



MĚŘICÍ SYSTÉM GRINDCONTROL

VIDĚT TO, CO OSTATNÍ NEVIDÍ

Moderní laboratorní aplikace vyžadují maximální kontrolu, nejvyšší reprodukovatelnost a úplnou transparentnost procesu. Nejnovější generace systému GrindControl poskytuje řešení, které tyto požadavky důsledně splňuje – je výkonné, inteligentní a intuitivní.

Systém GrindControl se používá v procesech kulového mletí a nepřetržitě zaznamenává tlak a teplotu uvnitř mlecí nádoby. Systém se skládá z hardwarové měřicí jednotky a specializovaného analytického softwaru, který umožňuje vizualizaci a vyhodnocení klíčových parametrů procesu, tlaku a teploty v reálném čase.

Díky tomu je příprava vzorků efektivnější, chrání se materiály citlivé na teplotu a zajišťují se stabilní podmínky i v náročných aplikacích – například při mechanochemických syntézách. GrindControl zajišťuje transparentnost procesu mletí v kulovém mlýnu a tvoří základ pro spolehlivé a reprodukovatelné výsledky.



[Kliknutím zobrazíte video](#)

PŘEHLED SYSTÉMU GRINDCONTROL

- | Přesné sledování teploty od -20 °C do +100 °C s rozlišením 0,1 °C.
- | Přesné měření vnitřního tlaku nádoby od 0 do 5 barů s rozlišením 1 mbar.
- | Snadné zavádění nebo uvolňování plynů pomocí speciálních vstupních/výstupních ventilů.
- | Intuitivní software v reálném čase pro monitorování, zaznamenávání a analýzu všech dat.



VÝHODY DÍKY TECHNOLOGII

- | Plně samostatný systém – nejsou nutné žádné úpravy mlýna.
- | Modulární konstrukce víčka pro rychlé přepínání mezi různými materiály a velikostmi nádob.
- | Současné monitorování až čtyř jednotek GrindControl.
- | Spolehlivý bezdrátový přenos až do vzdálenosti 5 metrů a výdrž baterie až 80 hodin.
- | Rychlá a snadná obsluha a čištění: náradí je součástí balení.

GRINDCONTROL

VÝHODY MĚŘENÍ TEPLoty A TLAKU

Sledování teploty a tlaku přináší významné výhody pro optimální návrh a řízení procesů v kulových mlýnech pro zmenšování velikosti částic, přípravu vzorků a výzkumné aplikace.

Pomáhá zlepšit:

Kvalita: Monitorování tlaku a teploty pro spolehlivé a reprodukovatelné

výsledky.

Účinnost: Monitorování v reálném čase umožňuje přesné řízení procesních podmínek. Procesní parametry, jako je chlazení, frekvence, doba trvání a intervaly pauzy při mletí, lze podle potřeby upravovat.

Bezpečnost: Kritické změny tlaku a teploty lze detekovat v rané fázi, čímž se předchází procesním chybám a bezpečnostním rizikům.

Výzkum a vývoj: Lze získat hlubší vhled do mechanochemických reakcí. Lze analyzovat vztah mezi výsledky a příslušnými stavovými proměnnými.

System GrindControl je k dispozici pro planetové kulové mlýny, oscilační mlýny MM 500 nano/control a Emax. Zahrnuje hardware pro měření tlaku a teploty a analytický software.



ANALÝZA VÝVOJE TLAKU A TEPLoty BĚHEM MLETÍ V KULOVÉM MLÝNU

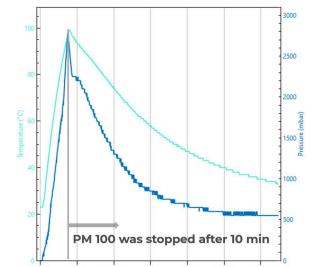
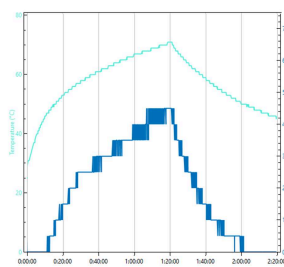
GrindControl podporuje širokou škálu aplikací a poskytuje zvýšenou bezpečnost a přesnou regulaci teploty pro kontrolované a reprodukovatelné mletí v kulovém mlýnu.

PŘÍKLAD 1: MAXIMÁLNÍ BEZPEČNOST PŘI MOKRÉM MLETÍ

Během mletí v kulovém mlýnu se mohou profily teploty a tlaku vyvíjet odlišně v závislosti na úrovni naplnění mlecí nádoby, materiálu nádoby a procesních parametrech.

Zatímco při mokřém mletí korundu v 250ml mlecí nádobě v planetovém kulovém mlýnu (levý diagram) teplota a tlak stoupají postupně, při stejné rychlosti otáčení je v 500 ml mlecí nádobě s ocelovými kuličkami většího průměru (pravý diagram) pozorován výrazně silnější nárůst.

Díky nepřetržitému monitorování těchto stavových proměnných pomocí systému GrindControl lze proces specificky řídit a zvýšit celkovou provozní



bezpečnost. Mlecí nádoby s vysokou teplotou smí být manipulovány pouze v ochranných rukavicích. Mlecí nádoby pod tlakem smí být otevírány pouze s maximální opatrností.

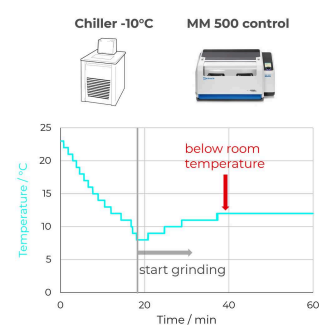
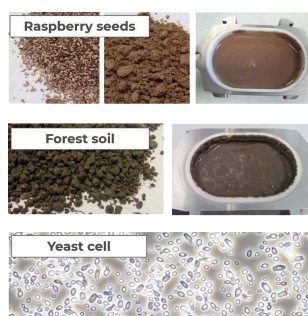
Systém GrindControl navíc umožňuje optimální volbu dob mletí a pauz, zejména u dlouhodobých mlecích procesů.

PŘÍKLAD 2: JEMNÉ MLETÍ TEPLOTNĚ CITLIVÝCH VZORKŮ V KULOVÉM MLÝNU

Při mletí materiálů citlivých na teplotu hraje klíčovou roli regulace teploty. U takových vzorků se často používá cílené chlazení nebo přestávky v mletí, aby se citlivé látky chránily před tepelným poškozením. To je zvláště výhodné při zpracování potravinářských výrobků, organických vzorků nebo při rozrušování buněk, protože zabraňuje ztrátě nebo denaturaci složek citlivých na teplotu.

V tomto příkladu je systém provozován s mlýnem MM 500 control, který je připojeno k externímu chladiči. Pomocí GrindControl jsou procesní parametry uvnitř mlecí komory nepřetržitě monitorovány. Jak je znázorněno, mlecí komora je předem ochlazená na teplotu pod 10 °C a během celého procesu zůstává pod pokojovou teplotou.

Nepřetržitě monitorování teploty pomocí GrindControl umožňuje přesné řízení procesu, zajišťuje reprodukovatelné výsledky a současně chrání citlivé materiály.



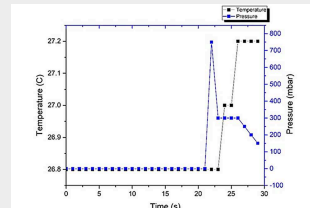
SYSTEMATICKÁ ANALÝZA PARAMETRŮ OVLIVŇUJÍCÍCH MECHANOCHEMICKÉ REAKCE

Sledování tlaku a teploty poskytuje cenné informace o tom, co se děje uvnitř mlecí nádoby. GrindControl se široce používá k výzkumu syntézy materiálů, jako je mechanické legování a jiné mechanochemické reakce.

PŘÍKLAD 1: MONITOROVÁNÍ SAMOVOLNĚ SE ŠÍŘÍCÍ MECHANOCHEMICKÉ SYNTETICKÉ REAKCE (MSR)

Mechanochemická syntéza byla provedena v zařízení MM 500 nano s použitím 125ml nerezové nádoby s GrindControl. Reaktanty a kuličky o rozměrech 32 × 10 mm byly mlety při frekvenci 20 Hz na vzduchu.

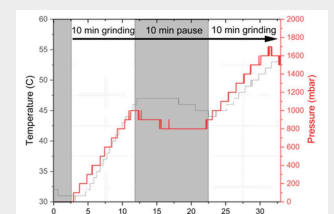
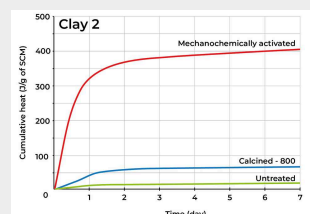
Po asi 20 sekundách mletí došlo k zapálení, které vedlo ke zvýšení tlaku na přibližně 730 mbar a ke zvýšení teploty. GrindControl přesně zaznamenal bod zapálení – klíčový parametr pro tuto samovolně se šířící mechanochemickou syntetickou reakci (MSR). [8]



PŘÍKLAD 2: MECHANOCHEMICKÁ AKTIVACE JÍLŮ PRO „ZELENÝ CEMENT“

Ve výzkumu udržitelného cementu podporuje systém GrindControl analýzu mechanochemické aktivace jílových minerálů. V tomto procesu lze výrazně zvýšit pucolánovou reaktivitu ve srovnání s neošetřenými nebo kalcinovanými vzorky (viz obrázek vlevo). Aktivované jíly slouží jako doplňkové cementové materiály (SCM) a umožňují snížení emisí CO₂ částečným nahrazením slínku.

Zpracování se provádí v planetovém kulovém mlýnu PM 100 při 500 ot./min. s použitím 500 ml mlecí nádoby s dvanácti 20 mm nerezovými kuličkami (poměr kuliček k prášku 25:1). Propojením údajů o tlaku a teplotě s měřeními reaktivity lze aktivací proces specificky monitorovat a řídit. [9]



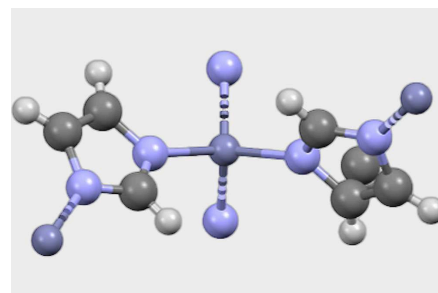
GRINDCONTROL
OBLASTI POUŽITÍ



Při zpracování materiálů citlivých na teplotu je nutné teplotu přesně monitorovat. Díky systému GrindControl lze spolehlivě zajistit dodržování stanovených teplotních limitů.



Při mokřém mletí mohou dlouhé doby mletí a vysoký příkon energie vést k výraznému zvýšení teploty a nárůstu tlaku. GrindControl zvyšuje bezpečnost provozu při manipulaci a umožňuje optimalizaci intervalů mletí a pauz.



V mechanochemii jsou rozhodující specifické teplotní a tlakové podmínky. S pomocí GrindControl lze tyto parametry přesně monitorovat a systematicky korelovat s příslušnými výsledky reakcí.

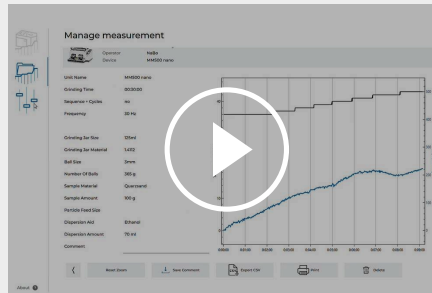
GRINDCONTROL

GRINDCONTROL V PRAXI

Následující videa poskytují stručný přehled dostupných verzí, struktury systému a správných postupů čištění.



[Kliknutím zobrazíte video](#)



[Kliknutím zobrazíte video](#)



[Kliknutím zobrazíte video](#)

HARDWARE

Toto video představuje různé dostupné verze GrindControl a vysvětluje příslušné hardwarové komponenty. Poskytuje také přehled kompatibility s různými typy mlýnů a materiály.

SOFTWARE

Toto video ukazuje, jak používat software, a vysvětluje jeho strukturu. Také jasně ilustruje získávání a vizualizaci naměřených dat.

ČIŠTĚNÍ

Toto video ukazuje správný postup čištění systému GrindControl po použití. Poskytuje důležité pokyny pro bezpečnou manipulaci a údržbu součástí, aby byl zajištěn dlouhodobý a spolehlivý provoz.

PRINCIP FUNKCE

Tlak a teplota jsou v reálném čase přenášeny přes Bluetooth z elektroniky GrindControl do počítače. Software zaznamenává pět měření za sekundu a generuje podrobný protokol o profilech tlaku a teploty.

Senzory jsou integrovány do víka mlecí nádoby a zaznamenávají fyzikální podmínky tak, aby co nejpřesněji odrážely prostředí uvnitř nádoby.



Slinuté filtry spolehlivě chrání senzory před kontaktem s pevným vzorkem materiálu. Zároveň zabraňují úniku materiálu z mlecí nádoby při použití přívodů plynu.

Software je k dispozici zdarma a je podporován od Windows 11 výše.

GRINDCONTROL

TECHNICKÉ ÚDAJE

Aplikace	měření tlaku a teploty pro planetové kulové mlýny, Emax a oscilační mlýny MM 500 nano/control
Oblast použití	biologie, chemie / plasty, geologie / metalurgie, medicína / farmaceutika, potravinářství, sklo / keramika, stavební materiály, strojírenství / elektronika, syntéza materiálů, zemědělství, životní prostředí / recyklace
Rozsahy měření	tlak plynu: 0–500 kPa (5 bar) teplota: -20 °C až +100 °C
Suché mletí	ano
Mletí za mokra	ano
Kryogenní mletí	ano, min. -20 °C
Druhy mlecích nádobek	nádoby se šroubovacím víkem (MM) a nádoby EasyFit (PM)
Materiál mlecích nástrojů	kalená nerezová ocel, oxid zirkoničitý
Velikosti mlecích nádob	125 ml (MM); 50 - 500 ml (PM)
Přenosová frekvence	5 /s
Rozhraní	
Elektrické napájení	baterie (až 80 hodin provozu)
Příslušenství	otevírací pomůcka, čisticí nástroje, O-kroužek, stažení softwaru, slinutý filtr, (vložka víka není součástí balení)
Váha netto	víko se senzorovou jednotkou 360 g (MM) 1780 g / 1140 g (PM)
Normy	CE
Technické požadavky	Počítač s Windows 11 a Bluetooth 5.0 nebo vyšší
Software	živé sledování naměřených dat, kompletní protokol o měření, ukládatelné šablony, seznam provedených měření, export dat ve formátu .pdf a .csv

MM = Mixer Mill (oscilační mlýn); PM = Planetary Ball Mill (planetový kulový mlýn | GrindControl pro planetové kulové mlýny je kompatibilní pouze s mlecími nádobami EasyFit. Mlecí nádoby "comfort" mají jiné rozměry a nejsou kompatibilní.

REFERENCE

[8] Reakční schéma a provedení experimentů: Dr. Matej Baláž, Ústav geotechniky, Slovenská akademie věd (SAV).

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

www.retsched.com/grindcontrol

OBJEDNACÍ DATA A ŽÁDOST


SYSTÉM PRO MĚŘENÍ TLAKU A TEPLoty GRINDCONTROL PRO OSCILAČNÍ MLÝNY

včetně senzorů a vysílací jednotky, pouzdra, pomůcky pro otevírání a čistícího příslušenství pro MM 500 control / nano / Emax (vločku víčka a mlecí nádobu objednávejte prosím samostatně)

22.782.0032	GrindControl pro MM 500 control/nano/Emax mlecí nádoba 125 ml
03.474.0242	Vložka víčka GrindControl pro MM 500 control/nano a Emax mlecí nádoba 125 ml, nerezová ocel
03.474.0245	Vložka víčka GrindControl pro MM 500 control/nano a Emax mlecí nádoba 125 ml, oxid zirkoničitý

PŘÍSLUŠENSTVÍ PRO MM 500 CONTROL/NANO GRINDCONTROL

05.114.0122  O-kroužek pro 125 ml mlecí nádoby (MM 500 control/nano a Emax)

22.186.0007  Sinterovaný filtr s O-kroužkem, sada 10 kusů

22.864.0001  Sada ventilů M8x1 pro GrindControl a aerační víčka

SYSTÉM PRO MĚŘENÍ TLAKU A TEPLoty GRINDCONTROL PRO PLANETOVÉ KULOVÉ MLÝNY




včetně senzorů a vysílací jednotky, vložky víka, softwaru, kufříku, pomůcky pro otevírání a čistícího příslušenství pro PM (mlecí nádoby objednávejte zvlášť)

22.782.0033	GrindControl pro mlecí nádobu PM EasyFit 50–125 ml
22.782.0034	GrindControl pro mlecí nádobu PM EasyFit 250–500 ml

VLOŽKY DO VÍKA GRINDCONTROL

03.474.0243	Vložka víčka GrindControl pro 50, 80, 125 ml, nerezová ocel
03.474.0246	Vložka víčka GrindControl pro 50, 80, 125 ml, oxid zirkoničitý
03.474.0244	Vložka víka GrindControl pro 250 nebo 500 ml, nerezová ocel
03.474.0247	Vložka víčka GrindControl pro 250 nebo 500 ml, oxid zirkoničitý

PŘÍSLUŠENSTVÍ PRO PM GRINDCONTROL S MLECÍMI NÁDOBAMI EASYFIT

05.114.0056		O-kroužek pro 50, 80 nebo 125 ml
05.114.0054		O-kroužek pro 250 ml - 500 ml mlecí nádoby EasyFit (PM)
03.111.0438		Ploché těsnění pro 50 ml, 80 ml nebo 125 ml
03.111.0439		Ploché těsnění pro 250 ml – 500 ml
22.186.0007		Sinterovaný filtr s O-kroužkem, sada 10 kusů
22.864.0001		Sada ventilů M8x1 pro GrindControl a aerační víčka