

**IX Konferencja Kotłowa 2002
AKTUALNE PROBLEMY BUDOWY I EKSPLOATACJI KOTŁÓW****Stanisław KORZUCH****Ryszard PARYS**

Introl – Opole Sp. z o.o., Opole

Sławomir SROCZYŃSKI

Fabryka Palenisk Mechanicznych SA, Mikołów

**ZASTOSOWANIE ODSIEWACZA ODŚRODKOWEGO
STATYCZNEGO W MŁYNIIE WENTYLATOROWYM TYPU
MWk-12**

Streszczenie. Przedstawiono konstrukcję odsiewacza odśrodkowego zastosowanego do młyna MWk-12 w miejsce odsiewacza skrzyniowego. Wymieniono nieprawidłowości występujące w początkowym okresie pracy młyna z nowym odsiewaczem. Na podstawie pomiarów scharakteryzowano pracę pierwszej wersji nowego odsiewacza oraz wskazano kierunki modyfikacji. Zaprezentowano również wyniki pomiarów młyna ze zmodyfikowanym odsiewaczem oraz z innymi zmianami konstrukcyjnymi w młynie, koniecznymi dla uzyskania wymaganej wydajności kotła.

**APPLICATION OF STATIC CENTRIFUGAL SIFTER IN THE MILL
TYPE MWk-12**

Summary. The design of a centrifugal sifter which was applied in the mill type MWk-12 in replacement of an existing box sifter was presented. The irregularities which appeared in the initial period of the mill's operation with the new sifter were mentioned. On the base of measurements the operation of the first version of the new sifter was characterized and the directions of some modifications were indicated. The results of measurements with the modified sifter were also presented

Mgr inż. Stanisław KORZUCH jest specjalistą ds. pomiarów energetycznych w Introl Opole Sp. z o.o., 45-069 Opole, ul. 1 Maja 61, mgr inż. Ryszard PARYS jest specjalistą ds. pomiarów energetycznych w Introl Opole Sp. z o.o., 45-069 Opole, ul. 1 Maja 61, mgr inż. Sławomir SROCZYŃSKI jest szefem Biura Techniczno-Projektowego Fabryki Palenisk Mechanicznych SA, 43-190 Mikołów, ul. Towarowa 11.

with other design changes in the mill, necessary to obtain the required boiler output.

STATISCHER ZENTRIFUGALSICHTER FÜR DIE VENTILATORMÜHLE MWK-12

Zusammenfassung. Die Arbeit enthält die Beschreibung der Konstruktion eines Zentrifugalsichters, der anstatt des typischen Kastensichters für die Ventilatormühle MWK-12 entworfen wurde. Die Nachteile, die in der Anfangsphase der Arbeit des neuen Sichters vorkamen, wurden analysiert. Auf Grund der Messungen sind die Betriebsresultate erster Version des Sichters charakterisiert. Weitere Messungen der Mühle, mit modifiziertem Sichter und Konstruktionsänderungen in der Mühle selbst, wurden gezeigt.

1. Wprowadzenie

Wyprodukowane przez Fabrykę Palenisk Mechanicznych SA w latach 70. i 80. ubiegłego stulecia, młyny wentylatorowe typu MWK, przeznaczone do mielenia węgla kamiennego, są wyposażone w odsiewacze skrzyniowe grawitacyjne.

Odsiewacze te były zaprojektowane tak, aby opuszczający je pył węglowy cechował się jakością przemiału określoną pozostałością na sitach 90 i 200 μm wynoszącą odpowiednio $R_{0,09} \leq 30\%$ i $R_{0,20} \leq 5\%$. W rzeczywistości uzyskiwany przemiał jest gorszy, a liczba poldispersji pyłu $n < 0,9$.

Równoległe z produkcją młynów wentylatorowych Fabryka Palenisk Mechanicznych SA była również projektantem i dostawcą młynów pierścieniowo-kulowych wyposażonych w odsiewacze odśrodkowe statyczne. Odsiewacze te były przez Fabrykę w ostatnich latach często modernizowane i dzisiaj możemy śmiało powiedzieć, że dopracowano się konstrukcji sprawdzonych wysokosprawnych odsiewaczy statycznych dla całego typoszeregu młynów pierścieniowo-kulowych. Można zagwarantować, że uzyskany z nich pył węglowy charakteryzuje się jakością przemiału na poziomie $R_{0,09} \leq 20\%$ i $R_{0,20} \leq 2\%$ przy liczbie poldispersji $n > 1,2$.

Te pomyślne doświadczenia, związane z eksploatacją odsiewaczy odśrodkowych statycznych stosowanych w młynach miażdżących stały się podstawą do podjęcia decyzji o realizacji projektu mającego na celu zastosowanie tego typu odsiewacza w młynie wentylatorowym, w miejsce dotąd pracującego odsiewacza skrzyniowego.

W roku 1998 firma Frantschach Świecie SA, która próbowała w przeszłości bez większego efektu ingerować w konstrukcję odsiewaczy młynów wentyla-

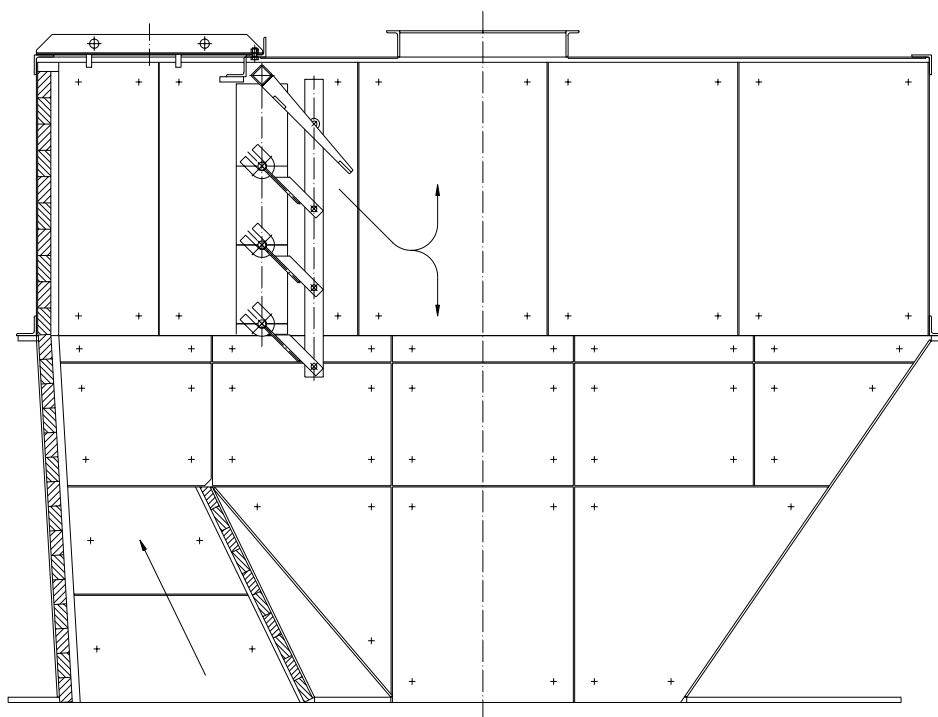
torowych w celu poprawy jakości przemiału, odpowiedziała pozytywnie na ofertę FPM SA i zamówiła dostawę 3 szt. odsiewaczy odśrodkowych statycznych do młynów typu MWk-12 pracujących przy kotle nr 5 w tamtejszej elektrociepłowni.

To właśnie realizacja tego projektu Fabryki Palenisk Mechanicznych SA, przeprowadzona przy znaczącym współudziale firmy pomiarowej Intrrol Opole Sp. z o.o., jest przedmiotem niniejszego opracowania.

2. Konstrukcja odsiewacza

2.1. Odsiewacz skrzyniowy

Typowy odsiewacz młyna wentylatorowego MWk-12, pokazany na rys. 1, ma budowę skrzyniową i swoją funkcję pełni poprzez zmianę kierunku przepływu strugi zmielonego węgla i zmianę jej prędkości. Pierwsze, zrealizo-

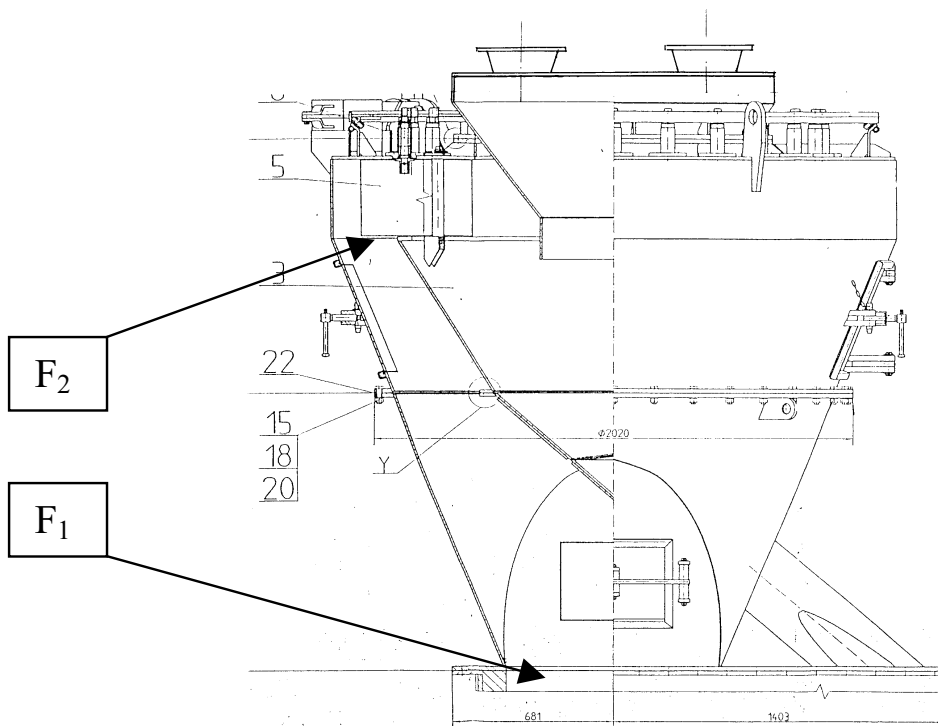


Rys. 1. Odsiewacz skrzyniowy młyna MWk-12

wane jest przez elementy regulacyjne jakimi są łopatki odsiewacza, drugie następuje w wyniku gwałtownego wzrostu objętości odsiewacza, a co za tym idzie spadku prędkości przepływu, w przestrzeni za łopatkami. Dzięki grawitacji grube frakcje powinny być nawracane do powtórnego przemiału, a drobne unoszone przez czynnik transportujący do wylotu z odsiewacza i dalej do palników.

Rzeczywistość jest taka, że znaczna część drobnych cząstek porywana jest wraz z grubymi z powrotem na wlot do koła bijakowego, a do wylotu z odsiewacza dostają się również stosunkowo grube frakcje niedostatecznie zmielonego pyłu węglowego. W wyniku tego, jakość przemiału jest niezadowalająca, a sprawność odsiewania niska, występuje też niepotrzebna recyrkulacja dobrego jakościowo pyłu.

Tych negatywnych cech nie ma odsiewacz odśrodkowy statyczny, dlatego zabudowanie go w miejsce skrzyniowego wydaje się racjonalne.



Rys. 2. Odsiewacz odśrodkowy zamontowany na korpusie młyna MWk-12; F1 – Przekrój wylotowy z komory mielenia, F2 – Przekrój wlotowy na łopatki odsiewacza

2.2. Odsiewacz odśrodkowy

Konstrukcję odsiewacza odśrodkowego statycznego, zastosowanego na młynie MWk-12 w EC Frantschach Świecie SA, pokazano na rys. 2.

Gabaryty odsiewacza musiały zostać dostosowane do warunków lokalnych panujących w EC. Ten wymóg spowodował również konieczność połączenia nawrotu z odsiewacza odśrodkowego z istniejącym nawrotem z odsiewacza skrzyniowego.

Odsiewacz odśrodkowy został wyposażony w automatyczne sterowanie kierownic, umożliwiające płynną zmianę ich położenia od promieniowego, które odpowiada kątowi 0° , do skręcenia o kąt 60° .

Tego typu sterowanie kierownic sprawdziło się z powodzeniem w odsiewaczach młynów pierścieniowo-kulowych, gdzie oprócz regulacji jakości prze-miału może służyć również do zmian dynamiki młyna, wymaganych szczególnie w sytuacjach nagłych zmian obciążenia kotła.

Po uruchomieniu młynów z nowymi odsiewaczami, Frantschach Świecie SA zgłosiła występowanie nieprawidłowości w pracy instalacji paleniskowej. Przeprowadzone przez Intról Opole pomiary potwierdziły zastrzeżenia użytkownika.

Młyny mogły pracować tylko przy niskim obciążeniu, co w efekcie uniemożliwiało uzyskanie przez kocioł wymaganej wydajności.

Analiza tych pomiarów została przedstawiona w rozdziale 3.

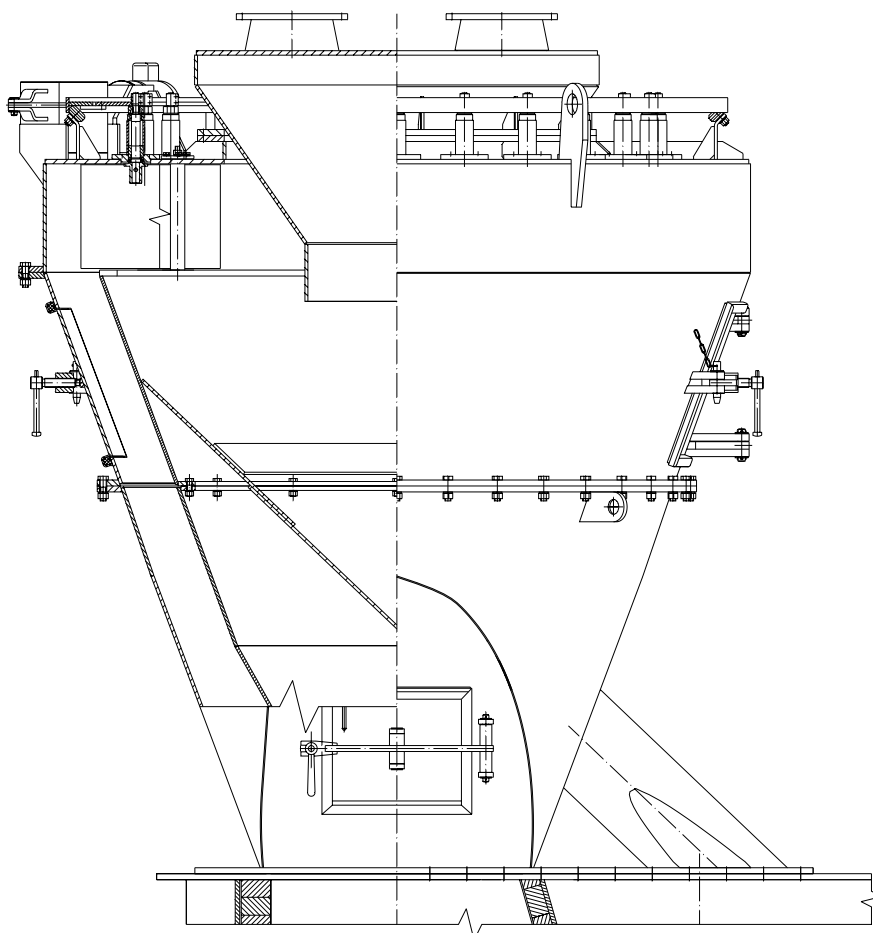
2.3. Odsiewacz odśrodkowy po modyfikacji

W oparciu o analizę wyników pomiarów wstępnych (patrz rozdz. 3.) FPM SA wprowadziła zmiany w konstrukcji dostarczonego odsiewacza odśrodkowego. Odsiewacz odśrodkowy po modyfikacji pokazuje rys. 3.

Zmiany te dotyczyły części środkowej odsiewacza i miały na celu uzyskanie w miarę jednakowej prędkości przepływu mieszanki od wlotu do odsiewacza, aż do przestrzeni, w której znajdują się kierownice. Tak zmodyfikowana konstrukcja zdecydowanie wpłynęła na wzrost maksymalnej wydajności młyna MWk-12.

Firma Intról Opole ponownie przeprowadziła pomiary pracy młynów. Analiza wyników tych pomiarów i wnioski przedstawione są w części drugiej referatu.

Należy dodać, że oprócz zmian w odsiewaczu przeprowadzono również inne zmiany w instalacji młynowo-paleniskowej, a mianowicie zmniejszono szczelinę na progu spirali w korpusie młyna oraz usunięto zawirywacze z palników pyłowych, które stwarzały zbyt duże dla młyna wentylatorowego opory przepływu mieszanki pyłowej.



Rys. 3. Odsiewacz odśrodkowy po modyfikacji

2.4. Zmiany w konstrukcji młyna MWk-12

Jak wykazały pomiary młynów z odsiewaczami odśrodkowymi po modyfikacji [4], w zakresie jakości przemiału, dynamiki jak i wydajności uzyskano zadowalające rezultaty, co zostało omówione w rozdz. 3. Problem jednak polegał na tym, że przy pracy dwóch młynów (w układzie 2+1 jaki praktykowany jest we Frantschach Świecie SA), aby uzyskać maksymalną wydajność kotła, konieczna jest wydajność młynów na poziomie ok. 10 t/h mielonego węgla w każdym z młynów. Dlatego też FPM SA zdecydowała się na zwiększenie średnicy zewnętrznej koła bijakowego poprzez wysunięcie płyt bijakowych poza

obrys dotychczasowego koła. Uzyskano w efekcie młyn o większej wydajności bazowej.

Tak zmodyfikowanego młyna nie poddano już pomiarom, ale wg opinii użytkownika wydajność rzeczywista młynów wzrosła na tyle, że bez problemu kocioł osiąga swoją wymaganą wydajność maksymalną.

Na uwagę zasługuje fakt, że obsługa młynów nie stwierdziła skrócenia żywotności wysuniętych na zewnątrz koła płyt bijakowych, w stosunku do żywotności jaką uzyskano przed zmianami konstrukcyjnymi.

Problemem, jaki obecnie stoi przed konstruktorem, i jaki FPM SA stara się aktualnie rozwiązać jest wydłużenie żywotności dolnej części stożka wewnętrznego odsiewacza odśrodkowego oraz poprawa konstrukcji w celu skrócenia czasu prac remontowych. Stosunkowo szybkie wycieranie się tej części odsiewacza zmusza użytkownika do przeprowadzania częstych napraw.

3. Pomiary

3.1. Pomiary wstępne dla ustalenia przyczyn nieprawidłowości występujących w początkowym okresie pracy młynów

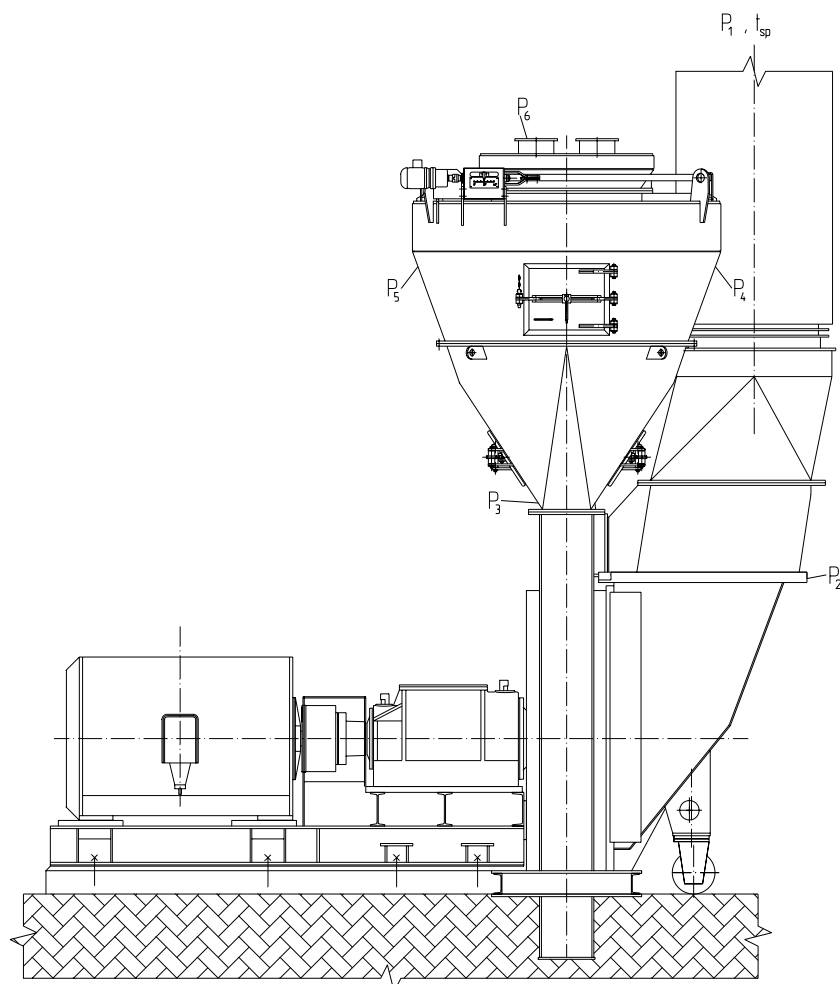
Po zainstalowaniu odsiewaczy odśrodkowych opisanych w punkcie 2.2 bezpośrednio na korpusie młyna (rys. 4) i uruchomieniu kotła stwierdzono, że z chwilą podania węgla do młyna jego wentylacja szybko spada i przy obciążeniu powyżej 4 Mg/h temperatura mieszanki spada poniżej 75°C. Występują duże wahania ciśnienia, rosnące z obciążeniem młyna, którym towarzyszy charakterystyczny hałas pulsujący w takt zmian ciśnienia, rosnący z obciążeniem. Zjawisk takich nie obserwuje się w młynach wentylatorowych z odsiewaczem skrzyniowym. Podobne odgłosy pracy młyna można jednak spotkać czasami w młynach wentylatorowych przy zasypianym odsiewaczu, kiedy zsypane z góry cząstki mielniwa spływają po ścianie na wylot z komory mieleńczej i są rozbijane zewnętrznymi krawędziami bijaków.

Dla wyjaśnienia przyczyn niezgodnej z założeniami pracy młynów przeprowadzono odpowiednie pomiary, których program obejmował:

- pomiar maksymalnej wydajności pyłowej,
- pomiar przy pracy dwóch młynów z wydajnością pozwalającą na uzyskanie temperatury mieszanki 110÷120°C,
- pomiar wentylacji młyna, bez podawania węgla, przy promieniowym ustawieniu łopatek odsiewacza i bez kryz wyrównawczych na przewodach pyłowych dla wyznaczenia maksymalnej wentylacji i pomiaru spadków ciśnienia wzdłuż drogi przepływu,
- pomiary rozkładu ciśnień wzdłuż drogi przepływu przez młyn i instalację młynową.

3.1.1. Uzyskane wyniki pomiarów

Pomiar maksymalnej wentylacji bez węgla, po ustawieniu temperatury za odsiewaczem na 90°C , wykazał, że przez młyn przepływa wtedy ok. $21500\text{ m}^3/\text{h}$ czynnika transportująco-suszającego, co w przeliczeniu na warunki normalne daje ok. $16800\text{ m}_n^3/\text{h}$. Wentylację taką powinien mieć młyn przy maksymalnej wydajności pyłowej.



Rys. 4. Młyn MWk-12 z odsiewaczem odśrodkowym. Oznaczenia króćców pomiarowych: P_1 – pomiar ciśnienia na wejściu spalin, P_2 – pomiar ciśnienia przed młynem, P_3 – pomiar ciśnienia przed łopatkami młyna, P_4 – pomiar ciśnienia przed łopatkami odsiewacza, P_5 – pomiar ciśnienia przed łopatkami odsiewacza, P_6 – pomiar ciśnienia na wylocie z odsiewacza, t_{sp} – temperatura na wejściu spalin

Maksymalne spiętrzenia ciśnienia statycznego przez młyn pracujący jako wentylator bez węgla wynosi 3670 Pa, a spadki ciśnienia wzdłuż drogi przepływu wynoszą wtedy: na odsiewaczu 200 Pa, na przewodach pyłowych 2160÷2300 Pa i na palnikach 1000÷1150 Pa. Spadek ciśnienia na odsiewaczu był mierzony przy promieniowym ustawieniu łopatek. W czasie mielenia węgla spiętrzenie młyna spada i maleje również jego wentylacja.

Z chwilą podania węgla do młyna jego wentylacja szybko spadała i przy obciążeniu powyżej 4 Mg/h wynosiła poniżej 10000 m³/h, a temperatura mieszanki poniżej 75°C. Na temperaturę mieszanki miała również wpływ niska temperatura spalin przed młynem, gdyż przy pracy kotła na dwóch młynach z ograniczoną jak wyżej wydajnością można było uzyskać temperatura spalin na ujęciu do 554°C.

Obserwacja parametrów pracy młyna wskazała, że po podaniu węgla do młyna pojawiały się duże wahania ciśnienia rosnące z obciążeniem młyna. Największe zmiany ciśnienia występowały przed wlotem na łopatki odsiewacza. Przy ilości węgla podawanego do młyna wynoszącej ok. 4 Mg/h (w tych warunkach było to obciążenie maksymalne), wentylacja spadała poniżej 10000 m³/h, a wahania ciśnienia sięgały 1000 Pa. Występujące zmiany ciśnienia wskazywały na zmieniające się opory przepływu – największe na odcinku wylotu z komory mielenia – wlot na łopatki odsiewacza.

Analiza przyczyn występowania zmian oporów na odcinku od wylotu z komory młyna do łopatek odsiewacza doprowadziła do spostrzeżenia, że przestrzeń łącząca przekrój wylotowy z komory mielenia z przekrojem wlotowym na łopatki w pierwszej wersji odsiewacza była za duża (na rys. 2. przestrzeń między przekrojami F₁ i F₂). Prędkość mieszanki w przekroju wylotowym z komory mielenia wynosiła ok. 18 m/s. Po przejściu do odsiewacza następowało rozprężenie i prędkość czynnika transportującego spadała w największym przekroju poniżej 3 m/s tj. znacznie poniżej prędkości unoszenia grubych cząstek mieliwa. W tej sytuacji w przestrzeni nad wlotem do odsiewacza tworzyła się warstwa grubych cząstek mieliwa zachowująca się podobnie jak warstwa fluidalna z pęcherzami gazu. Warstwa ta była okresowo przebijana pęcherzami gazu, a segregujące się grube cząstki opadały przy ścianie do komory mielenia i były rozbijane zewnętrznymi krawędziami bijaków. Przebijające się pęcherze gazu obniżały opory przepływu przez warstwę wywołując pulsację przepływu i ciśnienia w odsiewaczu.

Wniosek stąd, że dla przywrócenia normalnej pracy odsiewacza wymagane jest przywrócenie transportu mieliwa do środkowej części odsiewacza, skąd wytracone grube cząstki mieliwa mogą być odprowadzane na wlot młyna do powtórnego mielenia zgodnie z założeniami konstrukcji młyna wentylatorowego.

3.1.2. Wnioski i zalecenia wynikające z przeprowadzonych pomiarów wstępnych

- 1) W młynach średniobieżnych z odsiewaczami odśrodkowymi proces odsiewania prowadzony jest dwustopniowo. Pierwszy stopień odsiewania zachodzi jeszcze w komorze mielenia, gdzie wytrącone grube cząstki wpadają bezpośrednio pod kule lub rolki do powtórnego mielenia. Drugi stopień odsiewania zachodzi w części środkowej odsiewacza po przejściu przez łopatki, którymi reguluje się jakość uzyskiwanego pyłu. Odsiewacz odśrodkowy zainstalowany na młynie wentylatorowym pracuje w innych warunkach i wymaga przystosowania go do malejącej z obciążeniem wentylacji i przepływu całej masy pyłu przez łopatki odsiewacza. Proces separacji pyłu odbywa się tylko w środkowej części odsiewacza i tylko z tej części strumień wytrąconych grubych cząstek powinien być kierowany do powtórnego mielenia.
- 2) Dla usunięcia występujących nieprawidłowości w pracy zmodernizowanego młyna należałoby tak zmienić konstrukcję środkowej części odsiewacza by w części łączącej wylot z komory mielenia z wlotem na łopatki odsiewacza przekrój poprzeczny transportowanego strumienia mieszanki nie ulegał zmianie.
- 3) Konstrukcja odsiewacza powinna jednocześnie zapewnić równomierny napływ mieszanki na jego łopatki na całym obwodzie dla wyrównania rozplywu mieszanki na przewody wychodzące z głowicy odsiewacza.
- 4) Dalsze zwiększenie wentylacji można uzyskać przez zmniejszenie szczeliny na progu spirali wylotowej i usunięcie zawirowywaczy z palników pyłowych, stwarzających zbyt duże opory przepływu mieszanki pyłowej.

3.2. Pomiary po modyfikacji odsiewacza

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów wstępnych wprowadzono na jednym z młynów opisane wcześniej zmiany konstrukcyjne. W pierwszej kolejności wykonano zmiany konstrukcyjne w odsiewaczu młyna 5A i dla oceny skuteczności wprowadzonych zmian przeprowadzono odpowiednie pomiary sprawdzające. Po wykonaniu pomiarów sprawdzających wprowadzono zmiany w odsiewaczach pozostałych młynów (5B i 5C).

Następnie, przed przystąpieniem do pomiarów charakterystyk eksploatacyjnych, młyny przepracowały po ok. 100 godzin każdy dla wyrównania stopnia zużycia elementów mielących i zapełnienia zasobników węglem o zbliżonych parametrach.

3.2.1. Pomiary sprawdzające na młynie 5A

Po wprowadzeniu zmian konstrukcyjnych w odsiewaczu przeprowadzono pomiary sprawdzające. Dla porównania jeden z pomiarów maksymalnej wentylacji przeprowadzono, tak jak poprzednio, przy promieniowym ustawieniu

łopatek odsiewacza bez podawania węgla do młyna i ustawieniu temperatury za odsiewaczem na ok. 100°C. Drugi pomiar przy pracy młyna bez węgla przeprowadzono przy ustawieniu łopatek odsiewacza na kąt $\alpha = 40^\circ$ i temperaturze za odsiewaczem ok. 110°C. Przy promieniowym ustawieniu łopatek odsiewacza przez młyn przepływało ok. 23120 m³/h czynnika susząco-transportującego (tablica 1, pomiar 1), co w przeliczeniu na warunki normalne daje 17230 m_n³/h. Natomiast w pomiarze drugim, przy ustawieniu łopatek odsiewacza na $\alpha = 40^\circ$, wentylacja była większa i wynosiła ok. 27070 m³/h, w warunkach normalnych daje to ok. 19900 m_n³/h. Wynika stąd, że przy promieniowym napływie czynnika do rozdzielacza występują duże opory przepływu w rozdzielaczu (opory na wlocie do przewodów pyłowych). Dowodem na to jest prawie dwukrotnie większy współczynnik oporów przepływu liczony dla instalacji pyłowej łącznie z rozdzielaczem przy promieniowo ustawionych łopatkach odsiewacza w stosunku do ustawienia łopatek pod kątem $\alpha = 40^\circ$ w pomiarze drugim.

Przyczyną tego zjawiska są zaburzenia przepływu wywołane napływem strumieni czynnika schodzących z promieniowo ustawionych łopatek odsiewacza skierowanych naprzeciw siebie przed wlotem do rozdzielacza. Wir wytworzony ustawieniem łopatek pod kątem uporządkowuje przepływ i zmniejsza opory napływu do przewodów pyłowych. Przymykanie łopatek odsiewacza powoduje natomiast wzrost oporów przepływu między łopatkami.

Porównując wyniki pomiarów maksymalnej wentylacji przeprowadzonych przy promieniowym ustawieniu łopatek odsiewacza w pomiarach wstępnych, przed wprowadzeniem zmiany konstrukcji stożka wewnętrznego odsiewacza i zmniejszeniem wysokości szczeliny na progu spirali wylotowej, z wynikami pomiarów po tych zmianach, przeprowadzonych w tych samych warunkach, stwierdzono wzrost wentylacji zaledwie o ok. 500 m_n³/h.

Spiętrzenie ciśnienia przez koło bijakowe po zmniejszeniu wielkości szczeliny na progu spirali wylotowej wzrosło z 3670 na 3790 Pa po wprowadzeniu zmiany. Wynika z tego, że istnieją jeszcze inne przyczyny ograniczające wentylację i spiętrzenie np. recyrkulacja czynnika z wylotu koła bijakowego na wlot w przypadku dużej szczeliny między kołem bijakowym a drzwiami młyna lub zbyt duży przekrój kanału zwrotu z odsiewacza na wlot młyna.

W czasie mielenia węgla spiętrzenie młyna spada i maleje również jego wentylacja. Odpowiednie wartości zmierzone przy mieleniu węgla w czasie pomiarów 3 i 4 podano w tablicy 1.

Pomiar maksymalnej trwałej wydajności młyna 5A po wprowadzeniu zmian w odsiewaczu i ustawieniu łopatek odsiewacza na $\alpha = 40^\circ$ wykazał, że jest ona ograniczona możliwością wysuszenia mielonego węgla i utrzymania temperatury mieszanki na wymaganym poziomie.

Pierwszą próbę uzyskania maksymalnej wydajności zakończono przy wydajności 5412 kg/h i temperaturze mieszanki 95°C. Próby prowadzono przy

Tablica 1
Wyniki pomiarów młyna MWk- 12 nr 5A z odsiewaczem odśrodkowym po wprowadzeniu w nim zmian konstrukcyjnych

Lp.	Wyszczególnienie	Symb.	Wymiar	Pomiar			
				1	2	3	
1	Nr mierzonego młyna lub oznaczenie u użytkownika			A	A	A	
2	Temp. mieszanki pyłowo-gaz. za młynem	tm	°C	102	109	85	
3	Pobór prądu silnika młyna	Im	A	22	22	26	
4	Pracujące młyny		-	A	A	A	
5	Ustawienie parametrów pracy		%	0	0	0	
6		Kąt ustawienia łopatek odsiewacza	α	1°	0	40	40
7		Ustawienie warstwowicy	-	%	50	50	50
8		Wysterowanie podajnika węgla do młyna		obr/min	0	0	150
9		Ilość węgla podawanego do młyna	Bw	t/h	0,0	0,0	4,7
10		Wilgoć przemijająca	W _{ex}	%			11,3
11		Wilgoć całkowita	W _t	%			14,4
12	Zawartość popiołu	A ^r	%			13,4	
13	Wartość opałowia	Q ^r	kJ/kg			24301	

Tablica 1 cd.

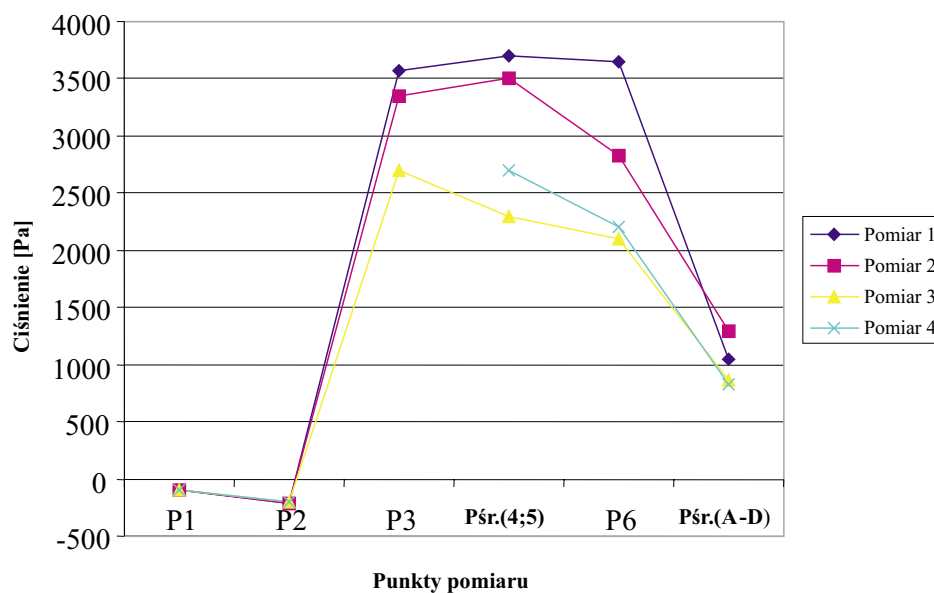
Lp.	Wyszczególnienie	Symb.	Wymiar	Pomiar			
				1	2	3	4
14	Pość pyłu węglowego za młynem	Bp	t/h	0,00	0,00	4,19	4,19
15	Pość wody odparowanej w młynie	Gw	t/h	0,00	0,00	0,53	0,53
16	Wilgotność pyłu.	Wp	%			3,1	3,1
17	Pył węglowy	Pozostałość na sicie o oczk. 0,20 mm	%	-	-	0,37	1,18
18		Pozostałość na sicie o oczk. 0,125 mm	%	-	-	4,14	8,25
19		Pozostałość na sicie o oczk. 0,09 mm	%	-	-	10,18	16,21
20		Liczba polidispersji (0,09 – 0,2)	n	-	-	1,12	1,12
21	Średnia koncentracja pyłu za młynem	m	kg/m ³	-	-	0,26	0,25
22	Nateżenie przepływu za młynem (w. rzecz)	V _m	m ³ /h	23122	27068	15948	16501
23	Nateżenie przepływu za młynem (w. norm)	V _n	m ³ /h	17231	19914	12272	13135
24	Nateżenie przepływu masowe (gaz suchy)	M	kg/h	22573	26087	15954	17076
25	Czynnik susząco – transportujący	Prędkość mieszanki w przew. do naroża A	w _{LP}	m/s	30,8	37,2	20,5
26		Prędkość mieszanki w przew. do naroża B	w _{LT}	m/s	29,7	36,2	20,9
27		Prędkość mieszanki w przew. do naroża C	w _{PT}	m/s	31,4	35,3	22,2
28		Prędkość mieszanki w przew. do naroża D	w _{PP}	m/s	31,0	35,1	21,3
28	Pobór mocy przez silnik młyna	N _{sm}	kW			216	210
29	Jednostkowe zużycie energii na przemiał i went.	e	kWh/t	-	-	45,8	44,5

pracy kotła z badanym młynem i dwóch palnikach olejowych. Ze względu na niską temperaturę na ujęciu spalin (ok. 500°C) próbowano włączyć do pracy drugi młyn o niezmienionej konstrukcji odsiewacza. Próba nie powiodła się ze względu na wystąpienie pulsacji w tym młynie. Druga próba uzyskania maksymalnej wydajności młyna 5A dała wydajność 5755 kg/h, a temperatura mieszanki ustabilizowała się na poziomie 90°C przy nieznacznie wyższej temperaturze spalin na ujęciu wynoszącej 566°C. Wyniki pierwszej i drugiej próby uzyskania maksymalnej wydajności nie zostały zamieszczone w tabl. 1.

Przy jednym poprawnie działającym młynie nie można było uzyskać wymaganej temperatury na ujęciu spalin do młyna i pomiar maksymalnej wydajności młyna należało przeprowadzić po wprowadzeniu zmian konstrukcyjnych na wszystkich młynach pracujących przy tym kotle.

Obserwacja pracy młyna i uzyskane wyniki pomiarów pozwalają stwierdzić, że wprowadzone zmiany w odsiewaczu młyna dały pozytywne rezultaty. Praca młyna ustabilizowała się, a uzyskiwane parametry były zadawalające.

Jakość uzyskiwanego pyłu w czasie pomiarów była lepsza od gwarantowanej. Reszta sitowa w pyłe uzyskanym w pomiarach nr 3 i 4 na sicie o oczkach 0,09 mm wynosiła odpowiednio $R_{0,09} = 10,18\%$ i $21,3\%$ oraz na sicie 0,2 mm odpowiednio $R_{0,2} = 0,37\%$ i $1,18\%$, przy stosunkowo wysokiej liczbie polidispersji wynoszącej $n = 1,12$.



Rys. 5. Rozkład ciśnień na drodze przepływu przez instalację młynową

Bilans cieplny młyna w przeprowadzonych pomiarach wskazywał na nieuszczelności występujące na wlocie do młyna, przez które przedostawało się fałszywe powietrze obniżające temperaturę przed młynem, lub na nieuszczelności zamkniętej kłapy gorącego powietrza. Należało zatem uszczelnić drzwi młyna i sprawdzić kłapy gorącego powietrza.

Dla zwiększenia wentylacji, która mogła okazać się niewystarczająca przy większym zużyciu bijaków i wykładziny progu spirali wylotowej, należało wymontować zawirywacze z palników pyłowych stwarzających zbyt duże opory przepływu mieszanki pyłowej.

Wynikiem analizy przeprowadzonych pomiarów sprawdzających była decyzja o przeniesieniu zmian konstrukcyjnych wprowadzonych na młynie 5A na pozostałe młyny przy kotle nr 5 i wykonanie pomiarów końcowych pozwalających na opracowanie charakterystyk eksploatacyjnych młyna.

3.3. Pomiary końcowe dla określenia charakterystyk badanych młynów

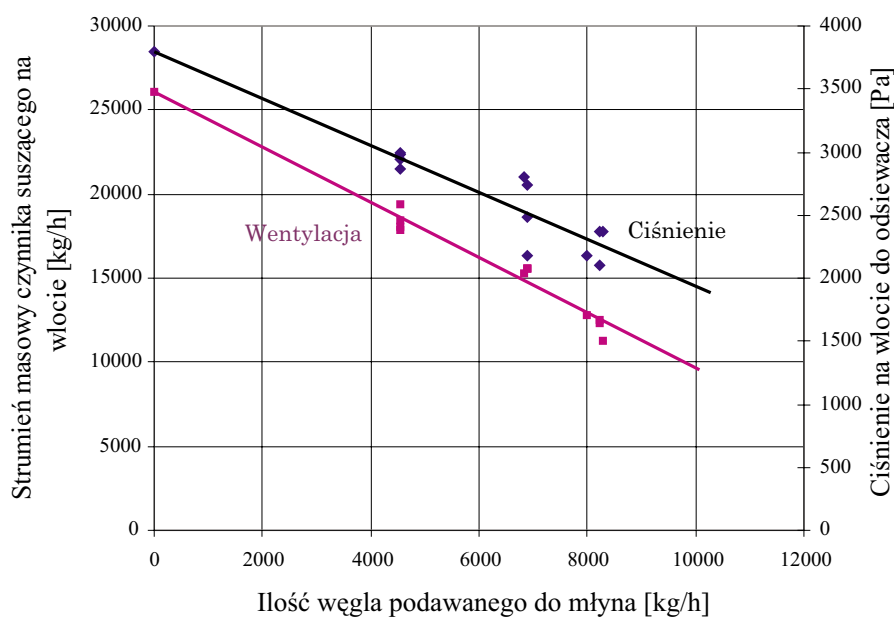
Po wprowadzeniu zmian konstrukcyjnych we wszystkich odsiewaczach młynów, zainstalowanych przy kotle nr 5 na wzór sprawdzonego rozwiązania konstrukcyjnego odsiewacza młyna 5A, przystąpiono do pomiarów końcowych prowadzonych w normalnych warunkach eksploatacyjnych. Program pomiarów przewidywał uzyskanie wyników pozwalających na opracowanie podstawowych charakterystyk eksploatacyjnych młyna oraz wykonanie dodatkowych pomiarów dla oceny konstrukcji odsiewacza i wyznaczenia jego charakterystyki.

3.3.1. Wyniki pomiarów

Wyniki dotyczące pomiarów maksymalnej wydajności młyna 5A przy różnych ustawieniach łopatek odsiewacza zamieszczono w tabl. 2. Maksymalna trwała wydajność badanych młynów w warunkach instalacji paleniskowej kotła nr 5 wynosiła: dla młyna A – 8,2 Mg/h, a dla młynów B i C odpowiednio 7,5 Mg/h i 7,8 Mg/h. Uzyskane wydajności były ograniczone możliwością wysuszenia podawanej ilości węgla z zachowaniem temperatury mieszanki za młynem na poziomie ok. 90°C, przy temperaturze spalin na ujęciu wynoszącej 800÷900°C.

Dla wyjaśnienia przyczyn występowania tego ograniczenia przeprowadzono między innymi obliczenia bilansu cieplnego w poszczególnych pomiarach. Z obliczeń tych wynika, że instalacja miała nieuszczelności na wlocie młyna, przez które wchodziło powietrze z otoczenia obniżające temperaturę przed młynem i ilość zassanych gorących spalin.

Charakterystyki spiętrzenia ciśnienia przez młyn oraz wentylacji przedstawiono na rys. 6. Wartości ciśnień i wentylacji określono dla czterech obciążeń i czterech ustawień łopatek odsiewacza przy każdym obciążeniu. Z roz-



Rys. 6. Charakterystyka ciśnienia na wlocie do odsiewacza i wentylacji w funkcji obciążenia młyna

rzutu punktów wynika, że zmiana ustawienia łopatek odsiewacza ma niewielki wpływ na ich przebieg. Natomiast wpływ obciążenia jest duży i przy wydajności młyna ok. 10000 kg/h spiętrzenie spadnie do ok. 2000 Pa, a strumień masy do 10000 kg/h czynnika suszącego przed młynem. Wynika z tego, że należy liczyć się z potrzebą dalszego zwiększenia wentylacji np. przez zmniejszenie oporów instalacji młynowej lub wydłużenie bijaków na kole bijakowym.

Parametry uzyskiwanego pyłu w czasie pomiarów maksymalnej wydajności zamieszczono w tabelicy 2 poz. 20÷23. Z przedstawionych wartości wynika, że jakość uzyskiwanego pyłu może być regulowana w szerokim zakresie, jednak ze względu na wymagania niskoemisyjnego procesu spalania zaleca się ustawienie łopatek odsiewacza w zakresie kąta $\alpha = 30\div 35^\circ$, co pozwala jednocześnie na uzyskanie gwarantowanych parametrów pyłu. Jak wynika z charakterystyk przedstawionych na rys. 7 w podanym zakresie uzyskuje się pył o parametrach: $R_{0,09} = 23,3\div 17,7\%$ i $R_{0,20} = 2,2\div 1,1\%$ dla obciążenia maksymalnego oraz $R_{0,09} = 25,15\div 17,7\%$ i $R_{0,20} = 1,29\div 0,65\%$ dla obciążenia minimalnego.

Specjalnego omówienia wymagają wyniki pomiarów samego odsiewacza. Sposób zamocowania odsiewacza odśrodkowego na badanym młynie wentylatorowym dał niespotykaną okazję do poboru próbek pyłu wchodzącego i wychodzącego z odsiewacza oraz pyłu zawracanego do powtórnego mielenia, co

Tablica 2
Zestawienie wyników pomiarów maksymalnej wydajności młynów MWk -12 z odsiewaczem odśrodkowym po modyfikacji

Lp.	Wyszczególnienie		Symb.	Wym.	Pomiar	Pomiar	Pomiar
					5	6	7
1	Data pomiaru			-	2000.03.22	2000.03.22	2000.03.22
2	Nr mierzonego młyna (oznaczenie u użytkownika)				A	A	A
3	Parametry i wartości nastaw.	Temp. mieszanki pyłowej za młynem	tm	°C	92	91	90
5		Pobór prądu silnika młyna	Im	A	29	27	26
6		Pracujące młyny		-	A i C	A i C	A i C
7		Otwarcie klapy gorącego powietrza		%	0	0	0
8		Kąt ustawienia łopatek odsiewacza	α	1°	35	30	25
9		Ustawienie warstwownicy	-	%	50	50	50
10		Wysterowanie podajnika węgla do młyna.		obr/min	254	262	263
11		Ilość węgla podawanego do młyna	Bw	kg/h	7980	8225	8234
12		Wilgoć przemijająca	W_{ex}	%	8,9	8,9	8,9
13		Wilgoć całkowita	W_t	%	11,7	11,7	11,7
14		Zawartość popiołu	A^r	%	15,6	15,6	15,6
15		Wartość opałowa	Q^r	kJ/kg	23348	23348	23348
16		Podatność przemiałowa	GrH	-	60	60	60

Tablica 2 cd.

Lp.	Wyszczególnienie				Symb.	Wym.	Pomiar	Pomiar	Pomiar	
							5	6	7	8
17		Ilość pyłu węglowego za młynem			Bp	kg/h	7261	7485	7493	7536
18		Ilość wody odparowanej w młynie			Gw	kg/h	718	740	741	745
19		Wilgotność pyłu			Wp	%	2,7	2,7	2,7	2,7
20	Pył węglowy	Pozostałość na sicie o oczk. 0,2 mm			R _{0,20}	%	1,13	2,25	5,54	12,58
21		Pozostałość na sicie o oczk. 0,125 mm			R _{0,125}	%	8,62	12,53	19,22	30,06
22		Pozostałość na sicie o oczk. 0,09 mm			R _{0,09}	%	17,72	23,62	29,83	42,22
23		Liczba polidispersji (0,09 – 0,2)			n	–	1,19	1,21	1,09	1,10
24		Średnia koncentracja pyłu za młynem			m	kg/kg	0,55	0,58	0,58	0,64
25		Nateżenie przepływu za młynem (war.rzecz)			V _m	m ³ /h	14113	13584	13792	12557
26		Nateżenie przepływu za młynem (war.norm)			V _n	m ³ /h	10665	10319	10470	9506
27	Czynnik susząco – transportujący	Nateżenie przepływu masowe (gaz suchy)			M	kg/h	12819	12329	12525	11256
28		Prędkość mieszanki w przew.do naroża A			w _{LP}	m/s	21,5	19,7	18,1	17,0
29		Prędkość mieszanki w przew.do naroża B			w _{LT}	m/s	19,6	17,9	21,1	16,1
30		Prędkość mieszanki w przew.do naroża C			w _{PT}	m/s	18,2	17,6	18,0	17,7
31		Prędkość mieszanki w przew.do naroża D			w _{PP}	m/s	15,7	17,0	16,1	15,9

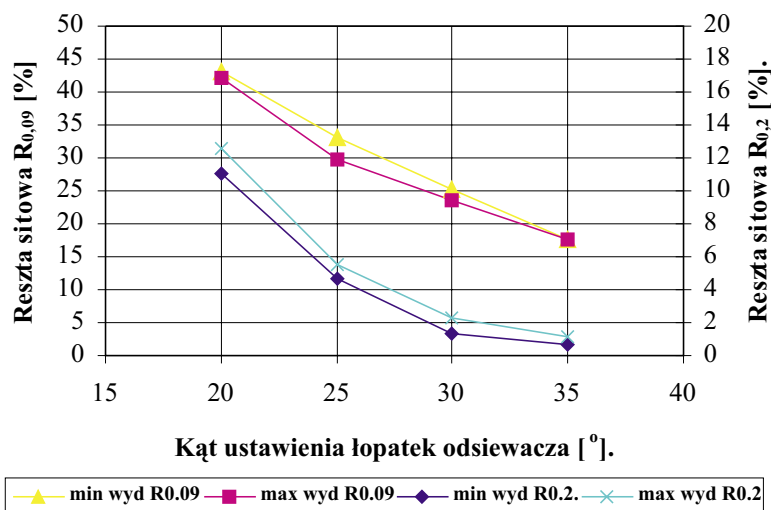
Tablica 2 cd.

Lp.	Wyszczególnienie		Symb.	Wym.	Pomiar	Pomiar	Pomiar	
					5	6	7	8
32	Procentowa odchyłka od wartości średniej w rozplywie czynnika transportującego							
33		- w przewodzie na naroże A		%	14,4	9,0	-1,2	2,1
34	Czynnik susząco – transportujący	- w przewodzie na naroże B		%	4,4	-0,7	15,3	-3,7
35		- w przewodzie na naroże C		%	-2,7	-2,7	-1,8	6,2
36		- w przewodzie na naroże D		%	-16,1	-5,6	-12,3	-4,5
37		Średnia jednostkowa wentylacja (gaz suchy)	1		kg/kg	1,77	1,65	1,67
38	Pobór mocy przez silnik młyna		N _{sm}	kW	246	227	217	198
39	Jednostk. zużycie energii na przemiał i wentylację		e	kWh/t	30,8	27,6	26,4	23,9
40	Procentowy rozdział pyłu na naroża							
41		- w przewodzie na naroże A		%	25,1	26,0	27,1	29,4
42	Pył węglowy	- w przewodzie na naroże B		%	24,3	20,5	25,4	20,4
43		- w przewodzie na naroże C		%	22,5	19,6	19,6	21,8
44		- w przewodzie na naroże D		%	28,1	33,9	27,9	28,4

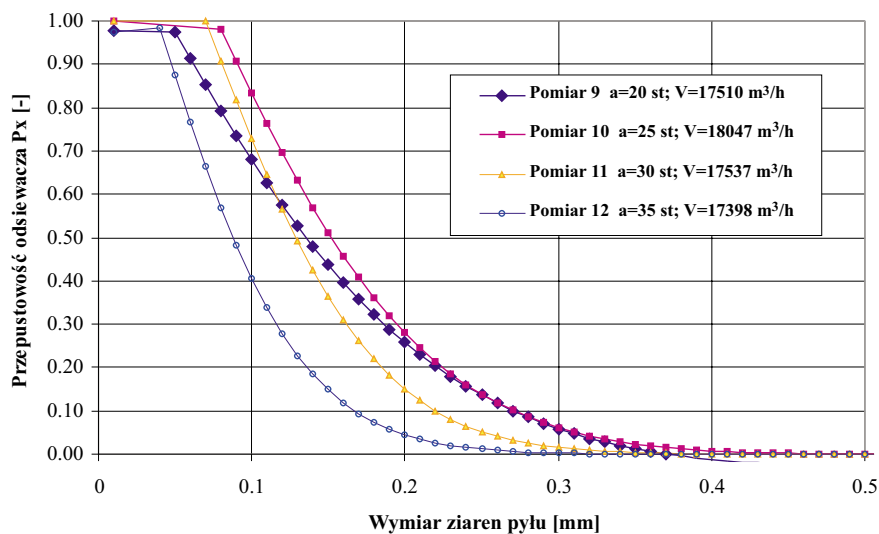
Tablica 2 cd.

Lp.	Wyszczególnienie		Symb.	Wym.	Pomiar	Pomiar	Pomiar	
								5
	Rozkład ciśnień i temperatur na drodze przepływu przez młyn i instalację pyłową							
45	Ujęcie spalin	Wlot do młyna	P ₁	Pa	-70	-112	-100	-100
46			P ₂	Pa	-110	-133	-180	-200
47			P ₃	Pa	-	1975	-	-
48			P ₄	Pa	2200	2137	2366	2375
49	Ciśnienia	Przed łopatkami odsiew. od strony nawrotu	P ₅	Pa	2162	2062	2375	2362
50			P ₆	Pa	1550	1687	1950	2037
51			P _A	Pa	170	112	100	137
52			P _B	Pa	125	62	125	87
53	w przewodach pyłowych przed palnikami	na narożu C	P _C	Pa	200	250	200	200
54			P _D	Pa	575	537	575	512
55	na ujęciu spalin			°C	792	843	845	860
56	Temperatura	mieszanki przed palnikami A / B		°C	92 / 89	88 / 87	88 / 87	89 / 87
57		mieszanki przed palnikami C / D		°C	86 / 87	85 / 87	85 / 89	87 / 89

pozwoili na wykonanie bilansu frakcyjnego pyłu wchodzącego i wychodzącego z odsiewacza oraz wyznaczenie przepustowości odsiewacza i krotności cyrkulacji miewa na drodze młyn-odsiewacz. Metodykę pomiarów i wyznaczenia tych wielkości podano w [4]. W referacie ograniczono się jedynie do przedstawienia wyników i oceny odsiewacza.

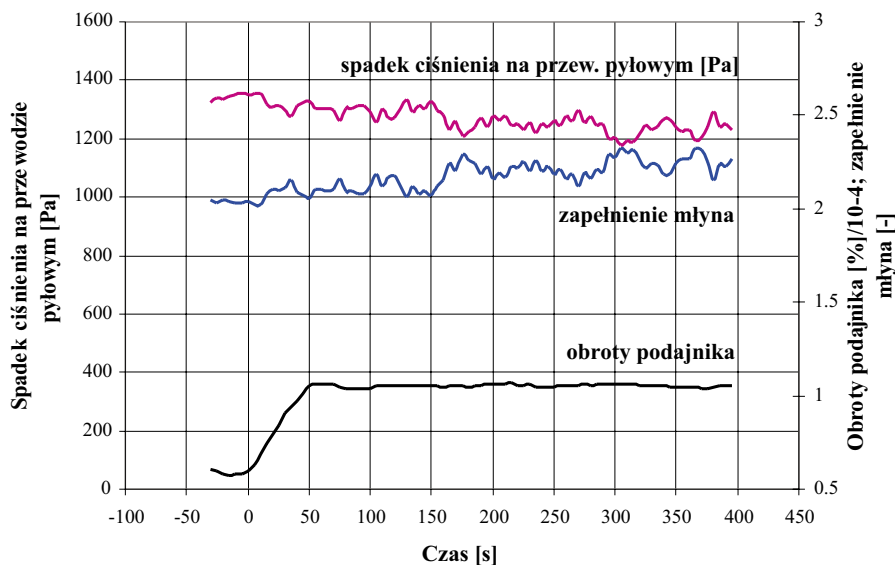


Rys. 7. Jakość pyłu w zależności od ustawienia łopatek odsiewacza i wydajności

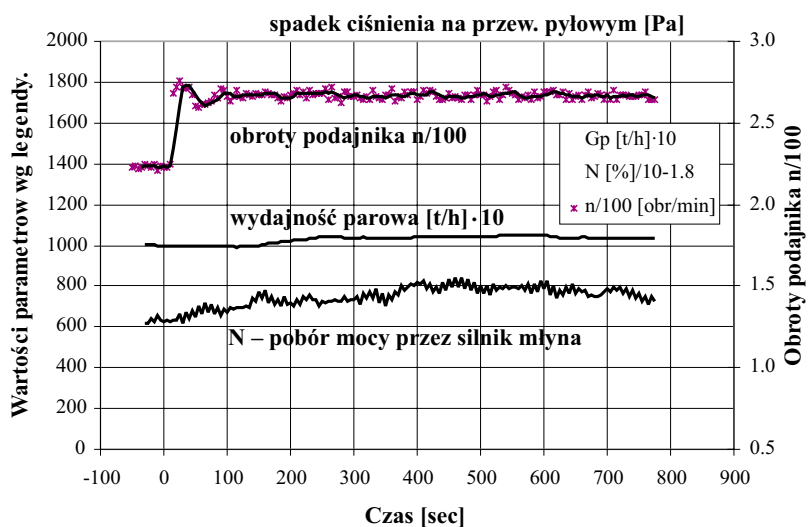


Rys. 8. Charakterystyki przepustowości badanego odsiewacza

Z przedstawionych charakterystyk przepustowości odsiewacza (rys. 8) przy różnych ustawieniach łopatek odsiewacza i średnim obciążeniu młyna ok. 6,9 Mg/h wynika, że sprawność odsiewania badanego separatora jest wysoka



Rys. 9. Odpowiedź czasowa na skokową zmianę ilości podawanego węgla



Rys. 10. Odpowiedź czasowa wybranych parametrów na skokową zmianę ilości podawanego węgla

za wyjątkiem pomiaru przy ustawieniu łopatek odsiewacza na kąt 20° , przy którym jak już wspomniano, występują zaburzenia przepływu na wylocie z odsiewacza. Krzywa przepustowości dla tego pomiaru jest mniej stroma i rozdział między frakcjami pyłu przechodzącego do przewodów pyłowych a frakcjami zwracanymi do powtórnego mielenia jest mniej ostry.

Wyznaczone charakterystyki przepustowości są obarczone błędem wynikającym z dokładności poboru próbki pyłu, reprezentatywności pobranej próbki i dokładności wykonania analizy sitowej. Uzyskane wyniki są jednak wystarczająco dokładne by po zebraniu odpowiedniej ilości materiału porównawczego pozwalały na ocenę konstrukcji odsiewacza i zachodzącego w nim procesu odsiewania.

W końcowej fazie pomiarów przeprowadzono również pomiary dynamiki badanego młyna.

Wyniki pomiarów dynamiki młyna wentylatorowego z odsiewaczem odśrodkowym, przeprowadzone na młynie 5A, wskazują, że zastosowane rozwiązanie posiada stałe czasowe krótsze od spotykanych w młynach średniobieżnych o zbliżonej wydajności [3, 4].

Zamontowanie odsiewacza odśrodkowego na młynie wentylatorowym nie obniżyło jego własności dynamicznych.

Czas wyrównania wydajności pyłowej po skokowej zmianie ilości węgla podawanego do młyna wynosi $\tau = 200\div 300$ s. Dla młyna średniobieżnego, np. EM-70, odpowiednia wartość czasu wyrównania wydajności pyłowej wynosi ok. $400\div 800$ s.

Dla zmiany ustawienia łopatek w górę w badanym młynie 5A czas wyrównania zapelnienia młyna, a tym samym wydajności pyłowej, wynosi zaledwie 120 s. Przy tym przyjmuje się, że czas wyrównania zapelnienia przy zmianie ustawienia łopatek odsiewacza jest równy czasowi wzrostu lub obniżenia wydajności pyłowej i powrotu do jej poprzedniej wartości.

4. Podsumowanie

1. Badane młyny wentylatorowe z odsiewaczem odśrodkowym uzyskują gwarantowane parametry w zakresie jakości przemiału.
2. Odsiewacz odśrodkowy zainstalowany na młynie wentylatorowym MWk-12 ma lepszą ostrość separacji (sprawność odsiewania) niż odsiewacz skrzyniowy, w który młyn był wyposażony przed modernizacją.
3. Połączenie odsiewacza odśrodkowego z młynem wentylatorowym wymaga takiego doprowadzenia mieszanki z wylotu młyna na łopatki odsiewacza by prędkość mieszanki na tym odcinku nie spadła poniżej prędkości unoszenia najgrubszych cząstek dla całego zakresu obciążenia młyna.

4. Przy doborze odsiewacza odśrodkowego do młyna wentylatorowego należy znać charakterystykę wentylacji młyna w funkcji jego obciążenia, a jeszcze lepiej w funkcji zapełnienia młyna lub krotności cyrkulacji pyłu na drodze młyn–odsiewacz. Uzyskanie tych danych było dotychczas niemożliwe. Jednak w przypadku możliwości pobierania próbki pyłu zawracanego z odsiewacza istnieje możliwość wyznaczenia krotności cyrkulacji i przepustowości odsiewacza.

Literatura

- [1] Materiały III Konferencji Naukowo–Technicznej „Budowa i eksploatacja młynów do przemiału węgla i innych minerałów”. Ustroń – Zawodzie, 10–11 grudnia 1998.
- [2] Parys R.: Zużycie elementów mielących młynów wentylatorowych typu MWk–12 – wielkość, przyczyny, próby ograniczenia. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka, z. 113. Gliwice 1990.
- [3] Korzuch S., Pospolita J., Parys R., Chwastek C.: Pomiary dynamiki młyna EM –70 w El. Łaziska. Opracowanie Introl – Opole (nie publikowane), grudzień 1997.
- [4] Korzuch S., Parys R.: Pomiary młyna z odsiewaczem odśrodkowym w FRANTSCHACH – ŚWIECIE S.A. Sprawozdanie końcowe – Ocena konstrukcji i wnioski dla konstruktorów. Opracowanie Introl – Opole nr ew. 84/2000 (nie publikowane), kwiecień 2000.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Ludwik CWCYNAR

Wpłynęło do Redakcji: 30.09.2002 r.

Abstract

Typical sifter of MWk–12 beater–wheel mill was a box type sifter which operated by the principle of rapid change in coal dust flow direction and velocity. By gravitational forces coarse particles should be returned into grinding system while fine dust should be directed into burners. In practice the separation process was inefficient in this kind of sifter and the requirements for coal dust quality have not been kept.

In order to keep the coal dust quality indicators at acceptable level, i.e. sieve residue values $R_{0,09} = 20\%$ and $R_{0,20} = 2\%$, the centrifugal classifier was chosen and implemented for three mills at Frantschach thermal–electric plant. Dimensions of new sifter must be adequate to local limiting outline of existing boiler design. The sifter was equipped in automatic control of stator blades allowing their smooth movement from radial position up to inclination of 60° . Such automation system has been successfully applied so far in ball–and–race mills for control of grinding quality and dynamics of mill response for rapid boiler load changes.

SPIS TREŚCI

REFERATY NAUKOWO-TECHNICZNE

1. Jadwiga KAPITANIAK, Włodzimierz ROGULA: Możliwości wcześniejszego załączania elektrofiltrów w początkowej fazie rozruchu kotłów pyłowych 11
2. Henryk KARCZ: Fizykochemiczne i kinetyczne własności polskich węgla energetycznych 23
3. Henryk KARCZ, Wiesław JODKOWSKI, Agnieszka KOSIOREK, Zbigniew WOJTIUK: Wpływ konstrukcji palnika na jakość spalania paliw ciekłych. 45
4. Henryk KARCZ, Wiesław JODKOWSKI, Władysław SIKORSKI, Arkadiusz KOTULSKI: Wpływ technologii rozpylania paliw ciekłych i technologii doprowadzenia powietrza na pewność zapłonu i stabilność frontu płomienia. 69
5. Rafał KOBYLECKI, Zbigniew BIS: Analiza możliwości współspalania paliw alternatywnych w kotłach fluidalnych 85
6. Pavel KOLAT: Zaopatrzenie w energię, wpływ na środowisko i zrównoważony rozwój w Republice Czeskiej 109
7. Stanisław KORZUCH, Jan KURPANIK, Janusz MAŁEK, Janusz POSPOLITA: Wpływ zmiany liczby obrotów miski młyna węglowego na jego parametry eksploatacyjne. 123
8. Stanisław KORZUCH, Ryszard PARYS, Sławomir SROCYŃSKI: Zastosowanie odsiewacza odśrodkowego statycznego w młynie wentylatorowym typu MWk-12. 135
9. Janusz KOTOWICZ: Dobór optymalnych parametrów w części parowej układu gazowo-parowego. 159
10. Marian KOZUPA: Zabezpieczenie antykorozyjne i antyosadowe powierzchni ogrzewalnych kotłów wielofunkcyjnymi preparatami aminowymi 181
11. Stanisław KRUCZEK, Ryszard GŁĄBIK, Jakub MIERZYŃSKI: Technologiczne aspekty zastosowania paliw biomasowych w technice kotłowej 201
12. Halina KRUCZEK, Andrzej TATAREK, Tadeusz WALA: Perspektywy poprawy sprawności bloków energetycznych opalanych węglem kamiennym i brunatnym 219
13. Stanisław ŁOPATA: Model matematyczny pełzania rurociągów parowych. 233

14. Władysław MADAJ, Leszek OLSZEWSKI, Jerzy WĄTŁY: Dmuchanie rurociągów oraz suszenie obmurza kotłów z cyrkulacyjnym paleniskiem fluidalnym	245
15. Piotr MARZEWSKI, Wojciech NIEWCZAS, Krzysztof STEPANIUK: Modernizacja uszczelnień obrotowego podgrzewacza powietrza typu Ljungstroem z zastosowaniem nadążnej regulacji położenia skrzydeł promieniowych	267
16. Maria MAZUR, Mieczysław TEISSEYRE: Grawimetryczna metoda kontroli dystrybucji pyłu węglowego w układach zasilania kotłów energetycznych	275
17. Jerzy MAZUREK: Wybrane doświadczenia z realizacji instalacji odsiarczania spalin w Elektrowni Bełchatów SA	297
18. Kazimierz MROCZEK: Weryfikacja kinetycznego modelu rozdrabniania w młynie pierścieniowo–kulowym	319
19. Ron MULHOLLAND: Wymiana obrotowych podgrzewaczy powietrza	335
20. Waldemar MUSKAŁA, Wojciech NOWAK, Robert SEKRET, Arkadiusz SZYMANEK: Rozdział popiołu w kotłach z cyrkulacyjną warstwą fluidalną.	353

CONTENTS

SCIENTIFIC AND TECHNICAL PAPERS

1. Jadwiga KAPITANIAK, Włodzimierz ROGULA: Possibilities of earlier switching on of electrostatic precipitator during start-up of pulverized-coal boiler	11
2. Henryk KARCZ: Physicochemical and kinetic properties of Polish power coals.	23
3. Henryk KARCZ, Wiesław JODKOWSKI, Agnieszka KOSIOREK, Zbigniew WOJTIUK: The influence of burner design on quality of liquid fuel combustion	45
4. Henryk KARCZ, Wiesław JODKOWSKI, Władysław SIKORSKI, Arkadiusz KOTULSKI: The influence of atomization technology of liquid fuel and air supply on ignition and stability of flame front	69
5. Rafał KOBYLECKI, Zbigniew BIS: Analysis of the possibility of co-combustion of alternative fuels in fluidized bed boilers	85
6. Pavel KOLAT: Energy supply, environmental impact and sustainability in the Czech Republic.	109
7. Stanisław KORZUCH, Jan KURPANIK, Janusz MAŁEK, Janusz POSPOLITA: The influence of change in bowl rotational speed on coal mill operational parameters.	123
8. Stanisław KORZUCH, Ryszard PARYS, Sławomir SROCZYŃSKI: Application of static centrifugal sifter in the mill type MWk-12	135
9. Janusz KOTOWICZ: Selection of the most optimal parameters for the steam part of a combined gas-steam cycle.	159
10. Marian KOZUPA: Protection of boiler heating surfaces against corrosion and deposition by multifunctional polyamines	181
11. Stanisław KRUCZEK, Ryszard GŁĄBIK, Jakub MIERZYŃSKI: Technological aspects of applying biomass fuel in boiler technology	201
12. Halina KRUCZEK, Andrzej TATAREK, Tadeusz WALA: Perspectives on increasing the efficiency of hard and brown coal-fired power units	219
13. Stanisław ŁOPATA: Mathematical model of steam pipeline creep . . .	233
14. Władysław MADAJ, Leszek OLSZEWSKI, Jerzy WĄTŁY: Blowing and drying of fluidized bed boiler brickwork	245
15. Piotr MARZEWSKI, Wojciech NIEWCZAS, Krzysztof STEPANIUK: Modernization of sealing system of Ljungstroem rotary air heater by self-regulation of the position of radial wings	267

16. Maria MAZUR, Mieczysław TEISSEYRE: Gravimetric method of coal mass flow rate control in pneumatic conveying system of boilers 275
17. Jerzy MAZUREK: Chosen experiences in realization of flue gas desulfurization plant at Belchatów Power Plant 297
18. Kazimierz MROCZEK: Kinetic model of breakage – verification in ball – and – race mill. 319
19. Ron MULHOLLAND: Rotary regenerative heater replacement 335
20. Waldemar MUSKAŁA, Wojciech NOWAK, Robert SEKRET, Arkadiusz SZYMANEK: Ash separation in boilers with circulating fluidized bed 353

INHALTSVERZEICHNIS

WISSENSCHAFTLICHE UND TECHNISCHE BEITRÄGE

1. Jadwiga KAPITANIAK, Włodzimierz ROGULA: Möglichkeiten eines vorzeitigen Einschaltens von Elektrofiltern in erster Phase des Anfahrens von Kohlenstaubkesseln	11
2. Henryk KARCZ: Physisch–chemische und kinetische Eigenschaften polnischer energetischer Kohlen	23
3. Henryk KARCZ, Wiesław JODKOWSKI, Agnieszka KOSIOREK, Zbigniew WOJTIUK: Einfluss der Brennerkonstruktion auf die Qualität der Verbrennung flüssiger Brennstoffe	45
4. Henryk KARCZ, Wiesław JODKOWSKI, Władysław SIKORSKI, Arkadiusz KOTULSKI: Einfluss der Zerstäubungsmethode und der Verbrennungsluftzufuhrart auf die Zündungssicherheit flüssiger Brennstoffe und Stabilität der Flammenfront	69
5. Rafał KOBYŁECKI, Zbigniew BIS: Analyse der Mitverbrennungsmöglichkeit von alternativen Brennstoffe in Wirbelschichtdampferzeugern	85
6. Pavel KOLAT: Energieversorgung, Umweltschutz und nachhaltige Entwicklung in der Tschechischen Republik	109
7. Stanisław KORZUCH, Jan KURPANIK, Janusz MAŁEK, Janusz POSPOLITA: Einfluss der Drehzahländerung der Kohlemühlenschüssel auf ihre Betriebsparameter	123
8. Stanisław KORZUCH, Ryszard PARYS, Sławomir SROCZYŃSKI: Statischer Zentrifugalsichter für die Ventilatormühle MWk–12	135
9. Janusz KOTOWICZ: Auswahl optimaler Dampfparameter einer GuD–Anlage	159
10. Marian KOZUPA: Antikorrosive und antibelagbildende Sicherung der Kesselheizflächen mittels mehrzweckwirkender Amine	181
11. Stanisław KRUCZEK, Ryszard GŁĄBIK, Jakub MIERZYŃSKI: Technologische Aspekte der Verwendung von Biomasse in der Kesseltechnik	201
12. Halina KRUCZEK, Andrzej TATAREK, Tadeusz WALA: Perspektiven der Wirkungsgradverbesserung der mit Stein– und Braunkohle befeuerten Blöcke	219
13. Stanisław ŁOPATA: Mathematisches Modell des Kriechens von Dampfrohrleitungen	233

14. Władysław MADAJ, Leszek OLSZEWSKI, Jerzy WĄTŁY: Ausblasen der Rohrleitungen und Trocknen der Ausmauerungen in ZWS Dampferzeuger. 245
15. Piotr MARZEWSKI, Wojciech NIEWCZAS, Krzysztof STEPANIUK: Modernisierung der Abdichtungen von Ljungstroem–Luftvorwärmern mit Anwendung einer Folgeregelung der Radialflügel– Lage 267
16. Maria MAZUR, Mieczysław TEISSEYRE: Gravimetrische Methode der Messung der Kohlenstaubverteilung in Feuerungssystemen energetischer Dampferzeuger 275
17. Jerzy MAZUREK: Ausgewählte Erfahrungen aus der Errichtung von Rauchgasentschwefelungsanlagen im Kraftwerk Belchatów AG . 297
18. Kazimierz MROCZEK: Auswertung eines Kinetischen Modells des Zerkleinerungsvorganges in einer Kugelringmühle. 319
19. Ron MULHOLLAND: Austausch den Regenerativen Luftvorwärmern 335
20. Waldemar MUSKAŁA, Wojciech NOWAK, Robert SEKRET, Arkadiusz SZYMANEK: Trennung der Asche in ZWS Dampferzeugern . . . 353