



SYSTEM POMIARU GRINDCONTROL

ZOBACZ TO, CZEGO INNI NIE WIDZĄ

Nowoczesne zastosowania laboratoryjne wymagają maksymalnej kontroli, najwyższej powtarzalności oraz pełnej transparentności procesu. Najnowsza generacja GrindControl oferuje rozwiązanie, które konsekwentnie spełnia te wymagania — jest wydajne, inteligentne i intuicyjne w obsłudze. GrindControl jest stosowany w procesach prowadzonych w młynach kulowych i umożliwia ciągłą rejestrację ciśnienia oraz temperatury wewnątrz naczynia mielącego. System składa się z jednostki pomiarowej (hardware) oraz dedykowanego oprogramowania analitycznego, co pozwala na wizualizację i analizę kluczowych parametrów procesu, takich jak ciśnienie i temperatura, w czasie rzeczywistym. Dzięki temu przygotowanie próbek staje się bardziej efektywne, materiały wrażliwe na temperaturę są lepiej chronione, a stabilne warunki procesu są utrzymywane nawet w wymagających zastosowaniach — na przykład w syntezach mechanochemicznych. GrindControl zapewnia pełną transparentność procesu w młynie kulowym i stanowi podstawę uzyskiwania wiarygodnych oraz powtarzalnych wyników.



[Kliknij by obejrzeć film](#)

GRINDCONTROL W SKRÓCIE

- | Precyzyjne monitorowanie temperatury w zakresie od $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ z dokładnością do $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- | Dokładny pomiar ciśnienia wewnętrznego w naczyniu od 0 do 5 barów z dokładnością 1 mbar.
- | Łatwe wprowadzanie lub usuwanie gazów za pomocą dedykowanych zaworów wlotowych i wylotowych.
- | Intuicyjne oprogramowanie działające w czasie rzeczywistym, służące do monitorowania, rejestrowania i analizowania wszystkich danych.



KORZYŚCI WYNIKAJĄCE Z TECHNOLOGII

- | W pełni autonomiczny system – nie wymaga żadnych modyfikacji młyna.
- | Modułowa konstrukcja pokrywki umożliwia szybkie zmienianie materiałów wykonania i rozmiarów wkładki.
- | Jednoczesne monitorowanie do czterech jednostek GrindControl.
- | Niezawodna transmisja bezprzewodowa na odległość do 5 metrów oraz czas pracy na baterii do 80 godzin.
- | Szybka i łatwa obsługa oraz czyszczenie: narzędzia w zestawie.

GRINDCONTROL

KORZYŚCI Z POMIARU TEMPERATURY I CIŚNIENIA

Monitorowanie temperatury i ciśnienia zapewnia istotne korzyści w zakresie optymalnego projektowania i kontroli procesów zachodzących w młynach kulowych, stosowanych do rozdrabniania cząstek,

przygotowania próbek oraz w zastosowaniach badawczych.

Pomaga poprawić:

Jakość : Monitorowanie ciśnienia i temperatury zapewniające wiarygodne i powtarzalne wyniki.

Wydajność : Monitorowanie w czasie rzeczywistym umożliwia precyzyjną kontrolę warunków procesu. Parametry procesu, takie jak chłodzenie, częstotliwość, czas trwania oraz przerwy w mieleniu, mogą być dostosowywane w zależności od potrzeb.

Bezpieczeństwo : Krytyczne zmiany ciśnienia i temperatury mogą być wykrywane na wczesnym etapie, co pozwala zapobiegać błędom procesowym oraz zagrożeniom dla bezpieczeństwa.

Badania i rozwój : Możliwe jest uzyskanie głębszego wglądu w reakcje mechanochemiczne. Można analizować zależności między wynikami a odpowiednimi parametrami.

System GrindControl jest dostępny dla planetarnych młynów kulowych, młynów miksujących MM 500 nano/control oraz Emax. Obejmuje on sprzęt do pomiaru ciśnienia i temperatury oraz oprogramowanie analityczne.

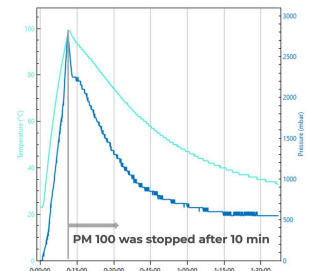
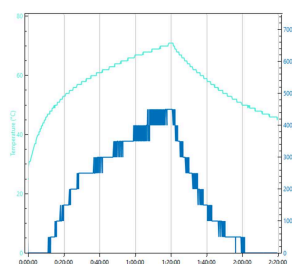


ANALIZA ZMIAN CIŚNIENIA I TEMPERATURY W NACZYNIU MIELĄCYM PODCZAS PRACY MŁYNA KULOWEGO

GrindControl wspiera szeroki zakres zastosowań, zapewniając zwiększone bezpieczeństwo oraz precyzyjną regulację temperatury, co umożliwia kontrolowane i powtarzalne procesy w młynie kulowym.

PRZYKŁAD 1: MAKSYMALNE BEZPIECZEŃSTWO PODCZAS MIELENIA NA MOKRO

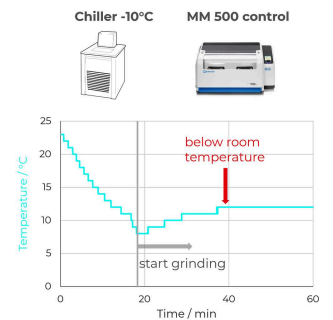
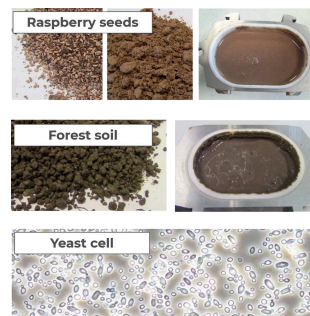
Podczas mielenia kulowego przebieg temperatury i ciśnienia może się różnić w zależności od stopnia wypełnienia naczynia mielącego, materiału naczynia oraz parametrów procesu. Podczas gdy w trakcie mielenia na mokro korundu w naczyniu mielącym o pojemności 250 ml w planetarnym młynie kulowym temperatura i ciśnienie rosną stopniowo (wykres po lewej), przy tej samej prędkości obrotowej w



naczyniu mielącym o pojemności 500 ml z kulami stalowymi o większej średnicy obserwuje się znacznie silniejszy wzrost tych parametrów (wykres po prawej). Dzięki ciągłemu monitorowaniu tych parametrów za pomocą systemu GrindControl proces może być precyzyjnie kontrolowany, a ogólne bezpieczeństwo pracy znacząco zwiększone. Naczynia mielące o podwyższonej temperaturze należy obsługiwać wyłącznie w rękawicach ochronnych, a te znajdujące się pod ciśnieniem mogą być otwierane wyłącznie z zachowaniem szczególnej ostrożności. Ponadto GrindControl umożliwia optymalny dobór czasu mielenia i przerw, szczególnie w przypadku długotrwałych procesów mielenia.

PRZYKŁAD 2: DELIKATNE ROZDRABNIANIE PRÓBEK WRAŻLIWYCH NA TEMPERATURĘ W MŁYNIEM KULOWYM

Podczas rozdrabniania materiałów wrażliwych na temperaturę kluczową rolę odgrywa kontrola temperatury. W przypadku takich próbek często stosuje się ukierunkowane chłodzenie lub przerwy w mieleniu, aby chronić wrażliwe substancje przed uszkodzeniami termicznymi. Jest to szczególnie korzystne podczas przetwarzania produktów spożywczych, próbek organicznych lub w trakcie dezintegracji komórek, ponieważ zapobiega utracie lub denaturacji składników wrażliwych na temperaturę. W tym przykładzie system pracuje z młynem MM 500 control, który jest podłączony do zewnętrznego układu chłodzenia. Dzięki zastosowaniu GrindControl parametry procesu wewnątrz komory mielącej są monitorowane w sposób ciągły. Jak pokazano, komora mieląca jest wstępnie schładzana do temperatury poniżej 10°C i przez cały czas trwania procesu pozostaje poniżej temperatury otoczenia. Ciągłe monitorowanie temperatury za pomocą GrindControl umożliwia precyzyjną kontrolę procesu, zapewnia powtarzalne wyniki oraz jednocześnie chroni materiały wrażliwe.

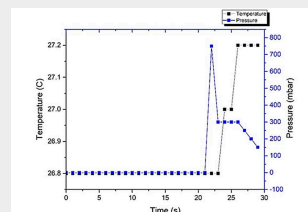


SYSTEMATYCZNA ANALIZA PARAMETRÓW WPŁYWAJĄCYCH NA REAKCJE MECHANOCHEMICZNE

Monitorowanie ciśnienia i temperatury zapewnia cenne informacje na temat tego, co dzieje się wewnątrz naczynia mielącego. GrindControl jest szeroko stosowany do badania syntez materiałów, takich jak stopowanie mechaniczne i inne reakcje mechanochemiczne.

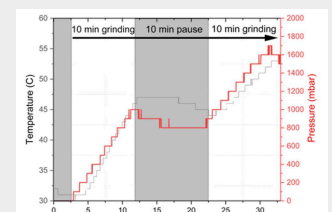
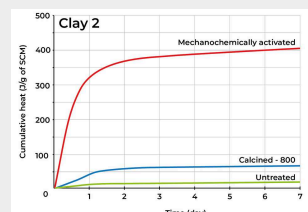
PRZYKŁAD 1: MONITOROWANIE SAMOPODTRZYMUJĄCEJ SIĘ REAKCJI SYNTEZY MECHANOCHEMICZNEJ (MSR)

Syntezę mechanochemiczną przeprowadzono w młynie MM 500 nano, z wykorzystaniem stalowego naczynia o pojemności 125 ml, wyposażonego w system GrindControl. Reaktanty oraz 32 kule o średnicy 10 mm mielono z częstotliwością 20 Hz w atmosferze powietrza. Po około 20 sekundach mielenia nastąpił zapłon, prowadzący do wzrostu ciśnienia do około 730 mbar oraz wzrostu temperatury. System GrindControl precyzyjnie zarejestrował moment zapłonu – kluczowy parametr dla tej samopodtrzymującej się reakcji syntezy mechanochemicznej (MSR). [8]



PRZYKŁAD 2: MECHANOCHEMICZNA AKTYWACJA GLIN DO PRODUKCJI „ZIEŁONEGO CEMENTU”

W badaniach nad zrównoważonym cementem system GrindControl wspiera analizę mechanochemicznej aktywacji minerałów ilastych. W tym procesie reaktywność pucolanowa może zostać znacząco zwiększona w porównaniu z próbkami nieprzetworzonymi lub kalcynowanymi (zob. wykres po lewej). Aktywowane gliny pełnią funkcję dodatków mineralnych do cementu (SCM) i umożliwiają redukcję emisji CO₂ poprzez częściowe zastąpienie klinkieru. Proces prowadzony jest w planetarnym młynie kulowym PM 100 przy prędkości 500 obr./min, z wykorzystaniem naczynia mielącego o pojemności 500 ml oraz dwunastu kul ze stali nierdzewnej o średnicy 20 mm (stosunek masy kul



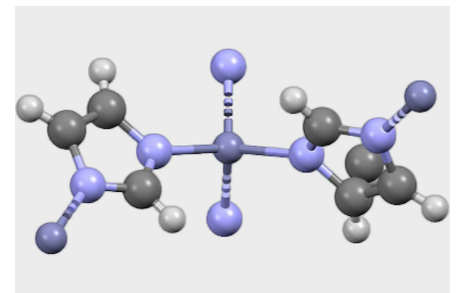
GRINDCONTROL
OBSZARY ZASTOSOWAŃ



Podczas przetwarzania materiałów wrażliwych na temperaturę konieczne jest precyzyjne monitorowanie temperatury. Dzięki GrindControl można niezawodnie zapewnić dotrzymanie określonych limitów temperatury.



Podczas procesów mielenia na mokro długi czas mielenia oraz wysoki nakład energii mogą prowadzić do znacznego wzrostu temperatury i narastania ciśnienia. GrindControl zwiększa bezpieczeństwo pracy podczas obsługi oraz umożliwia optymalizację czasów mielenia i przerw.



W mechanochemii kluczowe znaczenie mają określone warunki temperatury i ciśnienia. Dzięki GrindControl parametry te mogą być precyzyjnie monitorowane oraz systematycznie powiązane z uzyskiwanymi wynikami reakcji.

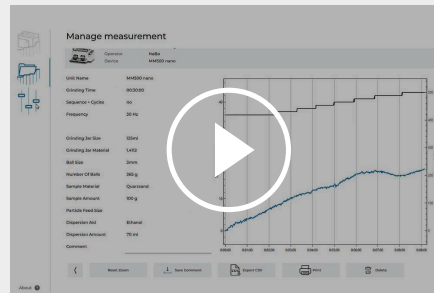
GRINDCONTROL

GRINDCONTROL W PRAKTYCE

Poniższe filmy przedstawiają zwięzły przegląd dostępnych wersji, budowy systemu oraz prawidłowych procedur czyszczenia.



[Kliknij by obejrzeć film](#)



[Kliknij by obejrzeć film](#)



[Kliknij by obejrzeć film](#)

SPRZĘT

Ten film przedstawia dostępne wersje GrindControl oraz objaśnia odpowiadające im komponenty sprzętowe. Zawiera również przegląd kompatybilności z różnymi typami młynów i materiałami akcesoriów.

OPROGRAMOWANIE

Ten film przedstawia sposób korzystania z oprogramowania oraz wyjaśnia jego strukturę. Pokazuje również w przejrzysty sposób rejestrację i wizualizację danych pomiarowych.

CZYSZCZENIE

Ten film przedstawia prawidłową procedurę czyszczenia systemu GrindControl po użyciu. Zawiera istotne wskazówki dotyczące bezpiecznej obsługi oraz utrzymania komponentów w dobrym stanie, aby zapewnić długotrwałą i niezawodną pracę.

ZASADA DZIAŁANIA

Ciśnienie i temperatura są przesyłane w czasie rzeczywistym przez Bluetooth z elektroniki GrindControl do komputera PC. Oprogramowanie rejestruje pięć pomiarów na sekundę, tworząc szczegółowy zapis przebiegu zmian ciśnienia i temperatury. Czujniki są zintegrowane z pokrywą naczynia mielącego, co umożliwia rejestrowanie warunków fizycznych w sposób możliwie najwierniej



odzwierciedlający środowisko wewnątrz naczynia.
Filtry skutecznie chronią czujniki przed kontaktem z materiałem próbki stałej. Jednocześnie zapobiegają wydostawaniu się materiału z naczynia mielącego podczas korzystania z przyłączy gazowych.
Oprogramowanie jest dostępne bezpłatnie i obsługiwane przez system Windows 11 i nowsze wersje.

GRINDCONTROL

DANE TECHNICZNE

Aplikacje	pressure and temperature measuring for Planetary Ball Mills, Emax and Mixer Mills MM 500 nano/control
Pola zastosowań	biologia, chemia / tworzywa sztuczne, geologia / metalurgia, inżynieria / elektronika, material synthesis, materiały dla budownictwa, medycyna/farmacja, rolnictwo, szkło / ceramika, środowisko / recykling, żywność
Zakres pomiarowy	gas pressure: 0 - 500 kPa (5 bar) temperature: -20°C - +100 °C
Mielenie suche	Tak
Mielenie mokre	Tak
Mielenie kriogeniczne	yes min. -20 °C
Rodzaje naczyń mielących	Screw-Lock (MM) and EasyFit jars (PM)
Wykonanie materiałowe elementów rozdrabniających	utwardzana stal nierdzewna, tlenek cyrkonu
Wielkości naczyń mielących	125 ml (MM); 50 - 500 ml (PM)
Transmission frequency	5 /s
Interfejs	
Dane elektryczne	battery (up to 80 h operation time)
Akcesoria	opening aid, cleaning tools, o-ring, Software download, sintered filter, (lid insert not included)
Waga netto	lid with sensor unit 360 g (MM) 1780 g / 1140 g (PM)
Normy / Standardy	CE
Wymagania techniczne	PC with Windows 11 and Bluetooth 5.0 or higher
Oprogramowanie	monitorowanie danych pomiarowych na żywo, pełny protokół pomiarowy, szablony do przechowywania, lista wykonanych pomiarów, eksport danych w formacie .pdf i .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.

REFERENCES

[8] Schemat reakcji oraz wyniki przeprowadzonych eksperymentów: dr Matej Balaz, Instytut Geotechniki, Słowacka Akademia Nauk (SAS).

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

www.retsch.pl/grindcontrol



ZAMÓWIENIA

PRESSURE AND TEMPERATURE MEASURING SYSTEM GRINDCONTROL FOR MIXER MILLS

incl. sensors and transmitter unit, case, opening aid and cleaning accessories for MM 500 control / nano / Emax (please order lid insert and grinding jar separately)

22.782.0032	GrindControl for MM 500 control/nano/Emax grinding jar 125 ml
03.474.0242	GrindControl lid insert for MM 500 control/nano and Emax grinding jar 125 ml, stainless steel
03.474.0245	GrindControl lid insert for MM 500 control/nano and Emax grinding jar 125 ml, zirconium oxide

ACCESSORIES FOR MM 500 CONTROL/NANO GRINDCONTROL

05.114.0122	 O-ring for 125 ml grinding jars (MM 500 control/nano and Emax)
22.186.0007	Sintered filter with O-ring, set of 10 pieces
22.864.0001	 Valve set M8x1 for GrindControl and aeration lids

PRESSURE AND TEMPERATURE MEASURING SYSTEM GRINDCONTROL FOR PLANETARY BALL MILLS



incl. sensors and transmitter unit, insert of lid, software, case, opening aid and cleaning accessories for PM (please order grinding jars separately)

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 for 250 ml - 500 ml grinding jars 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		Sintered filter with O-ring, set of 10 pieces
22.864.0001		Valve set M8x1 for GrindControl and aeration lids