



**Ryszard PARYS**

Biuro Usług Technicznych i Handlowych „EKOKAL” Kalety

## **WYNIKI POMIARÓW EKSPLOATACYJNYCH I OBSERWACJI PRACY MŁYNÓW WENTYLATOROWYCH TYPU MWk Z RÓŻNYMI ODSIEWACZAMI**

**Streszczenie.** Przedstawiono wybrane wyniki pomiarów eksploatacyjnych młynów wentylatorowych do mielenia węgla kamiennego typu MWk z odsiewaczami skrzyniowymi zawierającymi różne modyfikacje, a także kilku młynów z odsiewaczami odśrodkowymi. Zwrócono uwagę na rozwiązania zmierzające do uzyskania drobniejszego pyłu zauważając dobre i złe strony zastosowanych rozwiązań.

### **RESULTS OF PERFORMANCE MEASUREMENT AND OBSERVATION OF MWk FAN MILLS EQUIPPED WITH DIFFERENT CLASSIFIERS**

**Summary.** Selected results of operational measurements of MWk fan-type mills for grinding bituminous coal with box sifters after different modifications are presented, as well as of several mills with centrifugal sifters. An attention was given to solutions obtaining finer dust, noting good and bad sides of used solutions.

## **1. Wprowadzenie**

Od szeregu lat w Polsce są stosowane do przemiału węgla kamiennego młyny wentylatorowe typu MWk o różnej wielkości. Znajdują one zastosowanie głównie przy kotłach wodnych i przy mniejszych parowych. Ich ilość można oceniać na kilkaset. Według [1] w latach 1962–1988 w FPM S.A. Mikołów wy-

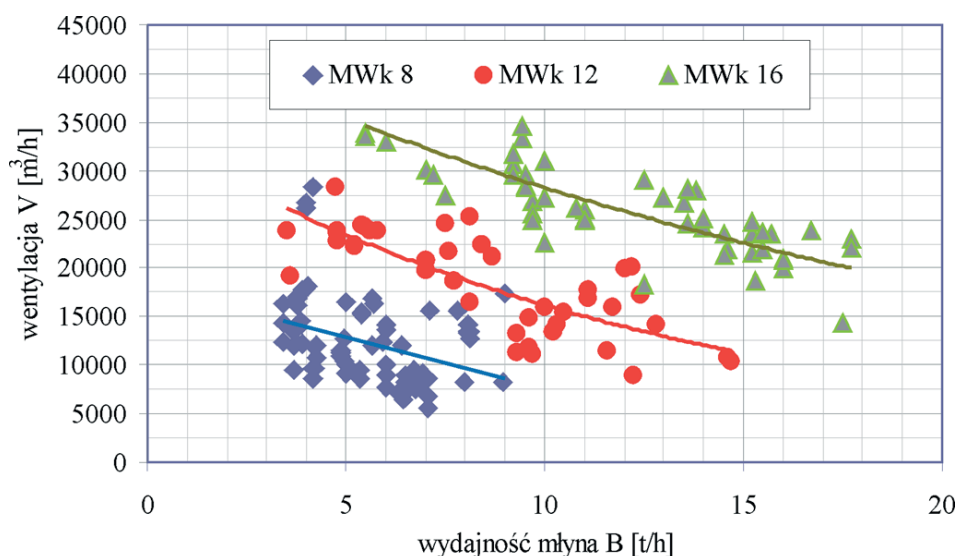
---

Mgr inż. Ryszard PARYS e-mail: [rparys@ekokal.com](mailto:rparys@ekokal.com), jest właścicielem Biura Usług Technicznych i Handlowych „EKOKAL” 42-660 Kalety, ul. Wiosenna 32, [www.ekokal.com](http://www.ekokal.com), tel./fax +4834 /3578449, tel. kom. +48502 /578492.

produkowano 279 młynów tego typu. Część z nich została wycofana z eksploatacji, część została zmodernizowana, wyprodukowano również nowe młyny. Podczas ich wieloletniej eksploatacji przeprowadzono szereg pomiarów eksploatacyjnych, ponadto pomiary często wykonywano w przypadku przeprowadzonych modernizacji młynów [8–19]. Poniżej starano się zebrać niektóre najbardziej charakterystyczne zależności wynikające z przeprowadzonych badań młynów w wersji pierwotnej jak i młynów zmodernizowanych. Szczególną uwagę zwrócono na modernizacje odsiewaczy polegające na wprowadzeniu zmian konstrukcyjnych do istniejących w młynach MWk odsiewaczy skrzyniowych [2–5] lub też na zastąpieniu odsiewaczy skrzyniowych odśrodkowymi typu Reymonda [5–7, 13, 17–19].

## 2. Parametry pracy młynów typu MWk w wersji pierwotnej

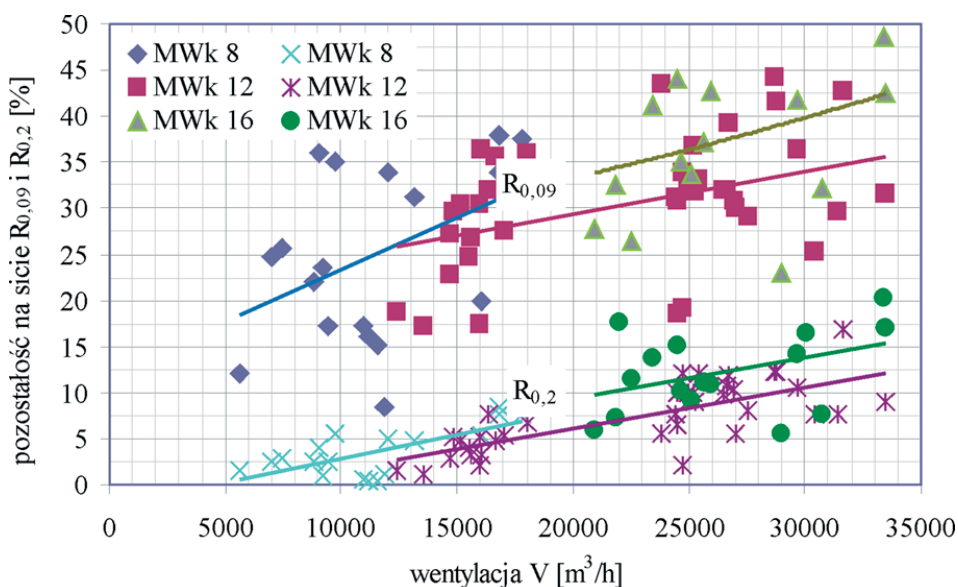
Praca młynów typu MWk w wersji pierwotnej charakteryzuje się grubym przemiałem oraz stromą, opadającą charakterystyką wentylacji młyna od jego wydajności. Przy wzroście wydajności młyna maleje jego wentylacja, co wpływa na poprawę jakości przemiału. Na rys. 1 pokazano zależność wentylacji od wydajności dla najbardziej popularnych wielkości młynów typu MWk,



Rys. 1. Typowa zależność wentylacji od wydajności dla młynów typu MWk (na podstawie danych z [8])

czyli dla młynów o nominalnej wydajności 8, 12 i 16 t/h. Wartości pokazane na rysunku zaczerpnięto z zestawienia [8] zawierającego ponad 400 pomiarów. Poszczególne punkty na rysunku odpowiadają pomiarom wykonanym przy różnych warunkach. Mogą być wykonane przy różnym ustawieniu łopatek odsiewacza, dla różnych młynów i instalacji, dla różnych węgli i temperatur mieszanki za młynem. Mimo rozrzutu punktów można dla każdego z młynów zauważyć spadek wentylacji wraz ze wzrostem wydajności. Poziom wentylacji zależy od stanu technicznego młyna, jak również od oporów na ssaniu i tłoczeniu. W [7] oraz w [8] opisano młyny MWk mogące pracować z nadciśnieniem czynnika suszącego przed młynem. Wtedy wentylacja może rosnąć wraz z wydajnością i może być zazwyczaj dosyć łatwo regulowana, co daje nowe możliwości dla pracy młyna.

Bazując również na danych zawartych w [8] na rys. 2 zestawiono zależności jakości przemiału od wentylacji. W tym przypadku wybrano jedynie pomiary wykonane przy ustawieniu łopatek odsiewacza pod kątem  $45^\circ$  do pionu. Jak wyżej wspomniano wzrost wentylacji w młynach MWk wpływa na pogorszenie przemiału. Podstawowo jednak na jakość przemiału wpływa to, ile i jaki pył jest zawracany w odsiewaczu do ponownego mielenia. Więc o jakości pyłu głównie decyduje konstrukcja odsiewacza i ustawienie elementów regulacyjnych w odsiewaczu.



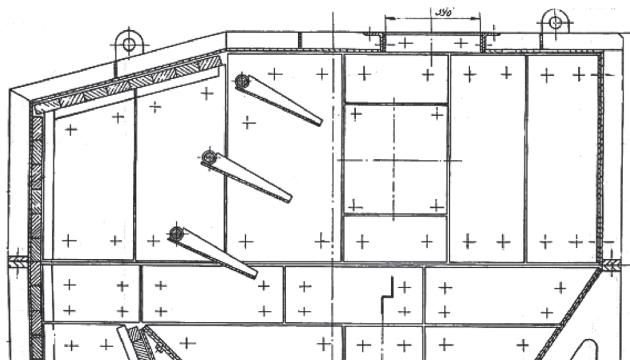
Rys. 2. Zależność przemiału od wentylacji dla kąta łopatek odsiewacza  $45^\circ$  od pionu

Uzyskanie trwałej jakości pyłu określonej pozostałością na sitach  $R_{0,09} < 20\%$  i  $R_{0,2} < 2\%$ , a niekiedy jeszcze drobniejszego pyłu, stawiane między innymi przy ograniczaniu emisji tlenków azotu metodami pierwotnymi, wymusiło modernizację odsiewaczy młynów MWk. Można odnotować między innymi prace FPM S.A. Mikołów [2], Instytutu Energetyki Warszawa [3] i [4] oraz podobne działania innych firm. Oprócz zmian w odsiewaczach dążono do ograniczania wentylacji głównie przy małej wydajności młynów. W rezultacie duża część młynów dawała zadawalającą jakość pyłu przy jednoczesnym nieznacznym obniżeniu maksymalnej trwałej wydajności, np. [9, 14, 15]. Warto podkreślić jest to, że dla stosunkowo prostych urządzeń, jakimi są odsiewacze, pracujących w trudnych warunkach zapylenia, wymagana jest duża precyzja wykonania, aby efekt ich pracy był właściwy. Można przytoczyć kilka przykładów, gdy drobne „niedoróbki” decydowały o złej pracy odsiewacza i całego młyna.

### 3. Zmiany w odsiewaczach skrzyniowych, konieczność precyzyjnego wykonania modernizacji

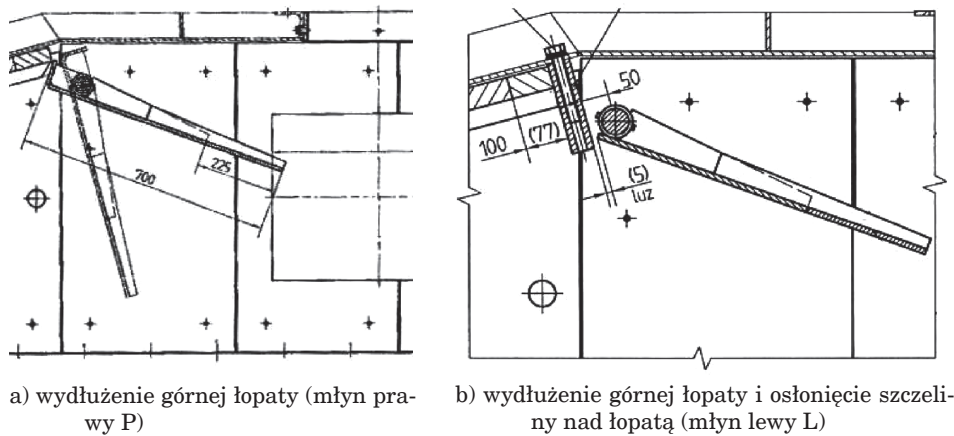
Młyny MWk pracują u wielu użytkowników, były modernizowane przez różne firmy. Niekiedy zmiany odsiewaczy były dokonywane podczas ich remontu. Brakuje wymiany informacji o wprowadzonych zmianach i ich efektach. Dlatego trudno jest zebrać i przeanalizować przeprowadzone modernizacje odsiewaczy skrzyniowych młynów MWk. Można natomiast zwrócić uwagę na przykładowe, spotkane rozwiązania i na niektóre ich cechy charakterystyczne mające wpływ na pracę młynów i osiągnięte parametry pracy.

Przykładowo dla młynów MWk 6 z odsiewaczem jak na rys. 3 stwierdzono [10] grubość przemiału i małą zależność przemiału od kąta położenia łopatek odsiewacza (w stosunku do pionu) w sposób nieuzasadniony malejącą wraz

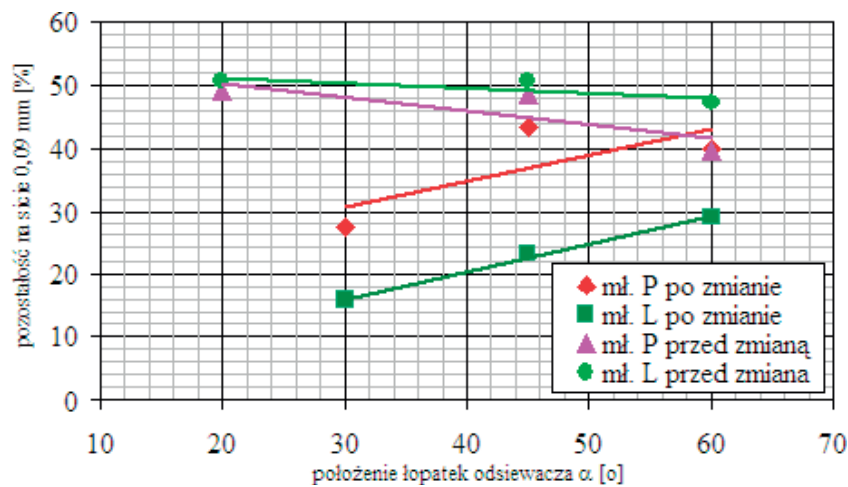


Rys. 3. Odsiewacz młyna MWk 6 w wersji pierwotnej [10]

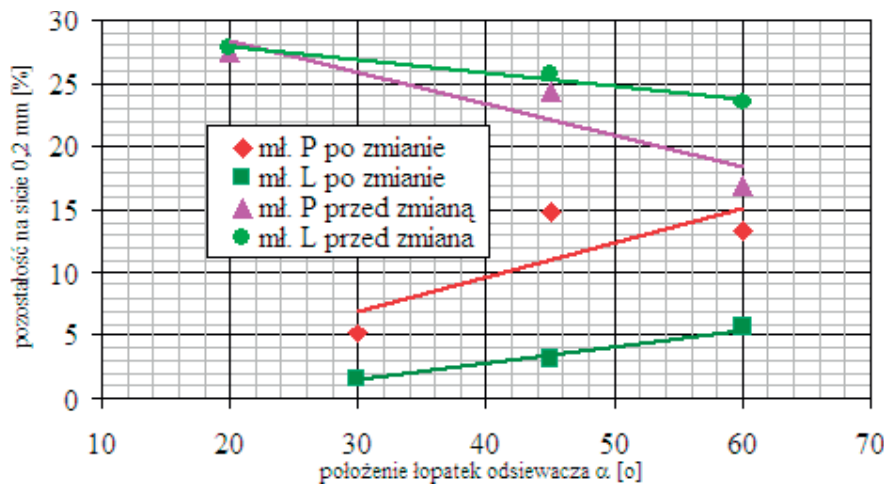
ze wzrostem kąta. Uznano, że pył z krótkich łopatek trafia wprost do wylotu z odsiewacza, a ponadto część grubego pyłu przechodzi pod stropem ponad górną łopatką. Dla jednego z młynów (prawego – P) wydłużono górną łopatkę odsiewacza (rys. 4a), a dla drugiego (lewego – L) dodatkowo dodano osłonę prześwitu pomiędzy stropem a górną łopatką (rys. 4b). W przypadku młyna posiadającego osłonięcie szczeliny pod stropem uzyskano zadawalający przebieg. Jakość pyłu przed i po zmianach scharakteryzowano na rys. 5 i 6.



Rys. 4. Zmiany wprowadzone w odsiewaczu młyna MWk 6 [11]

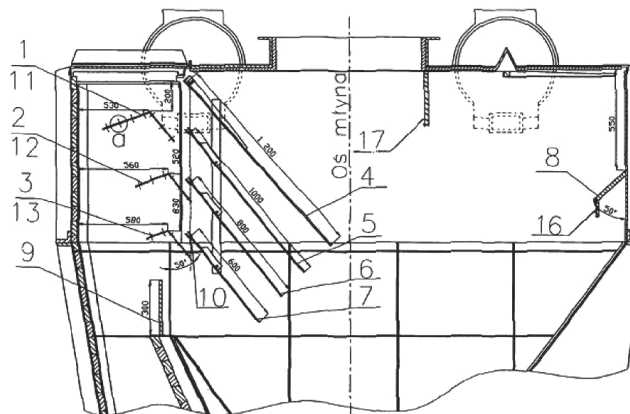


Rys. 5. Pozostałość na sicie 90  $\mu\text{m}$  w zależności od położenia odsiewacza

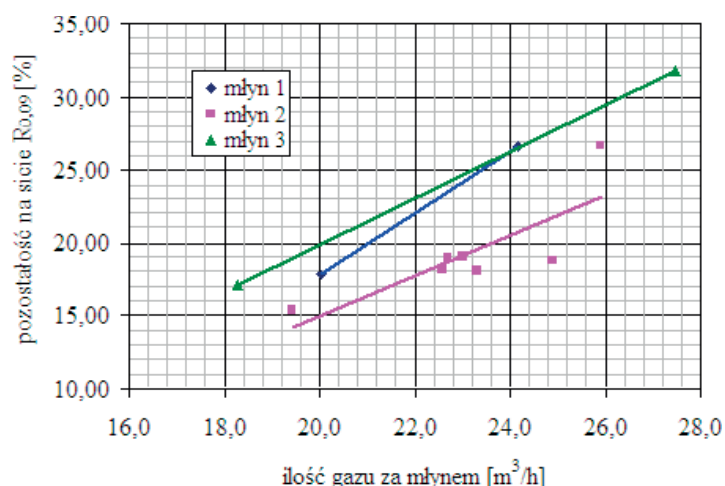


Rys. 6. Pozostałość na sicie 200  $\mu\text{m}$  w zależności od położenia odsiewacza

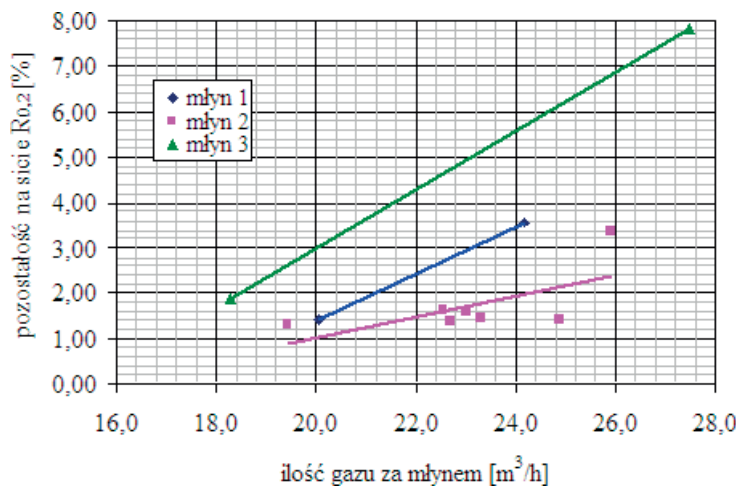
Odsiewacze skrzyniowe powstałe w oparciu o prace Instytutu Energetyki Warszawa (między innymi [3, 4]) pracują na wielu obiektach. W większości przypadków młyny wyposażone w takie odsiewacze spełniają zakładane parametry. Na rys. 7 pokazano odsiewacz wg. projektu Instytutu Energetyki, który został zabudowany do trzech młynów MWk 12 pracujących obok siebie przy jednym kotle. Podczas pomiarów [15] okazało się, że jakość pyłu uzyskiwanego w poszczególnych młynach różniła się więcej niż by to wynikało ze stopnia zużycia elementów mielących (rys. 8 i 9).



Rys. 7. Odsiewacz młyna MWk 12 w wersji z rozdzielaczem kaskadowym przed łopatkami [15, 16]



Rys. 8. Jakość przemiału w zależności od wydajności



Rys. 9. Jakość przemiału w zależności od wydajności

Po dokładnym przeglądzie młynów okazało się, że w odsiewaczu młyna 3 co prawda wymiary łopatek zgadzały się z dokumentacją, jednak nie była zachowana równoległość pomiędzy łopatkami. Między korpusem odsiewacza a łopatkami był luz wynoszący ok. 3,5÷4 cm. Dodatkowo łopatki były tak zamontowane, że pionowe ciągnio łączące górną łopatę z dolnymi wychodziło ponad górną łopatę, a wokół tego przejścia była wycięta dosyć duża szczelina (o długości ok. 40 cm i szerokości ok. 4,5÷7,5 cm). Przez tak dużą szczelinę oraz pomiędzy łopatkami i korpusem grube cząstki przedostawały się na wylot

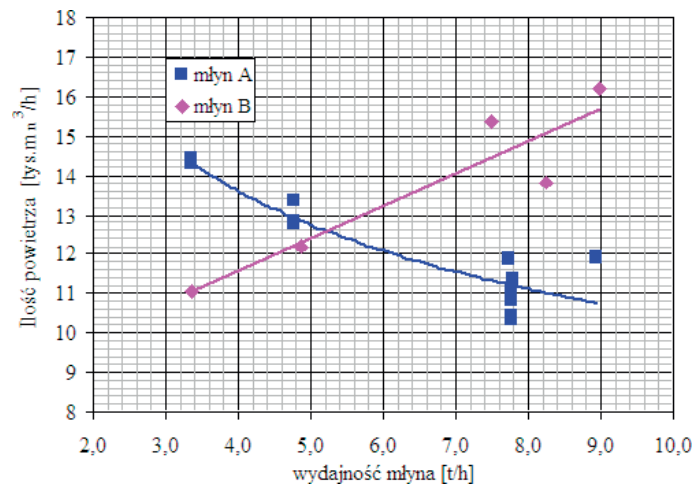
z odsiewacza pomijając łopatki, co pogrubiało przemiał. W odsiewaczu młyna 1 ciągnę również wystawało ponad górną łopatę, lecz szczelina była znacznie mniejsza, a łopatki były bardziej równoległe. W odsiewaczu młyna 2 górna łopata była bez wycięcia, a ciągnę było mocowane z dołu górnej łopaty. Powyższe tłumaczy różnice w jakości pyłu uzyskiwanego w poszczególnych młynach. Po zmniejszeniu luzów między łopatami i korpusem odsiewacza oraz szczelin w rejonie mocowania ciągnę na górnej łopacie młyna 1 i 3 jakość pyłu w młynach uległa poprawie przy jednoczesnym niewielkim zmniejszeniu się wydajności maksymalnej trwałej młynów [16]. Wpływ nadmiernej szczeliny pomiędzy górną łopatą a ścianą korpusu odsiewacza na znaczne pogrubienie się jakości pyłu stwierdzono również dla młyna MWk 8 [12].

Podsumowując można stwierdzić, że młyny typu MWk ze zmodernizowanymi odsiewaczami skrzyniowymi w dosyć szerokim zakresie wydajności mogą dawać drobny pył określony pozostałością na sitach około  $R_{0,09} < 20\%$  i  $R_{0,2} < 2\%$ . Wymagana jest przy tym dosyć duża staranność przy samym montażu i remontach odsiewaczy oraz młynów a także przy ich eksploatacji (np. unikanie dużych wentylacji przy małych wydajnościach). Na jakość pyłu ma również wpływ zużycie elementów mielących, zmienne w czasie okresu międzyremontowego. Przemiał zależy także od parametrów mielonego węgla. Dlatego nawet zmodernizowane odsiewacze skrzyniowe nie zawsze pozwalają otrzymać w młynach MWk wymaganą jakość pyłu i stąd podejmowane są próby zastosowania odsiewaczy odśrodkowych. Należy pamiętać, że zmodernizowane odsiewacze pozwalające uzyskać drobny pył wpływają na zmniejszenie maksymalnej wydajności młynów. Czasami ze względu na większą cyrkulację pyłu w młynie wpływają na skrócenie okresu międzyremontowego, a także mogą powodować większe zużycie energii na przygotowanie pyłu.

#### 4. Wprowadzanie odsiewacza odśrodkowego

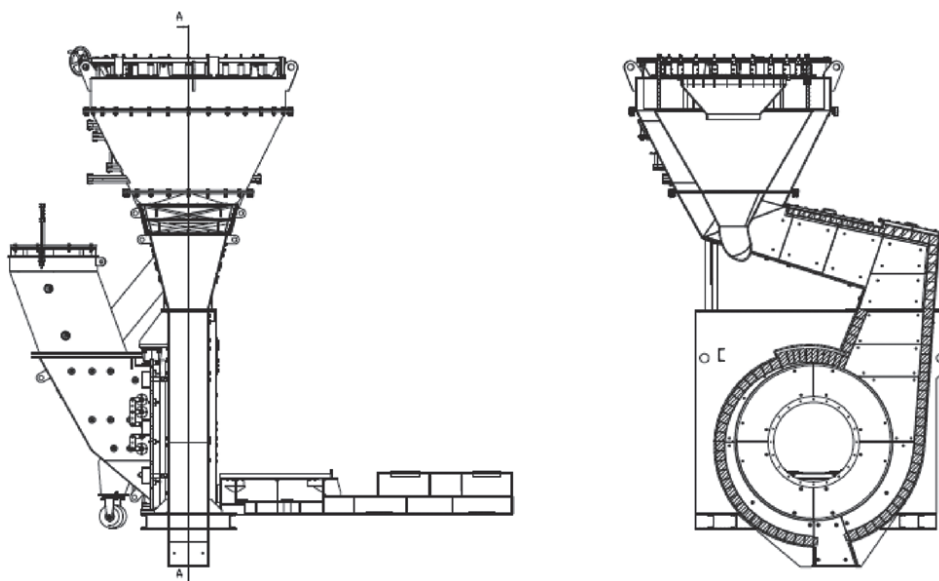
Chcąc uzyskać drobny pył oprócz wykonywanych modernizacji odsiewaczy skrzyniowych zaczęto do młynów MWk stosować odsiewacze odśrodkowe. Podczas zastosowania takiego odsiewacza do młyna MWk 12 osiągnięto gwarantowane parametry pyłu [6] przy jednoczesnym ograniczeniu wydajności maksymalnej. Stwierdzono, że zastosowany odsiewacz odśrodkowy ma większą ostrość separacji (sprawność odsiewania) niż odsiewacz skrzyniowy. Ponadto zwrócono uwagę, że należy dbać, aby prędkość mieszanki na odcinku od wylotu z młyna do wejścia na łopatki odsiewacza nie spadała poniżej prędkości unoszenia najgrubszych cząstek (dla całego zakresu wydajności młyna). W młynie tym odsiewacz był umieszczony nad wylotem z młyna, co powodowało, że cząstki o dużej prędkości trafiały na ścianę wewnętrznego stożka odsiewacza powodując jej dosyć duże zużycie. Podobne rozwiązanie zastosowano dla młynów MWk 9 [7, 13] pracujących w instalacji umożliwiającej

uzyskanie nadciśnienia czynnika suszącego przed młynem (gorące powietrze za podgrzewaczem o ciśnieniu do 1 kPa). Stąd istniała możliwość dowolnego kształtowania charakterystyki wentylacji od wydajności (rys. 10 – wentylacja rosnąca lub malejąca wraz wydajnością), co sprawdzono podczas pomiarów [13]. Uzyskiwano wtedy pył dobrej jakości. Jednak ze względu na dużą zawartość popiołu w mielonym węglu zużycie elementów mielących, jak również niektórych części odsiewacza, było dosyć duże.



Rys. 10. Dwa sposoby regulacji ilość powietrza podawanego do młyna MWk 9, charakterystyka wentylacji rosnąca lub malejąca w zależności od wydajności, wg [7]

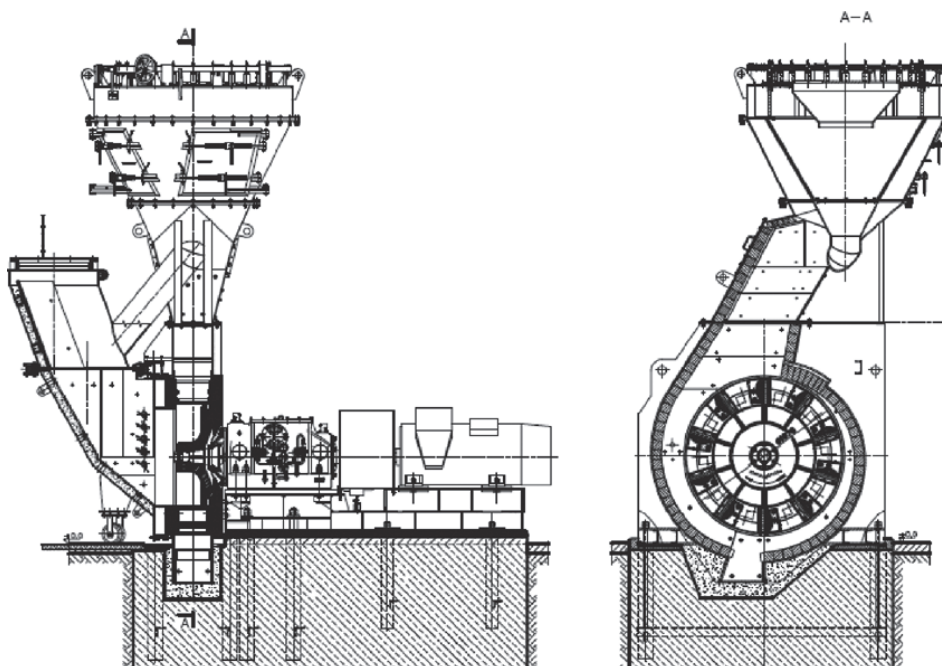
Chcąc tego uniknąć, na następnych obiektach odsiewacz przesunięto nad wylot z młyna wprowadzając między młynem a odsiewaczem opancerzony kanał (rys. 11). Młyny, dla których to zastosowano, były młynami samowentylującymi, czyli sam młyn zasysał spaliny z komory kotła, a jedynie dla obniżenia temperatury mieszanki mogło być podawane w niewielkiej ilości gorące powietrze do młyna. Odsiewacz odśrodkowy wprowadzał dosyć duże opory przepływu, a dodatkowo znaczne opory przepływu występowały w kanale pomiędzy wylotem z młyna i wlotem do odsiewacza. Ograniczyło to, w większym stopniu niż zakładano wydajność maksymalną młynów. W przypadku samowentylującego młyna MWk 9 początkowo, aby zmniejszyć to ograniczenie, skrócono łopatki odsiewacza. Jednak maksymalna wydajność prawie wcale nie wzrosła, dlatego zdecydowano się przeprowadzić pomiary [17]. Podczas pomiarów stwierdzono, że nawet ponad 40% ciśnienia wytworzonego przez koło bijakowe młyna jest tracone przed wlotem na łopatki odsiewacza. Ponadto w związku ze skróceniem łopatek odsiewacza jakość pyłu dopiero przy kącie łopatek  $30^\circ$  w stosunku do promieniowego osiągała wymagany poziom



Rys. 11. Sylwetka młyna MWk 9 [17] i MWk 16 [18] z odsiewaczem odśrodkowym przesuniętym względem wylotu z młyna

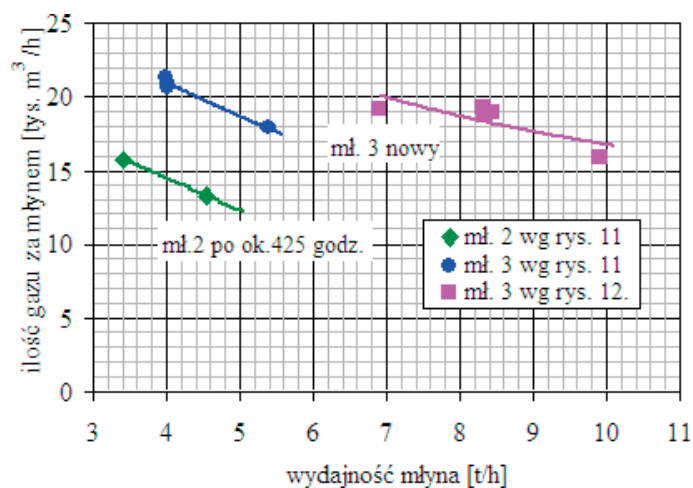
$R_{0,09} < 20\%$  i  $R_{0,2} < 2\%$ . Przy mniejszych kątach pył był grubszy, lecz wydajność młynów mogła być większa. Ograniczenia wydajności młynów nie pozwalały na pracę kotła z pełną wydajnością. Dlatego zdecydowano się przenieść odsiewacz na powrót w okolice wylotu z młyna (rys. 12). Takie rozwiązanie zapewniło wystarczającą do prowadzenia kotła wydajność. Dzięki temu również jakość pyłu była zgodna z oczekiwaniami.

Podobnie dla młynów MWk 16 w wersji z przesuniętym odsiewaczem względem wylotu z młyna (jak na rys. 11) podczas pomiarów [18] potwierdzono sygnalizowane przez obsługę duże zaniżenie maksymalnej wydajności w stosunku do zakładanej. W następstwie ograniczenia wydajności (i wentylacji) zasypywaniu ulegały pyłoprzewody. Ciśnienie wytworzone przez koło bijakowe nawet w ok. 30% było tracone przed wlotem do odsiewacza. Pył uzyskiwany w młynach z małymi wyjątkami spełniał zakładane parametry. Jednak, aby osiągnąć pełną dyspozycyjność kotła przy pracy dwóch młynów, czyli wydajności młynów pokrywające z zapasem potrzeby kotła, zdecydowano się na przeniesienie odsiewacza, podobnie jak zrobiono to dla samowentylującego się młyna MWk 9 opisanego wyżej (rys. 12). Po przeniesieniu odsiewacza, podczas uproszczonych pomiarów [19] stwierdzono, że wydajność maksymalna wzrosła prawie dwukrotnie, co zapewniło możliwość pracy kotła w wymaganym zakresie obciążeń i wyeliminowało zasypywanie się pyłoprzewodów.



Rys. 12. Sylwetka młyna MWk 9 i MWk 16 [19] z odsiewaczem odśrodkowym przesuniętym na powrót w rejon wylotu z młyna

Ciśnienie na wylocie z odsiewacza wzrosło o ok. 30% mimo pracy z większą wydajnością. Charakterystyka wentylacji od wydajności znacznie się przesunęła (rys. 13). Jakość pyłu, jak się później okazało, była lepsza od zakładanej. Tak więc młyny osiągnęły zakładane parametry.



Rys. 13. Ilość gazu za młynem w zależności od wydajności

## 5. Podsumowanie

Wyprodukowane w dosyć dużej ilości w latach 70 i 80-tych ubiegłego stulecia młyny typu MWk z odsiewaczami skrzyniowymi grawitacyjnymi były tak zaprojektowane, aby pył opuszczający odsiewacz charakteryzował się pozostałością na sitach o oczkach 90 i 200  $\mu\text{m}$  wynoszącą  $R_{0,09} < 30\%$  i  $R_{0,2} < 5\%$  [6]. W rzeczywistości uzyskiwany przemiał był gorszy, co wynika z szeregu przeprowadzonych badań. W związku z nowymi technologiami spalania zaistniała potrzeba uzyskania drobnego pyłu (o parametrach  $R_{0,09} < 20\%$  i  $R_{0,2} < 2\%$ ) w możliwie szerokim zakresie pracy młynów (pełny zakres wydajności i wentylacji, dla całego okresu międzyremontowego, dla różnych węgli). Wymusiło to podjęcie modernizacji odsiewaczy młynów MWk.

Na różnych obiektach można spotkać mniej kompleksowe modernizacje odsiewaczy skrzyniowych, ingerujące w określony fragment odsiewacza, lub często bardziej kompleksowe, wprowadzające między innymi rozdzielacz kaskadowy w kanale pomiędzy młynem a odsiewaczem, mający na celu rozdzielanie i nakierowanie strugi na poszczególne wydłużone łopatki odsiewacza (np. rys. 7). Poszczególne modernizacje, mniej i bardziej kompleksowe, poszerzają zakres pracy młyna, w którym produkowany jest pył o wymaganej jakości. Niedokładny lub niestaranny montaż lub remont zmodernizowanych odsiewaczy, bądź niewłaściwa eksploatacja może spowodować, że pył będzie zbyt gruby.

Innym rozwiązaniem jest zastąpienie odsiewaczy skrzyniowych odsiewaczami odśrodkowymi, które pozwalają osiągnąć wymagany dobrej jakości pył. Jednocześnie zastosowanie takich odsiewaczy wpływa na zmniejszenie wydajności maksymalnej młynów. Dlatego ich zastosowanie wymaga odpowiedniego doboru poszczególnych elementów mając na uwadze oprócz jakości pyłu i wydajności również ograniczenie zużycia elementów młyna. Działania takie są podejmowane z sukcesem i obecnie pracuje wiele młynów typu MWk osiągając zakładane parametry. W proces modernizacji włącza się często pomiary eksploatacyjne młynów, które pozwalają nie tylko określić parametry osiągnięte przez młyny, ale pozwalają również na dopracowanie zastosowanych rozwiązań.

### Abstract

A large number of fan-type mills for grinding bituminous coal with box sifters produced in the 70s and 80s of the last century had to be modernized so that they obtain a dust residue on the sieves  $R_{0,09} < 20\%$  i  $R_{0,2} < 2\%$  or less. More or less comprehensive modernizations of box sifters were performed, or the box sifters were replaced by centrifugal sifters, gaining better granularity. Obtaining a finer dust has simultaneously lead to reduction of the maximum capacity of the mill and has also increased the wear of mill elements because of greater circulation of material in the mill. Many times during the modernization process

operational measurements of mills were carried out, not only to determine the parameters of the mills, but also to indicate or confirm directions of further modernization works. MWk-type mills successfully work on multiple objects and obtain the required parameters.

#### Literatura

- [1] Mentel B., Stuła E.: Tradycje i kierunki rozwoju produkcji młynów do przemiału węgla w Fabryce Palenisk Mechanicznych w Mikołowie. II konferencja naukowo-techniczna „Budowa i eksploatacja młynów do przemiału węgla”, Rydzyna 1988.
- [2] Krajewski W.: Modernizacje odsiewaczy młynów wentylatorowych MWk-16 na węgiel kamienny pod kątem poprawy jakości przemiału. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 122, Gliwice 1994.
- [3] Golec T.: Symulacja numeryczna pracy separatora młynowego MWk-12”. III konferencja naukowo-techniczna „Budowa i eksploatacja młynów do przemiału węgla i innych minerałów, Ustroń Zawodzie 1998.
- [4] Zaręba R., Świrski J.: Modernizacja separatorów młynów wentylatorowych. III konferencja naukowo-techniczna „Budowa i eksploatacja młynów do przemiału węgla i innych minerałów”, Ustroń Zawodzie 1998 r.
- [5] Bydzicki A.: Rozwój konstrukcji młynów wentylatorowych produkowanych przez Fabrykę Palenisk Mechanicznych S.A. w Mikołowie. III konferencja naukowo-techniczna „Budowa i eksploatacja młynów do przemiału węgla i innych minerałów”, Ustroń Zawodzie 1998.
- [6] Korzuch St., Parys R., Sroczyński S.: Zastosowanie odsiewacza odśrodkowego statycznego w młynie wentylatorowym MWk-12. IX Konferencja Kotłowa „Aktualne problemy budowy i eksploatacji kotłów”, Szczyrk 2002.
- [7] Parys R.: Praca młyna MWk-9 z odsiewaczem odśrodkowym w instalacji umożliwiającej uzyskanie nadciśnienia czynnika suszącego przed młynem. Jubileuszowa Konferencja Kotłowa 2009 „Aktualne problemy budowy i eksploatacji kotłów”, Szczyrk 2009.
- [8] Korzuch St., 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 1985 (niepublikowane).
- [9] Korzuch St., Parys R.: Pomiary instalacji paleniskowej kotła OP-140 nr 7 z młynami MWk-16 w EC Będzin. Opracowanie INTROL-OPOLE Sp. z o.o. nr ewidencyjny 67/99 (niepublikowane).
- [10] Parys R.: Wykonanie pomiarów młyna MWK-6 dla określenia jakości przemiału. Opracowanie BUTiH EKOKAL Kalety nr ewidencyjny P-89/2003 (niepublikowane).

- [11] Parys R. Wykonanie regulacji pracy urządzeń oraz optymalizacji spalania w zmodernizowanym kotle parowym OKPG-60 nr 1. Opracowanie BUTiH EKOKAL Kalety nr ewidencyjny P-99/2003 (niepublikowane).
- [12] Parys R.: Określenie jakości pyłu za młynem MWk-8 przy kotle Humboldt nr 2 w Elektrociepłowni KNURÓW Przedsiębiorstwa Energetycznego MEGAWAT Sp. z o. o. Opracowanie BUTiH EKOKAL Kalety nr ewidencyjny P-121/2005 (niepublikowane).
- [13] 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 (niepublikowane).
- [14] Parys R.: Pomiary kotła WP-70 nr 5 i instalacji paleniskowej z nim współpracującej zabudowanej w EC Będzin S.A. Opracowanie BUTiH EKOKAL Kalety nr ewidencyjny P-142/2007 (niepublikowane).
- [15] Parys R.: Pomiary młynów MWk 12 (3 szt.) przy kotle OP-140 nr 9 w Energetyce Dwory Sp. z o.o. Oświęcim. Opracowanie BUTiH EKOKAL Kalety nr ewidencyjny P-199/2009 (niepublikowane).
- [16] Parys R.: Pomiary młynów MWk 12 (3 szt.) przy kotle OP-140 nr 9 w Synthos Dwory Sp. z o.o. Oświęcim – II seria pomiarów. Opracowanie BUTiH EKOKAL Kalety nr ewidencyjny P-210/2010 (niepublikowane).
- [17] Parys R.: „Pomiary 2 szt. młynów MWk 9 w EC Janikowo”. Opracowanie BUTiH EKOKAL Kalety nr ewidencyjny P-212/2010 (niepublikowane).
- [18] Parys R.: Pomiary młynów MWk 16 nr 2 i nr 3 przy kotle OP-140 nr 4 w EC Zofiówka w Jastrzębiu Zdroju. Opracowanie BUTiH EKOKAL Kalety nr ewidencyjny P-214/2010 (niepublikowane).
- [19] Parys R.: Uproszczone pomiary młyna MWk 16 nr 3 przy kotle OP-140 nr 4 w EC Zofiówka w Jastrzębiu Zdroju po zmianach konstrukcji odsiewacza. Opracowanie BUTiH EKOKAL Kalety nr ewidencyjny P-215/2010 (niepublikowane).

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Marek PRNOBIS

Wpłynęło do Redakcji 16/08.2010 r.