

WŁADYSŁAW JAXA-ROŻEN
CZESŁAW ROZBICKI
ROMAN GÓRSKI
CENTRALNY OŚRODEK BADAWCZO-PROJEKTOWY
GÓRNICTWA ODKRYWKOWEGO "POLTEGOR"
WROCŁAW

PRZEDŁUŻENIE TRWAŁOŚCI ELEMENTÓW W GÓRNIC-
TWIE ODKRYWKOWYM POPRZEZ ZASTOSOWANIE METOD
SPAVALNICZYCH

W pracy rozważono problemy podwyższenia trwałości wybranych elementów maszyn górniczych poprzez zastosowanie metod spawalniczych.

Cechą charakterystyczną górnictwa odkrywkowego w Polsce jest stosowanie układów koparka-taśmociąg-zwałowarka pracujących w ruchu ciągłym. Wielkości maszyn i urządzeń tworzących te układy oraz ich wydajność są coraz większe.

Każdy przestój takiego ciągu technologicznego pociąga za sobą znaczne straty. W tych warunkach szczególnego znaczenia nabiera problem trwałości i niezawodności poszczególnych mechanizmów i ich części.

W związku z tym w przemyśle węgla brunatnego zwrócono uwagę na spawalnicze metody wydłużania trwałości części, a przede wszystkim na napawanie utwardzające i regeneracyjne.

Decyzję o zastosowaniu regeneracji dla danej części oraz o wyborze metod technologicznych podejmowane są na podstawie kompleksowej, szczegółowej analizy czynników technicznych i ekonomicznych, spośród których najważniejsze to:

a/ charakterystyka elementu obejmująca:

- dane konstrukcyjne i materiałowe analizowanej części i ewentualnie części współpracującej,

- warunki eksploatacji i zużycia elementu,
 - możliwości i koszt zakupu lub wytworzenie nowego elementu,
 - wymagana trwałość elementu,
 - inne cechy, np. łatwość montażu i demontażu, możliwości transportowe itd.,
- b/ charakterystyka metod regeneracji i materiałów dodatkowych, na którą składają się przede wszystkim:
- możliwość nadania regenerowanej części wymaganych cech użytkowych,
 - uniwersalność i przydatność metody w konkretnych warunkach przemysłowych,
 - wydajność procesu,
 - koszt regeneracji.

We wspomnianej analizie podstawowe znaczenie ma kryterium opłacalności ekonomicznej. Powinno ono być stosowane w sposób kompleksowy, umożliwiający stosunkowo pełną ocenę skutków wprowadzenia regeneracji elementu w eksploatacji urządzenia lub zespołu urządzeń. Możliwa jest bowiem sytuacja, gdy wprowadzenie kosztownej i pozornie nieopłacalnej metody regeneracji przynosi znaczne efekty ekonomiczne dzięki zwiększeniu trwałości elementu i wydłużeniu okresów międzyremontowych.

Z uwagi na charakter procesu zużycia elementy szybko zużywające się w górnictwie odkrywkowym można podzielić na cztery podstawowe grupy:

1. Elementy ścierane gruntem, tarcie typu metal-minerał, których typowymi przedstawicielami są zęby i noże czerpaków koparek wielonaczyniowych i łyżkowych, lemiesz i zrywaki spycharko-zrywarek, zauwnie i odbojnice przesypów przenośników taśmowych itp.
2. Elementy ścierane przy udziale gruntu tarcie typu metal-metal, np. elementy łańcuchów naczyniowych i gąsienicowych ogniwa, wieloboki napędowe, koła napinające i rolki, koła jezdne koparek na podwoziu szynowym.
3. Elementy pracujące w warunkach niedostatecznego smarowania przy dużym zanieczyszczeniu - tarcie typu metal-metal minerał, do których należą przede wszystkim elementy przegubów łańcuchów urabiających i gąsienicowych oraz koła zębate otwartych przekładni napędowych gąsienic.
4. Elementy smarowane, pracujące bez zanieczyszczeń tarcie typu metal-metal, np. koła zębate, wałki, śruby napędowe itp.

Sposób pracy i charakter zużycia elementu warunkują wymagania stawiane warstwie powierzchniowej, a tym samym wymagania, którym musi sprostać regeneracja przez napawanie.

Z podanej wyżej charakterystyki widać, że z wyjątkiem elementów grupy czwartej w większości przypadków dopuszczalne jest pozostawienie warstwy powierzchniowej w stanie nieobrobionym, a z zasady dopuszcza się również pewną liczbę pęknięć prostopadłych do powierzchni. Konieczne jest natomiast zapewnienie wysokiej odporności warstwy powierzchniowej na ścieranie, a w przypadku elementów grupy 1 - również na uderzenia. Ze względu na intensywność ścierania i znaczne obciążenia wymagane są większe gru-

bości warstwy utwardzanej przy zachowaniu wysokich własności mechanicznych materiału rodzimego.

Aktualnie w zakładach remontowych, głównie w Konińskich Zakładach Naprawczych Przemysłu Węgla Brunatnego, stosuje się w dużym zakresie następujące typy regeneracji: napawanie uzupełniające - miękkie, napawanie uszlachetniające, napawanie twarde. Ponadto stosowana jest, szczególnie dla elementów urabiających i płyt gasienicowych, metoda polegająca na odcieciu tlenem części zużytych i przypawaniu w ich miejsce części nowych. Jest to jednak metoda nierozwojowa, ograniczana przez podwyższanie trwałości zużywających się części oraz przez zastępowanie przypawania części ich rozłącznym mocowaniem kształtowym. W zakresie napawania miękkiego stosuje się np. napawania elektrodużłowe drutem ze stali MSt1 segmentów wieloboku napędowego. Innym przykładem jest napawanie pod topnikiem taśmą MSt1 powierzchni ślizgowych oraz drutem Sp1GS w osłonie CO_2 pozostałych zużytych powierzchni ogniw łańcuchów naczyniowych rys. 1.



Rys. 1. Regeneracje ogniwa bocznego łańcucha naczyniowego koparki D1120 - u dołu ogniwo zużyte, u góry ogniwo z napawanymi ubytkami, przed obróbką mechaniczną

Przykładem napawania uszlachetniającego jest napawanie kół pod topnikiem jezdnych koparek D1120 o podwoziu szynowym.

Koła ze staliwa L35 napawane są drutem Sp5 o składzie chemicznym stopiwa zbliżonym do stali 35HGS, a następnie obrabiane cieplnie.

W efekcie uzyskano wzrost trwałości kół z około trzech tygodni do około pół roku, przy czym trwałość szyn nie uległa zmniejszeniu.

W tablicy 1 przedstawiano przykładowo wskaźniki techniczno-ekonomiczne regeneracji dwóch elementów reprezentujących omawianą grupę.

Największe trudności ruchowe powoduje niedostateczna trwałość elementów tworzących pierwszą spośród czterech wyżej wymienianych grup. Dotyczy to zwłaszcza czerpaków koparek wielonaczyniowych. Z uwagi na to, że nadkład

krajowych kopalń odkrywkowych stanowią w większości trudnourabialne materiały typu glin zwałowych, wskaźniki trwałości czerpaków są bardzo niekorzystne - patrz tablica 2. Wskutek tego na produkcję i remonty czerpaków zużywa się rocznie około 6000 ton stali.

Tablica 1
Wskaźniki regeneracji elementów poddawanych napawaniu
uzupełniającemu

Nazwa elementu	Koszt w zł		Wskaźnik kosztu elementu nowego
	element nowy	regeneracja	koszt regeneracji
Ogniwo boczne łańcucha naczyniowego koparki D1120	665	332	2,00
Segment wieloboku napędowego łańcucha urabiającego koparki D1120	25000	11160	2,25

Tablica 2
Godzinowa trwałość czerpaków koparek wielonaczyniowych

Rodzaj urabianego nadkładu	Trwałość czerpaków w godzinach	
	Koparki kołowe	Koparki łańcuchowe
Gliny zwałowe niezruszane	30 + 55	250 + 300
Gliny zwałowe zruszone /np. robotami strzałowymi/	50 + 80	300 + 400
Iły piaszczyste	150 + 200	300 + 350
Iły pylaste	250 + 300	500 + 600

Pod naciskiem potrzeb w COBPGO "Poltegor" we Wrocławiu podjęto prace nad przedłużeniem trwałości elementów urabiających koparek wielonaczyniowych. Stwierdzono, że najkorzystniejszym rozwiązaniem będzie zastosowanie szybkowymiennej zębów. Analiza rozwiązań dotychczasowych oraz prace własne doprowadziły do opracowania własnej konstrukcji zęba wymiennego o oznaczeniu ZWN-1, przedstawionej na rys. 2.

Ząb składa się z klinowej końcówki oraz z trzona wykonanego jako stożek o małej zbieżności, osadzonego w oprawie w kształcie tulei. Ostrze końcówki może być utwardzone drogą napawania lub obróbki cieplnej. Ząb zużyty podlega regeneracji polegającej na odcięciu tlenem startej końcówki i dospawaniu nowej, tak jak to przekazuje rys. 2. Przed wypadnięciem ząb

zabezpieczony jest przy pomocy sworznia rozprężnego o oryginalnej konstrukcji.



Rys. 2. Kolejne fazy wykonania napawanego zęba regenerowanego



Rys. 3. Czerpaki koparki SRs-1200 uzbrojone w zęby ZWN-1

Na rys. 3 przedstawiono czerpaki koparki SRs-1200 uzbrojone w zęby ZWN-1. Jednocześnie z konstrukcją zęba opracowano sposób zapewnienia jego maksymalnej trwałości. W tym celu wypróbowano następujące warianty:

- a) ulepszanie cieplne całego zęba lub jego końcówki,
- b) hartowanie powierzchniowe ostrza,
- c) nakładanie płytek z węglików spiekanych,
- d) wtapianie w ostrze płytek ze stopów specjalnych,
- e) napawanie elektrodami otulonymi,
- f) napawanie płaską elektrodą leżącą pod topnikiem,
- g) napawanie drutami proszkowymi.

Stosując kryteria podane we wstępie niniejszego referatu zdecydowano się na zastosowanie napawania drutami proszkowymi. Ze względu na to, że uzys-

kanie tych materiałów na rynku krajowym lub z importu okazało się praktycznie niemożliwe, podjęto prace badawczo-rozwojowe mające na celu uruchomienie produkcji i stosowania drutów proszkowych w zapleczu remontowym przemysłu węgla brunatnego. Ich efektem było zorganizowanie w Zakładzie Doświadczalnym Urzędzeń Górnictwa Odkrywkowego w Koninie gniazda napawania twardego, w skład którego weszły następujące urządzenia i stanowiska:

- ciągarka drutów proszkowych,
- młyn pneumatyczno-udarowy M400,
- mieszalnik proszków,
- suszarka proszków,
- manipulatory do napawania zębów i noży czerpaków,
- manipulator do napawania płaszczyzn za pomocą głowicy wahliwej,
- stanowisko do cięcia materiału na trzony zębów,
- stanowisko do odcinania zużytych końcówek zębów,
- stanowisko do spawania półautomatycznego.

Obecnie produkuje się rocznie około 15 tys. zębów wartości około 7,5 mln zł. Efekty ekonomiczne uzyskane dzięki zastosowaniu tego rozwiązania sięgają 10 mln zł. w roku. Wykonano również serię napawanych noży do czerpaków koparki D1120. Część noży napawano przed zgięciem, a część w stanie zgiętym przy zastosowaniu specjalnego oprzyrządowania.

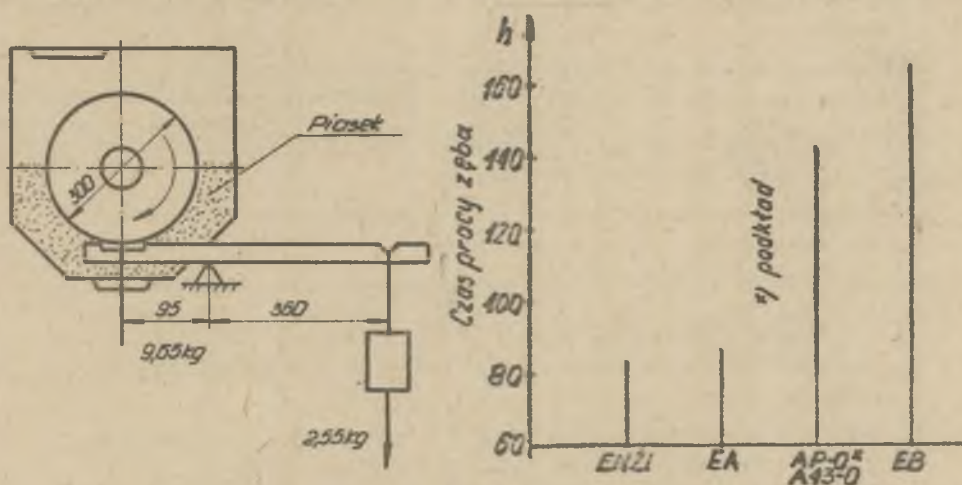
Podczas prac nad zagadnieniami napawania twardego rozwiązano szereg zagadnień dotyczących technologii, produkcji drutów proszkowych, doboru składu chemicznego napoiwy i technologii napawania. Skonstruowano i wykonano wielobębnowąciągarkę drutów proszkowych, umożliwiającą wykonywanie ciągów zaciskających w czasie ciągnięcia wstępnego następnego kręgu. Zasadniczym zagadnieniem było ustalenie składu chemicznego napoiwy, zapewniającego możliwie najwyższą odporność na ścieranie przy zachowaniu dostatecznej odporności na uderzenie oraz uzasadnionego ekonomicznie kosztu drutu proszkowego. Badaniem laboratoryjnym i poligonowym poddano liczne napoiwy różniące się składem chemicznym. Badania odporności na ścieranie wykonano na stanowisku laboratoryjnym wg metody Hawortha-Brinella, którego schemat przedstawiono na rys. 4.

Na rys. 5 przedstawiono trwałość zębów w godzinach napawanych różnymi elektrodami. Wyniki dla elektrody otulonej ENZL oraz drutu proszkowego A43-O typu C-Cr firmy Soudometal stanowią punkt odniesienia dla wyników osiągniętych przy zastosowaniu drutów proszkowych opracowanych w COBPGO Poltegor typu C-Cr EA oraz typu C-Cr-W-V EB.

Dla efektywnego zastosowania napawania dużych płaszczyzn niezbędna była adaptacja istniejących urządzeń, w celu zapewnienia dużej wydajności procesu oraz jakości napoiwy.

Próby wykazały, że korzystne jest stosowanie napawania dwuelektrodowego w układzie równoległym.

Interesujące wyniki dało zastosowanie głowicy wahliwej ABE-1 produkcji



Rys. 4. Schemat urządzenia do badania odporności na ścieranie

Rys. 5. Zależność trwałości zęba od typu elektrody do napawania przy pracy w glinie zwalowej

firmy Soudometal. Przy zastosowaniu drutów o średnicy 3,5 mm głowica ta umożliwia wykonywanie za jednym przejściem napoin o szerokości do 120 mm i grubości 5-7 mm. Obecnie na urządzeniu z głowicą wahliwą napawa się na skalę przemysłową wykładziny przeciwścierne o wymiarach 500x200x8 mm. Napoinę o grubości 4-5 mm wykonuje się specjalnie opracowanym samooskániającym drutem proszkowym typu C-Cr-Mn-Si.

Dzięki zastosowaniu odpowiedniej technologii i oprzyrządowania praktycznie wyeliminowano odkształcenia spawalnicze płyt i ograniczono głębokość wtopienia do około 1 mm. Płyty te służą do zabezpieczenia narażonych na silne zużycie urobkiem powierzchni w zwałowarkach.

Obecnie wprowadzono do stosowania samooskániający drut proszkowy o oznaczeniu DPZ, stanowiący modyfikację drutu EB do napawania pod topnikiem. Drutem tym napawa się końcówki zębów na urządzeniu z głowicą wahliwą. Ponadto w Zgorzeleckich Zakładach Naprawczych Przemysłu Węgla Brunatnego rozpoczęto półautomatyczne napawanie tym drutem wymiennych naroży czerpaków do pierwszej polskiej dużej koparki kołowej KWK-1400. Do końca br. przewiduje się całkowite zastąpienie napawania drutami proszkowymi pod topnikiem napawaniem samooskónowymi drutami proszkowymi.

Moc produkcyjna gniazda produkcji drutów proszkowych została ostatnio znacznie zwiększona dzięki uruchomieniu nowej wysokowydajnej czterobębnowej ciągarki o oryginalnej konstrukcji.

Działalność Poltegoru w dziedzinie napawania doprowadziła do przemysłowego uruchomienia produkcji i stosowania drutów proszkowych do napawania posiadających szerokie perspektywy różnorodnego zastosowania dla celów utwardzania i regeneracji.

LITERATURA

- [1] Sposoby zwiększania trwałości czerpaków koparek kołowych. Górnictwo Odkrywkowe nr 5/73.
- [2] Przeprowadzenie obserwacji i badań pracy utwardzonych zębów wymiennych. COBPGO "Poltegor", nr arch. 32316.
- [3] W.J. Baran: Iznos instrumenta pri rezaniju gornych porod. Moskwa 1969 r.
- [4] Dokumentacja zęba wymiennego firmy Unicovske strojirny-CSRS.
- [5] Problem opotrebeni dobyvacich elementu. VUKU Most-1969-CSRS.
- [6] Улучшение отливки зубья коwsza. Stroitelnyje i doroznyje masziny nr 4/67.
- [7] Wykonanie serii próbnej zębów wymiennych koparki typu SchRs-1200 i SRs-1200. COBPGO "Poltegor", nr arch. 31429.
- [8] Wyniki obserwacji pracy zębów wymiennych w warunkach eksploatacyjnych i opracowanie wskaźników techniczno-ekonomicznych za okres 1975 roku - COBPGO "Poltegor", nr arch. 33637.
- [9] Badania skuteczności pracy różnych typów zębów przy skrawaniu skały z przerostami i opracowanie dokumentacji zębów dla koparek w kopalni Machów. COBPGO "Poltegor", nr arch. 31584.
- [10] Badanie celowości zastosowania zębów wymiennych do urabiania glin ogniotrwałych koparkami kołowymi w JZMO. COBPGO "Poltegor", nr arch. 32265.

ПРОДЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ В ОТКРЫТОЙ
РАЗРАБОТКЕ, ПРИМЕНЯЯ СВАРОЧНЫЙ МЕТОД

Резюме

В статье были рассмотрены вопросы повышения прочности избранных элементов горных машин, благодаря применению сварочного метода.

LONGEVITY PROLONGATION OF ELEMENTS IN OPENCAST
MACHINES DUE TO THE USE OF WELDING

Summary

This paper takes into consideration problems on prolongation of longevity of the selected elements of mining machines through the application of welding methods.