



MERACÍ SYSTÉM GRINDCONTROL

VIDIEŤ TO, ČO OSTATNÍ NEVIDIA

Moderné laboratórne aplikácie vyžadujú maximálnu kontrolu, najvyššiu reprodukovateľnosť a úplnú transparentnosť procesu. Najnovšia generácia GrindControl poskytuje riešenie, ktoré tieto požiadavky konzistentne spĺňa – je výkonné, inteligentné a intuitívne na obsluhu.

GrindControl sa používa v procesoch guľového mletia a nepretržite zaznamenáva tlak a teplotu vo vnútri mlejnej nádoby. Systém sa skladá z hardvérovej meracej jednotky a špecializovaného analytického softvéru, ktorý umožňuje vizualizáciu a vyhodnocovanie kľúčových parametrov procesu, tlaku a teploty v reálnom čase.

Vďaka tomu je príprava vzoriek efektívnejšia, chráni sa materiály citlivé na teplotu a zabezpečujú sa stabilné podmienky aj v náročných aplikáciách – napríklad pri mechanochemických syntézach. GrindControl vytvára transparentnosť v procese mletia v guľových mlynoch a tvorí základ pre spoľahlivé a reprodukovateľné výsledky.



[Kliknutím zobrazíte video](#)

PREHĽAD SYSTÉMU GRINDCONTROL

- | Presné monitorovanie teploty od -20 °C do +100 °C s rozlíšením 0,1 °C.
- | Presné meranie vnútorného tlaku nádoby od 0 do 5 bar s rozlíšením 1 mbar.
- | Ľahké zavádzanie alebo uvoľňovanie plynov prostredníctvom špeciálnych vstupných/ výstupných ventilov.
- | Intuitívny softvér v reálnom čase na monitorovanie, zaznamenávanie a analýzu všetkých údajov.



VÝHODY VĎAKA TECHNOLOGII

- | Plne samostatný systém – nie sú potrebné žiadne úpravy mlyna.
- | Modulárna konštrukcia viečka pre rýchle prepínanie medzi rôznymi materiálmi a veľkosťami nádob.
- | Súčasné monitorovanie až štyroch jednotiek GrindControl.
- | Spoľahlivý bezdrôtový prenos až do vzdialenosti 5 metrov a výdrž batérie až 80 hodín.
- | Rýchla a jednoduchá obsluha a čistenie: náradie je súčasťou balenia.

GRINDCONTROL

VÝHODY MERANIA TEPLoty A TLAKU

Monitorovanie teploty a tlaku poskytuje významné výhody pre optimálne navrhovanie a riadenie procesov guľových mlynov na redukciu veľkosti častíc, prípravu vzoriek a výskumné aplikácie.

Pomáha zlepšiť:

Kvalita: Monitorovanie tlaku a teploty pre spoľahlivé a reprodukovateľné výsledky.

Účinnosť: Monitorovanie v reálnom čase umožňuje presné riadenie podmienok procesu. Parametre procesu, ako je chladenie, frekvencia, trvanie a intervaly prestávok v mletí, je možné podľa potreby upravovať.

Bezpečnosť: Kritické zmeny tlaku a teploty je možné zistiť v ranom štádiu, čím sa predchádza chybám v procese a bezpečnostným rizikám.

Výskum a vývoj: Je možné získať hlbšie poznatky o mechanochemických reakciách. Je možné analyzovať vzťah medzi výsledkami a relevantnými stavovými premennými.

Systém GrindControl je k dispozícii pre planetové guľové mlyny, oscilačné mlyny MM 500 nano/control a Emax. Obsahuje hardvér na meranie tlaku a teploty a analytický softvér.



ANALÝZA VÝVOJA TLAKU A TEPLoty POČAS MLETIA V GUĽOVOM MLYNE

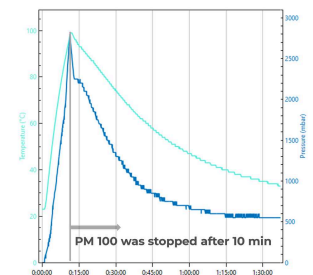
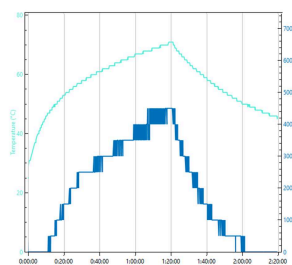
GrindControl podporuje širokú škálu aplikácií a poskytuje zvýšenú bezpečnosť a presnú reguláciu teploty pre kontrolované a reprodukovateľné mletie v guľových mlynoch.

PRÍKLAD 1: MAXIMÁLNA BEZPEČNOSŤ PRI MOKROM MLETIU

Počas mletia v guľovom mlyne sa profily teploty a tlaku môžu vyvíjať odlišne v závislosti od úrovne naplnenia mlecej nádoby, materiálu nádoby a parametrov procesu.

Zatiaľ čo teplota a tlak počas mokrého mletia korundu v 250 ml mlecej nádobe v planetovom guľovom mlyne (ľavý diagram) stúpajú postupne, pri rovnakej rýchlosti otáčania sa v 500 ml mlecej nádobe s ocelovými guľičkami väčšieho priemeru pozoruje výrazne silnejší nárast (pravý diagram).

Neustálym monitorovaním týchto stavových



premenných pomocou GrindControl je možné proces špecificky riadiť a zvýšiť celkovú prevádzkovú bezpečnosť. Mlecie nádoby s vysokou teplotou sa smú manipulovať iba v ochranných rukaviciach. Mlecie nádoby pod tlakom sa smú otvárať iba s mimoriadnou opatrnosťou.

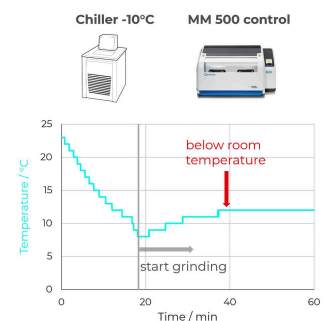
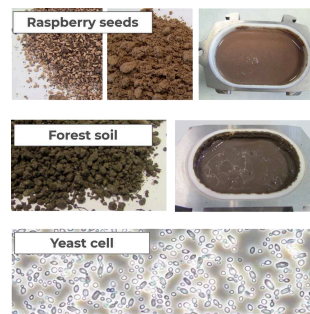
Okrem toho GrindControl umožňuje optimálny výber mlecích a pauzových časov, najmä pri dlhodobých mlecích procesoch.

PRÍKLAD 2: JEMNÉ MLETIE TEPLOCITLIVÝCH VZORIEK V GULOVOM MLYNE

Pri mletí materiálov citlivých na teplotu zohráva regulácia teploty kľúčovú úlohu. Pri takýchto vzorkách sa často používa cielené chladenie alebo prestávky v mletí, aby sa citlivé látky chránili pred tepelným poškodením. To je obzvlášť výhodné pri spracovaní potravinárskych výrobkov, organických vzoriek alebo pri narušaní buniek, pretože zabraňuje strate alebo denaturácii zložiek citlivých na teplotu.

V tomto príklade je systém prevádzkovaný s mlynom MM 500 control, ktorý je pripojený k externému chladiacemu zariadeniu. Pomocou GrindControl sa nepretržite monitorujú parametre procesu vo vnútri mlecjej komory. Ako je znázornené, mlecia komora je predchladená na teplotu pod 10 °C a počas celého procesu zostáva pod izbovou teplotou.

Neustále monitorovanie teploty pomocou GrindControl umožňuje presné riadenie procesu, zabezpečuje reprodukovateľné výsledky a zároveň chráni citlivé materiály.



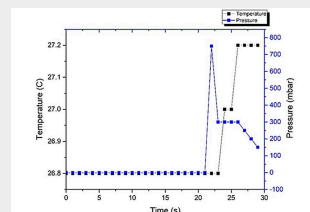
SYSTEMATICKÁ ANALÝZA PARAMETROV OVPLYVŇUJÚCICH MECHANOCHEMICKÉ REAKCIE

Monitorovanie tlaku a teploty poskytuje cenné informácie o tom, čo sa deje vo vnútri mlecij nádoby. GrindControl sa široko používa na skúmanie syntézy materiálov, ako je mechanické legovanie a iné mechanochemické reakcie.

PRÍKLAD 1: MONITOROVANIE SAMOPROPAGUJÚCEJ MECHANOCHEMÁLNEJ SYNTETICKEJ REAKCIE (MSR)

Mechanochemická syntéza bola vykonaná v zariadení MM 500 nano s použitím 125 ml nerezovej nádoby s GrindControl. Reaktanty a guľôčky s rozmermi 32 × 10 mm boli mleté pri frekvencii 20 Hz na vzduchu.

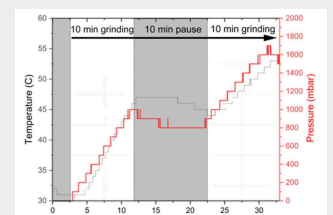
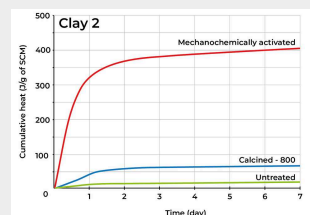
Po približne 20 sekundách mletia došlo k zapáleniu, čo viedlo k zvýšeniu tlaku na približne 730 mbar a k nárastu teploty. GrindControl presne zachytil bod zapálenia – kľúčový parameter pre túto samovoľne sa šíriacu mechanochemickú syntéznu reakciu (MSR). [8]



PRÍKLAD 2: MECHANOCHEMICKÁ AKTIVÁCIA ÍLOV PRE „ZELENÝ CEMENT“

V rámci výskumu udržateľného cementu systém GrindControl podporuje analýzu mechanochemálnej aktivácie ílových minerálov. V tomto procese sa môže výrazne zvýšiť puzolánová reaktivita v porovnaní s neupravenými alebo kalcinovanými vzorkami (pozri obrázok vľavo). Aktivované íly slúžia ako doplnkové cementové materiály (SCM) a umožňujú zníženie emisií CO₂ čiastočnou náhradou slinku.

Spracovanie sa vykonáva v planetovom guľovom mlyne PM 100 pri 500 ot/min, pričom sa používa 500 ml mlecia nádoba s dvanástimi 20 mm guľami z nehrdzavejúcej ocele (pomer guľičiek k prášku 25:1). Prepojením údajov o tlaku a teplote s meraniami



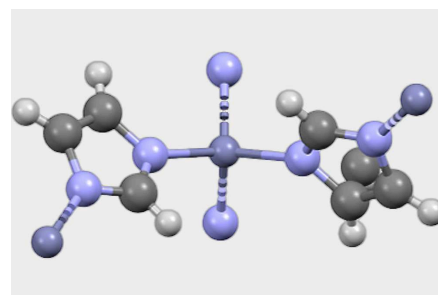
GRINDCONTROL OBLASTI POUŽITIA



Pri spracovaní materiálov citlivých na teplotu je potrebné presne monitorovať teplotu. S GrindControl je možné spoľahlivo zabezpečiť dodržiavanie stanovených teplotných limitov.



Pri mokrom mletí môžu dlhé doby mletia a vysoká spotreba energie viesť k výraznému zvýšeniu teploty a nárastu tlaku. Systém GrindControl zvyšuje prevádzkovú bezpečnosť pri manipulácii a umožňuje optimalizáciu intervalov mletia a prestávok.



V mechanochemii sú rozhodujúce špecifické teplotné a tlakové podmienky. S GrindControl je možné tieto parametre presne monitorovať a systematicky korelovať s príslušnými výsledkami reakcie.

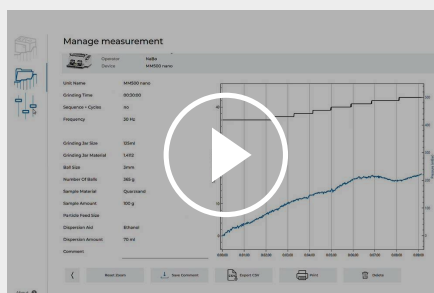
GRINDCONTROL

GRINDCONTROL V PRAXI

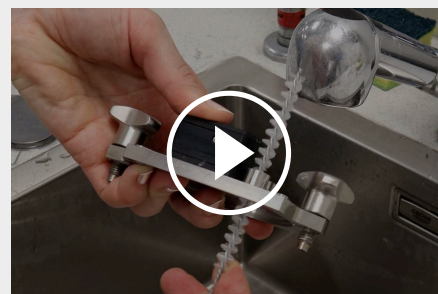
Nasledujúce videá poskytujú stručný prehľad dostupných verzií, štruktúry systému a správnych postupov čistenia.



[Kliknutím zobrazíte video](#)



[Kliknutím zobrazíte video](#)



[Kliknutím zobrazíte video](#)

HARDVÉR

Toto video predstavuje rôzne dostupné verzie GrindControl a vysvetľuje príslušné hardvérové komponenty. Poskytuje tiež prehľad kompatibility s rôznymi typmi mlynov a materiálmi.

SOFTVÉR

Toto video ukazuje, ako používať softvér, a vysvetľuje jeho štruktúru. Jasne ilustruje aj získavanie a vizualizáciu nameraných údajov.

ČISTENIE

Toto video ukazuje správny postup čistenia systému GrindControl po použití. Poskytuje dôležité pokyny týkajúce sa bezpečnej manipulácie a konzervácie komponentov, aby bola zabezpečená dlhodobá a spoľahlivá prevádzka.

PRINCÍP FUNKCIE

Tlak a teplota sa prenášajú v reálnom čase prostredníctvom Bluetooth z elektroniky GrindControl do počítača. Softvér zaznamenáva päť meraní za sekundu a vytvára podrobný protokol profilov tlaku a teploty.

Senzory sú integrované do veka mlecej nádoby a



zaznamenávajú fyzikálne podmienky spôsobom,
ktorý najpresnejšie odráža prostredie vnútri nádoby.

Slinuté filtre spoľahlivo chránia senzory pred
kontaktom s pevným materiálom vzorky. Zároveň
zabraňujú úniku materiálu z mlecej nádoby pri
použití prívodov plynu.

Softvér je k dispozícii zadarmo a je podporovaný od
Windows 11

GRINDCONTROL

TECHNICKÉ ÚDAJE

Aplikácie	meranie tlaku a teploty pre planetové guľové mlyny, Emax a oscilačné mlyny MM 500 nano/control
Oblasť použitia	biológia, chémia / plasty, geológia / metalurgia, medicína / farmácia, potravinárstvo, poľnohospodárstvo, sklo / keramika, stavebné materiály, strojárstvo / elektronika, syntéza materiálov, životné prostredie / recyklácia
Rozsahy merania	tlak plynu: 0 – 500 kPa (5 bar) teplota: -20 °C – +100 °C
Suché mletie	áno
Mletie za mokra	áno
Kryogénne mletie	áno, min. -20 °C
Druhy mlecích nádobiek	nádoby so skrutkovacím uzáverom (MM) a nádoby EasyFit (PM)
Materiál mlecích nástrojov	tvrdená nehrdzavejúca oceľ, oxid zirkónia
Veľkosti mlecích nádob	125 ml (MM); 50 - 500 ml (PM)
Prenosová frekvencia	5 /s
Rozhranie	
Elektrické napájanie	batéria (až 80 hodín prevádzky)
Príslušenstvo	otvárací nástroj, čistiace nástroje, O-krúžok, stiahnutie softvéru, spekaný filter, (vločka do viečka nie je súčasťou balenia)
Váha netto	veko so senzorovou jednotkou 360 g (MM) 1780 g / 1140 g (PM)
Normy	CE
Technické požiadavky	Počítač s operačným systémom Windows 11 a Bluetooth 5.0 alebo novším
Softvér	živé monitorovanie nameraných údajov, kompletný protokol o meraní, ukladateľné šablóny, zoznam vykonaných meraní, export údajov vo formáte .pdf a .csv

MM = Mixer Mill (oscilačný mlyn); PM = Planetary Ball Mill (planetový guľový mlyn) | GrindControl pre planetové guľové mlyny je kompatibilný len s mlecími nádobami EasyFit. Nádoby na mletie "comfort" majú iné rozmery a nie sú kompatibilné.

REFERENCIE

[8] Reakčná schéma a realizácia experimentov: Dr. Matej Baláž, Ústav geotechniky, Slovenská akadémia vied (SAV).

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

www.retsched.sk/grindcontrol



OBJEDNACIE DÁTA A ŽIADOSŤ

SYSTÉM MERANIA TLAKU A TEPLoty GRINDCONTROL PRE OSCILAČNÉ MLYNY

vrátane senzorov a vysielacej jednotky, puzdra, pomôcky na otváranie a čistiaceho príslušenstva pre MM 500 control / nano / Emax (vločku viečka a mlecí nádobu si prosím objednajzte samostatne)

22.782.0032	GrindControl pre MM 500 control/nano/Emax mlecia nádoba 125 ml
03.474.0242	Vložka do veka GrindControl pre MM 500 control/nano a Emax mlecia nádoba 125 ml, nerezová oceľ
03.474.0245	Vložka do veka GrindControl pre MM 500 control/nano a Emax mlecia nádoba 125 ml, oxid zirkónu

PRÍSLUŠENSTVO PRE MM 500 CONTROL/NANO GRINDCONTROL

05.114.0122	 O-krúžok pre 125 ml nádoby na mletie (MM 500 control/nano a Emax)
22.186.0007	Sinterovaný filter s O-krúžkom, sada 10 kusov
22.864.0001	 Sada ventilov M8x1 pre GrindControl a aeračná viečka

SYSTÉM MERANIA TLAKU A TEPLoty GRINDCONTROL PRE PLANETOVÉ GUĽOVÉ MLYNY

vrátane senzorov a vysielacej jednotky, vločky veka, softvéru, kufrika, pomôcky na otváranie a čistiaceho príslušenstva pre PM (mlecie nádoby si objednajzte samostatne)

22.782.0033	GrindControl pre mlecíu nádobu PM EasyFit 50 – 125 ml
22.782.0034	GrindControl pre mlecíu nádobu PM EasyFit 250 – 500 ml

VLOŽKY DO VIEČKA GRINDCONTROL

03.474.0243	Vložka do viečka GrindControl pre 50, 80, 125 ml, nerezová oceľ
03.474.0246	Vložka do viečka GrindControl pre 50, 80, 125 ml, oxid zirkónu
03.474.0244	Vložka do viečka GrindControl pre 250 alebo 500 ml, nerezová oceľ
03.474.0247	Vložka do viečka GrindControl pre 250 alebo 500 ml, oxid zirkónu

PRÍSLUŠENSTVO PRE PM GRINDCONTROL S MLECÍMI NÁDOBAMI EASYFIT

05.114.0056



O-krúžok pre 50, 80 alebo 125 ml

05.114.0054



O-krúžok pre 250 ml - 500 ml nádoby na mletie EasyFit (PM)

03.111.0438

Ploché tesnenie pre 50 ml, 80 ml alebo 125 ml

03.111.0439

Ploché tesnenie pre 250 ml – 500 ml

22.186.0007

Sinterovaný filter s O-krúžkom, sada 10 kusov

22.864.0001



Sada ventilov M8x1 pre GrindControl a aeračná viečka