

Roman LEROCH, Marian LAMCH  
ZPBE ENERGOPOMIAR, Gliwice

## MOŻLIWOŚCI POLEPSZENIA PRZEMIAŁU W MŁYNACH WĘGLOWYCH DO WĘGLA KAMIENNEGO Z ODSIEWACZAMI STATYCZNYMI UZYSKANE DROGĄ ZMIAN KONSTRUKCYJNYCH

**Streszczenie.** Na podstawie pomiarów przeprowadzonych przez ZPBE Energopomiar omówiono jakość przemiału pyłu węglowego używanego w eksploatowanych w krajowej energetyce młynach węglowych mielących węgiel kamienny, wyposażonych w odsiewacze statyczne, oraz sprawdzone metody polepszenia jakości przemiału i związane z tym problemy. Poprawa jakości przemiału rozpatrzona została w zakresie wyznaczonym wymaganiami spalania niskoemisyjnego.

## IMPROVEMENT OF GRINDING QUALITY IN HARD COAL MILLS WITH STATIC SIFTERS ACHIEVED BY MEANS OF RECONSTRUCTION

**Summary.** Basing on the measurements, the paper discusses the quality of coal dust milling obtained in coal pulverizers that are equipped with static sifters and used to mill hard coal by the domestic power industry. The paper also presents the checked methods to improve milling quality as well as the associated problems. The improvement of milling quality has been considered in view of the requirements for low-emission combustion.

## ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОМОЛА УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ В МЕЛЬНИЦАХ ДЛЯ КАМЕННОГО УГЛЯ, ПОЛУЧЕННОЕ ПУТЕМ КОНСТРУКТИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

**Резюме.** На основе проведенных испытаний обсуждено качество помола угольной пыли каменного угля, который получается в применяемых в польской энергетике среднеходных мельницах и мельницах-вентиляторах, оборудованных статическими сепараторами пыли. Представлено проверенные методы улучшения качества помола угольной пыли и связанные с тем проблемы. Улучшение качества помола

рассмотрено согласно с требованиями сгорания ведущего к ограничению эмиссии  $\text{NO}_x$ .

Stopień rozdrobnienia pyłu węglowego przeznaczonego do spalania w kotłach paleniskowych kotłów pyłowych jest istotny ze względu na zapewnienie właściwej jakości spalania.

W celu zapewnienia poprawnego spalania, w stosowanych układach paleniskowych nie realizujących spalania niskoemisyjnego, dla krajowych węgla kamiennych, biorąc pod uwagę koszty przygotowania pyłu, przyjmuje się jako odpowiedni pył o stopniu rozdrobnienia określonym pozostałościami  $R_{90}$  od 25% do 30% i  $R_{200}$  poniżej 8%. Wartości te, jako obowiązujące, wchodziły w treść normy PN-79/M-34130, obecnie zastąpionej normą PN-89/M-34130/01, która nie precyzuje ogólnie wymaganego stopnia rozdrobnienia pyłu, uzależniając go od wymagań dla konkretnej instalacji.

Instalacje młynowe kotłów energetycznych opalanych węglem kamiennym są na ogół wyposażone w młyny średniobieżne, miążdżące, w większości pierścieniowo-kulowe. W instalacjach młynowych kotłów wodnych oraz parowych o mniejszych wydajnościach są również stosowane młyny wentylatorowe.

Wymienione młyny, poza nielicznymi wyjątkami, zostały wyprodukowane przez Fabrykę Palenisk Mechanicznych w Mikołowie. Produkcja młynów pierścieniowo-kulowych zapoczątkowana została zakupem licencji młyna E-70 firmy Babcock-Wilcox. Pierwsze krajowe młyny zbudowane wg tej licencji o oznaczeniu EM-70 wprowadzono do eksploatacji w roku 1963. Opierając się na uzyskanych doświadczeniach skonstruowane zostały młyny MKM-33 i MKM-25. Produkcja młynów wentylatorowych do przemiału węgla kamiennego, z opracowanej przez Centralne Biuro Konstrukcji Kotłów w Tarnowskich Górach serii MWk (MWk-8, MWk-12, MWk-16, MWk-25), zapoczątkowana została młynem MWk-12, którego prototyp uruchomiony został w roku 1965.

Określony uprzednio stopień rozdrobnienia pyłu może być uzyskany w obydwu wymienionych rodzajach młynów przy nieprzeciążaniu i utrzymywaniu prawidłowego poziomu wentylacji. Warunkiem jest odpowiedni stan techniczny i właściwe nastawienie elementów regulacyjnych odsiewacza. Poprawa przemiału występuje wraz z obniżeniem wentylacji.

Przykładowo zdolność przemiałowa młyna pierścieniowo-kulowego typu EM-70, przy mieleniu węgla o podatności przemiałowej w granicach od GrH50 do GrH55, pozwala uzyskać przy obciążeniach 10 do 12 t/h rozdrobnienie pyłu określone pozostałością  $R_{90}$  w granicach od 25 do 30%, przy średniej liczbie polidispersji pyłu (w zakresie pozostałości od 0,09 do 0,2 mm) rzędu 0,9 do 1,1. Optymalna wentylacja w tych warunkach wynosi 16000 do 18000  $\text{m}^3/\text{h}$ , co

przy temperaturze gorącego powietrza na poziomie 300°C umożliwia poprawną pracę młyna przy mieleniu węgla o zawartości wilgoci całkowitej od 9 do 12%.

Badania przeprowadzone przez Energopomiar w Elektrowni Rybnik w latach 1986–1987, potwierdzone następnie w wielu innych obiektach wykazały, że szerokość szczeliny pomiędzy łopatkami regulacyjnymi a pokrywą odsiewacza wpływa w sposób istotny na skuteczność działania odsiewacza, a co za tym idzie na rozdrobnienie produkowanego pyłu. Zgodnie z dokumentacją techniczną stosowane były szczeliny dochodzące do 40 mm. Ograniczenie szczelin do 5–10 mm powodowało wyraźną poprawę jakości przemiału produkowanego pyłu. Największą poprawę uzyskiwano przy całkowitej eliminacji szczeliny.

Przykładowo podczas pomiarów młyna typu MKM–33 w Elektrowni Rybnik, przy nastawieniu łopatek odsiewacza w położeniu 40° odchylenia od położenia promieniowego i szerokości szczelin pomiędzy górną krawędzią łopatek a pokrywą odsiewacza rzędu 40 mm, uzyskany przemiał charakteryzował się pozostałościami  $R_{90}$  od 29,5 do 25,0%,  $R_{200}$  od 5,4 do 2,5%, czemu odpowiada średnia liczba polidispersji rzędu 1,1. Po całkowitej likwidacji szczelin w podobnym zakresie wentylacji i obciążen młyna, przy takim samym nastawieniu łopatek odsiewacza, uzyskano pył charakteryzujący się pozostałościami  $R_{90}$  od 17,5 do 14,0%,  $R_{200}$  od 0,5 do 0,2% i liczbą polidispersji rzędu 1,4.

Młyny wentylatorowe serii MWk charakteryzują się dużą zależnością jakości przemiału od poziomu wentylacji. W zależności od rozwiązania konstrukcyjnego instalacji młynowej występują istotne różnice poziomu wentylacji w poszczególnych instalacjach różnych obiektów, wyposażonych w młyny tego samego typu. Młyny wentylatorowe cechuje znacząca zależność wentylacji od obciążenia, przy czym w miarę obniżania obciążenia wentylacja wzrasta, co powoduje pogrubienie przemiału. Uzyskiwany poziom wentylacji zależny jest także, w bardzo dużym stopniu, od stanu elementów mielących wirnika oraz stanu wykładzin komory mielenia, w tym szczególnie od stanu wykładzin progowych. Młyny te nie posiadają możliwości niezależnej regulacji poziomu wentylacji.

Nastawienie klap odsiewacza daje możliwość regulacji jakości przemiału z jednoczesnym niewielkim oddziaływaniem na poziom wentylacji.

Stopień rozdrobnienia pyłu uzyskiwany przez młyny wentylatorowe jest w poszczególnych przypadkach bardzo zróżnicowany. Przez właściwy dobór poziomu wentylacji i nastawienia klap regulacyjnych odsiewacza można uzyskać stopień rozdrobnienia pyłu zgodny z podanymi wcześniej wymaganiami. W większości przypadków młyny tego typu pracują przy wysokich poziomach wentylacji, w związku z czym jakość pyłu przekracza znacznie wymagane wartości. Obniżenie poziomu wentylacji uzyskuje się przez zastosowanie właściwie dobranych elementów dławiących na wlocie do młyna.

Przykładowo podczas pomiarów młyna typu MWk–16 w Elektrociepłowni Gorzów, przy nastawieniu klap odsiewacza w położeniu 60° odchylenia w dół

od położenia poziomego, uzyskano przemiał charakteryzujący się średnio pozostałościami  $R_{90}$  od 30,6 do 27,5%,  $R_{200}$  od 8,7 do 7,2%, czemu odpowiada średnia liczba polidispersji rzędu 0,87, przy wentylacji w granicach od 25400 do 23800 m<sup>3</sup>/h i obciążeniach od 8 do 10 t/h.

Należy zaznaczyć, że średnia liczba polidispersji uzyskiwana w młynach serii MWk jest niska i jej wartość kształtuje się na ogół na poziomie 0,7 do 0,9.

Wprowadzane powszechnie w ostatnim czasie metody spalania niskoemisyjnego (o obciążonym poziomie NO<sub>x</sub> w spalinach) charakteryzują się z reguły znacznie wyższymi wymaganiami co do jakości pyłu. Wymagane jest zwykle uzyskanie stopnia rozdrobnienia pyłu określonego pozostałością  $R_{90}$  poniżej 20% i  $R_{200}$  poniżej 2 do 1%.

Przygotowywanie pyłu odpowiadającego wymienionym wymaganiom pociąga za sobą obniżenie osiągalnego obciążenia maksymalnego młynów oraz wzrost kosztów przygotowania pyłu.

Przy eksploataowaniu młynów pierścieniowo–kulowych z odsiewaczami statycznymi powszechnie dotychczas stosowanej konstrukcji uzyskanie jakości przemiału na poziomie wymaganym przez konstruktorów palników niskoemisyjnych, drogą optymalizacji sposobu prowadzenia młyna, na ogół nie jest możliwe, w związku z tym opracowane zostały nowe konstrukcje odsiewaczy, które łącznie z innymi zmianami konstrukcyjnymi młynów pozwalają na spełnienie podwyższonych wymagań.

Nowego typu odsiewacz statyczny o zmienionej geometrii został skonstruowany przez FPM Mikołów. Istotnymi jego cechami są: zwiększona objętość, inne ukształtowanie elementów wewnętrznych, zamknięcie stożka wewnętrznego zapewniające znaczną szczelność i ograniczona do minimum szczelina pomiędzy łopatkami regulującymi a pokrywą odsiewacza. Młyny z takimi odsiewaczami były badane przez Energopomiar w Elektrowni Jaworzno III, Elektrociepłowni II Gdańsk i Elektrociepłowni Kraków.

Pomiary młyna MKM–25 z odsiewaczem nowej konstrukcji przeprowadzone w Elektrociepłowni Kraków wykazały, że odsiewacz ten umożliwia zmianę stopnia rozdrobnienia pyłu w szerokim zakresie. Jednocześnie zmiana stopnia rozdrobnienia wiąże się ze zmianą średniej liczby polidispersji. Przemiały, dla różnych nastawień łopatek odsiewacza w zakresie od 0 do 60° odchylenia od kierunku promieniowego, dla różnych obciążeń młyna w zakresie od 17,2 do 30,7 t/h, charakteryzowały się pozostałościami  $R_{90}$  od 8,0 do 46,0% oraz  $R_{200}$  od 0,3 do 19,9%, przy wentylacjach na poziomie od 37800 do 52300 m<sup>3</sup>/h. Wartości średniej liczby polidispersji zmieniały się w szerokim zakresie, od ok. 0,7 do ok. 1,5. Przebieg wartości średniej liczby polidispersji, w funkcji nastawienia łopatek odsiewacza, wykazuje istnienie wyraźnego maksimum, które wystąpiło przy odchyleniu łopatek o około 30° od położenia promieniowego. Przy takim nastawieniu łopatek, które należy uznać za bliskie optymalnego, uzyskano, w zakresie obciążeń młyna od 19,5 do 27,9 t/h, pył charaktery-



zujący się pozostałością  $R_{90}$  od 24,5 do 19,2%,  $R_{200}$  od 0,5 do 0,4%, przy wentylacjach od 48300 do 40500 m<sup>3</sup>/h.

W celu uzyskania stopnia rozdrobnienia pyłu określonego wymaganiami konstruktorów palników niskoemisyjnych konieczne jest utrzymanie wentylacji na odpowiednim poziomie. Przekraczanie tego poziomu w celu utrzymania niskoodpadowej pracy młyna powoduje pogorszenie przemiału. Z tego powodu ważne jest stosowanie pierścieni przelotowych umożliwiających niskoodpadową pracę młyna przy odpowiednich wentylacjach. Konstrukcja pierścienia musi ponadto spełniać inne wymagania związane z pracą młyna. Nowe konstrukcje pierścieni przelotowych zapewniają poprawną pracę młyna pod warunkiem właściwego doboru tych pierścieni. Pierścienie przelotowe nie mają bezpośredniego wpływu na stopień rozdrobnienia pyłu.

Uzyskanie w młynach wentylatorowych wymaganej przez konstruktorów palników niskoemisyjnych jakości przemiału stwarza problemy, gdyż polepszenie jakości przemiału wymaga znacznego obniżenia poziomu wentylacji, co pociąga za sobą duże ograniczenie wydajności młyna. Uzyskiwany w tego typu młynach, wyposażonych w obecnie stosowane odsiewacze statyczne, niski poziom wartości liczby polidispersji wymusza, w celu zapewnienia wymaganej pozostałości  $R_{200}$ , obniżenie pozostałości  $R_{90}$  do poziomu znacznie poniżej wartości wymaganej. Na przykład, przy liczbie polidispersji wynoszącej 0,7, dla utrzymania pozostałości  $R_{200}$  na poziomie 2%, konieczne byłoby uzyskanie pozostałości  $R_{90}$  na poziomie 10%. Zapewnienie takiej pozostałości  $R_{90}$  pociąga za sobą dodatkowe zwiększenie kosztów przygotowania pyłu wynikające ze wzrostu zużycia elementów mielących oraz ze wzrostu zużycia energii elektrycznej na przygotowanie pyłu.

Zadawalające rozwiązanie problemu przygotowania przez młyn wentylatorowy pyłu o parametrach wymaganych dla spalania niskoemisyjnego wiąże się z koniecznością wyraźnego zwiększenia wartości średniej liczby polidispersji. Znane nam próby zmiany konstrukcji stosowanych obecnie odsiewaczy statycznych nie dały w tym względzie pozytywnych rezultatów. Uważa się, że właściwe rozwiązanie problemu może być uzyskane przez zmianę koncepcji konstrukcyjnych odsiewaczy młynów wentylatorowych.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Ludwik CWYNAR

Wpłynęło do Redakcji 5.08.1994 r.

## Abstract

To ensure a suitable combustion of hard coal dust in pulverized-fuel fired furnaces, it is necessary to mill the dust properly. This may achieve in the

domestic ringball and fan pulverizers equipped with static sifters provided a proper technical state and operation of pulverizers is maintained. It has been noticed that it is possible to improve the efficiency of sifters for medium-speed pulverizers thanks to the reduction of a clearance between the sifter blades and cover. Low-emission combustion requires dust of a much higher degree of pulverization that may be obtained in ring-ball pulverizers equipped with static sifters of new design prepared by Mikołów Factory of Mechanical Furnaces. However, this problem has not been solved for fan pulverizers, mainly because of a low coefficient of dust polydispersion obtained using sifters that are at present applied for these pulverizers.