



**Ryszard PARYS**

Biuro Usług Technicznych i Handlowych EKOKAL, Kalety

## **PRACA MŁYNA MWK-9 Z ODSIEWACZEM ODŚRODKOWYM W INSTALACJI UMOŻLIWIAJĄCEJ UZYSKANIE NADCIŚNIENIA CZYNNIKA SUSZĄCEGO PRZED MŁYNEM**

**Streszczenie.** Przedstawiono wyniki pomiarów młynów wentylatorowych MWK-9 nietypowych ze względu na to, że zamiast odsiewaczy skrzyniowych zastosowano w nich odśrodkowe, a ponadto dlatego, iż pracowały w instalacji umożliwiającej uzyskanie przed młynem nadciśnienia powietrza stanowiącego czynnik suszący i transportujący pył.

## **OPERATION OF A MWK-9 TYPE MILL WITH A CENTRIFUGAL CLASSIFIER IN AN INSTALLATION ALLOWING TO OBTAIN HIGH INLET PRESSURE OF A DRYING AGENT**

**Summary.** The unique MWK-9 type coal mills are presented in the paper. They have centrifugal classifiers instead of box classifiers and, moreover, are operating in an installation allowing to obtain high inlet pressure of air being a drying and transporting agent. Results of some measurements are presented. Thanks to employed solutions fine product as well as the possibility to freely adjust the ventilation according to the mill output is achieved.

### **1. Wprowadzenie**

Większość młynów wentylatorowych pracujących w Polsce jest wyposażona w odsiewacze skrzyniowe. Takie rozwiązanie umożliwia regulację jakości pyłu w określonym zakresie. Chcąc uzyskiwać pył drobniejszy FPM S.A.

---

Mgr inż. Ryszard PARYS jest właścicielem Biura Usług Technicznych i Handlowych „EKO-KAL” 42-660 Kalety, ul. Wiosenna 32, [www.eokal.com](http://www.eokal.com), e-mail: [rparys@ekokal.com](mailto:rparys@ekokal.com)  
tel./fax 034 3578449, tel. kom. 502578492

Mikołów zdecydowała się zastosować do tych młynów, sprawdzone w młynach średniobieżnych, statyczne odsiewacze odśrodkowe [1]. Rozwiązania takie były wcześniej proponowane nie tylko przez FPM S.A [2, 3, 4]. Autorowi znany jest również przypadek wymiany odsiewacza odśrodkowego na skrzyniowy zaistniały w Elektrowni Ajka na Węgrzech [5]. Zazwyczaj przed młynami wentylatorowymi panuje podciśnienie czynnika wentylującego, tylko w nielicznych instalacjach istnieje możliwość uzyskania nadciśnienia przed młynem (np. EC Żerań wg [7]).

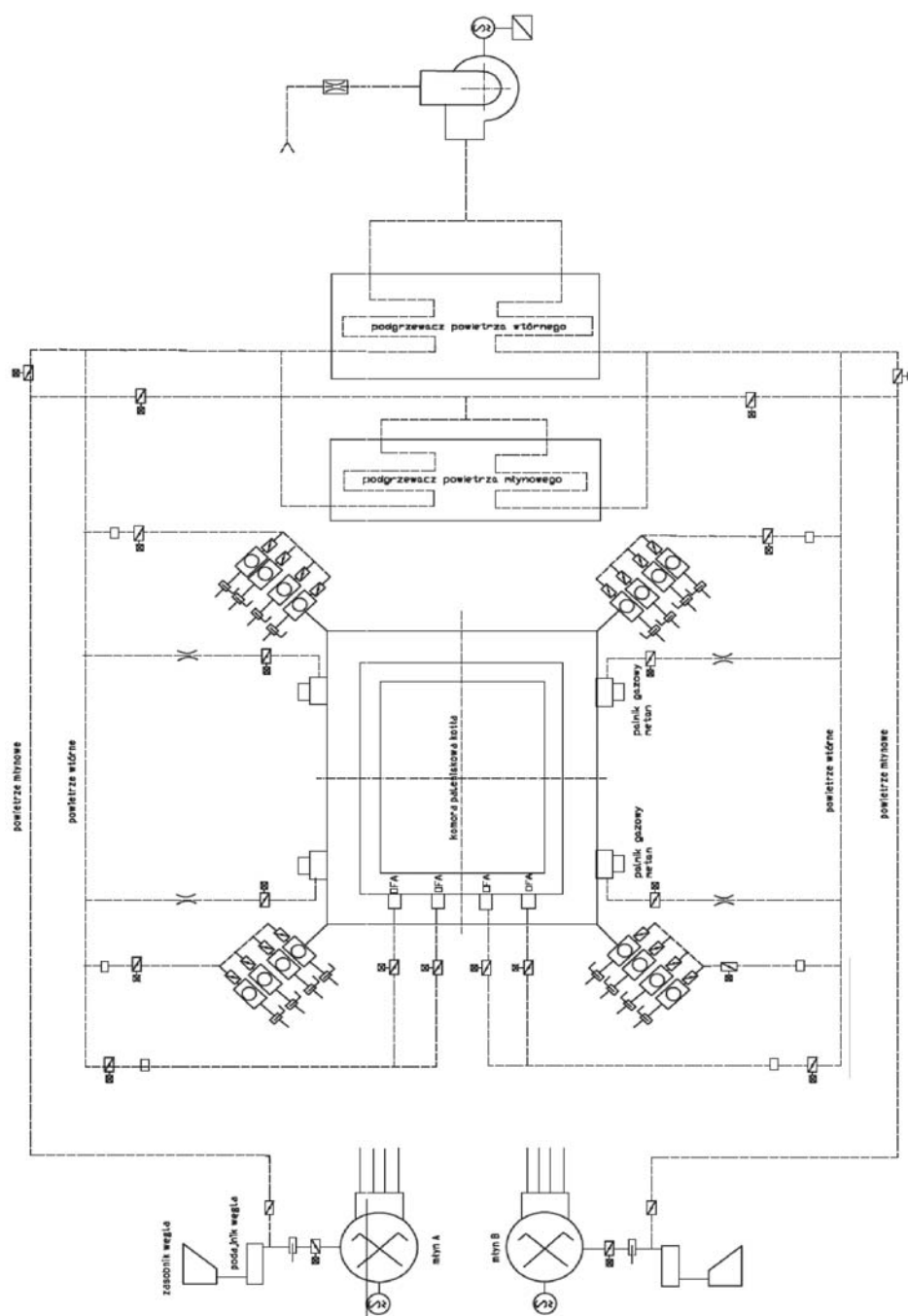
W EC Moszczenica, przy kotłach dwupaliwowych OCG 64 nr 5 i 6 (pył węgla kamiennego i gaz z odmetanowania kopalń), zastosowano młyny wentylatorowe MWk-9 wyposażone w odsiewacze odśrodkowe, dla których czynnikiem suszącym jest gorące powietrze z za podgrzewaczy powietrza. Dzięki temu przed młynem mogło występować nadciśnienie, co stworzyło nowe możliwości dla sposobu pracy młynów oraz dla osiąganych parametrów. Na możliwości te zwrócono uwagę podczas pomiarów optymalizacyjnych młynów [6] i przedstawiono je poniżej.

Zastosowanie odsiewczy odśrodkowych i możliwość uzyskania nadciśnienia czynnika przed młynem sprawiły, że warto zwrócić uwagę na sposób pracy tych młynów.

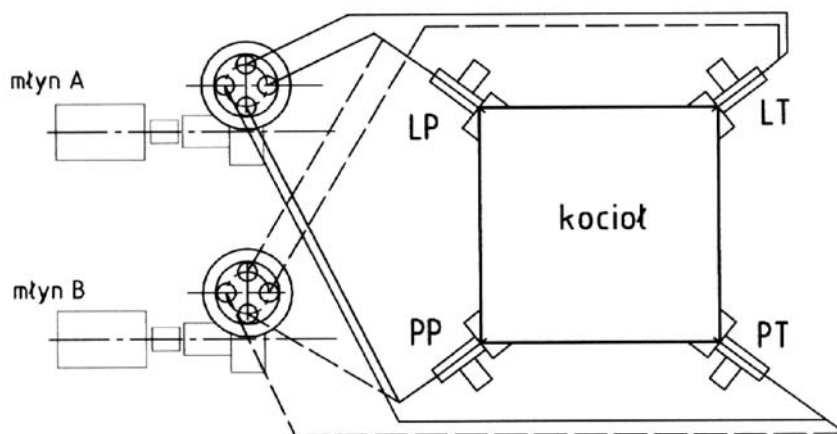
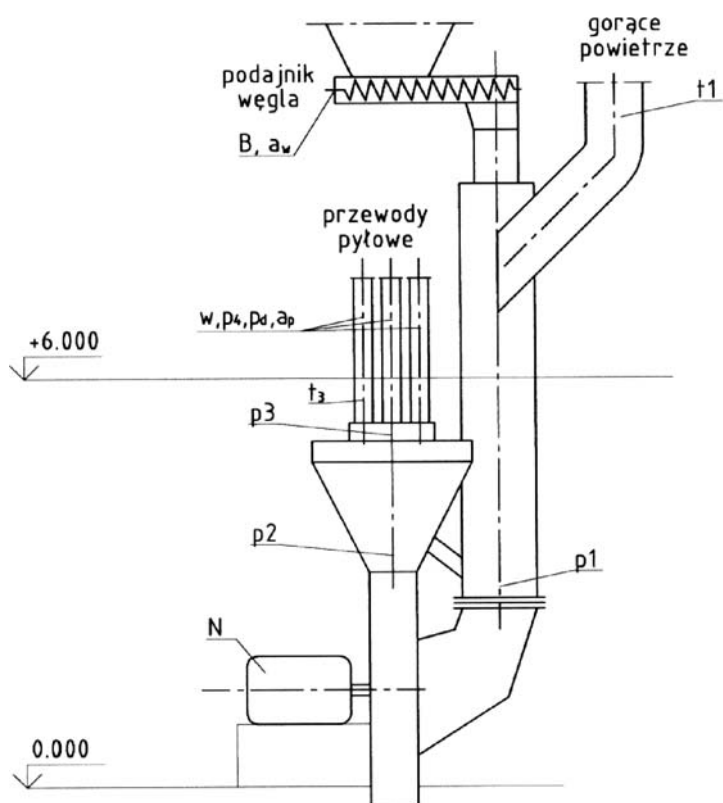
## 2. Opis instalacji

Na rysunku 1 pokazano schemat instalacji, w której pracują młyny MWk-9. Oznaczenie młynów, naroży kotła, położenie młynów względem kotła, a także położenie punktów pomiarowych pokazano na rys. 2.

Przy kotle zainstalowane są dwa młyny węglowe. Są to młyny wentylatorowe z odsiewaczem odśrodkowym typu Reymonda. Każdy z młynów podaje pył na 4 naroża kotła na dwóch poziomach (przed wejściem do kotła pyłoprzewód na narożu rozdziela się i wchodzi do kotła poprzez dwie dysze położone jedna nad drugą). Węgiel do młynów podawany jest przy pomocy podajników ślimakowych. Jako czynnik suszący służy powietrze podgrzane w dwustopniowym podgrzewaczu powietrza, którego pierwszy stopień (tzw. powietrza wtórnego) nazywany jest również podgrzewaczem powietrza ciepłego, a drugi stopień (tzw. młynowy) – podgrzewaczem powietrza gorącego. Na wylocie z obydwu podgrzewaczy zabudowane są kłapy służące do regulacji temperatury powietrza podawanego do młyna. Przed młynem zabudowana jest kłapa służąca do regulacji ilości powietrza do młyna. Zastosowany układ regulacji ilości, ciśnienia i temperatury powietrza podawanego do młyna jest rzadko spotykany w przypadku młynów wentylatorowych i dlatego stwarza nietypowe warunki pracy młynów. Oprócz ww. kłap w kanałach powietrza, również w samych drzwiach młynów istnieją kłapy dławiące, którymi dodatkowo można



Rys. 1. Schemat badanej instalacji paleniskowej



Rys. 2. Schemat ilustrujący oznaczenie młynów, naroży kotła oraz położenie punktów pomiarowych

wpływać na ilość czynnika wentylacyjnego. Zastosowane odsiewacze odśrodkowe wyposażono w 24 kierownice, których położenie można zmieniać centralnie w celu wpływania na jakość przemiału. Pyłoprzewody z młyna A wychodzą do góry ponad strop (poziom 6 m) i rozprowadzone są na naroża, natomiast w przypadku młyna B bezpośrednio po wylocie z młyna zmieniają kierunek na poziomy i pod stropem rozprowadzone są do naroży.

Dla pełnego obrazu instalacji paleniskowej należy podać, że palniki do spalania gazu z odmetanawiania kopalń w liczbie 4 sztuk zabudowane zostały w ekranach bocznych paleniska. Na przedniej ścianie powyżej palników pyłowych zabudowano dysze OFA. Powietrze do kotła podawane jest przez jeden wentylator. Powietrze do wentylatora zasysane jest z górnej części kotłowni. Za wentylatorem powietrze wchodzi do podgrzewacza powietrza wtórnego (czyli I stopnia podgrzewacza). Powietrze „ciepłe” z tego podgrzewacza rozdzielane jest do palników pyłowych (4 szt.), do palników gazowych (4 szt.), do dysz OFA (4 szt.), a także do podgrzewacza powietrza młynowego (czyli II stopnia podgrzewacza) oraz poprzez spinkę (by’pass) do schłodzenia powietrza młynowego.

Producent młynów, czyli FPM S.A. Mikołów, określił w danych technicznych między innymi następujące parametry pracy młynów MWk-9:

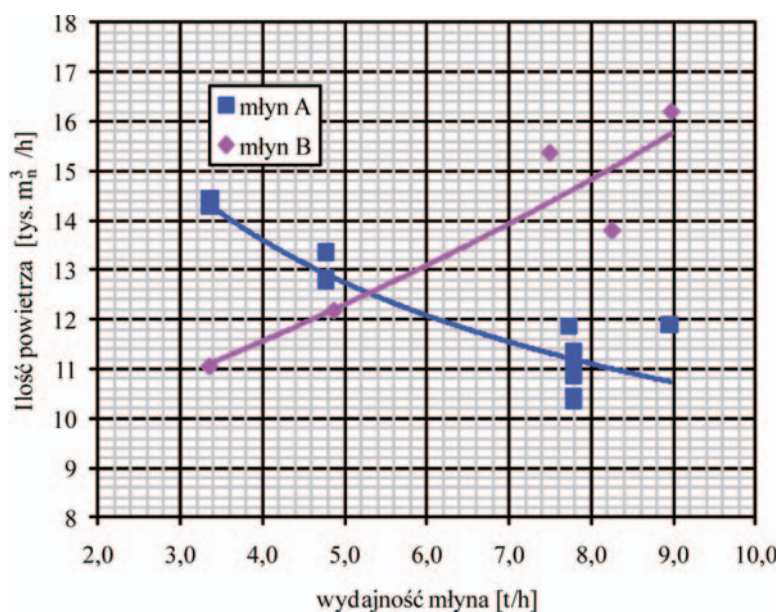
Ciśnienie statyczne przed młynem	-0,25 kPa
Ciśnienie statyczne za młynem	2,5 kPa
Temperatura czynnika suszącego	300÷350 (max 370°C)
Wydajność nominalna	9 Mg/h
Wentylacja nominalna przed młynem	11 000 m <sup>3</sup> /h
Czynnik suszący	spaliny gorące, powietrze gorące, spaliny recyrkulacyjne
Pozostałość na sicie R <sub>90</sub>	nie większa od 20 %
Pozostałość na sicie R <sub>200</sub>	nie większa od 2 %
Temperatura za młynem	80÷120 °C

### 3. Sposób pracy młynów podczas pomiarów

W związku z zabudową młynów w instalacji takiej jak opisano wyżej, gorące powietrze do młynów za podgrzewaczem miało ciśnienie ok. 1 kPa (podczas pomiarów [6] było to 0,98÷1,37 kPa). Nieznacznie większe ciśnienie (podczas pomiarów [6] było to 1,01÷1,40 kPa) miało powietrze ciepłe służące do schładzania powietrza kierowanego do młynów. Dzięki tak wysokiemu poziomowi ciśnienia powietrza klapy regulacyjne mogły pracować we właściwej części charakterystyki przepływu. Możliwa była regulacja temperatury powietrza przed młynem i tym samym mieszanki za młynem, ale również można było w różny sposób kształtować zależność wentylacji od wydajności.

Praca omawianych młynów mogła odbiegać od pracy młynów wentylatorowych wykorzystujących spaliny jako czynnik suszący, gdzie zazwyczaj jest samowentylacja, czyli młyn sam dla siebie jest jedynym źródłem przepływu czynnika suszącego.

W codziennej pracy młynów układ regulacji zapewnia taką temperaturę powietrza do młyna (ustawieniem klap ciepłego i gorącego powietrza), aby temperatura mieszanki za młynem wynosiła 120°C. Natomiast kłapa w kanale powietrza jest zazwyczaj otwarta na ok. 40÷50 % i jest przestawiana jedynie w sytuacjach szczególnych (gdy brakuje powietrza, gdy trzeba zmniejszyć temperaturę mieszanki itp.). W przypadku pomiarów młyna B starano się otwierać kłapę w kanale powietrza przed młynem przy wzroście wydajności. Natomiast przy pomiarach młyna A kłapa ta była w stałym położeniu ok. 40% (zaproponowanym przez obsługę) z wyjątkiem pomiaru z maksymalną wydajnością, gdy otwarto ją na 63%. Ustawienia takie jak w przypadku młyna A są zbliżone do tych, które panują wtedy, gdy w kanale doprowadzającym czynnik suszący nie ma elementów regulacyjnych, tak jak jest to zazwyczaj w przypadkach młynów wentylatorowych wykorzystujących spaliny jako czynnik suszący. Ustawienia jak dla młyna B są podobne do sposobu prowadzenia młynów średniobieżnych lub młynów wentylatorowych z rzadko spotykaną wentylacją wymuszoną (np. EC Żerań wg [7]). Z opisanego wyżej sposobu prowadzenia młynów wynikała zależność ilości powietrza od wydajności młyna, która się różniła dla młyna A i B co pokazano na rysunku 3.

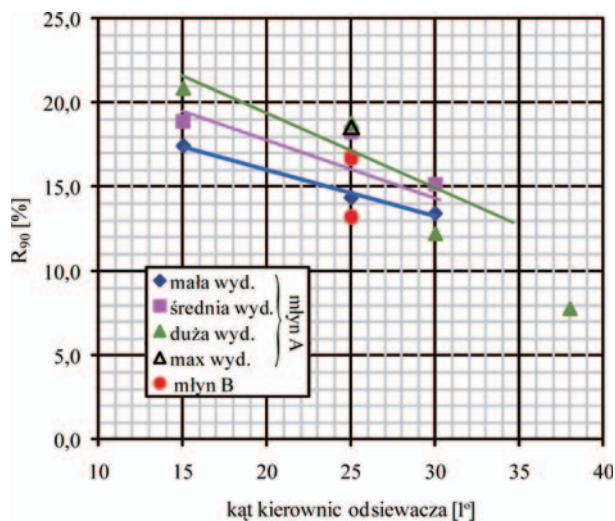


Rys. 3. Ilość powietrza podawanego do młyna w zależności od jego wydajności

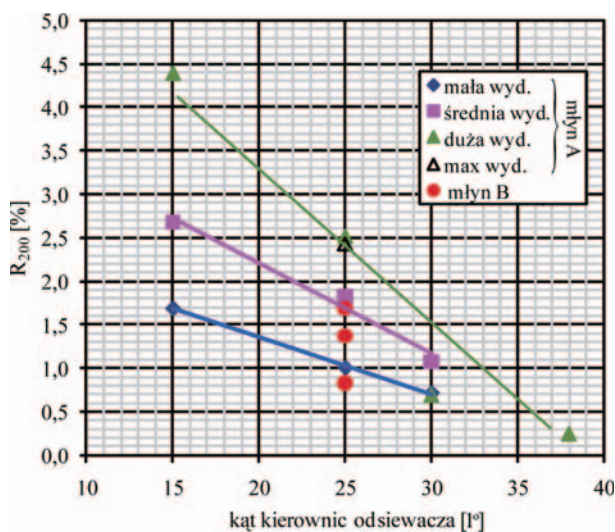


#### 4. Wyniki pomiarów

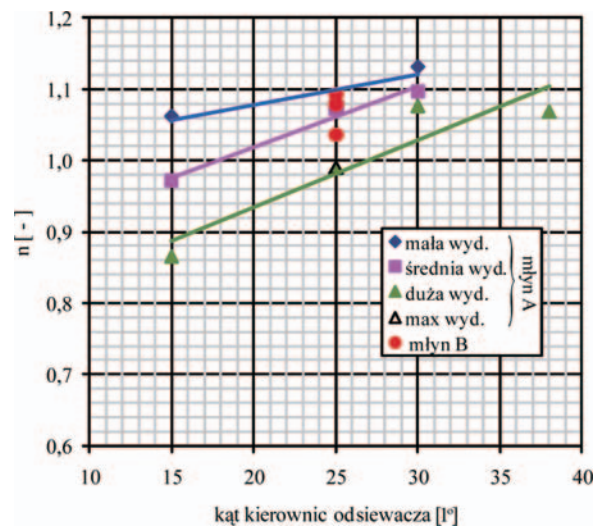
Pomiary młynów zostały przeprowadzone po przepracowaniu przez nie ok. 250 godzin. Prowadząc młyny w sposób jak wyżej, podczas mielenia węgla z kopalni Borynia o wartości opałowej ok. 20 MJ/kg, o dużej zawartości po-



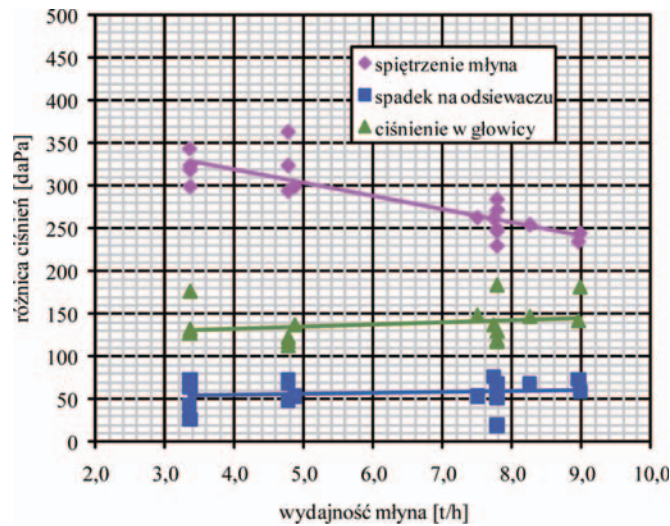
Rys. 4. Jakość pyłu (pozostałość na sicie o oczkach 0,09 mm) w zależności od położenia łopatek odsiewacza



Rys. 5. Jakość pyłu (pozostałość na sicie o oczkach 0,2 mm) w zależności od położenia łopatek odsiewacza



Rys. 6. Współczynnik polidispersji pyłu w zależności od położenia łopatek odsiewacza



Rys. 7. Spadek ciśnienia na odsiewaczu i spiętrzenie młyna oraz ciśnienie w głowicy w zależności od wydajności

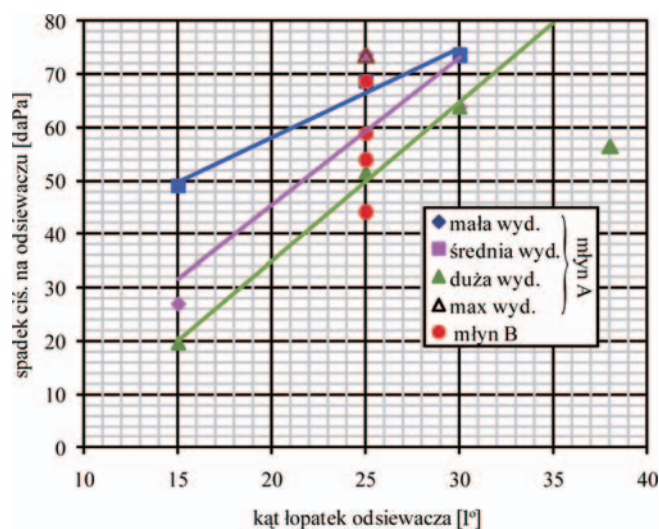
piołu wynoszącej ok. 30% i wilgoci ok. 8%, młyny pracowały stabilnie bez nadmiernych pulsacji ciśnienia. Osiągnęły wymaganą wydajność 9 t/h i miały jeszcze pewien zapas dla dalszego wzrostu wydajności. Pył uzyskiwany w młynach był drobny, a liczba polidispersji pyłu była większa niż dla pyłu



uzyskiwanego w młynach wentylatorowych z odsiewaczami skrzyniowymi. Wydajność, ilość powietrza, ustawienie organów regulacyjnych oraz jakość pyłu uzyskiwanego w poszczególnych pomiarach zestawiono w tabelicy 1. Graficznie jakość pyłu zobrazowano na rysunkach 4-6. Na rys. 7 pokazano spiętrzenie młyna i spadek ciśnienia na odsiewaczu oraz ciśnienie w głowicy w zależności od wydajności młyna, a na rys. 8 pokazano spadki ciśnienia na odsiewaczu przy różnych ustawieniach łopatek odsiewacza.

**Tablica 1**  
**Wydajność, ilość powietrza, ustawienie organów regulacyjnych oraz jakość pyłu uzyskiwanego w poszczególnych pomiarach**

Pomiar	Wydajność [t/h]	Ilość powietrza do młyna [tys. m <sup>3</sup> /h]	Kąt łopatek odsiew. [1°]	Otwarcie klapy w drzwiach młyna	Pozostałość na sitach		Liczba poldysp.
					R <sub>200</sub> [%]	R <sub>90</sub> [%]	
Młyn B							
1	4,9	12,2	25	otwarta	1,37	16,65	1,09
2	7,5	15,4	25	otwarta	1,69	16,80	1,04
3	3,4	11,1	25	otwarta	0,83	13,22	1,08
Młyn A							
4	3,4	14,3	30	otwarta	0,71	13,45	1,13
5	3,4	14,3	25	otwarta	1,00	14,39	1,08
6	3,4	14,4	15	otwarta	1,69	17,43	1,06
7	4,8	13,4	15	otwarta	2,67	18,88	0,97
8	4,8	12,8	25	otwarta	1,82	18,27	1,07
9	4,8	12,8	30	otwarta	1,07	15,13	1,10
10	7,8	10,4	30	otwarta	0,69	12,19	1,08
11	7,8	10,9	38	otwarta	0,25	7,75	1,07
12	7,8	11,0	15	otwarta	4,38	20,86	0,86
13	7,8	10,3	25	otwarta	2,51	18,80	0,99
14	7,8	11,4	25	pionowo	2,59	17,99	0,95
15	7,7	11,9	25	zamknięta	4,91	23,19	0,91
16	9,0	11,9	25	otwarta	2,42	18,52	0,99



Rys. 8. Spadek ciśnienia na odsiewaczu w zależności od kąta kierownic i wydajności

## 5. Podsumowanie

1. Badane młyny wentylatorowe z odsiewaczem odśrodkowym pracujące w instalacji, gdzie czynnikiem suszącym było gorące powietrze, uzyskują gwarantowane parametry pracy.
2. Pył produkowany w młynach jest drobniejszy niż produkowany w podobnych młynach z odsiewaczem skrzyniowym. Dzieje się tak, gdyż odsiewacze odśrodkowe zainstalowane na badanych młynach mają lepszą ostrość separacji (sprawność odsiewania) niż zazwyczaj stosowane dla młynów wentylatorowych odsiewacze skrzyniowe.
3. W związku z pracą młynów w instalacji, gdzie powietrze do młynów za podgrzewaczami ma ciśnienie ok. 1 kPa i regulowaną temperaturę można dobrać różne wentylacje dla danej wydajności (można wybierać sposób przebiegu zależności  $V = f(B)$ ). Takiej możliwości nie ma w młynach wentylatorowych, gdzie jedynym źródłem przepływu czynnika suszącego jest sam młyn. Podczas pomiarów młyn A prowadzono przy wentylacji malejącej wraz z wydajnością młyna (tak jak zazwyczaj w przypadku młynów wentylatorowych), a młyn B prowadzono z wentylacją rosnącą wraz ze wzrostem wydajności młyna (tak jak zazwyczaj w przypadku młynów miazdzących). Wyżej wymieniona własność może mieć pozytywny wpływ na pracę kotła, gdyż umożliwia w szerokim zakresie regulację prędkości wpływu mieszanki z palników (powietrze pierwotne) i kierowanie reszty

powietrza jako powietrza wtórnego i do dysz OFA zgodnie z zasadami poprawnego spalania dla różnych wydajności młynów i kotła.

### Literatura

- [1] Korzuch S., Parys R., Sroczyński S.: Zastosowanie odsiewacza odśrodkowego statycznego w młynie wentylatorowym MWk-12. IX Konferencja Kotłowa „Aktualne problemy budowy i eksploatacji kotłów”, Szczyrk 2002, Prace IMiUE Politechniki Śląskiej 2002.
- [2] Taschenbuch EVT Energie- und Verfahrenstechnik GmbH, Stuttgart 1990.
- [3] Bydzicki A.: Rozwój konstrukcji młynów wentylatorowych produkowanych przez Fabrykę Palenisk Mechanicznych S.A. w Mikołowie. III Konferencja Naukowo-Techniczna „Budowa i eksploatacja młynów do przeziemia węgla i innych minerałów“ Ustroń-Zawodzie 1998 r.
- [4] Korzuch S., Parys R.: „Pomiary pomodernizacyjne młynów w El. Ajka –WRL”. Opracowanie CBKK nr archiwalny 8.1747, Tarnowskie Góry, wrzesień 1985 (niepublikowane).
- [5] Angleys M., Rieker W., Stegelitz P.: Grinding systems for advanced firing systems. IX Konferencja Kotłowa „Aktualne problemy budowy i eksploatacji kotłów”, Szczyrk 2002, Prace IMiUE Politechniki Śląskiej 2002.
- [6] Parys R.: „Pomiary optymalizacyjne dwóch młynów MWk-9 przy kotle OCG 64 nr 5 w EC Moszczenica w Jastrzębiu Zdroju” Opracowanie BUTiH EKOKAL Kalety nr ewidencyjny P-122/2005, październik 2005 (niepublikowane).
- [7] Korzuch S, Parys R.: „Opracowanie charakterystyk zbiorczych młynów wentylatorowych na podstawie zebranych wyników krajowych badań i pomiarów oraz doświadczeń eksploatacyjnych”. Opracowanie CBKK nr archiwalny 8.1766, Tarnowskie Góry, listopad 1985 (niepublikowane).

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Marek PRONOBIS

Wpłynęło do Redakcji: 17.08.2009 r.