

Usprawnienia konstrukcyjne powietrznego stołu koncentracyjnego typu FGX-1 mające na celu optymalizację jego pracy*

1. Wstęp

Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Oddział Zamiejskowy w Katowicach, pod koniec 2012 r. zakupił w Chinach i wdrożył instalację powietrznego stołu koncentracyjnego przeznaczonego do suchej separacji węgla surowego. Instalacja ta ma charakter mobilny i jest stanowiskiem badawczym, o wydajności kilku ton, mającym na celu określenie podatności różnego rodzaju węgla surowych z kopalń i składowisk odpadów powęglowych na proces suchej separacji. Tego typu stanowisko jest pierwszym w Polsce i w krajach Unii Europejskiej [8, 10]. Nadmienić należy, że obecnie w świecie pracuje z sukcesem ponad 2000 przemysłowych instalacji o wydajnościach 20-1000 Mg/h. Głównymi zadaniami tej technologii jest odkamienianie węgla surowego na sucho, usunięcie siarki pirytovej i oddzielenie w formie dodatkowego produktu ziaren poniżej 0,5 mm, (które w metodzie mokrego wzbogacania trafiają do obiegu wodno-mułowego). Zasady wzbogacania, na powietrznym stole koncentracyjnym zostały opisane w pracach [1, 3, 4, 5, 12, 14, 15, 19].

Urządzenie badawcze FGX-1 zostało usytuowane w Zakładzie Górniczym „Sobieski” należącym do spółki TAURON Wydobyte S.A., a ostatnio zostało przeniesione na teren Zakładu Górniczego „Janina”. W pierwszym okresie przeprowadzono prace mające na celu opisanie sposobów regulacji parametrów pracy urządzenia. Wymagało to prowadzenia wielokrotnie powtarzanych prób, w różnych konfiguracjach ustawień, oraz po zdobyciu niezbędnych doświadczeń dokonania pewnych zmian adaptacyjnych mających celu uzyskiwanie korzystnych wyników. W kolejnych okresach prowadzono badania nad odkamienianiem dostarczonych prób węgla surowego z kilku kopalń węgla kamiennego. Rezultaty niektórych prac przedstawiono w wielu publikacjach autorów niniejszego artykułu [2, 6, 11, 13, 16, 17, 18, 21].

W prezentowanym poniżej tekście opisano dokonane zmiany konstrukcyjne posiadanego w IMBiGS stołu FGX-1. Korzystano także z doświadczeń pracujących w świecie urządzeń przemysłowych [20, 22, 23].

2. Problemy występujące w czasie pracy powietrznego stołu koncentracyjnego

Warunki górnictwo-geologiczne i eksploatacja kilku pokładów o odmiennej charakterystyce technologicznej jest powodem istotnych zmian parametrów jakościowych wydobywanego na powierzchnię urobku węglowego. Również stopień zanieczyszczenia urobku

węglowego skała płonna ulega dużym wahaniom. W takiej sytuacji muszą ulec zmianie parametry położenia płyty roboczej, tj. kąt podłużny i poprzeczny dla utrzymania stabilności procesu suchej separacji oraz wysokość ustawienia progów rozładowniczych.

W rzeczywistości maszyna zaprojektowana jest do pracy z nadawą o stałym uziarnieniu i niewielkimi wahaniami zawartości kamienia. Z tego też względu wykonanie opisanych wyżej regulacji wymaga każdorazowo wstrzymania procesu podawania nadawy do urządzenia i opróżnienia powierzchni płyty roboczej. Przeprowadzane prace regulacyjne wymagają dodatkowego czasu i prowadzone są ręcznie, co wpływa bardzo negatywnie na ciągłość procesu odkamieniania. W trakcie prowadzenia prac badawczych zauważono pewne niekorzystne zjawiska wpływające na jakość uzyskiwanych produktów rozdziału. Problemy te zostały opisane także w chińskich publikacjach [20, 22, 23].

Analiza tych zjawisk pozwoliła wyodrębnić przyczyny powodujące pogarszanie się jakości koncentratów i odpadów.

2.1. Przyczyny nadmiernej zawartości zanieczyszczeń (odpadów) w koncentracie

Do głównych przyczyn nadmiernej zawartości zanieczyszczeń (odpadów) w koncentracie zaliczyć należy:

- niewystarczającą ilość dostarczanego powietrza spowodowaną uszkodzeniami (wytarcia, skorodowanie) wirnika głównego wentylatora;
- niewystarczającą ilość dostarczanego powietrza spowodowaną nieuszczelniościami kanału ssącego odpylacza cyklonowego;
- nadmierne nagromadzenie materiałów obcych (zanieczyszczeń), tj. folia plastikowa, papier itp. w kanale lub komorach powietrznych głównego separatora, które blokują przepływ powietrza przez otwory w płycie stołu koncentracyjnego i powodują znaczące zmniejszenie ilości podawanego powietrza. Zaobserwowano, że wskazania amperomierza wentylatora głównego nie sygnalizują w sposób oczywisty zaistniałej sytuacji;
- zbyt niskie ustawienie progów wyładowniczych w sekcji koncentratu i przerostu, co jest przyczyną zbyt szybkiego przemieszczania się nadawy w tych sekcjach, słabego rozwarstwienia materiału na stole oraz zjawiska przesypania się odpadów do zbiornika na koncentrat bez separacji;
- zbyt niskie ustawienie stałowych grzebieni ukierunkowujących ruch materiału po płycie roboczej;

* Artykuł był prezentowany na Konferencji Inżynierii Mineralnej (MEC 2015) i przekazany do druku w Inżynierii Mineralnej 2016

- uszkodzenia pokrytej gumą powierzchni stołu koncentracyjnego w sekcji koncentratu i przerostu oraz korozję lub uszkodzenia grzebieni ukierunkowanych.

Występuje także szereg pomniejszych powodów przyczyniających się do wzrostu ilości zanieczyszczeń w koncentracji. Zaliczyć do nich należy: zbyt duże podłużne pochylenie stołu, krytyczne siły wzbudzające pracę napędów wibracyjnych, itp. Powody te można wyeliminować poprzez prawidłowo przeprowadzoną regulację urządzenia.

2.2. Przyczyny nadmiernej ilości węgla w odpadach

Do głównych przyczyn nadmiernej zawartości węgla w odpadach zaliczyć należy:

- zbyt wysokie ustawienie progów wyładowczych (przesypowych) w sekcjach koncentratu i przerostu,
- zbyt duże podłużne nachylenie stołu,
- częściowe mieszanie się podawanego materiału do suchej separacji z fluidyzowanym produktem kierowanym na płycie w strefę produktu pośredniego,
- niedostateczne naprężenie jednego z cięgien zawiesia stołu co powoduje powstawanie zmiennych niejednorodnych wibracji. Fakt ten może być powodem zniszczenia lub rozszczelnienia urządzenia, dlatego też zalecane jest częste kontrolowanie naprężenia cięgien zawiesi.
- nadmierną, powyżej zalecanej, wilgotność węgla, która powoduje: słabe rozwarstwienie materiału w trakcie procesu separacji, niestabilny ruch materiału na płycie roboczej stołu, przedostawanie się ziaren węgla do odpadów oraz w ostateczności zanik przebiegu procesu suchej separacji.
- poważne uszkodzenia np. wytarcie gumowej powierzchni stołu.

2.3. Nadmierna ilość nadawy na płycie stołu

Nadmierna ilość nadawy na płycie stołu koncentracyjnego może być spowodowana:

- nagłym wzrostem wilgotności, powyżej standardowej zalecanej przez producenta,
- niedostatecznym otwarciem zaworów wlotowych powietrza,
- niestabilną pracą napędu wibracji (wzrost głośności pracy urządzenia).

W przypadku stwierdzenia nadmiernej ilości nadawy na płycie roboczej stołu należy zmniejszyć ilość podawanego materiału lub zatrzymać proces.

Brak reakcji obsługi w takiej sytuacji może spowodować trwałe nieodwracalne uszkodzenie urządzenia.

2.4. Zmiany jakości nadawy surowego węgla

Znaczne wahania jakości nadawy, o czym już powyżej wspomniano, mogą doprowadzić do zmniejszenia wychodu koncentratu, a więc skutkują mniejszymi wpływami ze sprzedaży węgla i powodują straty ekonomiczne kopalni. Zjawisko to jest trudne do zauważenia przez obsługę urządzenia FGX, gdyż aby przeciwdziałać

zapyleniu, płyta stołu jest osłonięta fartuchem. Z tego też względu wymagane jest, aby obsługa obserwowała na bieżąco pracę urządzenia i reagowała na zauważone nieprawidłowości. Gdy zjawisko to występuje należy dokonać:

- powtórnej, dwukrotnej regulacji kątów nachylenia płyty stołu w płaszczyźnie poziomej i pionowej, pierwszej dla obserwacji, następnej w celu wyboru najkorzystniejszego ustawienia płyty roboczej,
- regulacji dopływu powietrza w celu dostosowania ustawień przesłon dławiących dla komór koncentratu i przerostu.

Powyżej wymienione zalecenia sformułowano w oparciu o długoletnie chińskie doświadczenia w użytkowaniu powietrznych stołów typu FGX. Potwierdzają je także dotychczasowe krajowe praktyczne doświadczenia.

3. Zmiany konstrukcyjne doświadczalnego stołu IMBiGS

Instalacja FGX-1 zakupiona w Chinach posiada gwarancję wykonawcy. Aby nie stracić tej gwarancji urządzenie nie powinno być poddawane znacznym przeróbkom, które spowodować by mogły wycofanie się producenta z obowiązku naprawy usterek, które teoretycznie mogłyby wystąpić.

Producent stołów koncentracyjnych typu FGX Tangshan Shenzhou Manufacturing Co. Ltd. wykonuje urządzenia o odpowiednio dobranych zmiennych parametrach technicznych, których ustawienie uzależnione jest od charakterystyki technologicznej urobku węglowego kierowanego do badań. Przy zabudowie i rozruchu urządzenia do suchej separacji przestrzegane muszą być instrukcje i zalecenia producenta tak, aby osiągnąć oczekiwany efekt. Konserwacja i obsługa instalacji wymaga, tak jak dla każdego urządzenia, w pełni wykwalifikowanej załogi. Na ogół, po zabudowaniu urządzenia, pracownicy serwisu fabrycznego opracowują schemat pracy urządzenia, uwzględniając lokalną jakość węgla i istniejącą infrastrukturę. Po zabudowaniu urządzenia przedstawiciel producenta wykonuje serię niezbędnych prób rozruchowych dla osiągnięcia wymaganych założeń technologicznych narzuconych przez odbiorcę. Następnie ma miejsce dokumentacyjne przekazanie urządzenia użytkownikowi z opracowaną kartą pracy, uwzględniającą jakość węgla i istniejącą infrastrukturę.

Przy zakupie stołu FGX-1 przez IMBiGS, producent oferował przysłanie specjalisty, który dokona regulacji pracy stołu. Z uwagi na fakt, że zakupione urządzenie miało być instalacją badawczą zrezygnowano z tej propozycji. Wiadomo było, że badaniom poddawane będą różne jakościowo węgle, a więc regulacje będą prowadzone na bieżąco w zależności od założonego celu badań. Prawie trzyletnie badania odkamieniania urobku węglowego na stole FGX-1 pokazały jednak, że niezbędne są pewne zmiany konstrukcyjne stołu. Przeprowadzono je we własnym zakresie opierając się na własnym zdobytym doświadczeniu i obserwacji pracy instalacji. Poniżej omówiono dokonane zmiany konstrukcyjne i powody ich wprowadzenia.

3.1. Zabudowa nowego rozwiązania progu przesypowego odbioru produktu węglowego

Proces suchej separacji węgla zachodzi w ciągłym strumieniu powietrza i polega na stopniowym wydzieleniu z nadawy ziaren o określonej gęstości. Jednocześnie następuje selekcja ziaren pod względem wielkości. W pierwszej strefie rozdziału zachodzi koncentracja ziaren o najmniejszej gęstości, ale również o największych wymiarach. Ziarna te są transportowane do progu przesypowego produktu węglowego i powinny opuszczać w tym miejscu płytę roboczą stołu. Taki proces nie zawsze miał miejsce. Tylko niewielka ilość największych ziaren węglowych opuszczała płytę. Pozostała (większa) ilość ziaren węglowych pod wpływem ruchu wibracyjnego płyty kierowana była do tylnej części płyty. Powodowało to mieszanie się z ziarnami nowo wprowadzanej nadawy i zaburzanie ich rozdziału. Ziarna węglowe o największych rozmiarach transportowane były wzdłuż tylnej części płyty do strefy produktu pośredniego. Pod wpływem znajdujących się na powierzchni ukierunkowanych grzebieni ulegały przemieszczaniu się do strefy progu przesypowego produktu pośredniego. Podczas trwania procesu rozdziału opuszczały płytę roboczą, trafiając do produktu pośredniego. Efektem tak opisanego ruchu ziaren było uzyskiwanie lepszych parametrów produktu pośredniego niż produktu węglowego. Niepotrzebny zawrót grubych ziaren węglowych powodował dodatkowe wtórne obciążanie płyty roboczej, zmniejszając jej wydajność. Ziarna zajmując miejsce w środkowej części płyty powodowały spychanie mniejszych ziaren węglowych znajdujących się na płycie roboczej do strefy odpadowej. W ten sposób zredukowano powierzchnię płyty dla rozdziału mniejszych ziaren węglowych. Skutkiem tego uzyskiwano gorsze parametry odpadów. Ziarna węglowe z powodu zbyt małej powierzchni do rozdziału nie były w stanie wydzielić się ze strugi ziaren odpadowych. W konsekwencji trafiały do odpadów. Proces przerzutu grubych ziaren węglowych dotyczył prawie każdego rodzaju materiału badawczego. Wykonano nową konstrukcję progu przesypowego produktu węglowego. Istota zmiany polega na stworzeniu możliwości regulacji długości progu służącego do odbioru produktu węglowego. W wyniku skrócenia długości progu uzyskuje się na płycie odcinek wolny progu przesypowego. Przez tak powstałą wolną powierzchnię



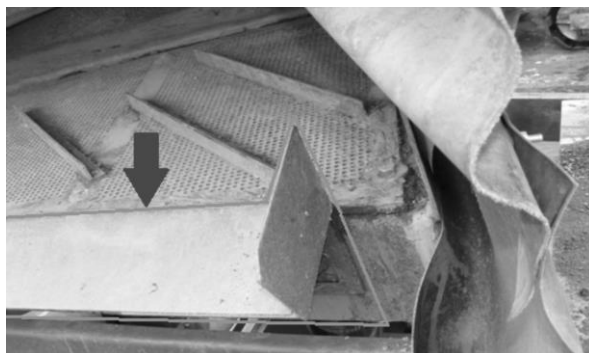
Zdj. 1a. Konstrukcja progu przesypowego odbioru produktu węglowego

grube ziarna węglowe swobodnie opuszczają w pierwszej fazie rozdziału płytę roboczą. Wykonana konstrukcja progu przesypowego produktu węglowego ogranicza zawrót grubych ziaren węglowych do części odbioru produktu pośredniego, eliminuje kontakt grubych ziaren węglowych z nadawą, zmniejsza niepotrzebne dodatkowe obciążenie płyty oraz eliminuje ograniczenie wydajności instalacji FGX-1. Dodatkowa zabudowa progu przesypowego produktu węglowego o zmiennej jego długości przyczyniła się także do skuteczniejszego usuwania ziaren pirytu z urobku węglowego. Proces ten został zauważony optycznie w trakcie wykonywania prób badawczych potwierdzonych następnie analizami zawartości siarki w wydzielanych produktach rozdziału. Zjawisko to jest szczególnie istotne przy wzbogacaniu wysokozasiarczonych węgla. Zdjęcia 1a i 1b przedstawiają konstrukcję progu przesypowego odbioru produktu węglowego.

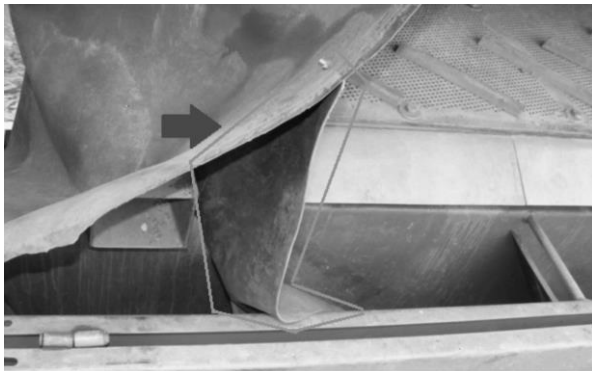
3.2. Zabudowa fartucha umożliwiająca odbiór z końcowej części płyty roboczej rozdzielanego materiału do produktu pośredniego

Podczas prowadzenia prac badawczych w końcowej części płyty rozdzielony produkt trafiał do odpadu. Taki rozdział produktu wynikał z konstrukcji płyty i z konstrukcji odbioru wydzielanego produktu, tj. z braku odpowiedniej konstrukcji klapy umożliwiającej całkowity odbiór wydzielanego na płycie roboczej produktu rozdzielanego. Wykonywane oznaczenia jakościowe (zawartość popiołu i wartość opałowa) produktu z końcowej części płyty wskazywały, iż trafia tam materiał, który nie powinien przechodzić do odpadów. Fakt ten był również zauważalny podczas obserwacji przebiegu procesu rozdziału dowolnego materiału badawczego.

Zmiana parametrów ustawienia płyty również nie zmieniała jakości końcowego produktu rozdzielanego. Nie wpływała na poprawę jakości uzyskiwanych parametrów. Obserwacje te pozwoliły na podjęcie decyzji o zabudowaniu dodatkowego fartucha. Zabudowa fartucha umożliwiła skierowanie wąskiej, końcowej strugi wydzielanego produktu do zbiornika na produkt pośredni. Takie przeregulowanie drogi strugi materiału pozwoliło na poprawę jakościową wydzielanych odpadów. Rozwiązanie to może być w każdej następnej próbie badawczej wyeliminowane, jeśli zajdzie w trakcie prowadzenia badań taka potrzeba.



Zdj. 1b. Konstrukcja progu przesypowego odbioru produktu węglowego



Zdj. 2a. Zabudowa fartucha umożliwiająca odbiór z końcowej części płyty roboczej rozdzielonego materiału do produktu pośredniego



Zdj. 2b. Zabudowa fartucha umożliwiająca odbiór z końcowej części płyty roboczej rozdzielonego materiału do produktu pośredniego

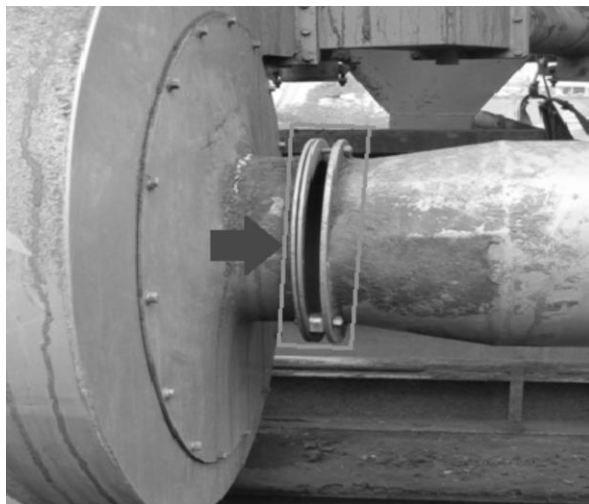
Na zdjęciach 2a i 2b przedstawiono zabudowę fartucha umożliwiającą odbiór z końcowej części płyty roboczej rozdzielonego materiału do produktu pośredniego.

3.3. Zwiększenie wydatku produkowanego przez dmuchawę powietrza

Instalacja FGX-1 jest wyposażona w dmuchawę, produkującą maksymalnie 5000 m³/h sprężonego powietrza kierowanego pod płytę roboczą. W fazie rozdziału materiał powinien, pod wpływem ciągłego podawanego strumienia powietrza, być unoszony tworząc warstwę sfuidyzowaną. W przeprowadzonych badaniach wstępnych zjawisko unoszenia materiału na płycie często nie występowało. Brak rozluźnienia materiału w tej warstwie uniemożliwiał i ograniczał jego rozdział według gęstości. Skutkowało to również słabymi efektami rozdziału. Wprowadzona zbyt duża ilość materiału na płytę, w stosunku do ilości powietrza, powodowała słabą jego fluidyzację lub jej miejscowy zanik. Konsekwencją braku powietrza było przesunięcie granicy rozdziału pomiędzy strefą węglową i odpadową. Praca płyty sprowadzała się do roli przetransportowywania wprowadzonego materiału. Aby ponownie przeprowadzać na płycie suchą separację węgla należało ograniczyć ilość wprowadzanego materiału badawczego. Prace badawcze prowadzono przy wydajności ok. 550 kg/h. Uzyskiwany efekt rozdziału był niewspółmierny w stosunku do wydajności. Producent określił wydajność instalacji w granicach 8 do 10 Mg/h. Opisany mankament wydatku powietrza w prowadzonym procesie rozdziału nie mógł być zignorowany. Zaprzeczal informacji podanych w dokumentacji techniczno-ruchowej instalacji. Wypaczał ideę suchej separacji węgla. Instalacja nie jest wyposażona w urządzenia do kontroli ilości przepływu powietrza. Nie posiada też zabudowanych manometrów ciśnieniowych na kolektorach doprowadzających sprężone powietrze pod płytę. Brak kontroli nad rozdziałem powietrza trafiającego pod poszczególne strefy płyty utrudnia jego właściwy ilościowy dobór w stosunku do grubości warstwy rozdzielanego materiału (jego wydajności).

W celu zwiększenia wydatku powietrza pod płytą rozpięto rurociąg ssawny z dmuchawą. Uzyskano stałą szczelinę, dzięki czemu zwiększono ssanie dmuchawy. Uzyskano efekt zwiększenia ilości produkowanego

powietrza (zwiększono efekt ciśnieniowy). Zdjęcie 3 przedstawia układ pracy instalacji z rozszczelnionym króćcem ssawnym.



Zdj. 3. Rozszczelniony króciec ssawny

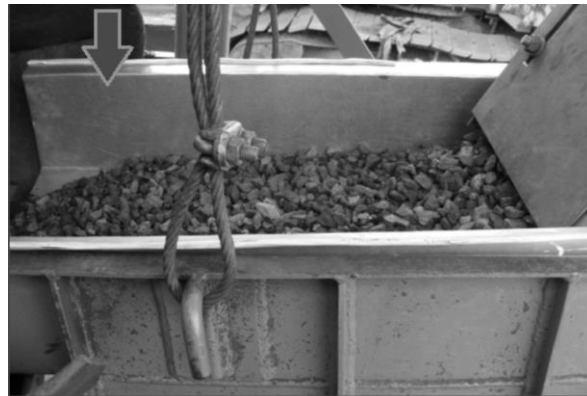
Zmiana konstrukcyjna ssania dmuchawy poprawiła znacznie efekt fluidyzacji ziaren na płycie. Uzyskany dodatkowy wydatek powietrza pozwolił na zwiększenie ilości podawanego materiału badawczego. Poprawiono efektywność suchej separacji węgla oraz zwiększono wydajność przebiegu procesu do 2,5 Mg/h. Problematyka sposobu doprowadzania i pomiaru ilości powietrza pod płytę będzie przedmiotem dalszych analiz. Wprowadzona zmiana wpłynęła na poprawę skuteczności uławiania wydzielanego pyłu w instalacji FGX-1.

3.4. Zabudowa kłapy regulacyjnej na rynnie podawczej do podajnika

Podawanie materiału ze zbiornika buforowego na płytę roboczą realizowane jest przez podajnik wibracyjny. Wydajność podajnika w początkowej fazie wykonywanych prac badawczych była regulowana poprzez opuszczanie podajnika na linach. Proces regulacji w praktyce okazał się dość uciążliwy. Zmiana regulacji nie była płynna i następowała ze zwłoką czasową. Pojawiały się na płycie pośrednie fazy rozdziału trudne



Zdj. 4. Zabudowa kłapy regulacyjnej na rynnie podawczej do podajnika



Zdj. 5. Podajnik wyłożony blachą ocynkowaną

do zinterpretowania. Czasami nawet bez możliwości logicznego wyjaśnienia. Badania wymagały przeregulowania wydajności instalacji w sposób szybki, dający możliwość wzrokowego zinterpretowania zachodzącego procesu suchej separacji węgla. W celu wyeliminowania opisanej uciążliwości zmiany wydajności obcięto rynnę na podajniku oraz zabudowano na ścianie czołowej rynny kłapę regulacyjną. Tak zmodyfikowany układ regulacji po wykonaniu kolejnych prób badawczych spełnił zaplanowaną funkcję.

Zdjęcie 4 pokazuje zabudowaną kłapę regulacyjną przed podajnikiem wibracyjnym.

3.5. Wyłożenie podajnika blachą ocynkowaną

Zgodnie z dokumentacją producenta instalacji FGX-1 wydajność suchej separacji węgla określona została na poziomie 8–10 Mg/h. Zwiększenie ssania na dmuchawie umożliwiło osiągnięcie wydajności suchej separacji węgla do poziomu 2,5 Mg/h. Dalsze zwiększanie wydajności podawanego materiału badawczego było bardzo ograniczone. Podajnik wibracyjny pracował z maksymalnym pochylem. Dalsze jego opuszczanie w celu zwiększenia wydajności instalacji stało się niemożliwe. Podajnik sięgał płyty roboczej. Aby umożliwić dalsze opuszczanie podajnika, w celu zwiększenia wydajności instalacji, należałoby opuścić na linach konstrukcję płyty roboczej. Innym łatwiejszym rozwiązaniem było wyłożenie (od wewnątrz) ścian podajnika blachą ocynkowaną. Po przeanalizowaniu obu wariantów wybrano rozwiązanie podajnika blachą ocynkowaną. Zastosowane rozwiązanie pozwoliło ograniczyć opory przesuwu materiału po dnie koryta podajnika. Umożliwiło też dalsze sukcesywne zwiększenie wydajności instalacji do poziomu 5 Mg/h. Zdjęcie 5 przedstawia podajnik wyłożony blachą ocynkowaną.

3.6. Zmiana konstrukcyjna progu przesypowego do odbioru produktu odpadowego

Układ pracy płyty instalacji FGX-1 może przebiegać z wykorzystaniem dodatkowego koryta odbioru produktu odpadowego. Wówczas płyta robocza przyjmuje funkcję odbioru produktu węglowego i pośredniego. Natomiast koryto znajdujące się w końcowej części płyty przejmuje odbiór w całości produktu odpadowego. Wykonywane badania jakościowe pobranego produktu pośredniego z końcowej części płyty

wykazywały zawartość w nim ziaren odpadowych na poziomie 4%. W celu zniwelowania strat węgla w odpadach (głównie drobnych ziaren), dokonano w konstrukcji progu przesypowego produktu odpadowego zabudowy dodatkowego grzebienia. Dzięki temu wyeliminowano przepad ziaren węglowych do odpadów utrzymując stabilną i bardzo dobrą jakość produktu odpadowego z zabudowanego dodatkowego korytka.

Konstrukcja ta nie narusza podstawowej konstrukcji instalacji FGX-1. Wykonane badania jakości odpadu i produktu pośredniego potwierdziły słuszność wprowadzonych zmian konstrukcyjnych. Zmiana ta pozwoliła na poprawę przebiegu procesu suchej separacji poprzez ostrzejszy rozdział jakościowy produktów, dalszą redukcję strat węgla w odpadach oraz nie ograniczyła wydajności instalacji FGX-1. Zdjęcia 6a i 6b przedstawiają zmianę konstrukcyjną progu przesypowego do odbioru produktu odpadowego.

4. Podsumowanie

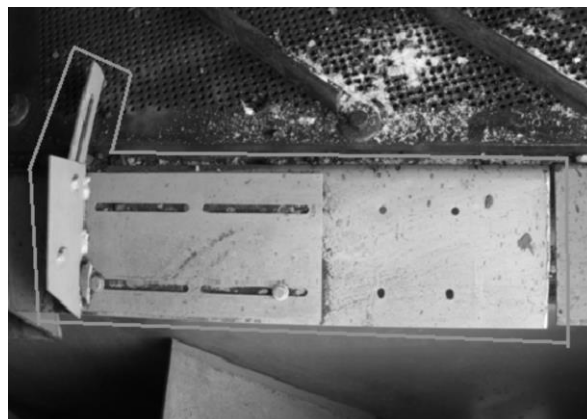
Prowadzone prace badawcze pozwoliły na podjęcie decyzji usprawniających pracę powietrznego stołu koncentracyjnego. Po przeanalizowaniu wzrokowym przebiegu procesu i na podstawie wyników analiz laboratoryjnych wprowadzono zmiany konstrukcyjne polegające na:

- zabudowie nowego rozwiązania progu przesypowego odbioru produktu węglowego,
- zabudowie fartucha umożliwiającego odbiór z końcowej części płyty roboczej rozdzielanego materiału do produktu pośredniego,
- zwiększeniu wydatku produkowanego przez dmuchawę powietrza,
- zabudowie kłapy regulacyjnej na rynnie podawczej do podajnika,
- wyłożeniu podajnika blachą ocynkowaną,
- zmianie konstrukcyjnej progu przesypowego do odbioru produktu odpadowego.

Usprawnienia te nie naruszają podstawowej konstrukcji instalacji. Skutkowały natomiast poprawą jakości produktów oraz zwiększyły wydajność instalacji FGX-1.



Zdj. 6a. Zmiana konstrukcyjna progu przesypowego do odbioru produktu odpadowego



Zdj. 6b. Zmiana konstrukcyjna progu przesypowego do odbioru produktu odpadowego

Literatura

- Baic I., Blaschke W.: Analiza możliwości wykorzystania powietrznych stołów koncentracyjnych do otrzymywania węglowych paliw kwalifikowanych i substytutów kruszyw. *Polityka Energetyczna* 2013. Tom 16, z.3. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, 2013., s. 247 – 260.
- Baic I., Blaschke W., Sobko W., Szafarczyk J., Okarmus P.: Badania możliwości usuwania kamienia z urobku węgla koksowego na powietrznych stołach koncentracyjnych. *Monografia – „Innowacyjne i przyjazne dla środowiska techniki i technologie przeróbki surowców mineralnych” „KOMEKO 2014”*. Wyd. ITG KOMAG, Gliwice 2014, s.65 – 79.
- Baic I., Blaschke W., Sobko W.: Ekologiczne oczyszczanie urobku węgla kamiennego za pomocą powietrznych stołów koncentracyjnych. Na mokro czy na sucho. *Kwartalnik Ekologia*. Wyd. Polska Izba Ekologii nr 1/69 2014, s.32 – 24.
- Baic I., Blaschke W., Sobko W., Szafarczyk J., Buchalik G.: Nowoczesne powietrzne stoły koncentracyjne do wzbogacania węgla kamiennego. *Mat. Konf. „Nowoczesne rozwiązania z zakresu procesów technologicznych przeróbki węgla”*. Wyd. CNP EMAG (płyta CD), Katowice-Szczyrk 2014, s. 60 – 71.
- Baic I., Blaschke W., Szafarczyk J.: Dry deshaling of coal. *Proceedings of the 18th Conference on Environment and Mineral Processing. Part II*. Wyd. VSB – TU Ostrava 2014, s. 191 – 196.
- Baic I., Blaschke W., Sobko W., Szafarczyk J.: Badania nad wzbogacaniem węgla kamiennych na powietrznych stołach koncentracyjnych. *Wiadomości Górnicze* nr 7-8, 2014, s. 417 – 421.
- Baic I., Blaschke W., Szafarczyk J.: Dry coal cleaning technology. *Inżynieria Mineralna* z.2/34, *Rocznik XV*, 2014, s. 257 – 262.
- Baic I., Blaschke W., Szafarczyk J.: The First FGX Unit in the European Union. *CPSI Journal – a Magazine by the Coal Preparation Society of India*. Vol. VI. No 16, 2014, s. 5 – 12.
- Baic I., Blaschke W., Szafarczyk J.: Vyskum testovania sucheho procesu upravy uhlia sliezskej panvy. *Zbornik prednasok mezinarodnej konferencie „Nova surovinova politika – Progressivne technologie v bannictve,geologii a zivotnom prostriedi”* Demanovska Dolina, Slovak Republic. 2014, s. 101 – 109.
- Baic I., Blaschke W., Buchalik G., Szafarczyk J.: The first FGX unit in the European Union.in "Thesis Collection of FGX Dry Coal Preparation Technology.Tangshan Shenzhou Manufacturing Co.,Ltd, China, 2014, s. 21 – 27.
- Baic I., Blaschke W., Sobko W.: Badania nad odkamienianiem energetycznego węgla kamiennego na powietrznych stołach koncentracyjnych, *Rocznik Ochrony Środowiska Annual Set The Environment Protection Vol. 17*, 2015, Wyd. Środkowo- Pomorskie Towarzystwo Naukowe Ochrony Środowiska, Koszalin, str. 958 – 972.
- Baic I., Blaschke W., Góralczyk S., Szafarczyk J., Buchalik G.: Nowa ekologiczna metoda usuwania zanieczyszczeń skałą płonną z urobku węgla kamiennego. *Rocznik Ochrony Środowiska Annual Set The Environment Protection Vol. 17*, 2015, Wyd. Środkowo-Pomorskie Towarzystwo Naukowe Ochrony Środowiska, Koszalin, str. 1274 – 1284.
- Baic I., Blaschke W., Sobko W., Fraś A.: Application of Air Concentrating Table for Improvement in the Quality Parameters of the Commercial Product „Jarek” *Inżynieria Mineralna*. Z.1/35. *Rocznik XVI*. 2015.
- Blaschke W., Baic I.: Wykorzystanie powietrznych stołów koncentracyjnych do otrzymywania substytutów kruszyw metodą deshalingu. *Kruszywa*. Z. 3, 2013, s. 48 – 50.
- Blaschke W.: Nowa generacja powietrznych stołów koncentracyjnych. *Zeszyty Naukowe Instytutu GSMiE PAN* nr 84, 2013. s. 67 – 74.
- Blaschke W., Baic I.: Otrzymywanie substytutów kruszyw z wykorzystaniem metody deshalingu. *International conference „The new mineral policy and progressive Technologies in Mining, Geology and Environment”*. Wyd. Slovakian Mining Society. Demianowska Dolina – Słowacja 2013, pp. 121 – 125.
- Blaschke W., Okarmus P., Ziomber S.: Skuteczność suchego odkamieniania węgla koksowego metodą separacji na powietrznych stołach koncentracyjnych. *Monografia – „Innowacyjne i przyjazne dla*

- środowiska techniki i technologicie przeróbki surowców mineralnych” „KOMEKO 2014”. Wyd. ITG KOMAG, Gliwice 2014, s. 81 – 91.
18. Blaschke W., Baic I., Witkowska-Kita B.: Badania podatności węgla kamiennych na proces rozdziału metodą suchej separacji. Polityka Energetyczna tom 17 z. 4, 2014, s.117 – 126.
 19. Blaschke W., Baic I., Szafarczyk J.: Układy technologiczne wzbogacania węgla kamiennego z wykorzystaniem procesu deshalingu. Prezentacja na Mineral Engineering Conference (MEC) 2014.
 20. Peng Xianhua, Cai Yixian, Yang Tianyin: Application of FGX-12 compound dry cleaning machine in Cleaned Coal Company of Panzhihua Coal Mining Group Co.,Ltd. China Coal. Ed. Tangshan Shenzhou Machinery Co.,Ltd. z.1 2006. S.104-107
 21. Sobko W., Blaschke W., Fraś A.: Odsiarczanie i odpopielanie produktu „Jaret” z wykorzystaniem powietrznego stołu koncentracyjnego. Monografia – „Innowacyjne i przyjazne dla środowiska techniki i technologicie przeróbki surowców mineralnych” „KOMEKO 2015”. Wyd. ITG KOMAG, (płyta CD) Gliwice 2015, s. 81 – 90
 22. Yu Gang: Application of compound dry coal cleaning machine in the Donghai Mine. China Coal. Ed. Tangshan Shenzhou Machinery Co. Ltd., z. 1 2006. s. 83 – 84 i 88.
 23. Zhang Songtao, Ding Keyu: Analysis on application of compound dry cleaning machine in Changcun Mine. China Coal. Ed. Tangshan Shenzhou Machinery Co. Ltd., z. 1 2006. s. 95 – 97



Parametry produkowanych w Chinach stołów koncentracyjnych typu FGX

Model	Klasa ziarnowa [mm]	Wydajność [Mg/h]	Wymiary (dł.×wys.×szer.) [m]	Całkowita moc urządzeń [kW]
FGX-1	60-0	~10	5,7 × 3,1 × 6,0	24,63
FGX-2	60-0	~20	7,6 × 6,9 × 6,7	59,99
FGX-3	80-0	~30	9,2 × 8,3 × 8,7	73,75
FGX-6	80-0	~60	11,4 × 10,7 × 9,3	145,65
FGX-9	80-0	~90	12,9 × 12,0 × 9,5	278,25
FGX-12	80-0	~120	14,2 × 13,2 × 9,6	332,25
FGX-18A	80-0	~180	18,6 × 14,2 × 9,5	556,50
FGX-24A	80-0	~240	23,1 × 14,7 × 9,6	664,50
FGX-36A	80-0	~360	31,3 × 20 × 11,7	1121,78
FGX-48A	80-0	~480	25,4 × 20,9 × 11,7	1321,78
FGX-100A	80-0	~1000	30,4 × 26 × 19,5	2600,00