °C (H-PTD 220)

- Capa com controle de temperatura Peltier
- Faixa de temperatura: -50 °C a +220 °C
- Menores gradientes de temperatura $\leq 0,1$ °C de acordo com a norma AASHTO T315
- Área de amostra seca; sem fluxo de água ou gás ao redor da amostra
- Trilho deslizante para fácil acesso e recorte de amostra com visão de 360°
- Recomendado para aplicações em betume e ligante asfáltico em uma faixa de temperatura mais ampla



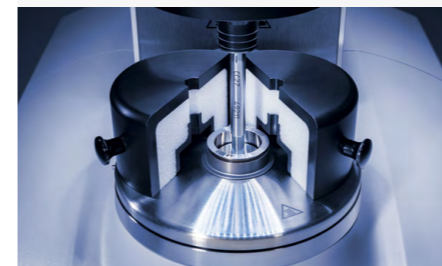
Controle da temperatura Peltier resfriado a ar para sistemas de placas paralelas (P-PTD 220/AIR) e capa para até 200 °C (H-PTD 200/AIR)

- CoolPeltier™: controle de temperatura Peltier com opção de contra-resfriamento de ar integrada que não requer circulador de fluido adicional para contra-resfriamento
- Faixa de temperatura: -5 °C a +200 °C
- Menores gradientes de temperatura $\leq 0,1$ °C de acordo com a norma AASHTO T315
- Área de amostra seca; sem fluxo de água ou gás ao redor da amostra
- Trilho deslizante para acesso rápido e recorte da amostra
- Recomendado para todas as aplicações padrão em betume e ligante asfáltico de acordo com as especificações internacionais de ligante asfáltico
- Disponível apenas para o SmartPave 92



Controle da temperatura Peltier para sistemas de cilindro concêntrico (C-PTD 180/AIR)

- Faixa de temperatura: 0 °C a +180 °C
- Não há gradientes verticais de temperatura na amostra devido ao sistema térmico de transferência de temperatura patenteado (Patente dos EUA n° 6.240.770, 1999)
- CoolPeltier™: controle de temperatura Peltier com opção de contra-resfriamento de ar integrada que não requer circulador de fluido adicional para contra-resfriamento
- Adequado para aplicações reológicas padrão de acordo com as especificações internacionais de ligantes asfálticos, bem como para ligantes asfálticos modificados com GTR (borracha de pneu moída) com tamanhos de partícula de até 2 mm (malha 10)



Sistema de controle de temperatura por convecção baseado em Peltier (CTD 180)

- Faixa de temperatura: -20 °C a +180 °C
- Acessório de torção retangular sólido (SRF) e cilíndrico sólido (SCF) para análise mecânica dinâmica (DMA)
- Opção de umidade disponível



Sistemas de medição:

- Placa paralela: PP04 / PP08 / PP25 (outros diâmetros sob consulta)
- Placa cônica: diferentes diâmetros e ângulos sob consulta
- Cilindro concêntrico: CC10 / CC17 / CC27 (outros diâmetros sob consulta)
- Cilindros concêntricos especiais para testes de ligantes asfálticos modificados com GTR (borracha de pneu moída): CC10SP / CC17SP



Especificações

	Unidade	SmartPave 92	SmartPave 102e	MCR 502e Power
Modelo de rolamentos	-	Ar, carbono de poros finos		
Modelo do Motor	-	Comutado eletronicamente (EC) - Motor Síncrono com Ímã Permanente		
Projeto do transdutor de deslocamento	-	Codificador óptico de alta resolução		
Modelo de medição de força normal (Patente dos EUA n° 6167752, 1996)	-	-	Sensor capacitivo de 360°, sem contato, totalmente integrado ao rolamento	
Modo de trabalho	-	Transdutor de Motores Combinados (CMT)		
Torque mínimo (rotação)	nNm	0,4 µNm	5	200
Torque mínimo (oscilação)	nNm	0,4 µNm	2	100
Máximo torque	mNm	125	200	300
Deflexão angular mínima (valor definido)	µrad	1	0,5	0,05
Deflexão angular máxima (valor definido)	µrad	∞	∞	∞
Velocidade angular mínima ¹⁾	rad/s	0	0	0
Velocidade angular máxima	rad/s	157	314	220
Velocidade máxima	1/min	1500	3000	2100
Velocidade mínima (CSS/CSR)	1/min	10 ⁻³	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸
Frequência angular mínima ²⁾	rad/s	10 ⁻⁴	10 ⁻⁷	10 ⁻⁷
Frequência angular máxima	rad/s	628	628	628
Frequência máxima ³⁾	Hz	100	100	100
Faixa de força normal	N	-	-50 a 50	-70 a 70
Alteração do tamanho mínimo da fenda	µm	0,625	0,625	0,625
Dimensões (L x A x P)	mm	380 x 660 x 530	444 x 678 x 586	444 x 753 x 586
Peso	kg	33	42	47

Recursos adicionais do dispositivo

Display do dispositivo com controle remoto do software (desacoplado do sensor de medição para prevenção de interferência mecânica e eletromagnética)	-	✓	✓	✓
Controlador direto de esforço/tensão	-	✓	✓	✓
TruStrain™ (controlador adaptativo de amostra)	-	×	✓	✓
TruRate™ (controlador adaptativo de amostra)	-	×	○	✓
Dados não processados (LAOS, forma de onda)	-	×	○	✓
Perfis de força normal (definir e ler)	-	×	✓	✓
Perfis de velocidade, aderência, compressão	-	×	✓	✓
Controle / ajuste automático do gap (AGC/AGS)	-	✓	✓	✓
Travamento eletrônico para a geometria de medição	-	✓	✓	✓
TruGap™(controle permanente da folga de medição real)(Patente dos EUA n° 6499336, 2000)	-	×	○	○
T-Ready™(detecção do tempo de equilíbrio de temperatura da amostra) (Patente dos EUA n° 8904852, 2011) ⁴⁾	-	×	✓	✓
Toolmaster™ (geometrias de medição e acessórios, armazenamento de folga zero) (Patente dos EUA n° 7275419, 2004)	-	✓	✓	✓
Acoplamento QuickConnect para medição de geometrias (operação com uma das mãos, sem parafusos)	-	✓	✓	✓
Espelho de recorte (prevenção de manchas cegas de amostra 360°)	-	×	✓	✓
Suporte de três pontos do dispositivo (três pés robustos para alinhamento com uma das mãos, sem ferramentas)	-	✓	✓	✓
Suporte de três pontos para montagem de células de medição (prevenção de oscilação, sem desalinhamento após troca de células)	-	✓	✓	✓

Especificações	Unidade	SmartPave 92	SmartPave 102e	MCR 502e Power
Faixa de temperatura máxima ⁴⁾	°C	-50 a +400	-160 a +1000	-160 a +1000
Controle de temperatura praticamente livre de gradiente (horizontal, vertical)	-	✓	✓	✓
Gradiente de temperatura ≤0,1 °C de acordo com as normas AASHTO e ASTM	-	✓	✓	✓
CoolPeltier™, sistema Peltier com opção de resfriamento integrado que não requer acessórios adicionais para contra-resfriamento	°C	-5 a +200	×	×
Célula de Pressão	Bar	×	Até 1.000	Até 1.000
SafeGap™, limitador de força normal durante o ajuste de folga	-	✓	×	×
TruRay™, iluminação regulável da área de amostra	-	✓	×	×

Software RheoCompass

Procedimentos de operação padrão (SOP) para asfalto com atualizações regulares	✓	✓	✓
Atualização automática via rede	○	○	○
Calibração totalmente automática da temperatura	✓	✓	✓
Criador de testes e análises	✓	✓	✓
Designer de relatório (com todas as informações de teste para exportação e impressão)	✓	✓	✓
Laboratório gerenciado, múltiplos clientes e servidores	○	○	○

Aplicações

AASHTO T315 / ASTM D7175 / GOST R58400.10 (Teste SHRP/SuperPave PG)	✓	✓	✓
AASHTO T316 / ASTM D4402 DIN EN 13302 e 13702 / GOST 33137 (Viscosidade Rotacional)	✓	✓	✓
AASHTO T350 / ASTM D7405 DIN EN 16659 / GOST R58400.6 (Teste MSCR)	✓	✓	✓
AASHTO TP101-UL (Teste LAS) / GOST R58400.7	×	✓	✓
AASHTO TP126	✓	✓	✓
AASHTO TP123	×	✓	✓
ASTM D7552	×	✓	✓
GOST 58400.9	×	✓	✓
FGSV AL 720 BTSV FGSV AL 721 (Taxa de Cisalhamento Constante) FGSV AL 722 (Varredura de Temperatura) FGSV AL 723 (Teste MSCR)	✓	✓	✓
AGPT/T125 Taxa de Tensão do Ligante Betuminoso	×	○ ⁵⁾	✓
AGPT/T192 Viscosidade do Ligante RAP	✓	✓	✓
AGPT/T194 Resistência ao Envelhecimento do Betume Usando PAV e DSR	✓	✓	✓
Curvas Master	○	✓	✓
Medição de betume modificado com borracha	×	✓	✓
Medições de baixa temperatura -50 °C placa paralela	×	✓	✓
Medições de baixa temperatura -20 °C (torção)	×	✓	✓

Legenda: ○ opcional × não disponível ✓ incluído

O DSR faz parte, entre outras, das seguintes especificações de ligantes de asfalto: AASHTO M320, AASHTO M332, ASTM D6373, ASTM D8239, AGPT/T190, GOST R58400.1-2019, IS 15462, IS 73.

1) Em modo de tensão de cisalhamento controlada (CSS). Em modo de taxa de cisalhamento controlada (CSR), dependendo da duração do ponto de medição e da taxa de amostragem.

2) Valor teórico (duração por ciclo = dois anos)

3) Frequências mais altas são possíveis usando a funcionalidade multi-onda (942 rad/s (150 Hz) ou até mais altas, dependendo do sistema de medição e da amostra)

4) Dependendo do dispositivo de temperatura utilizado

5) TruRate™ necessário

