

Przemysław GRUCA, Stanisław SIEKIERKA
Główny Instytut Górnictwa, Katowice

Henryk ALEKSA
Rybnicka Spółka Węglowa, Rybnik

STAN I KIERUNKI ROZWOJU NOWYCH TECHNOLOGII ODWADNIANIA WĘGLI KAMIENNYCH W KOPALNIACH RYBNICKIEJ SPÓŁKI WĘGLOWEJ SA

Streszczenie. W referacie scharakteryzowano sposoby odwadniania węgla kamiennych w kopalniach Rybnickiej Spółki Węglowej. Omówiono również wpływ podwyższonej zawartości wilgoci w węglu na jego spalanie w elektrowniach i proces odgazowania w koksowniach.

THE STATE AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF THE NEW TECHNOLOGIES OF COAL DEWATERING IN THE MINES OF RYBNICKA CAL COMPANY

Summary. The dewatering of coal in Rybnicka Coal Company are characterized. The influence of moisture of coal on its combustion in power plant and degassing process in coking plant is described.

1. Wprowadzenie

Dostosowanie górnictwa węgla kamiennego do warunków gospodarki rynkowej wiąże się ściśle z koniecznością restrukturyzacji tego sektora gospodarki; głównie w sferze techniczno-technologicznej, ekonomicznej i organizacji, jak i ukształtowania takiej relacji między jakością i wielkością produkcji i wartością sprzedaży oraz kosztami wytwarzania, która zapewni przedsiębiorstwu górniczemu odpowiednio korzystny wynik finansowy.

Trwała i silna pozycja na rynku węglowym uwarunkowana będzie od posiadania przez przedsiębiorstwo korzystnych rozwiązań techniczno-organizacyjnych pozwalających na bieżącą identyfikację procesów produkcyjnych i kosztów tych produkcji. Umożliwi to podejmowanie na tej podstawie optymalnych decyzji zarówno w skali kopalni, jak i spółki węglowej z uwzględnieniem aktualnej i przewidywanej w określonym przedziale czasu sytuacji na rynku i obowiązujących ograniczeń ekologicznych.

Wymogi gospodarki rynkowej, jak również względy ochrony środowiska przyrodniczego stawiają więc produkcję węgla kamiennego w nowym świetle i wysuwają po raz pierwszy przeróbkę mechaniczną na czołowe miejsce w procesie produkcyjno-handlowym kopalni węgla kamiennego. Wynika to z oczywistego faktu-dotychczas w pełni nie postrzeganego-że przeróbka mechaniczna jest tym elementem powyższego procesu, który determinuje wielkość i jakość produkcji węgla oraz wysokość wpływów pieniężnych kopalni z tego tytułu. Pozwala to stwierdzić, że wysoki poziom techniczno-organizacyjny przeróbki mechanicznej węgla jest jednym z ważniejszych czynników zapewniających dodatni wynik finansowy górnictwa węglowego. Wysoki poziom przeróbki to więc przede wszystkim możliwość szybkiego dostosowania (mobilność) produkcji zakładu przeróbczego do wymagań jakościowych rynku krajowego i zagranicznego, jak i ekologii.

O jakości węgla kamiennego decyduje poza jego naturalnymi cechami również zawartość w nim balastu, tj. popiołu, siarki i wody. O ile zawartość popiołu w koncentratów węglowych-na poziomie wymaganym przez odbiorców-możliwa jest aktualnie do zagwarantowania przy istniejącym wyposażeniu technologiczno-maszynowym zakładów przeróbczych, o tyle zawartość wilgoci w tych koncentratów stanowi nadal poważne zagrożenie.

Wymagania co do zawartości wilgoci w koncentratów węglowych uzależniane są od rodzaju węgla i sposobu jego wykorzystania. W przypadku odbiorców węgla koksowego wymagania są bardzo ostre i nakładają na kopalnie konieczność produkowania koncentratów węgla wsadowych o zawartości wilgoci całkowitej poniżej 9%, głównie z powodu coraz szerszego stosowania w kraju i za granicą zasypowego systemu napełniania komór baterii koksowniczych.

W przypadku węgla energetycznych obniżenie zawartości wilgoci do możliwego minimum podwyższa ich wartość użytkową, poprawia proces spalania w energetyce zawodowej, eliminuje trudności związane z rozładunkiem wagonów w okresie zimowym oraz przyczynia się do bardziej racjonalnego wykorzystania środków transportu, szczególnie wtedy, gdy transport odbywa się na znacznych odległościach.

Z powyższych uwag nasuwa się wniosek, że skutki wynikające z nadmiernej zawartości wilgoci w koncentratów węglowych obejmują swym zasięgiem wiele dziedzin życia gospodarczego. Zagrożenie intensywne odwadnianie koncentratów węglowych ma więc dla Spółki oraz dla całej gospodarki kapitalne znaczenie. Stąd pilna potrzeba modernizacji i rozbudowy istniejących zakładów przeróbczych, głównie w celu intensyfikacji wybranych procesów przeróbczych, a w szczególności odwadniania węgla. Dotyczy to zarówno kopalń wydobywających węgle

energetyczne, jak i koksowe. Można sądzić, że produkcja węgla o jak najniższej zawartości wilgoci pozwoli uzyskać konkretne korzyści ekonomiczne odczuwalne w skali całej Spółki.

Głównym celem niniejszego referatu jest omówienie stanu technologii odwadniania węgla w kopalniach Rybnickiej Spółki Węglowej SA oraz przedstawienie nowych kierunków rozwoju tych technologii na tle rozwiązań zagranicznych.

2. Stan technologii odwadniania koncentratów węglowych

Rybnicka Spółka Węglowa SA grupuje kopalnie wydobywające węgle energetyczne (kopalnie: Chwałowice, Jankowice), oraz gazowo - koksowe (kopalnie: Marcel, Rydułtowy, Anna).

Zakłady przerobcze tych kopalń dostosowane są do wzbogacania węgla w pełnym zakresie uziarnienia i produkują koncentraty węglowe:

- gruboziarniste : $\geq 16(20)$ - $150(200)$ mm,
- drobnoziarniste $0,5$ - $16(20)$ mm i $0,5$ - 3 mm,
- mułowe $\leq 0,5$ mm.

Technologie odwadniania koncentratów węglowych ukształtowane są w zależności od rodzaju węgla i ich pochodzenia.

Odwadnianie koncentratów gruboziarnistych

Koncentraty gruboziarniste uzyskuje się w wyniku wzbogacania węgla w separatorach z częścią ciężką zawieszinową typu Disa lub Drew-Boy. Koncentraty te odwadnia się powszechnie w układzie dwustopniowym: na sitach stałych szczelinowych oraz na przesiewaczach wibracyjnych jednopokładowych typu PWP1 (kopalnie: Chwałowice R. Chwałowice, Jankowice, Marcel R. Marcel) lub dwupokładowych typu WP-2 (kopalnie: Chwałowice R. Rymer, Rydułtowy, Marcel R. 1 Maja, Anna). Przesiewacze wyposażone są w pokłady sit blaszanych i szczelinowych o szczelinie najczęściej Imm. Zawartość wilgoci przemijającej w odwodnionych koncentratkach gruboziarnistych wynosi $4 \pm 6\%$ i zależy od typu węgla oraz głównie od zawartości w nich podziarna uzależnionej z kolei od sprawności technologicznej klasyfikacji wstępnej i wielkości szczeliny w przesiewaczach odwadniających te koncentraty.

Odwadnianie koncentratów drobnoziarnistych

Technologia odwadniania koncentratów drobnoziarnistych ukształtowana jest, podobnie jak w przypadku koncentratów "grubych", w zależności od ich rodzaju i pochodzenia. Koncentraty drobnoziarniste w omawianych zakładach przerobczych uzyskuje się w wyniku grawitacyjnego wzbogacania węgla; głównie w osadzarkach miałowych produkcji krajowej (kopalnie: Anna, Marcel, Rydułtowy, Chwałowice R Rymer) i zagranicznej (kopalnie Chwałowice R Chwałowice, Jankowice), jak i w płuczkach cyklonowych wyposażonych w hydrocyklony typu "water only" dostosowanych do wzbogacania ziarn węglowych poniżej 3 mm wydzielonych uprzednio z miału surowego (kopalnia Chwałowice).

Uzyskane koncentraty węglowe odwadniane są dwustopniowo. Wstępne odwadnianie realizowane jest na sitach odśrodkowych OSO spotykanych we wszystkich prawie zakładach przerobczych oraz na przesiewaczach wibracyjnych w przypadku płuczki cyklonowej (kopalnia Chwałowice), a końcowe odwadnianie prowadzone jest w odwadniarkach ślimakowych Nael-3 lub EBW-42, lub wibracyjnych WOW 1,3.

W sitach odśrodkowych OSO stosuje się kosze o szczelinach powyżej 0,5 mm, najczęściej 1 mm, natomiast w wirówkach stosuje się kosze o szczelinach od 0,25 do 0,5 mm, przy czym węższe szczeliny są stosowane w przypadku wirówek ślimakowych. Końcowa zawartość wilgoci przemijającej w odwodnionych koncentratkach miałowych wynosi od ok. 6 do ok 8% w przypadku wirówek ze ślimakowym odbiorem produktu, oraz od ok. 7 do 10% w przypadku wirówek wibracyjnych i zależy głównie od charakterystyki ziarnowej odwadnianego węgla.

Odwadnianie najdrobniejszych węgla

Przez pojęcie najdrobniejsze węgle należy rozumieć:

- muły surowe drobnoziarniste $\leq 0,5$ (1) mm średnio- i wysokopopiołowe (kopalnie: Chwałowice R Rymer, Rydułtowy),
- muły surowe gruboziarniste ≤ 2 (3) mm nisko- i średniopopiołowe (kopalnie: Jankowice, Rydułtowy, Chwałowice R Rymer),
- muły wzbogacone (koncentraty flotacyjne) drobnoziarniste $\leq 0,5$ (1) mm (kopalnie: Marcel, Jankowice, Anna),
- muły wzbogacone gruboziarniste (kopalnie: Anna, Marcel, Chwałowice R Chwałowice).

Muły surowe drobnoziarniste uzyskiwane przy wzbogacaniu węgla energetycznego i wydzielone z obiegu wodno - mułowego po ich zagęszczeniu w zagęszczaczu promieniowym Dorra pracującym z flokulacją poddawane są najczęściej jednostopniowemu odwadnianiu

mechanicznemu, głównie na filtrach próżniowych tarczowych z dodatkiem środków o właściwościach agregujących - flokulantów - celem intensyfikacji procesu odwadniania lub sporadycznie odwadnianiu dwustopniowemu najpierw na wspomnianych wyżej filtrach próżniowych i dodatkowo suszeniu termicznemu w suszarce bębnowej. Zawartość wilgoci przemijającej po filtrach próżniowych jest stosunkowo wysoka i kształtuje się w granicach od 27 do 32%. Ze względu na nadmierną zawartość wilgoci muł ten jest mieszany z surowym miałem i zbywany jako tzw. mieszanka energetyczna lub łączony z przerostem i zbywany jako niskokaloryczne paliwo węglowe. Tam gdzie muł surowy po filtracji próżniowej poddawany jest dodatkowo suszeniu termicznemu, uzyskuje się silnie odwodniony osad o zawartości wilgoci przemijającej wynoszącej ok. 15 - 17%, co pozwala na zbywanie tego mułu razem z drobnoziarnistym koncentratem węglowym jako wysokokaloryczne paliwo węglowe po znacznie wyższej cenie niż tzw. mieszanka energetyczna lub przerost.

Z powyższego wynika, że zastosowana technologia odwadniania węgla wywiera znaczący wpływ na ekonomikę zakładu przerobczego, a tym samym i ekonomikę kopalni.

Drobnoziarniste koncentraty mułowe, głównie koncentraty flotacyjne uzyskiwane w procesie flotacji pianowej mułów węglowych, odwadniane są powszechnie dwustopniowo: wstępnie metodą filtracji próżniowej z wykorzystaniem filtrów próżniowych tarczowych bez lub z dodatkiem środków flokulacyjnych oraz końcowo metodą suszenia termicznego w suszarkach bębnowych konwekcyjnych z paleniskami pyłowymi lub paleniskami fluidalnymi, lub w suszarkach przeponowych ogrzewanych parą (kopalnia Marcel R. Marcel).

Końcowa zawartość wilgoci przemijającej po procesie filtracji próżniowej wynosi 22-26% i jest funkcją charakterystyki ziarnowo-popiołowej i koncentracji części stałych nadawy do tego procesu. Po procesie suszenia termicznego zawartość wilgoci kształtuje się w stosunkowo szerokich granicach od ok. 8% do około 11% w przypadku suszarek konwekcyjnych oraz około 8-10% i powyżej w przypadku suszarek przeponowych. Omawiając proces termicznego suszenia najdrobniejszych koncentratów węglowych należy podkreślić, że jest to proces wysoce kosztowny i mocno uciążliwy dla środowiska przyrodniczego. W przypadku suszarek opalanych pyłem węglowym ma miejsce emisja zanieczyszczeń do atmosfery: pyłu węglowego, dwutlenku siarki, tlenków azotu, tlenku węgla, węglowodorów alifatycznych oraz pary wodnej o odczynie kwaśnym. W świetle rosnących obostrzeń ekologicznych proces termicznego suszenia najdrobniejszych węgla nie ma większych perspektyw.

We wszystkich analizowanych zakładach przerobczych zawiesiny wodno-mułowe uzyskane w wyniku odwadniania koncentratów węglowych poddawane są procesom wodno - mułowym, a w

szczegółności klasyfikacji hydraulicznej. Z procesu tego uzyskuje się drobnoziarnisty produkt górny kierowany do dalszych procesów oraz gruboziarnisty produkt dolny, który cechuje się niską zawartością popiołu. Jego ilość jest dość znaczna, co ma istotne znaczenie, jeśli chodzi o bilans wody w produktach finalnych. Produkt ten jest wydzielany z układu klasyfikacji i odwadniany albo razem z koncentratem miałowym i wtedy odwadniany jest dwustopniowo w sposób opisany powyżej, albo oddzielnie. W tym przypadku produkt dolny klasyfikacji hydraulicznej odwadniany jest najczęściej na przesiewaczach wibracyjnych i wtedy osiąga zawartość wilgoci w granicach 18-26% lub na przesiewaczach i końcowo w wirówce ślimakowej (kopalnia Chwałowice R. Chwałowice) do zawartości wilgoci ok 15%. Ostatnio podjęto również próby odwadniania tego produktu na filtrach próżniowych razem z flotokoncentratem. Poprzez poprawę charakterystyki granulometrycznej nadawy i podniesienie koncentracji części stałych w nadawie uzyskano poprawę procesu filtracji próżniowej (kopalnia Jankowice).

Analizując rozwiązania technologiczno-maszynowe z zakresu odwadniania węgla stosowane w kopalniach RSW SA, należy stwierdzić, że na ogół nie odbiegają one od rozwiązań spotykanych w innych kopalniach. W zakresie odwadniania koncentratów gruboziarnistych podstawowe rozwiązanie bazuje na przesiewaczach wibracyjnych, które parametrami pracy zbliżone są do przesiewaczy stosowanych za granicą. W zakresie koncentratów drobnoziarnistych podstawowymi maszynami odwadniającymi są wirówki filtracyjne polskiej produkcji, ślimakowe, typu "Nael-3" oraz wibracyjne typu WOW 1,3. Konstrukcja tych wirówek sięga lat siedemdziesiątych. W procesie odwadniania koncentratów najdrobniejszych dominuje filtracja próżniowa dla zakładów przerobczych, w których nie stosuje się wzbogacania mułów węglowych oraz filtracja próżniowa i suszenie termiczne dla zakładów o pełnym zakresie wzbogacania węgla.

Przedstawione rozwiązania w porównaniu ze stosowanymi za granicą należy ocenić jako nienowoczesne i wymagające modernizacji zarówno pod względem technologicznym, jak i maszynowym.

3. Kierunki rozwoju nowych technologii odwadniania węgla

Zagadnienie intensyfikacji odwadniania węgla skoncentrowano głównie na tych kierunkach, które mają perspektywę zastosowania w kopalniach Rybnickiej Spółki Węglowej SA.

Przedmiotem analizy były typowe dla zakładów przeróbczych koncentraty węglowe:

- gruboziarniste,
- drobnoziarniste oraz
- najdrobniejsze w zależności od rodzaju węgla.

Koncentraty gruboziarniste

Koncentraty gruboziarniste węgla energetycznych zbywane są obecnie oddzielnie dla energetyki przemysłowej i odbiorców indywidualnych jako sortymenty średnio- i gruboziarniste. Stopień odwodnienia tych sortymentów jest zadowalający, jeśli się weźmie pod uwagę wymagania aktualnych odbiorców. W tym przypadku stosowane w zakładach przeróbczych rozwiązania można uznać za poprawne.

W przypadku węgla koksowych sytuacja wygląda mniej korzystnie. Koncentraty gruboziarniste stanowią po skruszeniu komponent mieszanki wsadowej, dla której pożądana jest jak najniższa zawartość wilgoci. Stąd potrzeba minimalizacji zawartości wody w koncentraty gruboziarnistych.

Biorąc pod uwagę stosowane obecnie rozwiązania, widzi się możliwość obniżenia zawartości wilgoci w tych koncentraty, głównie drogą zmniejszenia w nich ilości ziarn drobnych i najdrobniejszych. Zmniejszenie ilości podziarna w koncentraty węglowych gruboziarnistych można osiągnąć poprzez:

- poprawę sprawności technologicznej wężła klasyfikacji wstępnej,
- dobór odpowiedniej szerokości szczelin w pokładzie dolnym przesiewacza odwadniającego koncentrat, w przypadku gdy zastosowany został przesiewacz jednopokładowy,
- wydzielenie produktu „międzypokładowego” z koncentraty gruboziarnistego i oddzielne jego zagospodarowanie, w przypadku gdy zastosowany został przesiewacz dwupokładowy.

Wymaga to wykonania określonych prac modernizacyjnych w węźle odwadniania koncentraty gruboziarnistego. Za rozwiązanie docelowe może być uważane rozwiązanie stosowane w niektórych zakładach przeróbczych w USA, polegające na zastosowaniu do odwadniania koncentraty gruboziarnistego odwadniarek odśrodkowych, dostosowanych do odwadniania węgla o granulacji do około 75 mm. W polskich warunkach ze względu na górny wymiar ziarn dochodzący do 150 (200) mm poddawanych wzbogacaniu w separatorach cc technologia ta byłaby ograniczona do części koncentraty gruboziarnistego, np. 16 - 50 mm wydzielonego uprzednio z całości produktu.

Koncentraty drobnoziarniste

Koncentraty drobnoziarniste węgla energetycznych zmieszane z całością lub częścią produktu mułowego zbywane są energetyce zawodowej lub przemysłowej jako tzw. miał M II, natomiast drobnoziarniste koncentraty węgla koksowych stanowiące podstawowy komponent mieszanki wsadowej zbywany jest koksowniom. W obu przypadkach pożądana jest niska zawartość wilgoci w koncentraty drobnoziarnistych. Ze względu na znaczący ich udział w urobku zawartość wilgoci w koncentraty drobnoziarnistych wywiera decydujący wpływ na zawartość wilgoci w produktach finalnych.

Zawartość wilgoci w koncentraty drobnoziarnistych po wirówkach filtracyjnych, jak wykazały badania, zależy głównie od dwóch czynników:

- parametrów charakteryzujących wirówkę, a w szczególności wielkości siły odwadniającej węgla oraz czasu odwadniania,
- charakterystyki technologicznej odwadnianego materiału.

W nowoczesnych wirówkach filtracyjnych stosowanych do odwadniania węgla siły wypychające wodę z przestrzeni międzyziarnowych są bardzo wysokie i przekraczają kilkaset razy przyspieszenie ziemskie. Wielkością charakteryzującą te siły jest liczba wirowania P , którą określa się z zależności:

$$P = \frac{2D \cdot \Pi^2 \cdot N^2}{G}$$

gdzie:

- D - średnica kosza wirówki,
- N - liczba obrotów kosza wirówki,
- G - przyspieszenie ziemskie.

Wpływ liczby wirowania na zawartość wilgoci w odwodnionym osadzie ujmuje równanie:

$$W_{ex} = k \cdot (P)^{-0,25}$$

gdzie:

- k - stała.

Drugą wielkością wpływającą na zawartość wilgoci w produkcie odwodnionym jest czas odwadniania. Czas ten można określić z równania:

$$t_0 = \frac{L}{S \cdot \Delta N}$$

gdzie:

L - długość kosza wirówki,

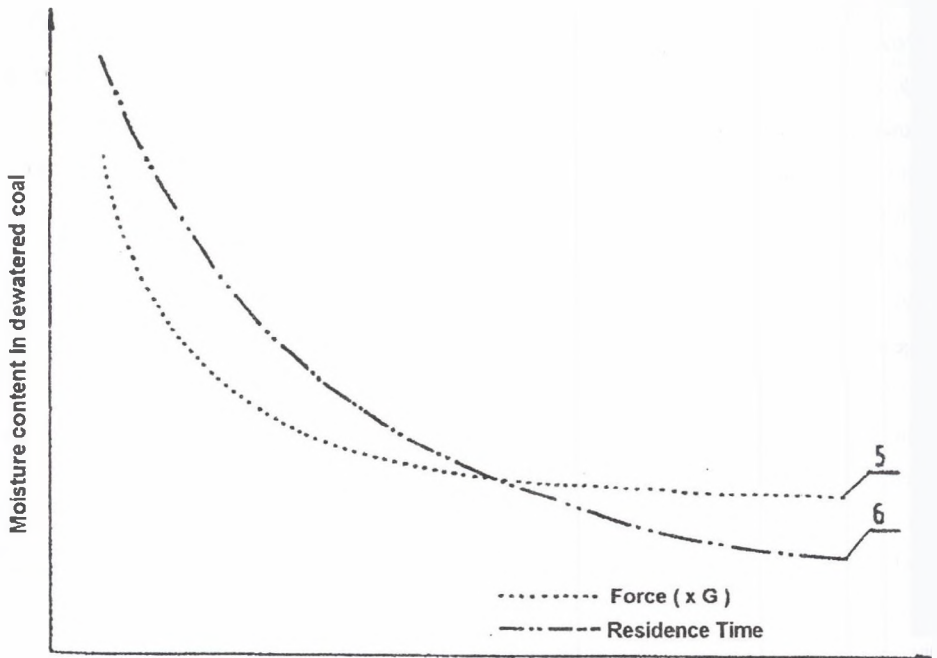
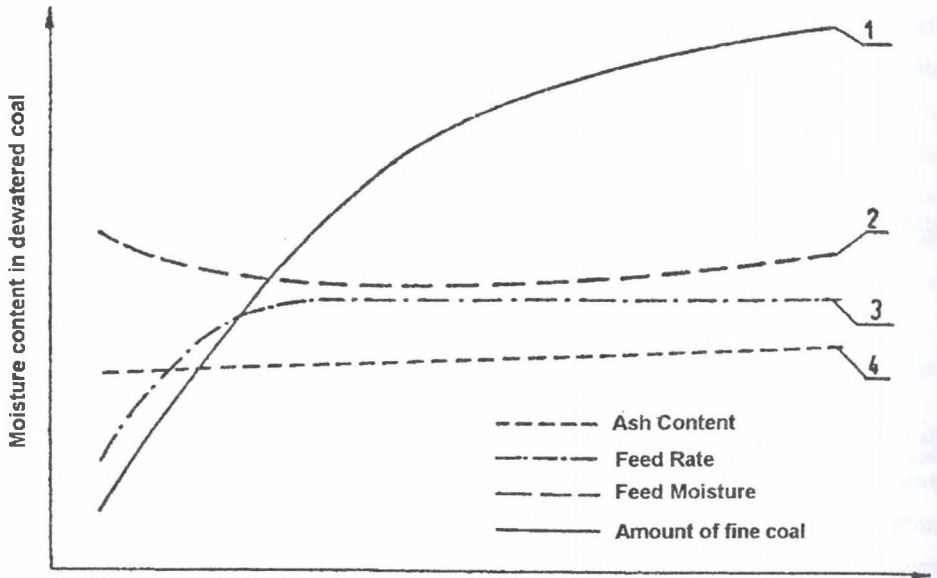
S - skok ślimaka,

ΔN - różnica obrotów: kosz / ślimak.

Na podstawie powyższych równań można stwierdzić, że dla efektywnego odwodnienia węgla pożądane jest, aby stosować wirówki cechujące się wysoką liczbą wirowania oraz długim czasem przebywania osadu w wirówce. Wymagania te spełniają wirówki produkowane obecnie przez renomowane firmy zagraniczne. Wpływ ww. wielkości na zawartość wilgoci w koncentratkach miałowych przedstawiony został na rys. 1, krzywe 5 i 6.

Parametrem, od którego najbardziej zależy końcowy efekt odwadniania drobnociarnistych węgla, jest ich skład ziarnowy, a w szczególności zawartość w nich najdrobniejszych klas mułowych. Przedstawia to rys. 1, krzywa 1. Ze wzrostem udziału w nadawie najdrobniejszych ziarn rośnie silnie zawartość wilgoci w produkcie. Oznacza to w praktyce, że dla zapewnienia efektywnego przebiegu procesu odwadniania w wirówkach należy kierować do nich materiał o odpowiednio ukształtowanej charakterystyce granulometrycznej i popiołowej (rys. 1, krzywa 4).

W świetle powyższej uwagi należy jeszcze odnotować bardzo korzystny fakt, że skład ziarnowy jest jedynym parametrem spośród wyżej analizowanych wywierających istotny wpływ na końcową zawartość wilgoci w odwodnionym materiale, który daje się jeszcze dość łatwo zmieniać, przy czym łatwość tej zmiany będzie zależała głównie od sposobu rozwiązania układu odwadniania wstępnego. W przypadku gdy wstępne odwadnianie drobnociarnistych koncentratów rozwiązane jest za pomocą przesiewaczy wibracyjnych (rozwiązania amerykańskie i niemieckie), poprawa składu ziarnowego nadawy do odwadniarki jest możliwa poprzez zmianę otworów w pokładzie sitowym i poprzez stosowanie natrysków czystej wody. Trudniej zachodzi wydzielanie najdrobniejszych ziarn mułowych, a tym samym i zmiana składu ziarnowego koncentratu, gdy proces wstępnego odwadniania realizowany jest na sitach stałych, np. OSO (rozwiązania polskie). W celu poprawy charakterystyki nadawy do wirówki zachodzi potrzeba wymiany kosza sitowego na kosz z większymi szczelinami. Na efektywność odwadniania drobnych koncentratów wywiera



Rys.1. Wpływ charakterystyki nadawy, liczby wirowania i czasu filtracji na zawartość wilgoci w odwodnionym materiale

Fig.1. The influence of the feed characteristic, force (x G) and residence time on the moisture in dewatered coal

również wpływ jakość wody stosowanej do procesu wzbogacania. Zawartość najdrobniejszych ziarn mułowych w koncentracie drobnoziarnistym jest funkcją przede wszystkim ilości tych ziarn w miale surowym w stanie naturalnym. Jest również funkcją ich ilości w wodzie obiegowej stosowanej do wzbogacania. Gdy woda obiegowa, a tym samym woda stosowana do wzbogacania, jest czysta, ilość najdrobniejszych ziarn w nadawie do odwadniania jest - co potwierdzają badania - znacznie niższa niż w przypadku, gdy woda obiegowa zanieczyszczona jest najdrobniejszymi ziarnami. Wpływ koncentracji części stałych w wodzie obiegowej na wyniki odwadniania drobnych ziarn widoczny jest dlatego, że części stałe, które kumulują się w wodzie obiegowej, zawierają głównie części ilaste cechujące się silnie rozwiniętą powierzchnią i wysokim powinowactwem z wodą.

Znajomość powyższych czynników pozwoliła nakreślić kierunki dalszego rozwoju technologii odwadniania drobnych koncentratów węglowych w kopalniach Rybnickiej Spółki Węglowej SA.

Kierunkiem podstawowym jest podjęcie działań nad ukształtowaniem najkorzystniejszego składu granulometrycznego odwadnianych koncentratów węglowych, w nawiązaniu do typu stosowanej odwadniarki. W ramach tych działań niezbędne jest wyeliminowanie z nadawy do odwadniarek, szczególnie wibracyjnych, wszelkich strug węgla bardzo drobnych, mułów, ścierów itp. i skierowanie ich do wirówek, np. ślimakowych o wysokich liczbach wirowania. Krokiem następnym byłoby zmodernizowanie pewnych fragmentów obiegu wodno-mułowego, z których wyrowadza się produkty mułowe o niekorzystnej charakterystyce popiołowej i ziarnowej.

Drugim kierunkiem dalszego rozwoju technologii odwadniania drobnych węgla jest wprowadzenie do praktyki przemysłowej nowych typów odwadniarek o znacznie korzystniejszych parametrach technicznych niż stosowane obecnie. W tym miejscu należy podkreślić, że produkowane obecnie wirówki, to konstrukcje z lat 70 i wcześniejszych i wymagają modernizacji. Wymienione wyżej kierunki działań w zakresie intensyfikacji procesu odwadniania koncentratów mialowych można uzupełnić o nowy kierunek. Chodzi o udział w tym procesie specjalnych środków chemicznych modyfikujących powierzchnię węgla i zmieniających właściwości układu: woda - ciało stałe. Badania przemysłowe przeprowadzone w tym zakresie przez GIG dały pozytywne rezultaty. Środki te mogą znaleźć zastosowanie jako czynnik wspomagający proces odwadniania koncentratów mialowych.

Koncentraty najdrobniejsze

Najdrobniejsze koncentraty węglowe węgla koksowych uzyskane z procesu flotacji po filtracji różniowej i suszeniu termicznym zbywane są razem z koncentratem drobnoziarnistym i

pokruszonym koncentratem gruboziarnistym koksowniom. Ze względu na obostrzenia z zakresu ekologii część koncentratów flotacyjnych po filtracji próżniowej nie jest poddawana suszeniu termicznemu i dodawana jest do mieszanki wsadowej w stanie mokrym, co stwarza trudności ze zbytem tej mieszanki.

Muły węglowe węgli energetycznych niezależnie od zawartości popiołu i granulacji zbywane są w całości z miałem surowym niewzbogaconym w przypadku zakładu przerobczego o zakresie wzbogacania powyżej 10/20/mm, natomiast w przypadku zakładów przerobczych o zakresie wzbogacania powyżej 0,5 mm najdrobniejsze węgle ze względu na nadmierną w nich zawartość wilgoci zbywane są w części z koncentratem miałowym, a w pozostałej części łączone są z przerostem lub z częścią miału surowego i zbywane jako tzw. niskokaloryczne paliwo węglowe. We wszystkich omawianych przypadkach zawartość wilgoci w najdrobniejszych produktach węglowych determinuje jakość i cenę zbytu węgla handlowego.

Na sprzedaż miałów energetycznych rzutuje również struktura osadu uzyskanego po procesie filtracji próżniowej. Mając na uwadze stosowane aktualnie rozwiązania technologiczno-maszynowe, wiek i stan techniczny eksploatowanych urządzeń i maszyn oraz rosnące obostrzenia w zakresie ochrony środowiska naturalnego, jak również uwzględniając wyniki badań nad odwadnianiem najdrobniejszych koncentratów węglowych, przeprowadzonych w ramach współpracy między Głównym Instytutem Górnictwa a Rybnicką Spółką Węglową SA, można sprecyzować kilka podstawowych kierunków dalszego rozwoju technologii odwadniania najdrobniejszych węgli w kopalniach tej Spółki.

Kierunek podstawowy - to zastąpienie istniejącego dwustopniowego układu odwadniania koncentratów flotacyjnych, bazującego na filtracji próżniowej i suszeniu termicznym, układem jednostopniowym opartym na efektywnych wirówkach sedymentacyjno-filtracyjnych zasilanych materiałem o możliwie najkorzystniejszej charakterystyce technologicznej. Propozycje powyższe dotyczą głównie tych zakładów przerobczych, w których produkuje się niskopopiołowe koncentraty flotacyjne oraz odilone koncentraty mułowe o uziarnieniu poniżej 2 mm.

Zastosowanie proponowanych wirówek do odwadniania koncentratów flotacyjnych połączonych uprzednio z odpowiednią ilością niskopopiołowego gruboziarnistego mułu węglowego pozwoli uzyskać produkt finalny kierowany do przeróbki chemicznej o zawartości wilgoci całkowitej około 9%. Rozwiązania takie stosowane są w USA i Niemczech. Ten kierunek modernizacji jest aktualnie realizowany w jednej z kopalń we współpracy z Głównym Instytutem Górnictwa.

Drugim kierunkiem dalszego rozwoju technologii odwadniania najdrobniejszych węgli jest zastosowanie specjalnych wirówek filtracyjnych do odwadniania gruboziarnistych mułów węglowych o podwyższonej zawartości popiołu i niskiej zawartości ziarn poniżej 0,5 mm zarówno dla węgli koksowych, jak i energetycznych. Chodzi głównie o wirówki filtracyjne z odbiorem ślimakowym produktu odwodnionego, dostosowane do pracy przy wysokich liczbach wirowania (powyżej 250). W tym miejscu można odnotować, że podobne parametry techniczne posiada wirówka filtracyjna ślimakowa mimośrodowa wg koncepcji Aleksy i Strychalskiego.

Zastosowanie wirówek ślimakowych w zakładach przerobczych wraz z wirówkami sedimentacyjno-filtracyjnymi pozwoli dodatkowo obniżyć zawartość wilgoci całkowitej w produkcie finalnym o około 1 % , i uzyskać produkt końcowy o zawartości wilgoci rzędu 8%. Proponowane rozwiązanie jest nowoczesne i stosowane jest w niektórych zakładach przerobczych w USA.

Ważnym kierunkiem jest podjęcie działań nad poprawą jakości mułów węgli energetycznych. Poprzez zastosowanie procesu wzbogacania tych mułów stwarza się w ten sposób korzystne warunki do ich odwadniania w nowoczesnych wirówkach sedimentacyjno-filtracyjnych. Obiecującym kierunkiem intensyfikacji odwadniania koncentratów filtracyjnych w proponowanych wirówkach jest zagęszczenie tych koncentratów z wykorzystaniem nowych metod i procesów w tym zakresie.

Na koniec niniejszych rozważań należy podkreślić jeszcze jeden czynnik mający związek z jakością węgla i również z zawartością w nim wody. Produkt finalny czy to zbywany energetycznie czy przeznaczony do chemicznej przeróbki musi cechować się jednorodnością w całej swojej masie, zarówno jeśli chodzi o uziarnienie, jak i pozostałe parametry jakościowe. W tym kontekście pożądane jest wprowadzenie do praktyki przemysłowej w kopalniach RSW SA zautomatyzowanego i skomputeryzowanego układu mieszania węgla i tworzenia jednolitych jakościowo mieszanek. W specyficznych warunkach zastosowanie mogą również znaleźć inne jeszcze czynniki pozwalające zintensyfikować istotnie proces odwadniania. Technika światowa zna wiele rozważań w tym zakresie, do których można zaliczyć: wspomaganie elektryczne (elektro-osmoza), ultradźwięki, koagulacja i punkt izoelektryczny, środki modyfikujące powierzchnie najdrobniejszych ziarn węglowych, przegrzana para wodna, filtracja nadciśnieniowa, prasy komorowe membranowe itp.

4. Przewidywane korzyści z tytułu modernizacji technologii odwadniania koncentratów węglowych

Korzyści z tytułu obniżenia zawartości wilgoci w węglu są zauważalne u producentów węgla, jak i jego odbiorców. Poniżej przedstawiono kilka uwag w tym zakresie.

W świetle rosnących obostrzeń ekologicznych i przy zachowaniu obecnych wymagań co do poziomu zawartości wilgoci we wsadzie kierowanym do chemicznej przeróbki szybkich rozwiązań wymaga węzeł odwadniania najdrobniejszych koncentratów węglowych, szczególnie tam gdzie stosowany jest proces termicznego suszenia.

W tym przypadku zastosowanie nowej technologii odwadniania bazującej na głębokim mechanicznym odwadnianiu w miejsce filtracji próżniowej i suszenia termicznego pozwoli uzyskać efekty z tytułu:

- obniżenia kosztów odwadniania i suszenia najdrobniejszych koncentratów węglowych (jednostkowe koszty odwadniania w wirówkach nie przekraczają połowy łącznych kosztów odwadniania wg sposobu dotychczasowego),
- przyrostu wartości produkcji w wyniku różnicy w utargu,
- eliminacji opłat za zanieczyszczanie środowiska przyrodniczego.

Namacalne efekty z tytułu obniżenia zawartości wilgoci w węglu poddawany koksowaniu występują u odbiorców tego węgla. Stwierdza się skrócenie czasu koksowania i wzrost zdolności produkcyjnych baterii koksowniczej, obniżenie zużycia energii cieplnej potrzebnej na ogrzanie baterii koksowniczych i odparowanie nadmiernej ilości wody, wydłużenie żywotności ogniotrwałej obudowy komór, poprawę jakości węgl pochodnych oraz obniżenie wartości opałowej gazu koksowniczego.

W zakładach przeróbczych, w których wzbogaca się węgle energetyczne w pełnym zakresie uziarnienia, a uzyskane koncentraty mułowe odwadniane są metodą filtracji próżniowej, zastosowanie nowej technologii odwadniania jw. pozwoli na zbyt całości produktu mułowego razem z koncentratem miałowym. W tym przypadku źródłem efektów ekonomicznych jest przyrost wartości produkcji wynikający z różnicy cen.

Spore efekty dzięki obniżeniu zawartości wilgoci w węglu energetycznym występują u odbiorców węgla energetycznego, głównie w energetyce zawodowej.

Spalanie w elektrowni węgla o obniżonej zawartości wilgoci poprawia pracę urządzeń nawęglania dzięki wzrostowi sypkości węgla, polepsza jakość przemiału, stabilizuje spalanie, zwiększa dyspozycyjność, obniża jednostkowe zużycie paliwa na wyprodukowanie 1 kWh, obniża koszty eksploatacji i remontów.

Przytoczone dane, mimo że nie wyczerpują całości zagadnienia, dają argumenty przemawiające za celowością wdrażania nowych technologii odwadniania koncentratów węglowych. Uzyskiwane z tego tytułu efekty są odczuwalne zarówno u producentów węgla, jak i jego odbiorców.

5. Wnioski

1. Stosowane obecnie w zakładach przerobczych kopalń Rybnickiej Spółki Węglowej SA rozwiązania technologiczno-maszynowe z zakresu odwadniania węgla w świetle wymagań jakościowych i ekologicznych wymagają modernizacji.

Dotyczy to przede wszystkim układów odwadniania węgla drobnych i najdrobniejszych.

2. Odwadnianie gruboziarnistych koncentratów węglowych przebiega na ogół z dobrą skutecznością. Dalszy rozwój tej technologii odwadniania zakłada poprawę sprawności klasyfikacji wstępnej węgla surowego oraz podniesienie skuteczności wydzielania podziarna z odwadnianych koncentratów.

3. Podstawowym kierunkiem dalszego rozwoju technologii odwadniania drobnych koncentratów węglowych jest podjęcie działań nad ukształtowaniem najkorzystniejszej charakterystyki granulometrycznej w nawiązaniu do typu stosowanej odwadniarki, w celu zmniejszenia udziału w odwadnianym węglu najdrobniejszych ziarn mułowych.

Udział ten można zmniejszyć poprzez dobór odpowiedniego wymiaru szczelin w układzie odwadniania wstępnego, oraz poprzez stosowanie w osadzarkach czystej wody uzyskanej w węźle całkowitego klarowania.

4. Rozwiązaniem preferowanym do odwadniania najdrobniejszych koncentratów węglowych - to zastąpienie istniejących układów dwustopniowego odwadniania układem jednostopniowym, opartym na efektywnych wirówkach sedymentacyjno-filtracyjnych zasilanych materiałem o możliwie najkorzystniejszej charakterystyce ziarnowo-popiołowej.

Drugim kierunkiem dalszego rozwoju technologii odwadniania najdrobniejszych węgla jest zastosowanie specjalnych wirówek filtracyjnych do odwadniania gruboziarnistych mułów węglowych.

5. Rozwój i doskonalenie technologii odwadniania koncentratów węglowych dla osiągnięcia możliwie najniższego poziomu zawartości wilgoci w węglu handlowym uzasadniony jest korzyściami ekonomicznymi i ekologicznymi, możliwymi do osiągnięcia zarówno u producentów węgla kamiennego, jak i jego użytkowników i zgodny jest z tendencjami w świecie w tym zakresie.
6. Wdrażanie nowych rozwiązań technologiczno-maszynowych z zakresu odwadniania węgla w kopalniach Rybnickiej Spółki Węglowej SA wymaga udziału kadry naukowo-badawczej Głównego Instytutu Górnictwa.

LITERATURA

1. H. Aleksa + zespół : *Opracowanie technologii odwadniania najdrobniejszych węgla z ograniczeniem (wyliminowaniem) procesu termicznego suszenia i emisji pyłów i gazów do atmosfery*. Praca GIG nr VI.182.1994 .
2. H. Aleksa, S. Siekierka : *Sprawozdanie z wyjazdu służbowego do Stanów Zjednoczonych AP w 1995*.
3. *Górnictwo Węgla Kamiennego : Polityka Państwa i Sektora na lata 1996-2000 „Program dostosowania górnictwa węgla kamiennego do warunków gospodarki rynkowej i międzynarodowej konkurencyjności”*.
4. P. Gruca, S. Siekierka , A. Zieleźny: *Rozwój technologii wzbogacania węgla w zakładach przerobczych kopalń Rybnickiej Spółki Węglowej SA z uwzględnieniem efektywności inwestycji*. Praca naukowa GIG, Seria Konferencje Nr 12. 1996.
5. H. Aleksa, S. Krajewski: *Rozwiązania technologiczno-maszynowe sekcji odwadniania drobnoziarnistych węgla kamiennych*. Projekty-Problemy. Budownictwo Węglowe nr 5 1980.
6. Z. Nowak , H. Aleksa: *Overview of coal dewatering in Europe*. 11 th International Coal Preparation Exhibition and Conference Lexington Center . may 1994.

7. Bogenschneider , R.Ianitschek, M.Becker: *Entwässerungskonzepte als Voraussetzung für die Intensivaufbereitung von Steinkohle*. Glückauf 124. Nr 10. 1988.
8. Materiały informacyjne firmy : Siebtechnik, KHDHumboldt , CMI, Wemco-Bird, Tema.
9. H.Aleksa, Fr.Dyduch, E.Piech: *Możliwości intensyfikacji odwadniania niskopopiołowych zawiesin węglowych przez zastosowanie wirówek sedymentacyjno-filtracyjnych*. Przegląd Górniczy Nr 7-8, 1994.
10. Opracowanie technologii odwadniania koncentratów flotacyjnych węgla koksowego z zastosowaniem nowej generacji maszyn dla ograniczenia (wyeliminowania) emisji pyłu węglowego i szkodliwych gazów do atmosfery. Praca GIG o symbolu 3057005BU.1996.
11. Technologia odwadniania najdrobniejszych węgli kamiennych - stan i kierunki rozwoju. Referat GIG, 1996.
12. Raport o negatywnych skutkach pogorszonej jakości węgla kamiennego i zagrożeniu bezpieczeństwa ruchu elektrowni. Ministerstwo Energetyki i Energii Atomowej. Warszawa 1980.

Recenzent: Dr inż. Jerzy Białas

Wpłynęło do Redakcji 20.09.1996 r.

Abstract

The technical - machinery solutions of coal dewatering which are utilized in Rybnicka Coal Company are characterized in the paper. The influence of water content on prices, quality of coal and structure of final, salable products is described. Also the influence of increase moisture content in hard coal on its combustion in power plant and degassing process in coking plant is described. On the base of foreign solutions the new technologies of dewatering are presented. Those technologies are environmental friendly and more effective than until now used in Poland. They can be used in machinery schemats of modernized and build processing plants. The connection between slime-water circuit and final water content in products is reveal. The technical solutions of coal dewatering shown in this paper are essential compound of technical and financial restructurisation of mines in Rybnicka Coal Company. They are introduced in program of adjustment of hard coal mining to the market economy and international competition.