

Roman Szyszka\*, Sławomir Płomiński\*

## OPTIMALIZACJA CZERPAKÓW KOPAREK KOŁOWYCH URABIAJĄCYCH UTWORY TRUDNO URABIALNE

---

Podstawowymi maszynami zdejmującymi nadkład w PGE KWB „Bełchatów” SA są koparki kołowe, wielonaczyniowe SchRs 4000 oraz SchRs 4600. Podstawowe dane techniczne tych koparek zestawiono w tabeli 1.

TABELA 1  
Podstawowe parametry techniczne koparek nadkładowych

Typ koparki	SchRs 4000	SchRs 4600
Parametr		
Wydajność teoretyczna [m <sup>3</sup> /h]	11 000	9 350
Średnica koła czerpakowego [m]	17,3	17,5
Ilość czerpaków [szt.]	16	11
Pojemność czerpaka [m <sup>3</sup> ]	4,0	3,5
Masa czerpaka [kg]	3 845	3 196

Organem urabiającym jest koło czerpakowe, natomiast proces bezpośredniego skrawania wykonują czerpaki uzbrojone w noże i naroża.

Olbrzymie ilości zdejmowanego nadkładu (tab. 2) wymagają zastosowania rozwiązań technicznych zapewniających optymalną odporność czerpaków na zużycie ściernie oraz wysoką udarność w zróżnicowanych warunkach geologicznych.

---

\* PGE KWB „Bełchatów” SA, Rogowicz

TABELA 2

**Ilość zdjętego nadkładu w PGE KWB „Bełchatów” SA**

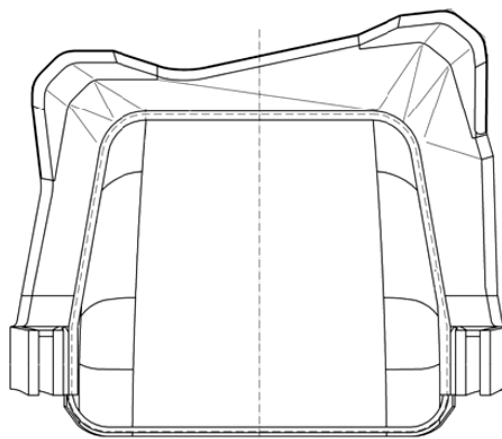
Nazwa odkrywki	Rok 2006	Rok 2007	Rok 2008
Pole „Bełchatów” [mln m <sup>3</sup> ]	93,2	53,0	37,6
Pole „Szczerców” [mln m <sup>3</sup> ]	51,7	79,2	76,7

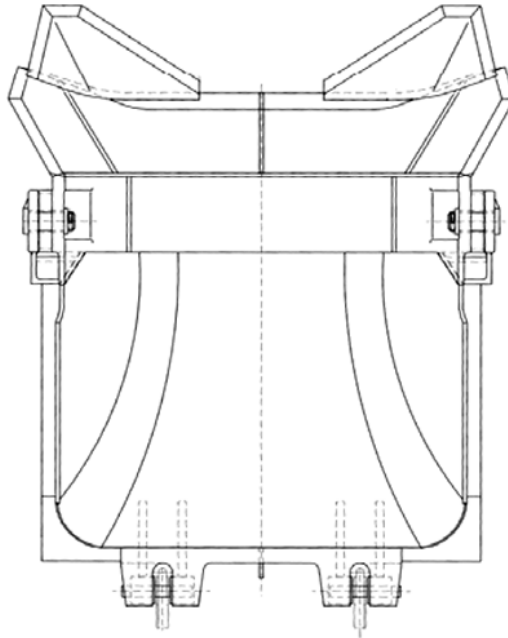
Proces zużycia czerpaków uzależniony jest od wielu czynników, z których do najważniejszych zaliczamy: klasę urabialności nadkładu, własności wytrzymałościowe materiału, odporność na ścieranie krawędzi tnących naroży i noży, ich odpowiednią twardość i udarność oraz geometrię ostrza i wartość kąta przyłożenia.

Ciągły kontakt czerpaków z urobkiem powoduje ich intensywne zużycie i w konsekwencji wzrost obciążeń dynamicznych oddziałujących na koło czerpakowe i konstrukcję koparki, dlatego powinny być optymalnie zaprojektowane do pracy w określonym rodzaju skały na danym typie koparki. Od lat trwają poszukiwania optymalnego kształtu czerpaków, który umożliwiłby wydłużenie czasu ich pracy i ograniczenie zużycia.

W wyniku badań i obserwacji prowadzonych podczas eksploatacji czerpaków biuro projektowo konstrukcyjne PGE KWB „Bełchatów” SA opracowało projekt czerpaka asymetrycznego R-40M dla koparek SchRs 4000 (rys. 1) oraz czerpak 3500 l (rys. 2) dla koparek SchRs 4600.

W celu zabezpieczenia powierzchni skrawających urobek przed intensywnym zużyciem oraz wydłużenia czasu pracy czerpaków zastosowano napawanie prewencyjne naroży odlewanych ze staliwa L18HM drutem rdzeniowym samoosłonowym MF 10-65-G wg DIN 8555 dającym napoiny o twardości 62-65 HRC wg technologii opracowanej przez Dział Głównego Spawalnika. Proces napawania naroży wykonywany jest na zrobotyzowanym stanowisku ROMAT 360 (rys. 3).

**Rys. 1.** Czerpak asymetryczny R-40M



Rys. 2. Czerpak 3500 l



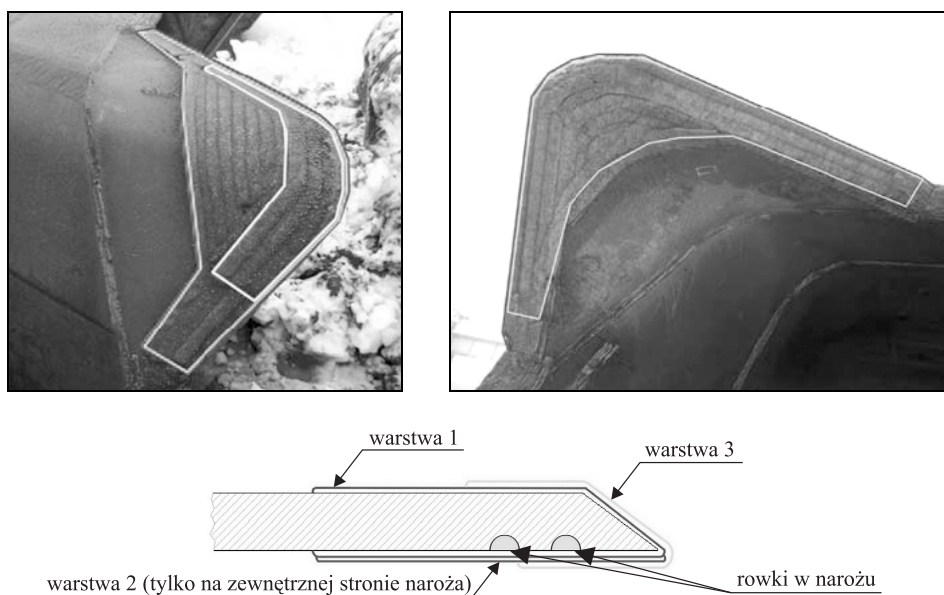
Rys. 3. Stanowisko zrobotyzowane ROMAT 360 do napawania naroży

W wyniku zastosowania ww. rozwiązań technicznych czas pracy czerpaków w Polu Belchatów uległ wydłużeniu 3–5 krotnie.

Po przejeździe koparek na Pole Szczerców i rozpoczęciu zdejmowania nadkładu stwierdzono, że okres eksploatacji czerpaków uległ znacznemu skróceniu, w skrajnych przypadkach nawet do 3-krotnie. Spowodowane to jest występowaniem w Polu Szczerców utworów trudno urabialnych (IV i V klasa urabialności — margiel, bardzo twarde ropy z dużą ilością otoczków różnej wielkości).

Zjawisko to spowodowało konieczność podjęcia natychmiastowych działań w celu wydłużenia czasu eksploatacji czerpaków, w konsekwencji zmniejszenie postojów koparek oraz kosztów regeneracji.

W celu zwiększenia czasu pracy czerpaków metodami spawalniczymi przy niezmięnionej geometrii czerpaków do napawania naroży zastosowano materiały spawalnicze o różnej twardości oraz dodatkowo w 2 kompletach czerpaków do koparki SchRs 4600 wykonano rowki w narożach w celu zwiększenia odporności na zużycie ściernie (rys. 4). Po analizie zużycia czerpaków z napoinami wykonanymi różnymi drutami rdzeniowymi oraz charakteru urobku występującego w Polu Szczerców, w kolejnym etapie zastosowano warstwę buforową zwiększającą odporność naroży na obciążenia udarowe (rys. 4).



**Rys. 4.** Rozmieszczenie warstw napoiny na czerpaku

Uzyskane efekty w zależności od gatunku drutu oraz rodzaju zdejmowanego nadkładu zestawiono w tabeli 3.

Własności zastosowanych drutów rdzeniowych zestawiono w tabeli 4.

TABELA 3  
Zestawienie czasów pracy czerpaków oraz warunki urabiania

Koparka	Okres pracy	Zdjęty nadkład, tys. m <sup>3</sup>	Czas pracy, h	Napojna czerpaka	Rodzaj urobku	Uwagi
SchRs 4600 nr 41	05.09.2005 02.11.2005	3 588	978,3	napojna MF 10-65-G	zwarta glina z wtrąceniami otoczek	naroża odlewane
	03.11.2005 05.12.2005	2 027	467,1	rowki w narożu 65-67 HRC z węglnikami W <sub>2</sub> C, napojna MF 10-55-GP	zwarta glina z wtrąceniami otoczek	naroża z rowkami
	06.12.2005 06.02.2006	3 147	870,1	rowki w narożu MF 10-70-GZ, napojna MF 10-55-GP	zwarta glina z wtrąceniami otoczek, piasek, żwir	naroża z rowkami
	30.04.2006 29.05.2006	4 547	1043,3	podkład MF 7-250-KNP napojna MF 10-55-GP	twarde ility z dużą ilością otoczek, ostry piasek	
SchRs 4600 nr 43	05.11.2005 02.01.2006	4 109	846,2	podkład MF 7-250-KNP napojna MF 10-65-G oraz MF 10-55-GP	piasek i żwir – 30%, twarda glina zwałowa z wtrąceniami otoczek – 70%	
	25.10.2006 10.01.2007	5 721	1 251,9	podkład MF 7-250-KNP napojna MF 10-55-GP	piasek, drobny żwir, niewielka ilość ility i otoczek	
	11.01.2007 17.05.2007	8 897	1 918,9	podkład MF 7-250-KNP napojna MF 10-55-GP	piasek, ility z wtrąceniami otoczek	naroża ze zmienioną geometrią
	21.02.2007 09.05.2007	6 176	1 310,6	podkład MF 7-250-KNP napojna MF 10-55-GP	piasek, glina, ility, otoczaki	naroża ze zmienioną geometrią
SchRs 4600 nr 42	24.04.2008 22.07.2008	5 761	1 435,1	podkład MF 7-250-KNP napojna MF 10-55-GP	piasek, ility z wtrąceniami otoczek	
	27.01.2008 21.04.2008	7 897	1 486,6	podkład MF 7-250-KNP napojna MF 10-55-GP	piasek, ility z wtrąceniami otoczek	
SchRs 4000 nr 45	17.07.2008 15.09.2008	4 460	1 042,0	napojna MF 10-55-GP	zbite ility, ostry piasek, otoczaki	

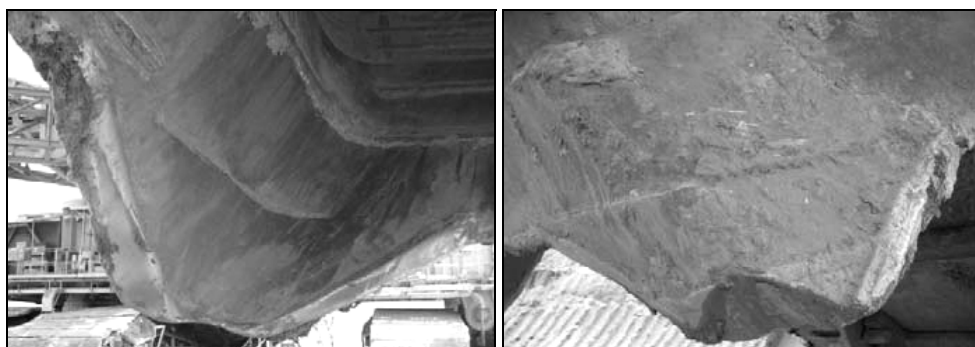
TABELA 4

**Własności mechaniczne i zastosowanie drutów rdzeniowych**

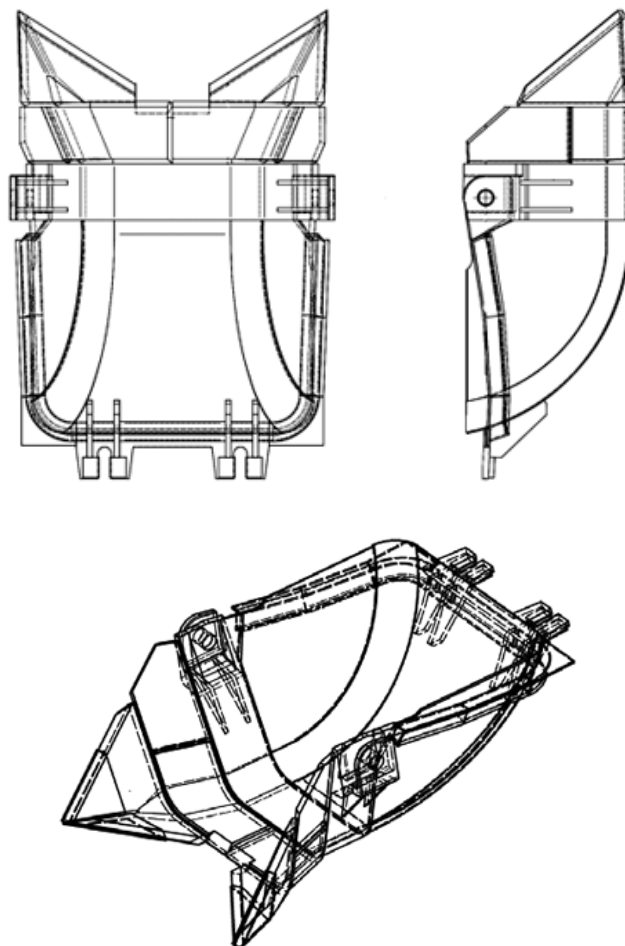
Oznaczenie wg DIN 8555	Własności mechaniczne	Zastosowanie
MF 7-250-KNP	twardość po napawaniu: HB = 220÷250  twardość po utwardzeniu: HB = 500	Napoiny odporne są na zużycie ściernie o charakterze dynamicznym. Austenityczne stopiwo ulega wysokiemu utwardzeniu przez zgniot na zimno i równocześnie posiada bardzo dobrą ciągliwość i odporność na tworzenie się rys
MF 10-55-GP	HRC = 55÷58	Napoiny o wysokiej odporności na zużycie ściernie z zawartością węglików Cr i Ni, wysoka odporność na obciążenia udarowe
MF 10-65-G	HRC = 62÷65	Wysokostopowy drut rdzeniowy z zawartością C, Cr, Nb i B z wprowadzonymi specjalnymi węglkami o wysokim stopniu twardości dającymi dodatkową wysoką skuteczną ochronę przed ścieraniem spowodowanym przepływem materiałów sypkich
MF 10-70-GZ	HRC = 64÷68	Stopowy drut rdzeniowy zawierający C, Cr, V i Nb. Drut ten używa się wówczas, gdy powierzchnie poddane są w sposób ekstremalny ścieraniu erozyjnemu. Stopiwo posiada wysoką twardość

Równocześnie z pracami mającymi na celu opracowanie optymalnej technologii napawania naroży prowadzono prace nad udoskonaleniem geometrii czerpaków do koparek SchRs 4600.

W wyniku monitoringu zużywania się czerpaków (rys. 5) został opracowany i wdrożony do realizacji projekt czerpaka 3500I do utworów trudno urabialnych (rys. 6)



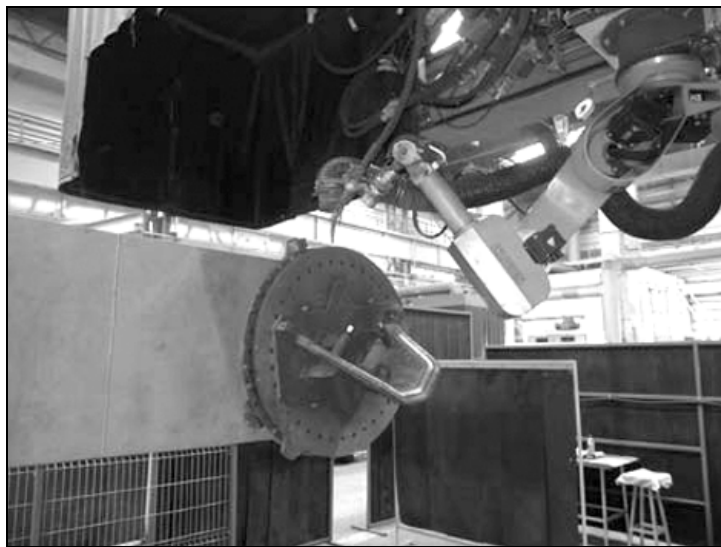
**Rys. 5.** Widok czerpaka 3500I po wykopaniu 4 683 m<sup>3</sup> nadkładu, czas pracy 1 244,5 h



**Rys. 6.** Czerpak 35001 do utworów trudno urabialnych

W celu poprawy warunków pracy poprzez likwidację uciążliwego procesu napawania ręcznego i półautomatycznego (wylimitowanie czynników szkodliwych występujących w procesie napawania półautomatycznego drutami rdzeniowymi: pyłów i gazów, promieniowania ciepłego, podczerwonego i nadfioletowego), jakości i powtarzalności nakładanych napoin oraz zmniejszenia pracochłonności i kosztów regeneracji czerpaków proces napawania w PGE KWB „Bełchatów” SA prowadzony jest na zrobotyzowanych stanowiskach ROMAT 360 (rys. 3) oraz ROMAT 320 (rys. 7).

Na stanowisku ROMAT 360 prowadzony jest proces napawania naroży do czerpaków 35001, natomiast na stanowisku ROMAT 320 wykonuje się proces cięcia i spawania elementów czerpaka 35001 oraz proces cięcia, spawania, napawania noża i naroży do czerpaków R-40M.



Rys. 7. Stanowisko zrobotyzowane ROMAT 320

## Podsumowanie

- 1) Ze względu na zmienne warunki geologiczne oraz dużą ilość otoczków występujących w nadkładzie w Polu „Szczerców” zastosowane do napawania naroży materiały spawalnicze muszą wykazywać się dużą odpornością na ścieranie oraz obciążenia uda-



rowe. Zastosowanie materiałów o wysokiej twardości zawierających węgliki Cr, V czy Nb powoduje odpryskiwanie warstw napawanych w kontakcie z występującymi w dużej ilości w skarpach kamieniami.

- 2) W wyniku przeprowadzonych prób stwierdzono, że optymalną, uniwersalną warstwą odporną na ścieranie oraz odporną na obciążenia udarowe jest napoina wykonana drutem rdzeniowym MF 10-55-GP z zastosowaniem drutu MF 7-250-KNP jako warstwy buforowej. Taka technologia napawania naroży spowodowała średnio wzrost czasu eksploatacji o 1 miesiąc czerpaków 3500l koparek SchRs 4600 oraz R-40M koparek SchRs 4000.
- 3) Opracowanie nowej konstrukcji czerpaków 3500l do skał trudno urabialnych w połączeniu z technologią napawania naroży drutem MF 10-55-GP jako warstwy wierzchniej oraz drutem MF 7-250-KNP jako warstwy buforowej wydłużyła ich efektywny czas pracy łącznie około 2–3 miesięcy w zależności od warunków geologicznych.
- 4) Napawanie naroży oraz spawanie elementów czerpaków na zrobotyzowanych stanowiskach przyczyniło się do zmniejszenia pracochłonności regeneracji czerpaków, poprawy jakości napoin i ich powtarzalności oraz zapewniło ochronę człowieka przed wpływem szkodliwych czynników występujących w procesie spawania i napawania.
- 5) Wydłużenie czasu eksploatacji czerpaków przyniosło wymierne efekty ekonomiczne w postaci zmniejszenia ilości czasu postojów koparek nadkładowych oraz kosztów ich wymiany.

#### LITERATURA

- [1] *Turek B., Siennicki A., Szyszka R.*: Zrobotyzowane napawanie naroży czerpaków koparek”, III Międzynarodowy Kongres Górnictwa Węgla Brunatnego, Bełchatów 22–24.04.2002, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2002
- [2] *Idziak E., Szyszka R., Siennicki A., Turek B.*: Zrobotyzowane spawanie czerpaków koparek. V Międzynarodowy Kongres Górnictwa Węgla Brunatnego, Bełchatów 11–13.06.2007 r., Wydawnictw AGH Kraków, 2007
- [3] *Wocka N.*: Czerpaki do urabiania utworów bardzo trudourabialnych koparkami kołowymi. *Węgiel Brunatny* nr 3/60, 2007
- [4] Praca zbiorowa: „Poradnik inżyniera. Spawalnictwo”, WNT Warszawa, 1983