



DP Pulveriser[®]
since 1962

DP PULVERISERS

**KOMPLETNY PRZEWODNIK PO
MIELENIU STRUMIENIOWYM I
TECHNOLOGII ULTRADROBNYCH
CZĄSTEK**

NAUKA O MIELENIU STRUMIENIOWYM

Mielenie strumieniowe to technologia rozdrabniania oparta na energii płynu (gazu), która wykorzystuje sprężony gaz o bardzo dużej prędkości (powietrze lub para), aby wywołać zderzenia między cząstkami, co prowadzi do ich pęknięcia i zmniejszenia rozmiaru.

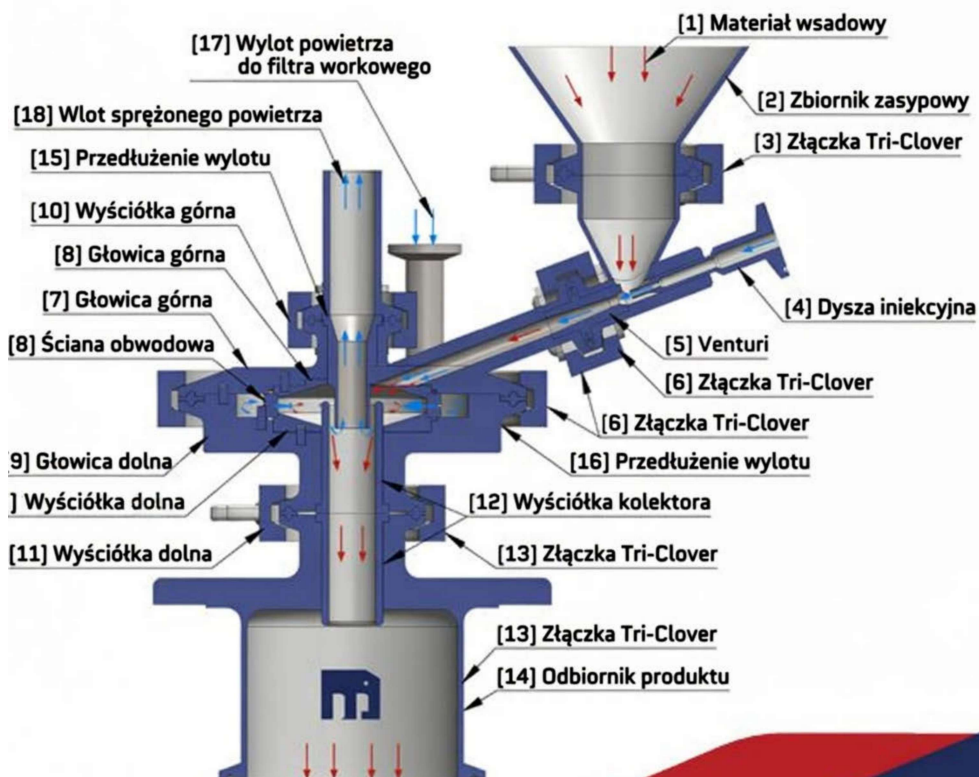
W przeciwieństwie do mechanicznych systemów mielenia, które opierają się na narzędziach uderzeniowych, materiałach mielących lub elementach obrotowych, mielenie strumieniowe działa wyłącznie na zasadzie przekazywania czystej energii kinetycznej.

Podstawowa zasada: Zderzenia cząstka-cząstka

Cząstki są przyspieszane przez dysze do prędkości zbliżonych do prędkości dźwięku lub nawet naddźwiękowych. W komorze mielenia cząstki zderzają się ze sobą, pękając wzdłuż naturalnych punktów naprężeń.

Kluczowe rezultaty:

- Brak mechanicznych powierzchni kontaktowych
- Brak wytwarzania ciepła wskutek tarcia
- Brak zanieczyszczeń pochodzących ze zużywających się elementów



DYNAMIKA PŁYNÓW I MECHANIZMY ZNISZCZENIA CZĄSTEK

Wydajność mielenia strumieniowego jest kontrolowana przez trzy podstawowe mechanizmy fizyczne:

1

Zderzenia międzycząsteczkowe

- Dominujący mechanizm w spiralnych młynach strumieniowych
- Cząstki zderzają się z dużą prędkością → dochodzi do kruchego pęknięcia materiału

2

Ścieranie i ścinanie

- Mechanizm wtórny
- Cząstki ulegają erozji powierzchniowej w wyniku turbulentnego przepływu

3

Klasyfikacja w turbulentnym wirze

- Wewnętrzna cyrkulacja tworzy odśrodkową strefę klasyfikacji
- Drobne cząstki są odprowadzane na zewnątrz
- Grubsze cząstki pozostają w układzie

ZALETA TERMODYNAMICZNA

Jedną z najważniejszych zalet mielenia strumieniowego jest jego niemal izotermiczne środowisko pracy.

Dlaczego to ma znaczenie:

- Brak wzrostu temperatury spowodowanego tarcem
- Odpowiednie dla materiałów wrażliwych na temperaturę
- Zapobiega:
 - topnieniu
 - degradacji
 - przemianom chemicznym

Zastosowania, które na tym korzystają:

- Farmaceutyka (stabilność substancji czynnych – API)
- Polimery
- Substancje aktywne nutraceutyczne (suplementy)
- Materiały do baterii wrażliwe na temperaturę



KONTROLA ROZKŁADU WIELKOŚCI CZĄSTEK (PSD)

Młyny strumieniowe są zdolne do uzyskania bardzo wąskiego i przewidywalnego rozkładu wielkości cząstek dzięki:

- kontrolowanej prędkości gazu
- regulowanej prędkości podawania materiału
- wewnętrznej dynamice klasyfikacji cząstek

Typowe możliwości:

- D50: 1–10 mikronów
- D90: 3–25 mikronów
- Wąska krzywa rozkładu (niska zmienność)

Dlaczego PSD jest ważne:

- Biodostępność (farmacja)
- Reaktywność (chemia)
- Zdolność przepływu proszków
- Gęstość energii (materiały do baterii)



ZACHOWANIE MATERIAŁÓW W MIELENIU STRUMIENIOWYM

Materiały idealne:

- Materiały kruche
- Struktury krystaliczne
- Niska elastyczność

Materiały problematyczne:

- Materiały włókniste
- Wysoce elastyczne polimery
- Proszki lepkie lub higroskopijne

Rozwiązania:

- Wstępna obróbka (suszenie, chłodzenie)
- Kriogeniczne mielenie strumieniowe (jeśli wymagane)
- Optymalizacja systemu podawania materiału



KONTROLA ZANIECZYSZCZEŃ I INŻYNIERIA CZYSTOŚCI

Mielenie strumieniowe jest szeroko stosowane w branżach wymagających ultrawysokiej czystości.

Dlaczego młyny strumieniowe DP są tak skuteczne:

- Brak ruchomych części w strefie mielenia
- Opcjonalne wykładziny ceramiczne (tlenek glinu, węgiel krzemu)
- Konstrukcja ze stali nierdzewnej (304 / 316)
- Brak smarowania w strefie kontaktu z produktem

Efekt:

Praktycznie zerowe ryzyko
zanieczyszczenia

ZUŻYCIE, WYKŁADZINY I KOMPATYBILNOŚĆ MATERIAŁOWA



DP Pulverizers oferuje szeroki wybór materiałów wykładzin dopasowanych do różnych zastosowań:

- **Tlenek glinu** → zastosowania wymagające ultrawysokiej czystości
- **Węgiel krzemu** → ekstremalna odporność na ścieranie
- **Poliuretan / PTFE** → materiały miękkie lub reaktywne
- **Stal stopowa** → ogólne zastosowania przemysłowe

Filozofia inżynierska:

Dopasuj młyn do materiału – a nie materiał do młyna.



www.dppulveriser.com
www.dpmills.com

PARAMETRY PROCESOWE WPŁYWAJĄCE NA WYDAJNOŚĆ

Mielenie strumieniowe jest szeroko stosowane w branżach wymagających ultra wysokiej czystości.

Kluczowe parametry:

- Ciśnienie i przepływ gazu
- Prędkość podawania materiału
- Konfiguracja dysz
- Dynamika klasyfikatora
- Geometria komory

Przewaga DP:

Projektujemy i optymalizujemy te parametry łącznie, aby osiągnąć:

- Precyzyjne uzyskanie docelowego rozmiaru w mikronach
- Optymalizacja wydajności (przepustowości)
- Efektywność energetyczna

SKALOWALNOŚĆ: OD LABORATORIUM DO PRODUKCJI

Jednym z największych wyzwań w mikronizacji jest zachowanie spójności przy skalowaniu procesu.

DP rozwiązuje to poprzez:

- Geometrycznie skalowalne konstrukcje
- Sprawdzone dane dla różnych rozmiarów urządzeń (od 1" do 42")
- Odtwarzanie procesu na podstawie testów laboratoryjnych

Efekt:

Przewidywalna wydajność od etapu badań i rozwoju [R&D] aż po pełną produkcję.



PRZEWODNIK PO ZASTOSOWANIACH MIELENIA STRUMIENIOWEGO

MATERIAŁY DO BATERII

[LIT / GRAFIT /
PROSZKI KATODOWE]

Wyzwania:

- Wymagany bardzo wąski rozkład wielkości cząstek (PSD) dla uzyskania wysokiej gęstości energii
- Konieczność unikania zanieczyszczeń
- Zachowanie integralności materiału

Rozwiązanie DP:

- Młyny strumieniowe z wykładziną ceramiczną
- Bardzo precyzyjna (wąska) klasyfikacja cząstek
- Mielenie bez ryzyka zanieczyszczeń

Efekt:

- Zwiększona wydajność baterii
- Stabilna (powtarzalna) praca elektrod
- Zmniejszenie liczby defektów



www.dppulveriser.com
www.dpmills.com

FARMACJA

[MIKRONIZACJA API -
SUBSTANCJI CZYNNYCH]

Wyzwania:

- Precyzyjny rozmiar cząstek dla zapewnienia biodostępności
- Ścisła kontrola zanieczyszczeń
- Zgodność z GMP (Dobra Praktyka Wytwarzania)

Rozwiązanie DP:

- Higieniczna konstrukcja ze stali nierdzewnej
- Brak generowania ciepła
- Dokumentacja IQ/OQ (kwalifikacja instalacji / operacyjna)

Efekt:

- Lepsze wchłanianie leku
- Powtarzalne dawkowanie
- Zgodność z wymaganiami regulacyjnymi



PIGMENY I POWŁOKI

Wyzwania:

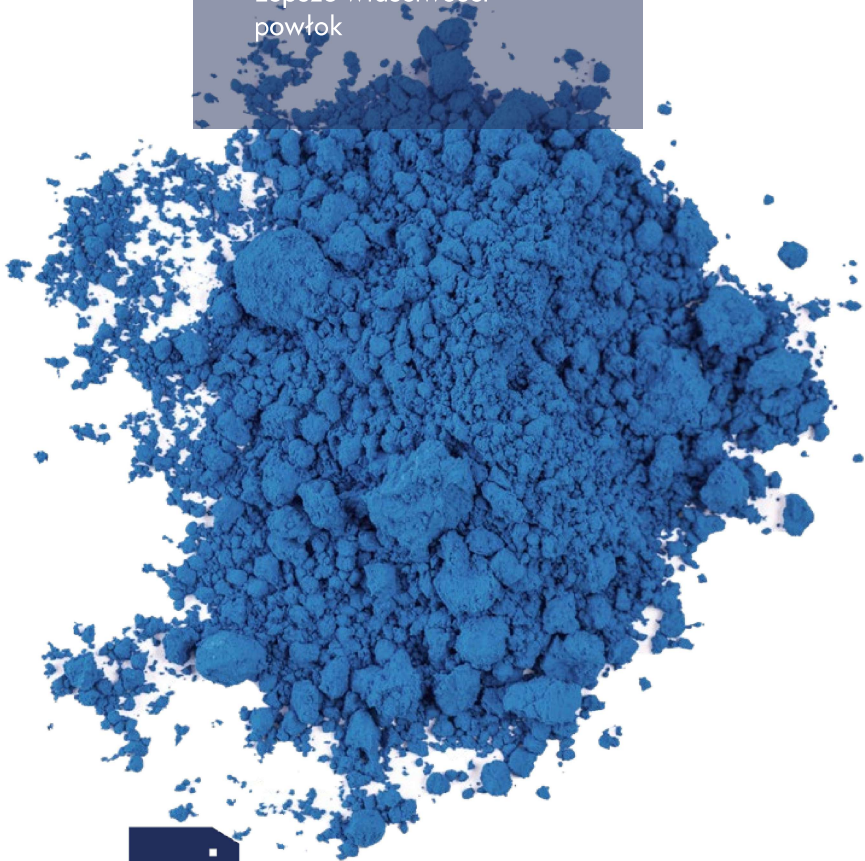
- Jednorodne rozprowadzenie koloru
- Kontrola aglomeracji (zlepiania cząstek)
- Dobra dyspersja drobnych cząstek

Rozwiązanie DP:

- Zderzenia cząstek o wysokiej energii
- Wąski rozkład wielkości cząstek (PSD)
- Powtarzalna mikronizacja

Efekt:

- Bardziej intensywne kolory
- Lepsza dyspersja
- Lepsze właściwości powłok



CHEMIKALIA I MATERIAŁY SPECJALISTYCZNE

Wyzwania:

- Materiały ściernie
- Ścisła kontrola reakcji
- Wymagania dotyczące bardzo drobnych cząstek

Rozwiązanie DP:

- Wykładziny odporne na zużycie (ścieranie)
- Mielenie o wysokiej energii
- Kontrolowany rozkład wielkości cząstek (PSD)

Efekt:

- Zwiększona reaktywność
- Lepsza powtarzalność jakości produktu
- Ograniczenie dalszych etapów przetwarzania



ŻYWNOŚĆ I NUTRACEUTYKI [SUPLEMENTY DIETY]

Wyzwania:

- Składniki wrażliwe na temperaturę
- Zachowanie smaku i aromatu
- Mieszanie drobnych proszków

Rozwiązanie DP:

- Brak generowania ciepła
- Delikatne rozdrabnianie cząstek
- Higieniczna konstrukcja

Efekt:

- Zachowana wartość odżywcza
- Zwiększona rozpuszczalność
- Powtarzalna jakość produktu



MINERAŁY I CERAMIKA

Wyzwania:

- Materiały o wysokiej twardości
- Zużycie urządzeń
- Wymagania dotyczące bardzo drobnych cząstek

Rozwiązanie DP:

- Wykładziny z węgla krzemu / ceramiczne
- Strumienie gazu o wysokiej energii
- Wytrzymała konstrukcja

Efekt:

- Zwiększona trwałość urządzeń
- Wydłużona żywotność wykładzin
- Stabilna jakość produktu

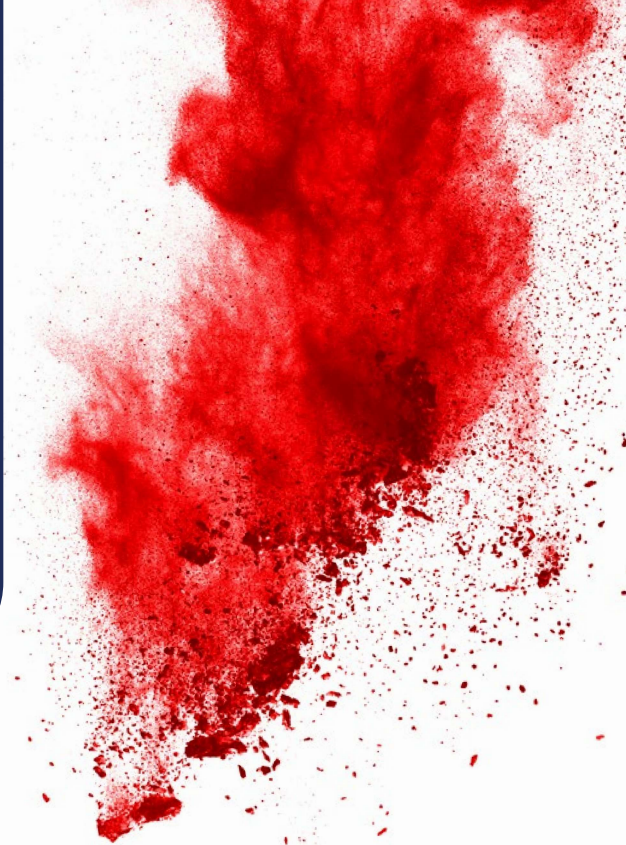


Mielenie strumieniowe to nie tylko zmniejszanie rozmiaru cząstek — to kształtowanie właściwości materiału na poziomie mikroskopowym.

W DP Pulverizers łączymy:

- Zaawansowaną dynamikę płynów
- Precyzyjną inżynierię
- Wieloletnie doświadczenie aplikacyjne

Aby dostarczać systemy, które nie tylko spełniają wymagania — ale je na nowo definiują.



**Dostarcz nam swój materiał.
My zaprojektujemy Twój
rezultat.**

- Dostępne testy laboratoryjne
- Optymalizacja procesu w cenie
- Skalowalne od gramów do ton

**DP Pulverizers —
Nauka stojąca za
każdym mikronem**



www.dppulveriser.com
www.dpmills.com

Nasza Globalna Działalność

Australia Bahrain Bangladesh Bhutan Canada China Estonia
Bremen Ghana Hongkong Iran Indonesia Kenya Mauritius
Mexico Malaysia Newzealand Nepal Nigeria Oman Philippines
Saudi Arabia South Africa Singapore Sri Lanka Tanzania
Qatar U.A.E Guatemala Zambia Uruguay



Contact Us

North America (Factory)

Chicago, Illinois, 60601, USA

Contact: John Paul

Tel: +1 312-883-7432

Email: john.paul@permixtec.com

www.permixmixers.com

UK

Scotland, Great Britain

Contact: Laura Griffin

Email: laura.griffin@permixtec.com

www.permixmixers.co.uk



www.dppulveriser.com

www.dpmills.com