



SISTEMA DE MEDIÇÃO GRINDCONTROL

VEJA O QUE OS OUTROS NÃO CONSEGUEM VER

As aplicações laboratoriais modernas exigem controle máximo, altíssima reprodutibilidade e transparência total do processo. A última geração do GrindControl oferece uma solução que atende consistentemente a esses requisitos — potente, inteligente e de operação intuitiva.

O GrindControl é utilizado em processos de moinhos de bolas e registra continuamente a pressão e a temperatura dentro do vaso de moagem. O sistema consiste em uma unidade de medição de hardware e um software de análise dedicado, permitindo a visualização e avaliação em tempo real dos principais parâmetros do processo: pressão e temperatura.

Isso torna a preparação de amostras mais eficiente, protege materiais sensíveis à temperatura e garante condições estáveis mesmo em aplicações exigentes — por exemplo, em sínteses mecanoquímicas. O GrindControl traz transparência ao processo de moagem de bolas e estabelece a base para resultados confiáveis e reprodutíveis.



[Clique para ver o vídeo](#)

VISÃO GERAL DO GRINDCONTROL

- | Monitoramento preciso de temperatura de -20 °C a +100 °C, com resolução de 0,1°C.
- | Medição precisa da pressão interna do frasco de 0 a 5 bar, com resolução de 1mbar.
- | Introdução ou liberação fácil de gases por meio de válvulas dedicadas de entrada e saída.
- | Software intuitivo em tempo real para monitoramento, registro e análise de todos os dados.



VANTAGENS ATRAVÉS DA TECNOLOGIA

- | Sistema totalmente independente – não requer modificações no moinho.
- | Design de tampa modular para troca rápida entre diferentes materiais e tamanhos de frascos.
- | Monitoramento simultâneo de até quatro unidades GrindControl.
- | Transmissão sem fio confiável de até 5 metros e autonomia da bateria de até 80 horas.
- | Operação e limpeza rápida e fácil: ferramentas inclusas.

GRINDCONTROL

BENEFÍCIOS DA MEDIÇÃO DE TEMPERATURA E PRESSÃO

O monitoramento de temperatura e pressão oferece vantagens significativas para projetar e controlar de forma ideal os processos de moinhos de bolas para redução do tamanho de partículas, preparação de amostras e aplicações de pesquisa.

Ajuda a melhorar:

Qualidade: Monitoramento de pressão e temperatura para resultados confiáveis e reprodutíveis.

Efficiência: O monitoramento em tempo real permite o controle preciso das condições do processo. Parâmetros de processo como resfriamento, frequência, duração e intervalos de pausa na moagem podem ser ajustados conforme necessário.

Segurança: Mudanças críticas de pressão e temperatura podem ser detectadas em um estágio inicial, evitando erros de processo e riscos de segurança.

Pesquisa & desenvolvimento: Insights mais profundos sobre as reações mecanoquímicas podem ser obtidos. A relação entre os resultados e as variáveis de estado relevantes pode ser analisada.

O sistema GrindControl está disponível para os Moinhos de Bolas Planetários, os Moinhos Misturadores MM 500 nano/control e o Emax. Ele inclui hardware para medição de pressão e temperatura, além de software de análise.



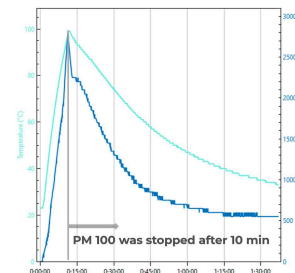
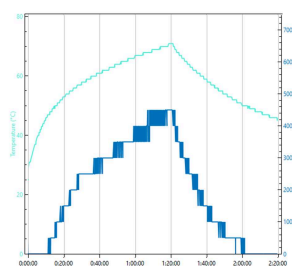
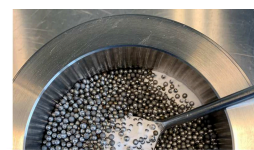
ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE PRESSÃO E TEMPERATURA DURANTE A MOAGEM DE BOLAS

O GrindControl suporta uma ampla gama de aplicações, oferecendo maior segurança e regulação precisa da temperatura para uma moagem de bolas controlada e reprodutível.

EXEMPLO 1: MÁXIMA SEGURANÇA DURANTE A MOAGEM A ÚMIDO

Durante a moagem de bolas, os perfis de temperatura e pressão podem se desenvolver de forma diferente dependendo do nível de preenchimento do vaso de moagem, do material do vaso e dos parâmetros do processo.

Enquanto a temperatura e a pressão aumentam gradualmente durante a moagem a úmido de corindo em um vaso de moagem de 250 ml em um moinho planetário de bolas (diagrama à esquerda),



observa-se um aumento significativamente mais forte na mesma velocidade de rotação em um vaso de moagem de 500 ml com bolas de aço de maior diâmetro (diagrama à direita).

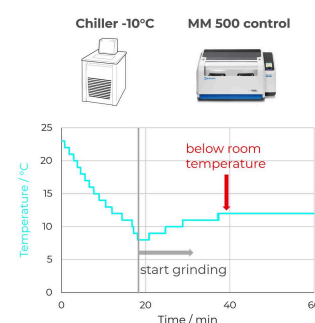
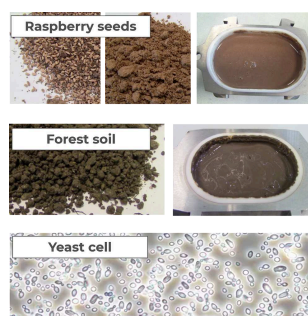
Ao monitorar continuamente essas variáveis de estado com o GrindControl, o processo pode ser controlado de forma específica e a segurança operacional geral pode ser aprimorada. Vasos de moagem com temperaturas elevadas devem ser manuseados apenas com luvas de proteção. Vasos de moagem pressurizados só podem ser abertos com extrema cautela.

Além disso, o GrindControl permite a seleção ideal dos tempos de moagem e de pausa, particularmente para processos de moagem de longo prazo.

EXEMPLO 2: MOAGEM DE BOLAS SUAVE DE AMOSTRAS SENSÍVEIS À TEMPERATURA

Ao moer materiais sensíveis à temperatura, o controle térmico desempenha um papel crucial. Para tais amostras, resfriamento direcionado ou pausas na moagem são frequentemente aplicados para proteger substâncias sensíveis de danos térmicos. Isso é particularmente vantajoso ao processar produtos alimentícios, amostras orgânicas ou durante a ruptura celular, pois evita a perda ou desnaturação de componentes sensíveis à temperatura.

Neste exemplo, o sistema é operado com o MM 500 control, que está conectado a um chiller externo. Usando o GrindControl, os parâmetros do processo dentro da câmara de moagem são monitorados continuamente. Como ilustrado, a câmara de moagem é pré-resfriada a menos de 10 °C e permanece abaixo da temperatura ambiente durante todo o processo.



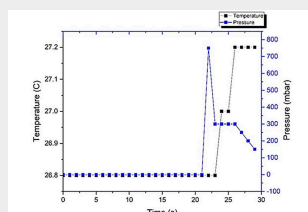
O monitoramento contínuo da temperatura com o GrindControl permite um controle preciso do processo, garante resultados reprodutíveis e, simultaneamente, protege materiais sensíveis.

ANÁLISE SISTEMÁTICA DOS PARÂMETROS QUE AFETAM AS REAÇÕES MECANOQUÍMICAS

O monitoramento da pressão e da temperatura fornece informações valiosas sobre o que acontece no interior do jarro de moagem. O sistema GrindControl é amplamente utilizado para investigar sínteses de materiais, como a liga mecânica e outras reações mecanoquímicas.

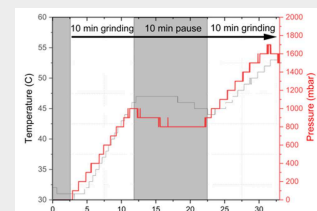
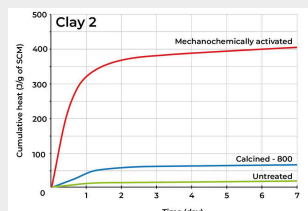
EXEMPLO 1: MONITORAMENTO DE UMA REAÇÃO DE SÍNTESE MECANOQUÍMICA AUTO-PROPAGANTE (MSR)

Uma síntese mecanoquímica foi realizada em um MM 500 nano utilizando um jarro de aço inoxidável de 125 ml com GrindControl. Os reagentes e 32 esferas de 10 mm foram moídos a 20 Hz sob atmosfera de ar. Após cerca de 20 segundos de moagem, ocorreu um evento de ignição, levando a um aumento de pressão para aproximadamente 730 mbar e a uma elevação da temperatura. O GrindControl registrou com precisão o ponto de ignição, que é o parâmetro-chave dessa reação de síntese mecanoquímica auto-propagante (MSR). [8]



EXEMPLO 2: ATIVAÇÃO MECANOQUÍMICA DE ARGILAS PARA “CIMENTO VERDE”

Na pesquisa sobre cimento sustentável, o sistema GrindControl auxilia na análise da ativação mecanoquímica de minerais argilosos. Nesse processo, a reatividade pozolânica pode ser aumentada significativamente em comparação com amostras não tratadas ou calcinadas (veja a figura à esquerda). As argilas ativadas servem como Materiais Cimentícios Suplementares (SCMs) e permitem uma redução nas emissões de CO₂ ao substituir parcialmente o clínquer.



O processamento é realizado em um moinho planetário de bolas PM 100 a 500 rpm, utilizando um vaso de moagem de 500 ml com doze bolas de aço inoxidável de 20 mm (proporção bola-pó de 25:1). Ao

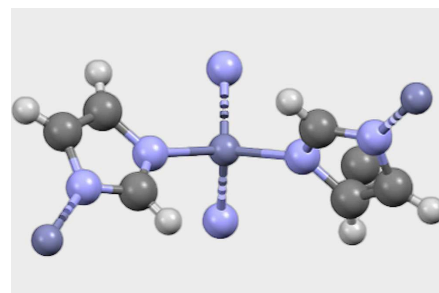
GRINDCONTROL
ÁREAS DE APLICAÇÃO



Ao processar materiais sensíveis à temperatura, a temperatura deve ser monitorada com precisão. Com o GrindControl, o cumprimento dos limites de temperatura especificados pode ser garantido de forma confiável.



Durante os processos de moagem a úmido, longos tempos de moagem e alto aporte de energia podem levar a aumentos significativos de temperatura e acúmulo de pressão. O GrindControl aumenta a segurança operacional durante o manuseio e permite a otimização dos intervalos de moagem e de pausa.



Na mecanoquímica, condições específicas de temperatura e pressão são cruciais. Com o GrindControl, esses parâmetros podem ser monitorados com precisão e correlacionados sistematicamente com os respectivos resultados da reação.

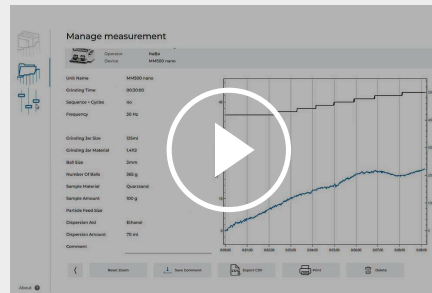
GRINDCONTROL

GRINDCONTROL NA PRÁTICA

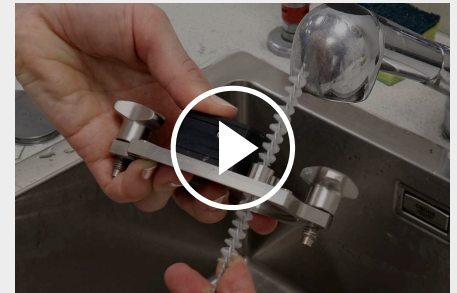
Os vídeos a seguir fornecem uma visão geral concisa das versões disponíveis, da estrutura do sistema e dos procedimentos adequados de limpeza.



[Clique para ver o vídeo](#)



[Clique para ver o vídeo](#)



[Clique para ver o vídeo](#)

HARDWARE

Este vídeo apresenta as diferentes versões disponíveis do GrindControl e explica os respectivos componentes de hardware. Também fornece uma visão geral da compatibilidade com vários tipos de moinhos e materiais.

SOFTWARE

Este vídeo demonstra como utilizar o software e explica sua estrutura. Também ilustra claramente a aquisição e visualização dos dados medidos.

LIMPEZA

Este vídeo demonstra o procedimento de limpeza adequado para o sistema GrindControl após o uso. Ele fornece instruções importantes sobre o manuseio seguro e a preservação dos componentes para garantir uma operação confiável e de longo prazo.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

A pressão e a temperatura são transmitidas em tempo real via Bluetooth da eletrônica do GrindControl para um PC. O software registra cinco medições por segundo, gerando um log detalhado dos perfis de pressão e temperatura.

Os sensores são integrados à tampa do vaso de



moagem, capturando as condições físicas de forma que reflita com maior precisão o ambiente dentro do vaso.

Filtros sinterizados protegem os sensores de forma confiável contra o contato com o material sólido da amostra. Ao mesmo tempo, eles evitam que o material escape do vaso de moagem quando as entradas de gás são utilizadas.

O software está disponível gratuitamente e é compatível a partir do Windows 11.

GRINDCONTROL

DADOS TÉCNICOS

Aplicação	pressure and temperature measuring for Planetary Ball Mills, Emax and Mixer Mills MM 500 nano/control
Campo de aplicação	Agricultura, Biologia, Cerâmica / Vidro, Geologia / Metalurgia, Materiais de construção, Mecânica / Eletrotécnica, Medicina / Farmácia, Química / Plásticos, alimentos, ambiente / reciclagem, síntese material
Faixas de medição	gas pressure: 0 - 500 kPa (5 bar) temperature: -20°C - +100 °C
Moagem a seco	Sim
Trituração a úmido	Sim
Moagem criogênica	yes min. -20 °C
Tipo de vaso de moagem	Screw-Lock (MM) and EasyFit jars (PM)
Material das ferramentas de moagem	aço inoxidável endurecido, óxido de zircônio
Volumes de vasos de moagem	125 ml (MM); 50 - 500 ml (PM)
Transmission frequency	5 /s
Interface	
Dados de conexão elétrica	battery (up to 80 h operation time)
Acessórios	opening aid, cleaning tools, o-ring, Software download, sintered filter, (lid insert not included)
Peso líquido	lid with sensor unit 360 g (MM) 1780 g / 1140 g (PM)
Normas e padrões	CE
Requerimentos técnicos	PC with Windows 11 and Bluetooth 5.0 or higher
Software	monitoramento ao vivo dos dados de medição, protocolo de medição completo, modelos armazenáveis, lista de medições realizadas, exportação de dados em .pdf e .csv

MM = Mixer Mill; PM = Planetary Ball Mill | The GrindControl for the planetary ball mills is only compatible with the EasyFit grinding jars. Grinding jars "comfort" have other dimensions and are not compatible.

REFERÊNCIAS

[8] Esquema de reação e desempenho dos experimentos: Dr. Matej Balaz, Instituto de Geotécnica, Academia Eslovaca de Ciências (SAS).

[9]: Department of Architecture & Civil Engineering, Centre for Climate Adaptation & Environment Research, University of Bath

www.retsched.com/grindcontrol

DADOS PARA PEDIDO

SISTEMA DE MEDIÇÃO DE PRESSÃO E TEMPERATURA GRINDCONTROL PARA MOINHOS MISTURADORES

incl. sensores e unidade transmissora, maleta, auxiliar de abertura e acessórios de limpeza para MM 500 control / nano / Emax

(por favor, peça o inserto da tampa e o vaso de moagem separadamente)

22.782.0032	GrindControl para moinhos MM 500 control/nano/Emax, vaso de moagem 125 ml
03.474.0242	Inserto da tampa GrindControl para moinhos MM 500 control/nano e Emax , vaso de moagem 125 ml, aço inoxidável
03.474.0245	Inserto da tampa GrindControl para moinhos MM 500 control/nano e Emax , vaso de moagem 125 ml, óxido de zircônio

ACESSÓRIOS PARA MM 500 CONTROL/NANO GRINDCONTROL

05.114.0122		O-ring para jarros de moagem de 125 ml (MM 500 control/nano e Emax)
22.186.0007		Filtro sinterizado com anel o-ring, conjunto de 10 unidades
22.864.0001		Jogo de válvulas M8x1 para GrindControl e tampas de aeração

PRESSURE AND TEMPERATURE MEASURING SYSTEM GRINDCONTROL FOR PLANETARY BALL MILLS

Inclui sensores e unidade transmissora, inserção de tampa, software, estojo, auxílio de abertura e acessórios de limpeza para PM (por favor, peça os jarros de moagem separadamente)

22.782.0033		GrindControl for PM grinding jar EasyFit 50 - 125 ml
22.782.0034		GrindControl for PM grinding jar EasyFit 250 - 500 ml

GRINDCONTROL LID INSERTS

03.474.0243	GrindControl lid insert for 50, 80, 125 ml, stainless steel
-------------	---

03.474.0246	GrindControl lid insert for 50, 80, 125 ml, zirconium oxide
03.474.0244	GrindControl lid insert for 250 or 500 ml, stainless steel
03.474.0247	GrindControl lid insert for 250 or 500 ml, zirconium oxide

ACCESSORIES FOR PM GRINDCONTROL WITH GRINDING JARS EASYFIT

05.114.0056		O-ring for 50, 80 or 125 ml
05.114.0054		O-ring para jarras de moagem de 250 ml - 500 ml EasyFit (PM)
03.111.0438		Flat gasket for 50 ml, 80 ml or 125 ml
03.111.0439		Flat gasket for 250 ml - 500 ml
22.186.0007		Filtro sinterizado com anel o-ring, conjunto de 10 unidades
22.864.0001		Jogo de válvulas M8x1 para GrindControl e tampas de aeração