

Włodzimierz SIKORA

PRZYCZYNY DEGRADACJI UROBKU W ŚCIANACH PRODUKCYJNYCH

Streszczenie. O wartości technicznej i ekonomicznej węgla decyduje skład ziarnowy urobku. Mechanizacja urabiania kombajnami pociągnęła za sobą znaczną degradację urobku. Aktualnie udział węgla grubego, tj. powyżej 30 mm wynosi mniej niż 20%. O stopniu dezintegracji węgla decyduje szereg czynników, do których zaliczyć należy między innymi: kruszalność węgla, stosowane kombajny dwuramionowe, stosowane technologie urabiania i zawrębianie, wpływ niektórych czynników może być w pewnym stopniu ograniczony poprzez zmianę parametrów technicznych kombajnów oraz zmianę technologii urabiania i zawrębiania. W pracy podano wnioski zmierzające do poprawy składu ziarnowego urobku. Wprowadzenie zaproponowanych zmian może zwiększyć udział grubych sortymentów o kilka procent w stosunku do stanu obecnego.

1. Wprowadzenie

Skład ziarnowy urobku węglowego decyduje o jego wartości technicznej oraz ekonomicznej. Aktualne cenniki na węgiel są tak skonstruowane, że efektywność produkcji grubych sortymentów jest wysoce opłacalna. Ponadto technika spalania węgla u różnych odbiorców wymaga dużej ilości sortymentów grubych. Dotyczy to zwłaszcza gospodarki komunalnej oraz rolnictwa, zwłaszcza indywidualnego. Stąd też na obecnym poziomie produkcji grubych sortymentów istnieją jego braki. Ponieważ proces degradacji urobku pogłębia się z roku na rok konieczne jest opracowanie skutecznego programu zatrzymania, a następnie odwrócenia tych niekorzystnych tendencji.

Ażebym jednak opracować taki program niezbędne jest ustalenie przyczyn istniejącego stanu. Przyczyny tworzenia się drobnych sortymentów w przodkach można podzielić na trzy zasadnicze grupy:

- właściwości naturalne urabianych pokładów,
- stosowane maszyny do urabiania,
- stosowane technologie wybierania.

W tych trzech grupach należy szukać przyczyn stale rosnącej degradacji uzyskiwanego urobku. Omówiono je kolejno.

2. Wpływ właściwości naturalnych urabianych pokładów

Zdolność węgla do dezintegracji jest bardzo zróżnicowana i zależy od wytrzymałości danego węgla na ściskanie, a ta z kolei w znacznym stopniu zależy od struktury petrograficznej węgla w pokładzie. Węgłe zalegające w pokładach dzielą się makroskopowo na dwie zasadnicze odmiany petrograficzne, a mianowicie węgle błyszczące oraz węgle matowe. Węgłe błyszczące są z reguły kruche, zaś węgle matowe są zwięzłe. Między tymi dwoma odmianami skrajnymi istnieją odmiany pośrednie, będące mieszaniną węgla błyszczących i matowych. Od stosunku ilościowego jednej odmiany petrograficznej do drugiej zależą będą własności takiego węgla.

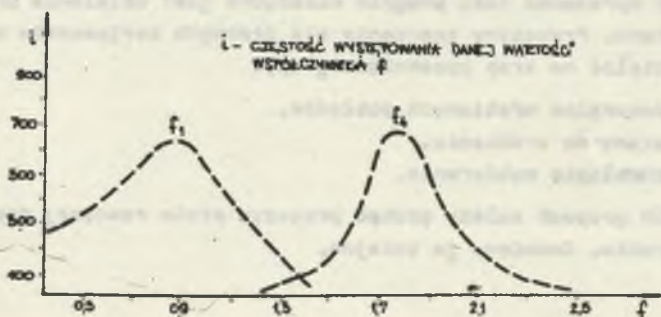
O stopniu dezintegracji urabianego węgla decydują w zasadniczym stopniu własności węgla. Węgłe kruche będą ulegać większej degradacji, a węgle zwięzłe mniejszej.

Charakter węgla z punktu widzenia jego podatności na dezintegrację określały różne wskaźniki wytrzymałościowe. Są to więc: wytrzymałość węgla na ściskanie i rozrywanie, współczynnik energetyczny tłuczenia (Protodiakonowa), współczynnik skrawalności, współczynnik kruszalności i wiele innych.

W naszym przemyśle węglowym najbardziej rozpowszechnionym był dotychczas współczynnik energetyczny tłuczenia f . Wskaźnik ten w pewnym stopniu charakteryzuje podatność węgla na kruszenie.

Im niższy wskaźnik f tym węgiel łatwiej urabialny, tym węgiel łatwiej dezintegrujący się. Dlatego też im niższy wskaźnik f tym węgiel bardziej podatny na kruszenie. Dla ilustracji tego problemu na rys. 1 przedstawiono wskaźnik f dla skrajnych węgla, a mianowicie węgla błyszczących oraz węgla matowych.

Z rysunku tego widać wyraźnie, że węgle błyszczące mają średni wskaźnik f dwukrotnie niższy od węgla matowych. Węgłe pośrednie mieszczą się między węglami skrajnymi. Ze względu na budowę petrograficzną węgle błyszczące posiadają zdecydowanie wyższe własności dezintegracyjne niż węgle



Rys. 1. Rozkład współczynników urabialności w węglu błyszczącym f_1 oraz matowym f_2

matowe, stąd też w pokładach o przewodze tych węgli nie należy się spodziewać zbyt korzystnych zmian w zakresie poprawy wychodu grubych sortymentów. A zatem już na podstawie znajomości wskaźnika f można wstępnie prognozować wychód sortymentów. Jednakże dla uściślenia tego wpływu konieczne jest powiązanie wskaźnika f ze wskaźnikiem kruszalności.

Powiązanie to wynika z analizy wzoru (1), opracowanego w laboratorium skrawania węgla IGD 1a. Skoczyńskiego w Moskwie [1].

$$W = 1 - e^{-\frac{\lambda d^a}{m}}, \quad (1)$$

gdzie:

W - wychód urabianego węgla, przechodzącego przez sito o otworach o średnicy d (mm),

λ - współczynnik uwzględniający sposób i warunki skrawania,

a - współczynnik charakteryzujący kruszalność węgla.

Współczynnik m może być wyznaczony ze wzoru (2)

$$m = \frac{\ln \Delta W}{\ln \Delta d^a} \quad (2)$$

Według badań wspomnianego laboratorium współczynnik m jest dla danego pokładu niezależny od sposobu i warunków urabiania. Waha on się w granicach od około 0,5 do 1,2. Współczynnik ten określa się z krzywej składu ziarnowego urobku. Przeprowadzone dla kilku pokładów w naszym Zagłębiu analizy pozwoliły ustalić ten współczynnik w granicach od 0,53 do 0,93. Jednakże zagadnienie to wymaga dalszych badań zwłaszcza w kierunku uzyskania zależności między f , a m , co przy dobrej znajomości f w naszym Zagłębiu pozwoliłoby na łatwe prognozowanie wpływu własności naturalnych na wychód sortymentów.

3. Wpływ stosowanych maszyn na wychód grubych sortymentów

Istotnym zagadnieniem jest sposób atakowania calizny węglowej. Aktualnie wszystkie pracujące u nas kombajny pracują na zasadzie frezowania. Kombajny bębnowe budowane są w odmianie jedno lub dwubębnowej. Bębny uzbrojone są w noże urabiające styczne lub promieniowe.

Analizując pracę pierwszych kombajnów bębnowych w naszym przemyśle węglowym należy przypomnieć, że posiadały one średnicę bębna urabiającego rzędu 600 mm lub 800 mm. Urabiały one zatem tylko część pokładu, która w zależności od grubości pokładu wynosić mogła nawet 50%. Nieurobioną bębnową część pokładu urabiało się ręcznie lub nawet materiałem wybuchowym, co dawało wysoki uzysk sortymentów grubych.

W następnych latach następował stały wzrost średnicy bębnow urabiających, zbliżający się do grubości urabianych pokładów, co znacznie obniżało wychód grubych sortymentów, stąd dalsza degradacja urobku węglowego.

Kolejny etap mechanizacji urabiania obejmował zastosowanie kombajnów dwubębnowych, frezujących już cały przekrój urabianych pokładów. I ten właśnie rozwój kombajnów w kierunku frezowania możliwie całej powierzchni wybieranego pokładu uniemożliwia zahamowanie degradacji urobku. W ekstremalnym przypadku kombajnów dwubębnowych, niefrezowana warstwa spada do zera, a zatem cały wybierany pokład pochodzi z urabiania bębniami.

Tablica 1

L a t a	1970	1975	1980	1982
Udział kombajnów % dwubębnowych	5,9	34,8	74,0	85,0
Udział grubych % sortymentów	30,43	27,13	21,7	21,1

W tablicy 1 pokazano udział ilościowy kombajnów dwubębnowych w ogólnej liczbie stosowanych kombajnów oraz uzyskiwany spadek sortymentów grubych. Z tablicy tej widać wyraźnie zachodzącą między tymi dwoma wartościami korelację. Im więcej kombajnów dwubębnowych tym mniejszy udział sortymentów grubych.

W tym miejscu konieczne jest wyjaśnienie dlaczego w kombajnach frezujących jest tak mały udział sortymentów grubych. Wynika to z zasady pracy kombajnów bębnowych, grubość frezowanej warstwy można obliczyć z prostego wzoru:

$$g = \frac{v_p}{v_s} \cdot L \quad (3)$$

gdzie:

- g - grubość skrawu [cm],
- v_p - prędkość posuwu [cm/min],
- v_s - prędkość skrawania [cm/min],
- L - odległość noży w linii [cm].

Równocześnie wzór na prędkość posuwu kombajnu ma postać:

$$v_p = \frac{N}{60 E_b \cdot H \cdot B} \quad \text{m/min}, \quad (4)$$

gdzie:

- N - moc zainstalowanych silników, [kW],
 E_b - energia właściwa skrawania, [kWh/m³],
 H - wysokość urabiania, [m],
 B - zabiór, [m].

Porównując ze sobą wzory (3) i (4) otrzymamy zależność na grubość skrawu:

$$g = \frac{L}{v_s} \cdot \frac{N}{60 E_b \cdot H \cdot B} \quad (5)$$

Jak z tego wzoru widać grubość skrawu dla danych warunków górniczo-geologicznych zależy będzie głównie od mocy zainstalowanej w kombajnie, Przyjmując:

- $L = 2,4 \text{ m}$
 $v_s = 180 \text{ m/min}$
 $E_b = 0,8 \text{ kWh/m}^3$
 $H = 3 \text{ m}$
 $B = 0,6 \text{ m}$

Otrzymano dla różnych produkowanych u nas kombajnów, w zależności od zainstalowanej mocy, różne grubości skrawu:

Tablica 2

Moc zainstalowana	Grubość skrawu
135 kW	1,5 cm
270 kW	3,0 cm
320 kW	3,8 cm
500 kW	6,0 cm

W tablicy 2 widać, że dopiero po przekroczeniu zainstalowanej mocy powyżej 300 kW możemy się spodziewać powstania w czasie urabiania frakcji o wymiarach powyżej 30 mm, czyli tzw. węgla grubego. Gdyby jednak zwiększyć wysokość urabiania do 3,8 m, co ma już w praktyce zastosowanie, grubość skrawu jeszcze się zmniejszy.

Na podstawie tej krótkiej analizy można stwierdzić, że dopiero zwiększenie mocy kombajnów do około 500 kW może poprawić sortyment urabianego węgla zwłaszcza w węglach trudno urabialnych. Polski przemysł maszyn górniczych wychodzi naprzeciw tym potrzebom poprzez opracowanie kombajnów KWB-6 oraz rodziny kombajnów KGS. Kombajny te wyposażone są już w silniki o mocach około 500 kW.

4. Stosowane technologie wybierania

Stosowane technologie wybierania czy urabiania mogą wywierać znaczący wpływ na wychód grubych sortymentów. Przede wszystkim zasygnalizować tutaj należy celowość niefrezowania całej urabianej grubości pokładu. O stanie techniki urabiania kombajnem bębnowym, z punktu widzenia użytku grubych sortymentów, decydować będzie tzw. wskaźnik frezowania calizny. Wskaźnik ten wyznaczyć można następująco:

$$w_{gr} = \frac{P_{fr}}{P_w}, \quad (6)$$

gdzie:

P_{fr} - wielkość frezowanej powierzchni,

P_w - wielkość urabianej powierzchni.

Im mniejszy wskaźnik frezowania tym użytek grubych sortymentów więkzezy. A zatem wielkością tego wskaźnika można regulować przyrost grubych sortymentów. Obniżenie tego wskaźnika można uzyskać dwoma zasadniczymi drogami, a mianowicie poprzez:

- niefrezowanie np. łaty przystropowej o ściśle określonej grubości, gwarantującej samozalazamywanie się pod wpływem działania górotworu,
- pozostawienie niefrezowanej środkowej części pokładu, między frezującymi bębniami.

Oba sposoby są łatwe do zrealizowania. Sposób pierwszy jest możliwy do zastosowania wyłącznie w przodkach prowadzonych pod stropem niewęglowym, przy łatwym odpajaniu węgla od stropu. Sposób drugi możliwy jest do stosowania w każdym pokładzie.

Przyjmując grubość warstwy, która ulega samozalazaniu na około 30 do 50 cm, w zależności od jakości węgla zalegającego w pokładzie, można łatwo uzyskać wzrost udziału grubych sortymentów w granicach 10% na przodek ścianowy, co jest wielkością bardzo znaczącą.

Ażaby występowało odpajanie węgla od stropu konieczne jest odpowiednie kierowanie ciśnieniem eksploatacyjnym w przodku, co przy stosowanych obudowach zmechanizowanych jest stosunkowo nietrudne do uzyskania. Oczywiście system technologiczny musi być tak dobrany, azaby uzyskiwać wielkość wydobycia z przodka na obecnym poziomie. Wymaga to przeorganizowania systemu technologicznego dla takich przodków, bez więkzezych zmian konstrukcyjnych stosowanych maszyn.

Istnieją także aktualnie poglądy stwierdzające, że zmniejszenia wychodu grubych sortymentów, a więc zmniejszenie prędkości posuwu kombajnów jest wynikiem zbyt dużej podporności stosowanych obudów zmechanizowanych. Powoduje ona odprężenie calizny węglowej, przez co warunki pracy kombajnu

ulegają pogorszeniu, a prędkość posuwu ulega zmniejszeniu. Brak jest jednak na obecny etapie rozpoznania tego problemu badań i pomiarów w tym zakresie.

Kolejnym istotnym zagadnieniem wymagającym nadświetlenia jest zasada pracy kombajnu w warunkach urabiania pokładu. Urabianie grubego pokładu odbywa się dwoma warstwami. Najpierw urabiana jest warstwa przystropowa, a następnie przyspęgowa. Istnieją zasadnicze różnice w urabianiu obu tych warstw.

Przy urabianiu warstwy przystropowej organ urabiający pracuje w najbardziej niekorzystnych warunkach, gdyż zlokalizowany jest w nielaruzowanej caliznie. Następny skraw, tj. warstwy przyspęgowej wykonywany jest w warunkach osłabionej części przodka.

Współczynnik osłabienia przodka uwzględnia:

- osłabiania calizny organem wyprzedzającym,
- wielkość odsłoniętej powierzchni,
- kierunek obrotów organu urabiającego,
- kierunek skrawania w stosunku do uławicenia pokładu.

W przypadku osłabienia calizny górnym bębniem współczynnik osłabienia dolnej, urabianej warstwy wynosi dla:

- obrotów podsiębiernych 0,85 - 0,90,
- obrotów nadsiębiernych 0,72 - 0,77.

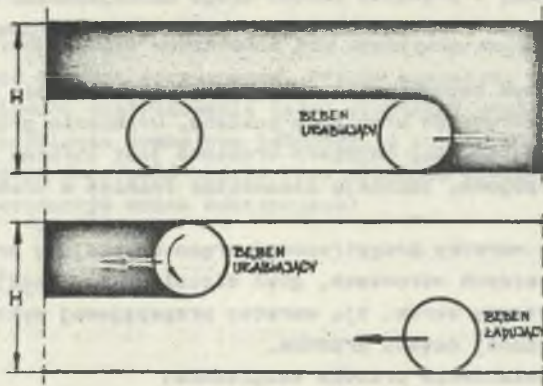
Gdy calizna osłabiona jest dolnym organem urabiającym współczynnik osłabienia urabianej warstwy górnej wynosi dla:

- obrotów podsiębiernych 0,64 - 0,68,
- obrotów nadsiębiernych 0,75 - 0,80.

Wynika stąd, że przy urabianiu warstwowym możliwa jest uzyskanie większej prędkości posuwu, a więc i grubości skrawu o 10% do 40%. Jest to zatem wartość bardzo znacząca. Jednakże może być wykorzystana bez komplikacji technologicznych w kombajnach ramionowych, jednobębnowych. W kombajnach dwuramionowych sprawa jest już nieco bardziej skomplikowana, szczególnie przy dwukierunkowej pracy kombajnem.

Przy jednokierunkowej pracy istnieje możliwość wydajnego wykorzystania osłabienia calizny rys. 2. Mianowicie kombajn urabiać będzie przyspęgowe część pokładu, przy czym oba bębny będą w dolnym położeniu. W drodze powrotnej bęben wyprzedzający górny urabiać będzie warstwę przystropową, natomiast drugi bęben będzie spełniał wyłącznie rolę ładowarki. Stosując taką technologię urabiania można zwiększyć wychód grubych sortymentów o około 6-10%. Jednakże przy niewłaściwej technologii wybieranie, może obniżyć się wydobywanie dobowe z przodka ścianowego. Przy właściwej organizacji w przodku wielkość wydobywania pozostanie niezmienną.

O wzrastającej ilości drobnych frakcji decyduje także sposób zawrębiania kombajnu. Wg badań przeprowadzonych przez M. Jaszczuka [2] w polskim



Rys. 2. Proponowany układ bębnow poprawiający strukturę ziarnową urobku

przemysłu węglowym dominuje system ukośnego samozawrębiania kombajnu. Przeprowadzone pomiary wykazały, że w zależności od wysokości ściany prędkość samozawrębiania ulega zmianie i waha się w granicach 1 do 1,5 m/min. Długość odcinka, na którym następuje samozawrębianie waha się w granicach od około 18 m do 22,5 m. Przy dwustronnym urabianiu stenowi to około jednej trzeciej całej długości ściany. Znaczy to, że na tak dużej części ściany stosowana jest prędkość posuwu 1-1,5 m/min, co pozwala na uzyskanie grubości skrawu w granicach 1 cm. A zatem ukośne samozawrębianie jest kolejnym czynnikiem obniżającym wychód grubych sortymentów. Jest to czynnik obciążający bardzo wydatnie przyrost drobnych sortymentów.

Zdecydowanie korzystniejsze byłoby zawrębianie czołowe do czego jednakże niezbędne jest opracowanie odpowiedniego osprzętu, umożliwiającego czołowy dociek kombajnu do calizny węglowej. Konieczne jest także przekonstruowanie bębnow, pozwalające na przepływ węgla z tarczy odcinającej w kierunku przenośnika.

5. Podsumowanie

Jak wynika z przeprowadzonej analizy istnieje szereg przyczyn pociągających za sobą degradację węgla urabianego przez kombajny bębnowe. Są to przyczyny:

- naturalna, związane z budową petrograficzną węgla,
- maszynowe, związane z konstrukcją kombajnów,
- technologiczne, związane z zastosowanym systemem mechanizacyjnym.

- Do czynników naturalnych zaliczyć należy przede wszystkim kruszalność węgla, związane z odmianami petrograficznymi blizszczęcą i matową.

- Do czynników maszynowych zaliczyć należy:

- zbyt niskie moce budowanych u nas kombajnów, nie zezwalające na uzyskanie odpowiednich prędkości posuwu, a tym samym grubości skrawu,
 - frezowania całej powierzchni urabianego pokładu.
- Do czynników technologicznych zaliczyć należy:
- niepozostawianie łaty węgla, która może być źródłem grubych sortymentów,
 - zbyt duża podporność obudów zmechanizowanych,
 - niewykorzystywanie osłabienia urabianej warstwy przez bęben wyprzedzający, co może prowadzić do wzrostu prędkości posuwu, a co za tym idzie grubości skrawu,
 - ukośne samozawrębianie, pociągająca za sobą obniżenie prędkości posuwu do 1-1,5 m/min na długości 1/3 przodka ścianowego.

6. Wnioski

Znając przyczyny powstawania drobnych sortymentów można sformułować wnioski zmierzające do zahamowania tego zjawiska oraz przywrócenie właściwych proporcji między udziałem grubych a drobnych sortymentów.

1. Zwiększenie udziału grubych sortymentów należy szukać w pokładach o przewodzie węgla matowych.

2. Zwiększenie prędkości posuwu kombajnów poprzez budowę maszyn o mocach około 500 kW. Moce te dotyczą kombajnów do urabiania pokładów węgla matowego.

3. Stopniowa likwidacja ukośnego samozawrębiania na korzyść zawrębiania czołowego.

4. Zmiana technologii urabiania w kierunku pozostawiania niefrezowanej łaty węgla o grubości 0,3 do 0,5 m.

5. Opracowanie technologii urabiania kombajnami dwuramionowymi z uwzględnieniem osłabienia calizny organem wyprzedzającym, co pozwoli na zwiększenie prędkości posuwu, a tym samym grubości skrawu.

LITERATURA

- [1] Sikora W. + Zespół: Modyfikacja technologii urabiania kombajnami w kierunku poprawy struktury sortymentów. Praca badawcza. Niepublikowana, Gliwice 1980 r. Praca wykonana na zlecenie CKTMG KOMAG.
- [2] Jaszczyk M.: Dobór zespołu maszyn ścianowych kombajnowych systemów mechanizacyjnych stosowanych w pokładach poziomych i słabo nachylnych. Praca doktorska, Gliwice 1982 r. Politechnika Śląska.

Recenzent: Doc. dr inż. Leonard PLUTA

Wpłynęło do Redakcji w czerwcu 1983 r.

ПРИЧИНЫ Понижения Добычи Угля в Производственных Лавках

Резюме

В работе представлены выводы позволяющие улучшить зернистый состав добываемого угля. В настоящее время доля грубого угля, т.е. выше 30 мм составляет менее 20%. Степень дезинтеграции угля зависит от многих факторов: дробильность, угля, применяемые двухплечевые комбайны и технологии по добыче угля. Влияние некоторых факторов может быть в некоторой степени ограничено, путём изменения технических параметров комбайнов а также технологии по добыче. Внедрение предложенных изменений может увеличить долю грубого угля на несколько процент по сравнению с нынешним состоянием.

THE REASONS FOR THE DEGRADATION OF OUTPUT IN PRODUCTION LONGWALLS

Summary

The output grain size is decisive about the technical and economical value of coal, mechanization of combine mining resulted in significant degradation of the output. At present the percentage of large coal, that is over 30 mm, is less than 20%. A number of factors is decisive about the degree of coal desintegration. Among others are: crushability of coal, two-arms combines used, mining technologies used, and slotting. In the paper are given some conclusions aiming at improving the grain size of the output. Introduction of the suggested changes may increase by several percent in relation to the present state.