

Nowoczesne oprzyrządowanie młynów i wentylatorów dla cementowni

W artykule opisano dokładny pomiar przepływu gazu przez duży młyn pyłowy w procesie przemiału surowca. Oprócz mechanicznego układu młyna pyłowego, w ostatnich latach szczególną uwagę zwrócono na zarządzanie przepływem materiałów i gazów przez młyn na dużą skalę. Głównymi powodami do tego jest jakość samego produktu, lecz również zapewnienie liniowej pracy młyna pyłowego.

I) Zoptymalizowane mielenie:

Największym problemem związanym z mieleniem jest z pewnością jakość przetwarzanego produktu, tj. rozkład stopnia rozdrobnienia oraz nominalna maksymalna wydajność młyna pyłowego, przy której może on zachować gwarantowane wartości stopnia rozdrobnienia.

Młyn posiada trzy podstawowe procesy, które współdziałają w celu osiągnięcia ostatecznego wyniku mielenia:

Część mechaniczna mielenia:

Proces ten jest połączony z elementami mielącymi młyna, oponami, misą (na pionowym młynie wrzecionowym) lub materiałem ściernym w młynie rurowym. Szczególnie w pionowym młynie wrzecionowym, nacisk rolek będzie miał wpływ nie tylko na stopień rozdrobnienia materiału w połączeniu z prędkością separatora, ale także na głębokość złoża materiału na stole rolkowym. Dynamiczna zmiana nacisku rolek będzie więc miała wpływ na krótkotrwałą wydajność młyna.

Część termiczna wymagana do osiągnięcia docelowej wilgotności produktu na wylocie z młyna:

Ta część jest zazwyczaj dość ważna dla młynów węglowych, gdzie surowiec musi być wysuszony z wilgotności na poziomie od 10%-20% do zaledwie kilku procent na separatorze. Proces ten jest powiązany z przepływem entalpii przez młyn, który jest definiowany za pomocą przepływu gazu, przepustowości materiału i spadku temperatury w młynie.

Transport pneumatyczny i część separacyjna młyna:

Proces ten związany jest głównie z przepływem materiału i powietrza przez młyn pyłowy.

Oczywiście wszystkie te trzy części są ze sobą powiązane. Na przykład krótkotrwały wzrost nacisku rolek zwiększy wydajność materiałową. To samo stanie się w przypadku zwiększonego przepływu powietrza lub różnicy temperatur nad młynem. Oznacza to również, że krótkoterminowa zmiana przepływu materiałów może mieć kilka przyczyn. Pulsowanie młynów, niestabilność procesu mielenia i ograniczenia operacyjne mają zazwyczaj wpływ na te kluczowe wartości. W celu utrzymania tych zmiennych w określonym zakresie, najważniejszą rzeczą w sterowaniu młynem pyłowym jest dokładny pomiar wartości bazowych tych procesów. Te wartości to:

- Przepływ gazu przez młyn
- Przepływ materiału do młyna
- Przepływ materiału z młyna
- Ciśnienie delta w młynie
- Delta T w młynie

Nawet w nowoczesnych cementowniach te pięć podstawowych wartości nie zawsze są mierzone lub często są one mierzone nieprawidłowo.

W tym artykule chcielibyśmy skupić się na dwóch parametrach pomiarowych, które zazwyczaj nie jest łatwo prawidłowo zmierzyć.

Przede wszystkim przepływ gazu przez młyn: charakter przepływu gazu w procesie przemiału surowca lub w młynie cementowym polega na tym, że gazy są zanieczyszczone pyłem. W związku z tym nie jest możliwe dokonanie pomiaru gazu wychodzącego z młyna lub surowego gazu recyrkulacyjnego. Jednak nawet w przypadku pomiaru gazu czystego, gdy przepływ w czasie jest mierzony za filtrem workowym, stosowane pomiary delta P są podatne na dryfowanie.

Drugim parametrem pomiarowym jest przepływ materiału z młyna. Ten parametr zazwyczaj nie jest w ogóle mierzony. Jednakże w połączeniu z przepływem materiału do młyna, zapewnia on możliwość monitorowania ilości materiału w młynie. Zazwyczaj jest to realizowane za pomocą ciśnienia delta we młynie. Jednak pulsacje ilości materiału wychodzącego często nie są wykrywane, więc stabilność procesu mielenia jest pozbawiona tego istotnego parametru.



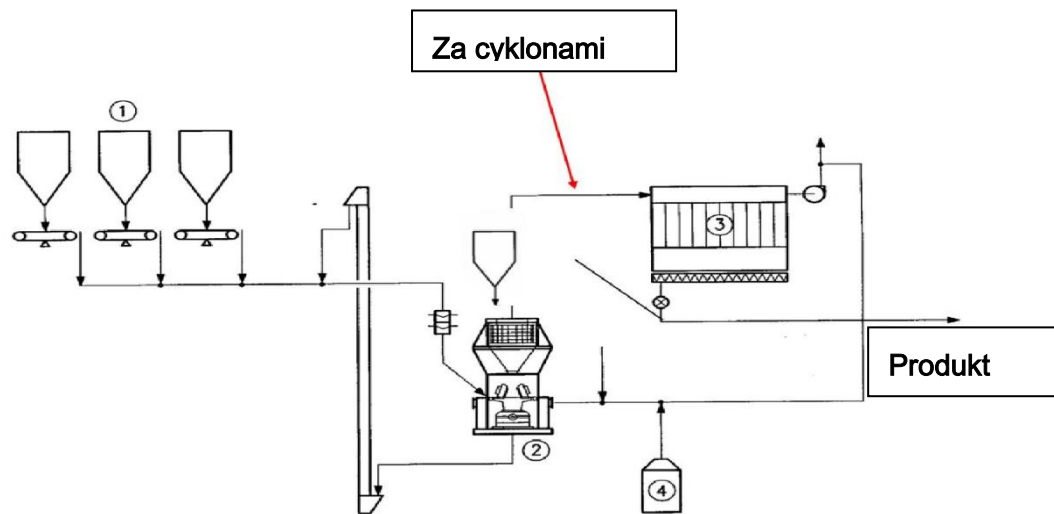
Przepływ materiału /
przepływ gazu z młyna

Przepływ materiału /
przepływ gazu do młyna

Przemiał surowca

Istnieje wiele przykładów na to, jak można zoptymalizować proces mielenia poprzez zintegrowanie tych dwóch parametrów w pętlach sterowania młyna.

Jeden z najwcześniejszych został opisany przez menedżerów technicznych HOLCIM Syeda Suhaila Akhtara i Rolanda Bachmanna na konferencji IEEE w 2006 roku. Pomiar przepływu powietrza po pierwszym cyklonie mączki surowcowej na wentylatorze młyna.



Pomiar przepływu gazu za pomocą McON Air na wylocie z procesu przemiałania surowca

Ustalenia dotyczące oszczędności HOLCIM wynosiły 0,5 - 1 kWh/t mączki surowcowej. Przy cenie energii elektrycznej na poziomie 0,08 €/kWh i 3000 godzin pracy przy pełnym obciążeniu z wentylatorem 1 MW oznaczałoby to roczne oszczędności na poziomie 120 000 € - 240 000 €.

Tak więc nowoczesna strategia sterowania młynem będzie wykorzystywać dane o przepływie masy gazu z młyna oraz o koncentracji pyłu z młyna.

Technologia PROMECON w zakresie przepływu gazu

System wykorzystuje zasadę tryboelektryczną. Sygnały elektryczne generowane przez unoszące się cząsteczki (pył) mijające każdą z par czujników są korelowane i wylicza się ich przesunięcie czasowe. Cyfrowy system nie wymaga kalibracji, z jego powodu nie występują spadki ciśnienia a otrzymywane wyniki nie dryfują w czasie. Omówione zostaną różne zastosowania w cementowniach i przedstawione będzie to, jak bezpośredni pomiar przepływu gazów przenoszących pył zapewnił nowe możliwości monitorowania, kontroli i optymalizacji procesu produkcji cementu. Punkt pomiarowy wymaga zainstalowania pary czujników ustawionych równolegle do osi wzdłużnej przewodu. Urządzenie analizuje sygnały elektryczne tworzone przez cząsteczki mijające czujniki. Wykres naładowania wykryty w pierwszym czujniku jest korelowany z wykresem z drugiego czujnika. Znając przesunięcie czasowe sygnałów oraz odległość pomiędzy czujnikami, można bardzo dokładnie określić prędkość. Na podstawie powierzchni przekroju poprzecznego rury oraz danych o ciśnieniu i temperaturze strumienia można obliczyć przepływ objętościowy i masowy. Należy pamiętać, że jedynym faktycznym pomiarem jest czas i że na sam pomiar nie ma wpływu temperatura ani ciśnienie strumienia. Sygnały elektryczne z dwóch czujników przepływu powietrza są przetwarzane w skrzynce McON Air pokazanej na Rysunku 1. Nowy pomiar przepływu jest wyliczany co sekundę. Większa, wielokanałowa skrzynka McON Air jest również dostępna dla zastosowań w kilku miejscach, w odległości do 40 m.



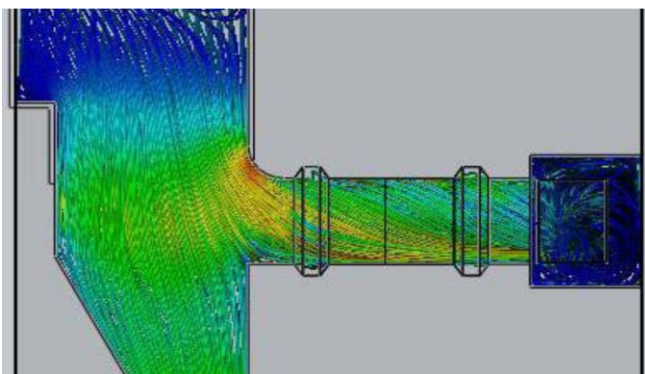
System pomiarowy McON Air

Nową cechą technologii PROMECON jest możliwość wykrywania zmian w zakresie obciążenia pyłem gazu wypływającego z młyna. W ten sposób można wykryć pulsacje materiału na wyjściu i dostosować parametry pracy w celu sterowania młynem.

II) Wentylatory i filtry

Jednym z kluczowych elementów procesu mielenia jest kombinacja wentylator/filtr, która znajduje się na wylocie młyna. Pod względem energetycznym, wymagana moc wentylatora jest tego samego rzędu wielkości co moc mielenia. Tak więc oszczędność energii lub optymalizacja przepływu będzie iść przede wszystkim w parze z mocą wentylatora.

Faktyczny przepływ przez wentylator może być mierzony za pomocą nowoczesnej techniki korelacji PROMECON. W tych systemach szczególną uwagę zwraca się na fakt, że profil przepływu do i z wentylatora nie będzie jednolity. Szczególnie wirowanie strumienia powietrza stanowi duże wyzwanie dla konwencjonalnych technologii pomiarowych.



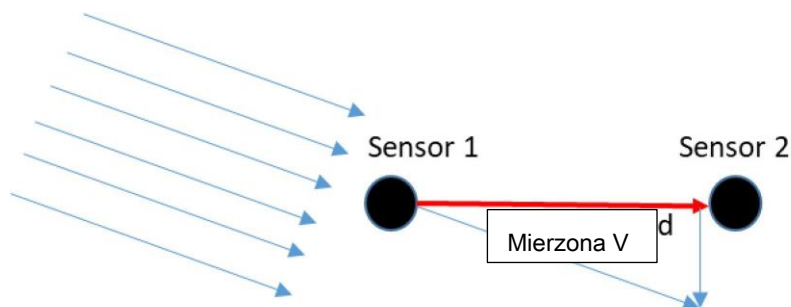
Przykład przepływu zawirowanego CFD, który może być prawidłowo mierzony za pomocą układów pomiarowych z korelacją

W tym przypadku, pomiar prędkości jako wektora stał się jednym z najważniejszych aspektów nowoczesnych systemów pomiarowych. Technologia korelacji PROMECON zapewnia prawidłowy pomiar prędkości

w określonym kierunku (tj. kierunku wzdłuż przewodu).

Pył czy nie pył?

Dowolny system zastosowany w tej konfiguracji musi być zdolny do pomiaru zarówno z, jak i bez zanieczyszczenia pyłem. Tę właściwość zapewnia technologia McON air Range Extender, która pozwala na zastosowanie systemu korelacji w przepływie czystego gazu, jak również w przepływie gazu zanieczyszczonego pyłem.



Pomiary korelacji są pomiarami wektorowymi: Mierzona wartość V to odległość (wektor) podzielona przez czas.

Dodatkową funkcją PROMECON stosowaną przy pomiarze wentylatora jest wykrywanie pyłu na wylocie filtra workowego. Jeżeli wartości pyłu za filtrem workowym przekroczą określony poziom graniczny, istnieje możliwość ustawienia alarmu wykrywającego problemy z filtrem.



Zepsuty filtr workowy, który może podlegać monitorowaniu i rejestrowaniu.

Podsumowanie:

W przemyśle cementowym poziom oprzyrządowania dla przepływów gazu był w przeszłości niski, ponieważ jest on trudny do zmierzenia. Obecnie możliwy jest dokładny pomiar przepływu gazu z zanieczyszczeniem lub bez zanieczyszczenia pyłem niezależnie od obecności zawirowań w przepływie. Dzięki temu, duże młyny mogą być wyposażone w znacznie lepsze oprzyrządowanie kontrolujące przepływ gazu i wydajności materiałowej. Pozwala to również na znacznie dokładniejszy pomiar zarówno na wlotach jak i wylotach dużych wentylatorów. Za filtrami workowymi po stronie gazów czystych można ustawiać alarmy informujące o problemach z obudową filtra.