

Marcin Papierkowski, Marian Rotko*, Wiesław Zieliński**

MONITORING JAKOŚCI WĘGLA BRUNATNEGO W GOSPODARCE KRAJOWEJ

1. Wprowadzenie

Monitoring oznacza regularne jakościowe i ilościowe pomiary lub obserwacje zjawiska czy obecności np. substancji, przeprowadzane przez z góry określony czas. W technice oznacza to cykliczne lub ciągłe pomiary, połączone na ogół z rejestracją zmian określonego parametru danego procesu lub jego fragmentu. Monitoring jakości węgla brunatnego rozumiany jest jako cykliczne lub ciągłe pomiary parametrów jakości tego substancji, realizowane przy pomocy odpowiednich urządzeń, zapewniających szybkie i możliwie precyzyjne pomiary zawartości popiołu, wilgoci, siarki i wartości opałowej. Możliwości realizacji takiego monitoringu zależą od bazy pomiarowej, czyli od zasobu urządzeń przystosowanych do pomiarów parametrów jakości węgla brunatnego, zarówno w odpowiednio przygotowanych próbkach tego materiału, jak i w warunkach istniejących w punktach pomiarowych na przenośnikach taśmowych. Wspomniane wyżej warunki pomiarowe, w odniesieniu do górnictwa i energetyki polskiej (działających na węglu brunatnym), określone są stosowaniem, w znacznym zakresie, taśm z linkami stalowymi, dużą zmiennością granulacji transportowanego węgla (od pyłu do ponad 300 mm), zmiennością wysokości warstwy węgla na taśmie przenośnika (od poniżej 100 do ponad 500 mm) i prędkości taśm przekraczających 5 m/s. Te warunki pomiarowe, istotnie różniące się od warunków panujących w innych krajach (gdzie granulacja transportowanego węgla na ogół nie przekracza wielkości 40 mm, a wysokość warstwy węgla na taśmie przenośnika 300 mm), wymagają dość specyficznych metod pomiarowych i aparatury pomiarowej.

* PWP „Wilpo” Sp. z o.o., Mysłowice

2. Metody i urządzenia pomiarowe stosowane w technologicznych pomiarach parametrów jakości węgla brunatnego

Mówiąc o technologicznych pomiarach parametrów jakości węgla brunatnego mamy na uwadze przede wszystkim urządzenia ciągłe (*on-line*), czyli pracujące bezpośrednio na przenośnikach taśmowych, dające wyniki niemal natychmiastowe, opóźnione tylko o określony czas jednostkowego pomiaru (na ogół w granicach 30 s) lub o czas uzgodnionego uśredniania tych wyników (najczęściej wielokrotność czasu pomiaru jednostkowego).

W przypadku rozwiązań pracujących na próbkach podawanych do urządzenia, za technologiczne uznajemy te, dla których czas przygotowania próbki wraz z czasem wykonywania samego pomiaru jest na tyle mały, iż tak uzyskany wynik można wykorzystać do podejmowania decyzji o charakterze technologicznym. Czas ten nie powinien przekraczać kilku minut, co oznacza, iż tzw. pomiary klasyczne (laboratoryjne) parametrów jakości węgla, wykonywane zgodnie z zatwierdzonymi do stosowania normami, na próbkach analitycznych, nie można zaliczać do pomiarów technologicznych.

Pierwsze próby technologicznych pomiarów w górnictwie węgla brunatnego dotyczyły urządzeń ciągłych i prowadzone były na terenie KWB „Bełchatów” w latach 80. ubiegłego stulecia. Zastosowano, jako jedyną możliwą wówczas (w związku z warunkami pomiarowymi) radiometryczną metodę rozproseniową i popiołomierze podtaśmowe, bazujące na tej metodzie. W latach 90 we wszystkich odkrywkowych kopalniach w Polsce działało już łącznie kilkanaście urządzeń do pomiarów ciągłych, wszystkie bazujące na radiometrycznej metodzie rozproseniowej, wówczas jedynej dającej pozytywne wyniki w tych konkretnych warunkach pomiarowych. Wspomniane popiołomierze podtaśmowe umożliwiały bezpośredni monitoring zawartości popiołu oraz wyznaczanie (z korelacji matematycznej) zawartości wilgoci i wartości opałowej w węglu brunatnym. Omawiana metoda pomiarowa (radiometryczna, rozproseniowa „od dołu”), jak i oparta o nią konstrukcja popiołomierzy przez niemal 20 lat stanowiły podstawę ciągłego monitoringu parametrów jakości węgla brunatnego w gospodarce krajowej [1, 2]. W skali krajowej, mimo podejmowanych prób, żadne inne urządzenia ciągłe nie weszły do stosowania aż do końca pierwszej dekady XXI wieku (próby zastosowania do tych pomiarów metody naturalnej promieniotwórczości podejmowane w warunkach przemysłowych zarówno w KWB „Bełchatów”, jak i Elektrowni „Pątnów” nie dały pozytywnych rezultatów).

Istotny przełom nastąpił w 2008 roku, gdy po zakończeniu prac badawczych w PWP „Wilpo” przystąpiono do badań przemysłowych nad nowymi rozwiązaniami pomiarowymi w postaci prototypu popiołomierza WILPO C 512 zainstalowanego w KWB „Bełchatów” oraz prototypowego urządzenia WILPO C 612 testowanego w KWB „Turów”. Rozwiązanie popiołomierza WILPO C 512, bazujące na nowatorskiej radiometrycznej metodzie rozproseniowo-absorpcyjnej, otwarło po raz pierwszy możliwości ciągłego pomiaru parametrów jakości węgla na przenośnikach z taśmami z linkami stalowymi, możliwe również do zastosowań na dowolnych taśmach przenośnikowych [3]. Dla wszystkich zastosowań to

rozwiązanie popiołomierza oferuje największą reprezentatywność wyników pomiarowych, przy zachowaniu stałego położenia elementów czujnikowych (eliminacja tzw. skaningu). Popiołomierz WILPO C 612 opracowany został z kolei pod kątem ograniczenia błędów pomiarowych spowodowanych znacznymi wahaniami składu chemicznego substancji mineralnej węgla, np. dużą zmiennością zawartości pirytu towarzyszącej na ogół wzrostowi zawartości siarki w węglu. Założony cel osiągnięto przez wprowadzenie do standardowej metody rozproseniowej drugiego, niezależnego radiometrycznego toru pomiarowego, z niższą energią promieniowania gamma [4]. Badania przemysłowe tych dwóch rozwiązań (WILPO C 512 i WILPO C 612) zakończono w 2009 r., w obu przypadkach z wynikiem pozytywnym, co pozwoliło na uruchomienie produkcji tych urządzeń począwszy od 2010 roku.

Do technologicznych zastosowań w miernictwie parametrów jakości węgla brunatnego wykorzystywane są również laboratoryjne analizatory węgla WILPO L 142, a od roku 2009 również analizatory WILPO L 241. Urządzenia te bazują na metodzie absorpcji miękkiego promieniowania gamma o różnych energiach kwantów w obrębie wspólnej wiązki pomiarowej. W powiązaniu z metodą mikrofalową w analizatorach realizowany jest jednoczesny (w tej samej próbce o masie 300÷500 g) pomiar zawartości popiołu, wilgoci, siarki i wartości opałowej. Obsługa analizatorów jest bardzo prosta, a łączny czas przygotowania próbki pomiarowej (tylko kruszenie do ziarna ok. 6 mm) i samego pomiaru wszystkich wyżej wymienionych parametrów nie przekracza 5 minut, co powinno umożliwiać ich rozpowszechnienie. W jednostkach produkujących lub wykorzystujących węgiel brunatny jako paliwo pracuje stosunkowo niewiele tego typu analizatorów, na co w pewnym stopniu rzutuje cena, ale przede wszystkim dostrzeżenie możliwości wykorzystania analizatora dla uzyskiwania, w krótkim czasie, technologicznie istotnych wyników.

3. Systemy monitoringu parametrów jakości węgla w krajowym górnictwie węgla brunatnego

Pierwszy ciągły, technologiczny system monitoringu jakości węgla brunatnego wdrożony został w KWB „Bełchatów” w latach 1989–1990 przez nowo powstałą wówczas firmę PWP „Wilpo” Sp. z o.o. (instalacja, skalowanie i szkolenie), w oparciu o popiołomierze podtaśmowe typu GAMBIT produkcji katowickiego EMAG-u, zainstalowane na pięciu kopalniach węglowych, na taśmach nr 1 (taśmy zwykłe, bez linek stalowych). Informacje z tych urządzeń wizualizowane były w kabinach operatorów koparek i transmitowane do COKR. W latach 2000 do 2003 popiołomierze sukcesywnie wymieniono na najnowsze wówczas rozwiązania popiołomierzy podtaśmowych WILPO C 212. Serwis tego systemu, po przeszkoleniu, w dużym stopniu przejęły służby kopalni, co zapewniło maksymalną szybkość reakcji na wszelkie usterki i nieprawidłowości działania elementów tego dość rozbudowanego monitoringu. System ten działa do dzisiaj i jest dalej stale wykorzystywany w normalnych warunkach pracy kopalni.

Od momentu zakończenia badań nowego rozwiązania popiołomierza WILPO C 512 w 2009 r. [3, 5], na trzech taśmach podających węgiel do elektrowni (taśmy z linkami stało-

wymi) zainstalowano już po jednym takim urządzeniu (zakończenie instalacji — grudzień 2010 r.). Ten nowy system monitoringu wchodzi dopiero do stosowania, a wyniki jego działania i pełną ocenę przydatności mogą podać bezpośredni użytkownicy tego systemu.



Rys. 1. Głowica pomiarowa popiołomierza podtaśmowego WILPO C 212



Rys. 2. Nowy ciągły system monitoringu jakości węgla w KWB „Bełchatów”

W 1996 roku, w KWB „Turów” uruchomiono monitoring parametrów jakości węgla brunatnego, bazujący na pięciu popiołomierzach WILPO C 211, zainstalowanych na kopalniach. Wyniki pomiarów transmitowane były do dyspozytorni Kopalni. System ten przez pierwsze 2–3 lata działał względnie normalnie (okresowe awarie wynikające z obecności na

taśmach pomiarowych nadkładu), do czasu, gdy w węglu pojawiła się zwiększona zawartość siarki. Wpływ fluktuacji pirytu (związku żelaza i siarki) na dokładności pomiarowe podważył wiarygodność wyników i doprowadził do stopniowego ograniczenia stopnia wykorzystywania tego systemu, a następnie do jego likwidacji.

Temat ciągłych pomiarów parametrów jakości węgla powrócił dopiero w 2009 roku, kiedy KWB „Turów”, po uzyskaniu pozytywnych wyników badań prototypowego rozwiązania popiołomierza [4], zakupiła ten typ urządzenia (WILPO C 612). Na chwilę obecną w KWB „Turów”, w stanie gotowości technicznej pozostaje tylko ten ostatnio nabyty popiołomierz WILPO C 612.

W 1999 roku, w KWB „Konin” uruchomiono monitoring parametrów jakości węgla brunatnego, bazujący na czterech popiołomierzach WILPO C 212, zainstalowanych w punktach załadunkowych poszczególnych, wówczas działających odkrywek. Wyniki pomiarów transmitowane są do dyspozytorni kopalni. Serwis doraźny tego systemu, po przeprowadzeniu cyklu szkoleń, w dużym stopniu przejęły służby kopalni, podobnie, jak miało to miejsce w przypadku KWB „Bełchatów”. Aktualnie, po ponad 10 latach, system pracuje nadal, bazując jednak tylko na dwóch odnowionych popiołomierzach WILPO C 212, na dwóch czynnych obecnie odkrywkach. Aktualnie prowadzone są rozmowy, na poziomie technicznym, w sprawie możliwości zastosowania nowego typu popiołomierza WILPO C 512 na jednym z przenośników wyprowadzających węgiel z odkrywki (na taśmie z linkami stalowymi).

Na przestrzeni ostatnich 20 lat, w krajowym górnictwie węgla brunatnego, w trzech głównych centrach wydobywczych, wdrożono do stosowania, w różnych okresach czasu i w różnym zakresie, laboratoryjne analizatory węgla typu WILPO; analizator WILPO L 131 w 1995 r. w KWB „Turów”, WILPO L 142 w 1996 r. w KWB „Bełchatów”, a w 1998 r. analizator WILPO L 142 w KWB „Konin”. Do dzisiaj, z urządzeń wymienionych powyżej, wykorzystywany w praktyce jest tylko analizator w KWB „Bełchatów”.



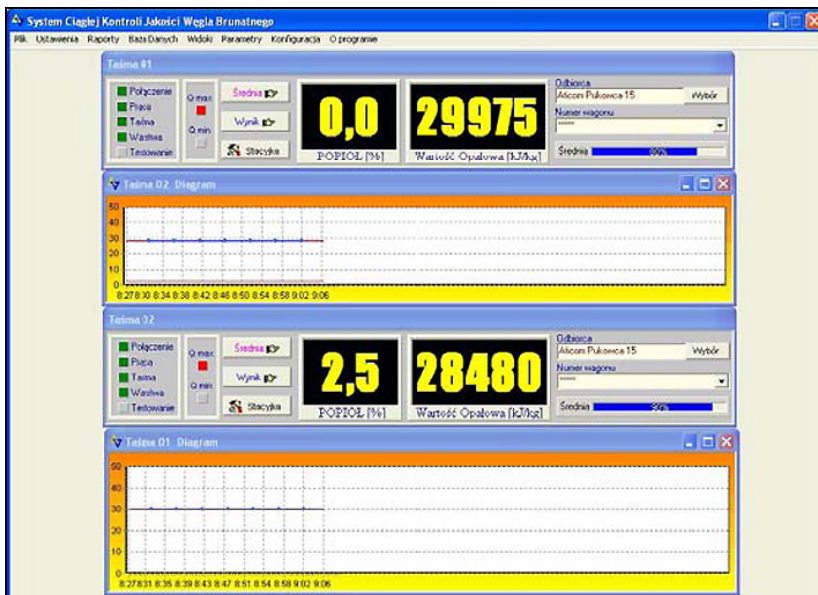
Rys. 3. Widok analizatora WILPO L 241 zainstalowanego w przystosowanym pomieszczeniu na kopalce

Ostatnio, bo w 2009 i 2010 r. w KWB „Bełchatów” doprowadzono do wdrożenia dwóch analizatorów nowego typu — WILPO L 241, zainstalowanych i wykorzystywanych bezpośrednio na koparkach do szybkich, doraźnych pomiarów parametrów jakości węgla.

Ten nowatorski sposób wykorzystania możliwości technicznych urządzenia wskazuje nową przestrzeń zastosowań analizatorów — w miejscach, gdzie szybka informacja o parametrach jakości węgla jest potrzebna, a np. możliwości zastosowania urządzeń ciągłych znikome lub nieopłacalne.

4. Energetyka a monitoring parametrów jakości węgla brunatnego

Wyraźnie zauważalna staje się istotna różnica w ilości dotychczasowych wdrożeń systemów ciągłego monitoringu parametrów jakości węgla brunatnego w górnictwie i energetyce krajowej. Na tle największych jednostek energetycznych bazujących na węglu brunatnym (elektrownie: „Bełchatów”, „Turów”, „Pątnów” i „Adamów”), wyróżnia się jedynie elektrownia „Turów”. Na przełomie 2008 i 2009 roku zainstalowano tu, pierwszy w energetyce polskiej, ciągły system monitoringu jakości węgla na przenośnikach wprowadzających węgiel do elektrowni, bazujący na dwóch popiołomierzach WILPO C 212.



Rys. 4. Plansza główna systemu monitoringu jakości węgla w Elektrowni „Turów”

System eksploatowany jest od dwóch lat, a jego ocenę najlepiej podkreśla przyznanie dla PWP „Wilpo” Sp. z o.o. wyróżnienia w konkursie „KLUCZ SUKCESU” w trakcie

XI Sympozjum ENERGETYKA BĘŁCHATÓW 2009. Również w tej elektrowni wdrożono do stosowania, i to już w roku 1995 analizator WILPO L 131, zmodernizowany następnie do wersji WILPO L 142 (1997 r.), zastąpiony w 2007 r. nowym rozwiązaniem WILPO L 241. Od 2010 r. w elektrowni „Turów” pracują dwa analizatory WILPO L 241, umożliwiając, na poziomie technologicznym, szybkie monitorowanie jakości węgla w dowolnych punktach układu technologicznego elektrowni.

Na dzień dzisiejszy brak jest w energetyce krajowej, bazującej na węglu brunatnym, innych przykładów działających systemów monitoringu jakości węgla, co na początku drugiej dekady XXI wieku jest sytuacją dość szokującą.

Jako „światelko w tunelu” można przyjąć, iż obecnie, w coraz większym stopniu, daje się zauważyć wzrost zainteresowania energetyki różnymi formami monitoringu parametrów jakości węgla, jako wspomaganie w optymalizacji prowadzenia różnych procesów technologicznych. Przykładem może być elektrownia „Pątnów”, gdzie w końcowej fazie jest wprowadzanie do eksploatacji popiolumierza WILPO C 512, a pozytywne wyniki wdrożenia tego rozwiązania mogą szybko zdecydować o wdrożeniu większego systemu monitoringu.

5. Wnioski podsumowujące

- 1) Mając na uwadze omówiony wyżej zakres przemysłowych instalacji systemów monitoringu parametrów jakości węgla brunatnego w gospodarce krajowej, bazujących na urządzeniach ciągłych, należy stwierdzić, iż jest to dopiero początek drogi związanej z możliwościami wykorzystania tego typu systemów w optymalizacji procesów technologicznych.
- 2) Nawet w najlepiej wyposażonych obecnie w tego typu sprzęt jednostkach jak np. w KWB „Bełchatów” czy w Elektrowni „Turów” istnieją duże fragmenty ciągów technologicznych, gdzie zastosowanie monitoringu parametrów jakości węgla jest zarówno możliwe, jak i potrzebne.
- 3) Nowe metody pomiarowe (zwłaszcza metoda rozproszeniowo-absorpcyjna umożliwiająca pomiar na taśmach linkowych) i towarzyszące im nowe generacje urządzeń pomiarowych powinny wpłynąć na zwiększenie ilości wdrożeń i sposobów wykorzystania systemów monitoringu jakości węgla brunatnego w gospodarce krajowej. spoglądać w przyszłość.
- 4) W przypadku laboratoryjnych analizatorów węgla typu WILPO, określających na poziomie technologicznym, ale w czasie kilku minut, podstawowe parametry jakości węgla, w oparciu o doświadczenia z ok. 150 wdrożeń przemysłowych tego typu analizatorów (łącznie ilość urządzeń pracujących w węglu kamiennym i brunatnym), można przyjąć, iż zakres ich wdrożenia w danej jednostce jest głównie funkcją chęci i umiejętności wykorzystania walorów technicznych tego rozwiązania oraz otwarcie się na nieoczywiste zastosowania (vide przykład zastosowania analizatorów WILPO na kopalniach w KWB „Bełchatów”).

- 5) Upowszechnienie stosowania systemów monitoringu jakości węgla w sektorach gospodarki krajowej związanych z produkcją lub wykorzystaniem węgla brunatnego powinno doprowadzić, poza już dziś oczywistym wzrostem bezpieczeństwa technologicznego, do zwiększenia efektów ekonomicznych ich stosowania oraz określenia terminu zwrotu kosztów wdrażania takich systemów.

LITERATURA

- [1] *Zieliński W., Górny W., Mirkowski Cz.*: Przegląd popiołomierzy radiometrycznych oraz uwarunkowania ich przemysłowych zastosowań w pomiarach zawartości popiołu w strudze węgla na przenośniku taśmowym. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Górnictwo, z. 238, 1998
- [2] *Górny W., Rotko M., Zieliński W.*: New Equipment for Coal Quality Control and their Industrial Applications. FINAL REPORT OF EC THERMIE ACTION B PROJECT ON: „DISSEMINATION OF NEW TECHNOLOGIES FOR COAL QUALITY CONTROL AND HOMOGENISATION”. Athenas, December 1999
- [3] Opracowanie wewnętrzne PWP „Wilpo” Sp. z o.o., „Sprawozdanie z badań prototypu WILPO C 512 w PGE KWB Bełchatów S.A.” dokumentacja wewnętrzna, niepublikowana, 2009
- [4] Opracowanie wewnętrzne PWP „Wilpo” Sp. z o.o., „Sprawozdanie z badań prototypu WILPO C 612 w PGE KWB Turów S.A.” dokumentacja wewnętrzna, niepublikowana, 2009
- [5] *Kielbik P., Papierkowski M., Rotko M., Skorodecki J., Zieliński W.*: Ciągły pomiar zawartości popiołu w węglu brunatnym na przenośnikach z taśmami z linkami stalowymi”, materiały na VI Międzynarodowy Kongres Górnictwo Węgla Brunatnego, Bełchatów, 2009