

Aleksander LUTYŃSKI
Politechnika Śląska, Gliwice

ROZWÓJ TECHNOLOGICZNY PRZERÓBKI MECHANICZNEJ WĘGLA W PERSPEKTYWIE ROKU 2020

Streszczenie. W artykule przedstawione zostały prace podzadania 4.4 projektu celowego foresight „*Scenariusze rozwoju technologicznego przeróbki mechanicznej węgla kamiennego*”, który wykonywany jest przez powołane w tym celu Konsorcjum Naukowe w składzie: Główny Instytut Górnictwa - jako koordynator, Akademia Górniczo-Hutnicza, Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG, Politechnika Śląska, Centrum Elektryfikacji i Automatyzacji Górnictwa EMAG.

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF HARD COAL MECHANICAL BENEFICIATION IN THE PERSPECTIVE OF THE YEAR 2020

Summary. Work performed by Research Consortium (partners: Central Mining Institute – coordinator, AGH University of Science and Technology, KOMAG Mining Mechanization Centre, Silesian University of Technology and EMAG Centre) in the task 4.4 “*Scenarios of Technological Development of mechanical coal beneficiation*” of the foresight project is presented in the paper.

1. Wprowadzenie

W czerwcu br. zakończono prace projektu celowego typu foresight nt: „*Scenariusze rozwoju technologicznego przeróbki mechanicznej węgla kamiennego*”, który wykonywało Konsorcjum Naukowe w składzie: Główny Instytut Górnictwa - jako koordynator, Akademia Górniczo-Hutnicza, Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG, Politechnika Śląska, Centrum Elektryfikacji i Automatyzacji Górnictwa EMAG. Projekt zakłada w swoim celu nakreślenie scenariuszy technologicznego rozwoju górnictwa węgla kamiennego i jego funkcjonowania w perspektywie roku 2020.

Zagadnienia przeróbki węgla kamiennego rozpatrywane były we wszystkich merytorycznych zadaniach foresightu. Scenariusze rozwoju technologii przeróbki mechanicznej węgla nakreślone zostały w odniesieniu do aktualnego poziomu technologicznego funkcjonujących zakładów przeróbczych.

W pierwszym zadaniu projektu dokonano przeglądu technologii, w zdaniu trzecim oceniono innowacyjność stosowanych technologii, a w zadaniu czwartym, opierając się na ocenie z etapu trzeciego, nakreślono między innymi scenariusze rozwoju technologicznego przeróbki mechanicznej węgla kamiennego [3], [4], [5], [6] i przeprowadzono ankietyzację tych scenariuszy. W zadaniu piątym, na podstawie przeprowadzonych i przeanalizowanych ankiet, zweryfikowano proponowane warianty rozwoju technologicznego przeróbki.

Wykonana analiza technologii wykazała, że technologie te, a w konsekwencji i systemy maszynowe przeróbki węgla kamiennego, są dostosowane do charakterystyk wzbogacanego węgla, głównie typu i stopnia jego zanieczyszczenia oraz do wymagań jakościowych odbiorców zarówno krajowych, jak i zagranicznych. Na ogół wyższe typy węgla kamiennego wzbogacane są w szerszym zakresie, z wykorzystaniem nowocześniejszych maszyn.

Najbardziej rozpowszechnionymi technologiami wzbogacania grawitacyjnego węgla w zakładach są: separacja we wzbogacalnikach z cieczą ciężką (płuczkach ziarnowych) oraz wzbogacanie w osadzarkach wodnych (płuczkach miałowych). W sumie w 41 zakładach przeróbczych pracują płuczki ziarnowe i płuczki miałowe różnego typu, które wzbogacają węgiel kamienny powyżej 20 (10) mm oraz od 0,1 (0,5) lub (0,3) do 20 (10) mm.

Do wzbogacania drobniejszych klas węgla stosuje się inne metody. Takie wzbogacanie prowadzi się w: hydrocyklonach (7 zakładów), cyklonach z cieczą ciężką (3 zakłady), wzbogacalnikach spiralnych (7 zakładów).

Najdrobniejsze klasy ziarnowe wzbogacane są we flotownikach (14 zakładów; 8 w kopalniach węgla energetycznego i 6 w kopalniach węgla koksowego).

W zakładach przeróbczych węgla energetycznych można wyróżnić podstawowy system technologiczny, w którym w cieczy ciężkiej wzbogacana jest tylko klasa ziarnowa 200 - 20 mm (w foresighcie oznaczono go jako PME1), udoskonalony system technologiczny, w którym klasa ziarnowa 200 - 20 mm wzbogacana jest w cieczy ciężkiej, a klasa ziarnowa 20 - 0,1 mm w ośrodku wodnym (PME2) oraz zmodernizowany system technologiczny, w którym węgiel wzbogacany jest w pełnym zakresie uziarnienia: w cieczy ciężkiej klasa 200 - 20 mm, w ośrodku wodnym klasa 20 - 0,5 mm i w procesie flotacji klasa 0,5 - 0 mm (PME3).

Wymienione wyżej technologie są stosowane w następującej liczbie zakładów:

- wzbogacanie węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 20(10)mm (PME1) – 11 zakładów;
- wzbogacanie węgla energetycznego o uziarnieniu powyżej 0,1 mm (PME2) – 16 zakładów;

- wzbogacanie węgla energetycznego o pełnym zakresie uziarnienia (PME3) – 8 zakładów;
- wzbogacanie węgla kokosowego o pełnym zakresie uziarnienia (PMK1) – 6 zakładów (5 zakładów wzbogaca także węgle dla energetyki).

W zadaniu trzecim projektu dokonano analizy poziomu innowacyjności technologii przeróbki [1].

2. Analiza poziomu innowacyjności technologii przeróbki węgla kamiennego

Do analizy tej przyjęto kryteria poziomu innowacyjności technologii, ustalone wspólnie dla wszystkich zadań foresightu. Poszczególnym kryteriom przypisano następujące wagi, stanowiące ocenę ich istotności:

1. Kryterium obecnego poziomu technologicznego (technicznego) odnoszonego do innych zaawansowanych dziedzin techniki (materiały, automatyzacja, informatyka, organizacja itp.) – waga: 0,25.
2. Kryterium skuteczności technologii odnoszona do warunków zewnętrznych – waga: 0,15.
3. Kryterium uniwersalności technologii odnoszona do techniki i warunków ich stosowania – waga: 0,10.
4. Kryterium minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko – waga: 0,25.
5. Kryterium bezpieczeństwa i higieny pracy – waga: 0,25.

Dla każdej technologii przeróbczej przyjęto skalę ocen preferencyjnych w zakresie od 0 do 3. Poszczególnym ocenom przypisano następujący stopień zaawansowania technologicznego: 0 – technologia nieprzydatna, 1 – technologia o ograniczonej przydatności, 2 – technologia przydatna, 3 – technologia bardzo przydatna.

Suma ocen częściowych wynikających z przyjętych kryteriów, którą stanowią iloczyny ocen preferencyjnych i wag odpowiadających poszczególnym kryteriom, pozwoliła na dokonanie wstępnej oceny poziomu innowacyjności danej technologii.

W realizacji zadania 3 ustalono trzy poziomy technologii: technologia zanikowa, technologia rozpowszechniona i technologia rozwojowa.

Dla technologii rozpowszechnionej i rozwojowej przyjęto także trzy poziomy natężenia stopnia innowacyjności: a – najniższy, b – średni, c – najwyższy.

Przeprowadzona analiza innowacyjności technologii w grupie roboczej konsorcjantów wykonujących zadanie 3 wskazała, że za technologie innowacyjne uznane zostały technologie wzbogacania w pełnym zakresie uziarnienia węgla energetycznych i koksowych. Proces

wzbogacania charakteryzujący wszystkie typy węgla w technologiach PME3 i PMK1 przedstawiono w postaci schematu blokowego na rys. 1.

Dla tych technologii, w etapie czwartym projektu, opracowano karty scenariuszy rozwoju technologicznego [3] i [5] oraz szeroko opisano scenariusze tego rozwoju [4] i [6]. W kartach scharakteryzowano pokrótce stan obecny technologii w kraju i na świecie, przedstawiono ewolucję od stanu obecnego technologii wzbogacania węgla do przewidywanego stanu w roku 2020, scharakteryzowano czynniki warunkujące ten rozwój, odniesiono ten rozwój do zmodyfikowanych kryteriów oceny innowacyjności oraz sprecyzowano kierunki prac naukowo-badawczych koniecznych w realizacji projektowanego rozwoju.

ODKAMIENIANIE UROBKU PRZYGOTOWANIE NADAWY 200 – 20 (10) mm i 20 (10) – 0 mm	
WZBOGACANIE W CIECZY CIĘŻKIEJ 200 – 20 (10) mm	
WARIANT 1 2-produktowe	WARIANT 2 3-produktowe
WZBOGACANIE W OŚRODKU WODNYM 20 (10) – 0,5 mm lub 20 (10) – 6 (3) mm	
WARIANT 1 2-produktowe	WARIANT 2 3-produktowe
FLOTACJA < 0,5 mm	
OBIEG WODNO-MUŁOWY	
ZAŁADUNEK	

Rys. 1. Schemat blokowy charakteryzujący proces wzbogacania węgla w technologiach PME3 i PMK1
Fig. 1. Block diagram characterizing coal beneficiation process in PME3 and PMK1 technologies

Dokonany przegląd stanu technologii wzbogacania węgla energetycznego w górnictwie polskim wykazał, że polskie zakłady przeróbki mechanicznej charakteryzuje zróżnicowany poziom rozwoju technologicznego. W niektórych zakładach poziom ten jest wysoki. Wzbogacanie węgla energetycznego w pełnym zakresie prowadzone jest w ośmiu na trzydzieści pięć zakładów przeróbki. Przewiduje się, że do 2020 r. wszystkie zakłady przeróbki będą wzbogacały węgiel energetyczny w pełnym zakresie, przy czym do 2012 roku będą to 24 zakłady.

3. Prognoza i czynniki warunkujące rozwój technologii przeróbki węgla kamiennego

Ogólnie oczekiwany rozwój w technologiach przeróbki węgla energetycznego i zmiany warunków pracy w zakładach do 2020 r. przedstawić można w sposób następujący:

A. W zakresie technologii przeróbczych:

1. modernizacja zakładów przeróbki pracujących w technologii PME2 (16 zakładów) do poziomu zakładów pracujących w technologii PME3,
2. modernizacja zakładów przeróbki pracujących w technologii PME1 (11 zakładów) do poziomu zakładów pracujących w technologii PME3,
3. lokalizacja stanowisk odkamieniania urobku na dole kopalni (przewidywana w 20 zakładach),
4. pełna automatyzacja sekcji technologicznych,
5. automatyzacja kompletnych procesów przeróbczych,
6. modernizacja sekcji technologicznych, metod i środków do poziomu technicznego, uważanego obecnie za najwyższy w polskich i zagranicznych zakładach przeróbki,
7. modernizacja procesów technologicznych, maszyn i urządzeń pod kątem poprawy warunków i środowiska pracy (ograniczenie emisji hałasu, wibracji, pylenia itp.).

B. W zakresie środowiska i warunków pracy w zakładach przeróbki:

1. zmniejszenie poziomu hałasu na stanowiskach pracy,
2. eliminacja zagrożeń pyłowych i gazowych.

W skali czasowej oczekiwane zmiany w zakresie technologii przeróbki węgla i warunków pracy przedstawić można w postaci harmonogramu jak w tabeli 1.

Czynniki warunkujące rozwój technologiczny scharakteryzowano w kartach scenariuszy w sposób następujący:

a) *nakłady finansowe*

Jest to czynnik podstawowy warunkujący rozwój technologii przeróbczych. Brak środków finansowych może poważnie utrudniać bądź wręcz uniemożliwić rozwój technologii. Nakładów finansowych wymagają bowiem zabiegi projektowe, zakup maszyn i urządzeń oraz same badania nad nowymi i udoskonalonymi rozwiązaniami. Należy więc dokonać wielowariantowego bilansu potrzeb i kosztów ich realizacji. Niektóre z rozwiązań są bowiem z powodzeniem stosowane w górnictwie światowym i mogą być wprost przeniesione do polskich zakładów, przy określonych nakładach finansowych, w których w kalkulowany jest koszt *high technology* i koszty wykonania niezbędnych urządzeń. Alternatywą takiego rozwiązania jest wykonanie badań prowadzących do własnych, oryginalnych rozwiązań, czego rezultatem są niższe koszty okresów późniejszych, związane z modernizacją i odtworzeniem parku maszynowego, lecz wydłużony jest czas oczekiwania na wprowadzenie rozwiązania.

Tabela 1

Harmonogram rozwoju technologii przeróbki węgla energetycznego i zmian warunków pracy w zakładach przeróbki

Zadania	Lata												
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A.1													
A.2													
A.3													
A.4													
A.5													
A.6													
A.7													
B.1													
B.2													

b) warunki lokalizacji

Istotnym czynnikiem warunkującym rozwój opisywanej technologii wzbogacania węgla w pełnym zakresie uziarnienia są warunki lokalizacji. Wiele zakładów przerobczych zlokalizowanych jest w wielopiętrowych budynkach, które zbudowane zostały na miarę potrzeb i wymogów technologii lat minionych. Z tego względu ich powierzchnia i kubatura oraz nośność ścian i stropów są ograniczone. Zmiana technologii w tak ograniczonych warunkach jest bardzo trudna, jeżeli wręcz nie niemożliwa. Warunek więc lokalizacji technologii, szczególnie w odniesieniu do 11 zakładów przeróbki, prowadzących wzbogacanie węgla o uziarnieniu powyżej (10) 20 mm (w technologii PME1), gdzie wymagana będzie dobudowa szeregu ogniw procesu technologicznego, jest niezwykle istotny.

Jak wykazał dokonany przegląd stanu technologii, wzbogacanie węgla koksowego w pełnym zakresie prowadzone jest we wszystkich zakładach przeróbki. Poziom technologii uznano za wysoki. W dokonanych prognozach przewiduje się do roku 2020 zdecydowaną poprawę automatyzacji procesów przeróbki oraz zdecydowaną poprawę poziomu kontroli i monitoringu w poszczególnych sekcjach technologicznych, a także systemu dyspozytorskiego sterowania i monitorowania pracy zakładu.

Ogólnie, rozwój w technologiach przeróbki węgla koksowego i zmiany warunków pracy w zakładach przerobczych do 2020 r. przedstawić można w sposób następujący:

4. Odniesienie do kryteriów ogólnych i szczegółowych

Innowacyjne i rozwojowe technologie przeróbcze ocenione zostały w świetle kryteriów przedstawionych w rozdziale 2.

- *Poziom technologiczny*

Uznano, że ocenę poziomu technologicznego technologii należy wykonać dla każdego z modernizowanych zakładów osobno. Zakres bowiem zmian i prac modernizacyjnych, prowadzących do uzyskania założonych przeobrażeń technologicznych zakładów, jest różny i zależy od aktualnego ich poziomu technicznego oraz technologicznego.

- *Skuteczność*

Skuteczność technologii należy rozpatrywać w aspekcie zapewnienia węgla o określonej, wysokiej jakości. Jest to warunkowane możliwościami, jakie stwarza proponowana technologia oraz maszyny i urządzenia w technologii tej stosowane.

Wprowadzenie jednolitego systemu dyspozytorskiego zbudowanego na podstawie systemu cyfrowego pracującego na systemach teletransmisji cyfrowej znacznie zwiększa skuteczność zarządzania zakładem przeróbczym, szerokopasmowa telewizja przemysłowa oraz systemy nadzoru i kontroli są podstawowymi elementami, pozwalającymi na scentralizowane i jednoznaczne podejmowanie decyzji.

- *Uniwersalność*

Przewidywane rozwiązania technologii PME3 i PMK1 wykazują istotne cechy uniwersalności, co jest niezwykle istotne w zrównoważonym rozwoju przez stosowanie najnowszych technik i technologii we wszystkich zakresach budowy układu technologicznego. Dotyczy to w pierwszej kolejności sterowania ze względu na stosowanie w układach najnowszej techniki, systemowych przyrządów pomiarowych, urządzeń automatyki przemysłowej z zakresu *high technology*. Najnowsze rozwiązania technologiczne wykorzystane będą również w układach elektroenergetycznego zasilania systemów przeróbczych. Najnowsze technologie znajdują też zastosowanie w wykonywanych maszynach i urządzeniach przeróbczych, zlokalizowanych w poszczególnych węzłach układów technologicznych.

- *Ochrona środowiska*

Opisywana technologia wzbogacania węgla o pełnym zakresie uziarnienia powoduje, że jakość miału węglowego kierowanego do energetyki zawodowej przy wartości opałowej w granicach 23 GJ/t oraz średniej procentowej zawartości siarki całkowitej < 0,8 % wpływa na zmniejszoną emisję CO₂ i SO₂ do atmosfery. Jest to zdecydowana i bardzo ważna zaleta technologii.

Ponadto, proponowane rozwiązanie wstępnego wzbogacania w podziemiach kopalni (odkamieniania urobku) sprawia, że znaczna część kamienia byłaby lokowana w podziemnych wyrobiskach górniczych, co w przypadku skał o właściwościach

dyskwalifikujących je do inżynierskiego wykorzystania na powierzchni ograniczy ilość odpadów lokowanych na składowiskach.

Zmiany wprowadzane w systemach dyspozytorskich nie mają bezpośredniego wpływu na ochronę środowiska. Pośrednio natomiast wpływ ten wynika z poprawy nadzoru nad ogólnym stanem zakładu przerobczego oraz jego poszczególnych elementów, które mogłyby oddziaływać na środowisko poprzez zatrucie wód, zanieczyszczenie atmosfery, hałas itp.

- *Bezpieczeństwo*

Dzięki zastosowanym systemom zabezpieczeń, sterowania i zasilania zastosowanym w technologii PME3 i PMK1 zapewniony zostanie najwyższy stopień bezpieczeństwa. Wysoki stopień automatyzacji eliminował będzie pracowników obsługi ze stref zagrożenia.

Wprowadzane modernizacje maszyn i urządzeń, których celem jest ograniczenie poziomu hałasu emitowanego na stanowiskach roboczych, zapewnią wysoki komfort pracy pracownikom obsługi. Same zabiegi modernizacyjne maszyn i urządzeń, lokalizacja ekranów i zapór dźwiękochłonnych nie wystarczą jednak do skutecznej i przynoszącej efekty walki z hałasem. Potrzebne są zarówno badania identyfikujące stan aktualny, jak i stosowanie aktywnych sposobów redukcji, przez stosowanie odpowiednich źródeł kompensujących hałas. Komfort ten w przypadku hałasu ma bezpośrednie przełożenia na wypadkowość, ponieważ środowisko wysokiego poziomu hałasu sprzyja szybkiemu zmęczeniu, kłopotom z koncentracją, obniżeniu sprawności psychomotorycznej pracownika. Innym zagadnieniem jest bezpieczeństwo realizacji zadań produkcyjnych. Wysoki poziom techniczny maszyn i urządzeń stosowanych w technologiach PME3 i PMK1, wysoki poziom automatyzacji procesów i ich diagnostyki gwarantują bezpieczną pracę.

Zmiany wprowadzane w systemach dyspozytorskich (związanych z prowadzeniem ruchu zakładu przerobczego) powodują wyeliminowanie załogi ze stanowisk pracy narażonych na szczególne zagrożenie zdrowia, a co za tym idzie również powoduje podniesienie poziomu bezpieczeństwa.

5. Podsumowanie

Kolejnym krokiem na drodze do nakreślenia scenariuszy rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego było opracowanie ankiety służącej do badań metodą delficką. Ankieta adresowana była do szerokiego grona respondentów. W przypadku technologii przeróbki ankietami objęto osoby niezwiązane zawodowo z górnictwem (grupa A w tab. 3), osoby zawodowo związane z górnictwem (grupa B) i specjaliści zawodowo związani z przeróbką węgla kamiennego (grupa C). Na podstawie opracowanych wyników stworzony został kolejny wariant scenariuszy rozwoju technologicznego. W przypadku technologii przeróbki węgla kamiennego nie różni się on od wcześniej opracowanego.

W opisywanej ankiecie sformułowane zostały kierunki prac badawczych koniecznych do podjęcia bądź konsekwentnego ich kontynuowania, które warunkują przyjęty rozwój technologii. Wytypowani respondenci dokonali, między innymi, oceny na poziomach od 1 do 3 hierarchii ważności i istotności podejmowanych kierunków badawczych oraz zakresili ich horyzont czasowy. Hierarchię ważności szeregowano przypisując jej następujące oceny: niska – 1, średnia – 2, wysoka – 3. Wyniki ankiety odniesione do kierunków prac badawczych w zakresie technologii przeróbki węgla przedstawiono w tabeli 3. Pokazano tam, w ujęciu procentowym, różnice ocen w różnych grupach respondentów A, B i C opisanych powyżej. Dla grupy C – specjalistów w zakresie zagadnień przeróbki pokazano wyniki ich ocen odniesione do przyjętych horyzontów czasowych realizacji poszczególnych kierunków prac badawczych.

Z zaprezentowanych w tabeli ocen osób ankietowanych wynika, że grupa osób niezwiązanych zawodowo z górnictwem za najistotniejszy kierunek prac badawczych uznała opracowanie nowych rozwiązań węzła klasyfikacji wstępnej opartych na jednostopniowym przesiewaniu całości urobku węglowego, a dopiero w drugiej kolejności opracowaniu programów likwidacji zagrożeń BHP, występujących w zakładach przeróbki węgla oraz programów ograniczających ich szkodliwe oddziaływanie na środowisko naturalne (hałas, wibracje, emisja CO₂ i SO₂). Drugi z wymienionych kierunków badań uznany został za najistotniejszy przez grupę osób zawodowo związanych z górnictwem.

Ta grupa respondentów za drugi istotny kierunek prac badawczych uznała opracowanie nowoczesnego systemu monitorowania i automatycznej regulacji parametrów ilościowo-jakościowych wzbogacanego węgla kamiennego. Kierunek ten za najistotniejszy uznała grupa respondentów zawodowo związana z przeróbką węgla kamiennego. W grupie tej za drugi istotny kierunek prac badawczych uznano opracowanie efektywnej technologii klarowania z flokulacją i odwadniania mechanicznego z pominięciem osadników zewnętrznych oraz regeneracji całości wód technologicznych i ponownym użyciem ich do procesów przerobczych. W grupie tej opracowanie programów likwidacji zagrożeń BHP występujących w zakładach przeróbki węgla uznano za kierunek dalszoplanowy.

Ankieta wykazała znaczące różnice w ocenach kierunków badawczych poszczególnych grup respondentów.

Warianty scenariuszy rozwoju technologii górniczych poddane były szczegółowym badaniom ankietowym w piątym etapie projektu. Posłużyły one do opracowania ostatecznej wersji wariantów rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego, a w tym i rozwoju technologii przerobczych. Opisano to w opracowaniu [7].

Tabela 3

Kierunki prac badawczych z zakresu technologii przeróbki węgla kamiennego

Technologie przeróbki mechanicznej węgla kamiennego - kierunek badawczy	Ocena	Oceny respondentów, %					
		Grupa respondentów			Okres realizacji		
		A	B	C	do 2015	do 2020	po 2020
Opracowanie nowych rozwiązań węgla klasyfikacji wstępnej opartych na jednostopniowym przesiewaniu całości urobku węglowego.	1	0,0	12,1	9,9	-	100	-
	2	51,5	55,5	45,5	40,0	60,0	-
	3	48,5	32,4	45,5	40,0	60,0	-
Opracowanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych osadzarek pulsacyjnych oraz algorytmów sterowania czynnikami pracy, dotyczących zwłaszcza wielokrotnego podrzutu wzbogacanego węgla.	1	3,0	9,9	-	-	-	-
	2	69,7	60,5	50,0	16,5	50,0	23,5
	3	27,3	29,7	50,0	23,5	50,0	16,5
Opracowanie efektywnej technologii klarowania z flokulacją i odwadniania mechanicznego z pominięciem osadników zewnętrznych oraz regeneracji całości wód technologicznych i ponownym użyciem ich do procesów przerobczych.	1	6,1	4,0	9,0	-	100	-
	2	51,5	49,7	36,5	-	75,0	25,0
	3	42,4	46,3	54,5	33,5	66,5	-
Opracowanie nowych metod, procesów i środków chemicznych dla intensyfikacji odwadniania węgla drobnych i najdrobniejszych oraz odczynników dla głębokiej flotacji mułów celem uzyskania koncentratów flotacyjnych o wysokiej koncentracji części stałych.	1	12,1	4,6	9,0	-	100	-
	2	69,7	51,4	64,0	14,5	57,0	28,5
	3	27,3	43,9	27,0	100	-	-
Opracowanie programów likwidacji zagrożeń BHP występujących w zakładach przeróbki węgla oraz programów ograniczających ich szkodliwe oddziaływanie na środowisko naturalne (hałas, wibracje, emisja CO ₂ i SO ₂).	1	6,1	5,1	18,0	-	100	-
	2	48,5	32,0	45,5	20,0	80,0	-
	3	45,5	62,9	36,5	-	50,0	50,0
Opracowanie nowoczesnego systemu monitorowania i automatycznej regulacji parametrów ilościowo-jakościowych wzbogacanego węgla kamiennego.	1	6,1	2,3	8,5	-	100	-
	2	69,7	47,7	33,5	-	75,0	25,0
	3	24,2	50,0	58,0	28,5	57,0	14,5

Bibliografia

1. Lutyński A., Osoba M.: Problemy mechanicznej przeróbki węgla kamiennego w perspektywie roku 2020. Materiały Konferencji KOMTECH nt.: Innowacyjne i bezpieczne maszyny i urządzenia dla górnictwa węgla kamiennego. Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG. Szczyrk, 13-15 listopada 2007, s. 119-128.
2. Tumidajski T., Gawenda T., Sarmak D., Sikora T., Cuber J., Osoba M., Lenartowicz M., Aleksa H., Dyduch F., Probiez K., Blaschke S., Lutyński A., Drenda J., Błaszczński S., Suponik T.: Scenariusze rozwoju technologicznego przeróbki mechanicznej węgla kamiennego. Sprawozdanie z zadania 4.4. CMG KOMAG. Gliwice 2007. Praca niepublikowana.
3. Aleksa H. (GIG), Tumidajski T., Gawenda T. (AGH), Osoba M., Lenartowicz M. (KOMAG), Blaschke W., Lutyński A. (Pol. Śl.), Sikora T. (EMAG): Karta scenariuszy rozwoju technologicznego. Przeróbka węgla energetycznych (PME3). Opracowanie etapu 4.4. Foresight „Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego”. CMG KOMAG. Gliwice 2007. Praca niepublikowana.
4. Aleksa H. (GIG), Tumidajski T., Gawenda T. (AGH), Osoba M., Lenartowicz M. (KOMAG), Blaschke W., Lutyński A. (Pol. Śl.), Sikora T. (EMAG): Scenariusz rozwoju technologii przeróbki mechanicznej węgla kamiennego energetycznego w pełnym zakresie uziarnienia – PME3. Opracowanie etapu 4.4. Foresight „Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego”. CMG KOMAG. Gliwice 2007. Praca niepublikowana.
5. Aleksa H. (GIG), Tumidajski T., Gawenda T. (AGH), Osoba M., Lenartowicz M. (KOMAG), Blaschke W., Lutyński A. (Pol. Śl.), Sikora T. (EMAG): Karta scenariuszy rozwoju technologicznego. Przeróbka węgla koksowych (PMK1). Opracowanie etapu 4.4. Foresight „Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego”. CMG KOMAG. Gliwice 2007. Praca niepublikowana.
6. Aleksa H. (GIG), Tumidajski T., Gawenda T. (AGH), Osoba M., Lenartowicz M. (KOMAG), Blaschke W., Lutyński A. (Pol. Śl.), Sikora T. (EMAG): Scenariusz rozwoju technologii przeróbki mechanicznej węgla kamiennego koksowego w pełnym zakresie uziarnienia – PMK1. Opracowanie etapu 4.4. Foresight „Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego”. CMG KOMAG. Gliwice 2007. Praca niepublikowana.
7. Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego. Praca zbiorowa pod redakcją Mariana Turka. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 2008.

Abstract

Work performed by Research Consortium (partners: Central Mining Institute – coordinator, AGH University of Science and Technology, KOMAG Mining Mechanization Centre, Silesian University of Technology and EMAG Centre) in the task 4.4 “Scenarios of Technological Development of mechanical coal beneficiation” of the foresight project is presented in the paper. Results analysis of innovative technology of steam and coking coal is described. For the purpose of analysis innovation level of technology was established for each of the foresight tasks. Particular criteria were attributed to following weights describing its importance:

1. Criterion of current technological (technical) level referred to other advanced technical domains (materials, automation, information technology, management, etc.) – weight: 0,25
2. Criterion of technology efficiency referred to external conditions – weight: 0,15
3. Criterion of technology versatility referred to technology and application conditions – weight 0,10
4. Criterion of negative environmental impact minimization – weight: 0,25
5. Criterion of occupational safety and health – weight: 0,25

Each of the beneficiation technologies had a preferential grade scale in the range of 0 to 3. Particular grades were attributed to the following technological advance: 0 – useless technology, 1 – technology with limited usability, 2 – useful technology, 3 – very useful technology.

In accordance with guidelines assumed for completion of task 3 three levels of technology were determined: decaying technology, widespread technology and developing technology. For the propagating technology and widespread technology three levels of innovation intensity were assumed: a – low, b – medium, c – high.

Forecast of coal beneficiation technologies and change of working condition till year 2020 are presented. Factors conditioning this development were identified i.e.: financial investments and location. The paper also describes direction of research on coal beneficiation technologies and results of a survey made among responders.