

Stanisław NOSAL^{*}, Jacek HERNES^{}**

BADANIA EKSPLOATACYJNE ODPORNOŚCI NA ŚCIERANIE BLACH WYKŁADZINOWYCH STOSOWANYCH W KOŁE CZERPAKOWYM KOPARKI TYPU SRs 1200

IN-SERVICE ABRASION RESISTANCE EXAMINATIONS OF METAL SHEET LININGS USED IN THE BUCKET WHEEL FOR THE SRs 1200 WHEEL EXCAVATOR

Słowa kluczowe:

koparka, koło czerpakowe, zsuwnia wirująca, odporność na ścieranie

Key words:

wheel excavator, bucket wheel, rotating chute, abrasion resistance

Streszczenie

Porównano odporność na ścieranie blach tworzących zsuwnię wirującą koła czerpakowego koparki pracującej w kopalni węgla brunatnego. Badano sześć rodzajów blach, w tym trzech napawanych, które zostały za-

^{*} Politechnika Poznańska, Instytut Maszyn Roboczych i Pojazdów Samochodowych, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań.

^{**} Kopalnia Węgla Brunatnego „Konin” w Kleczewie S.A., al. 600-lecia 9, 62-540 Kleczew.

montowane na tym samym kole czerpakowym. Badania eksploatacyjne trwały 800 godzin w okresie zimowo-wiosennym. Zużycie blach określano metodami wagową oraz liniową, mierząc ubytek grubości w wybranych punktach według naniesionej siatki. Umożliwiło to określenie profilu zużycia blach w przekrojach poprzecznych i wzdłużnych. Stwierdzono, że największą odporność na ścieranie wykazały blachy napawane drutami proszkowymi CS 400 i DPIS 91. Zastosowanie tych blach na wykładzinę zsuwni wirującej mogłoby ograniczyć liczbę ich wymian do jednej – dwóch w ciągu roku, zamiast 3–4 w przypadku blach ze stali 30G2.

WPROWADZENIE

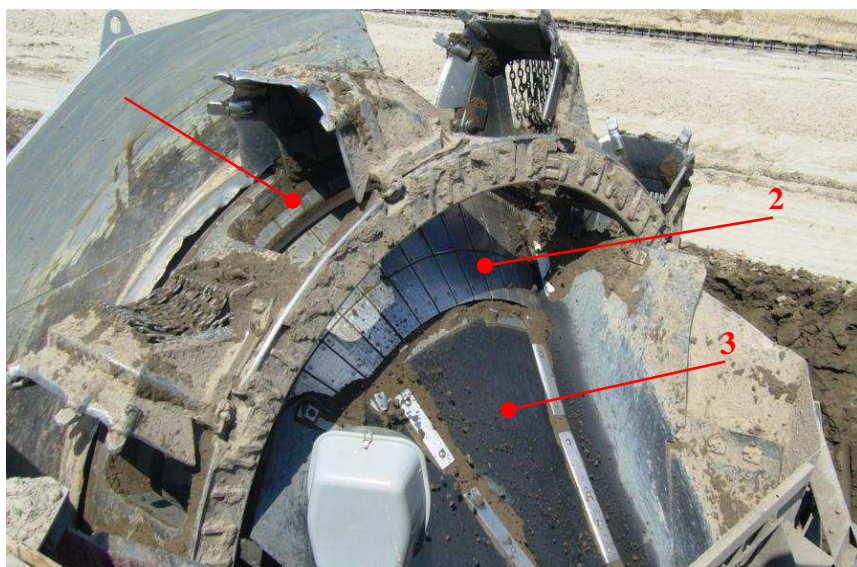
Proces pozyskiwania węgla brunatnego polega na usuwaniu dużych ilości mas nadkładowych, zalegających nad złożem węglowym przez ich urabianie, transportowanie i zwałowanie, a następnie wydobywaniu węgla. W realizacji tego procesu wykorzystywane są maszyny technologiczne pracujące w ruchu ciągłym. Zdejmowanie nadkładu odbywa się za pomocą koparek kołowych i łańcuchowych. Następnie urobek jest transportowany ciągami przenośników taśmowych i przekazywany na zwałowarki.

Koparka SRs 1200 jest bezwysuwową koparką wielonaczyniową kołową na podwoziu gąsienicowym. Należy do najliczniejszej grupy koparek użytkowanych w KWB „Konin”.

Zadaniem jednego z najważniejszych zespołów koparki, a mianowicie mechanizmu urabiania, jest odspajanie od calizny fragmentów skały nadkładowej (urobku) i przemieszczenie ich na przenośnik wewnętrzny koparki, celem przetransportowania na przenośnik odbierający urobek. Bezpośrednimi elementami realizującymi proces urabiania są czerpaki osadzone na pierścieniu koła czerpakowego – **Rys. 1.** Odspojony urobek wypełnia przestrzeń roboczą utworzoną przez czerpak i komorę czerpakową, znajdującą się w pierścieniu koła czerpakowego. Ruch obrotowy pierścienia koła czerpakowego wymusza przemieszczanie urobku do górnego położenia, gdzie następuje grawitacyjne opróżnianie komory roboczej z jej zawartości. Spadający urobek trafia na powierzchnię zsuwni wirującej, a następnie stałej, których zadaniem jest skierowanie urobku na taśmowy przenośnik odbiorczy.

Wszystkie elementy mechanizmu urabiania, mające kontakt z urobkiem, w tym także zsuwnia wirująca, narażone są na intensywne zużywa-

nie ściernie. Urobek oddzielony przez czerpaki spada na zsuwnię wirującą, stanowiącą integralną część koła czerpakowego, a następnie stałą, powodując zużycie blach, którymi są one wyłożone. Proces zużywania ściernego jest w tym przypadku bardziej złożony niż np. narzędzi do uprawy gleby. Wiąże się to z dynamicznym oddziaływaniem dużych fragmentów urobku, w tym również kamieni, na powierzchnię zsuwni. Ten rodzaj destrukcji można umownie określić mianem zużywania udarowo-ściernego, chociaż nie odpowiada ono w pełni definicji podanej w pracy [L. 1]. Mechanizm tego zużywania trudno jest zamodelować, o czym świadczy stwierdzenie zawarte w publikacji [L. 2], której autorzy podają, że w warunkach laboratoryjnych, w środowisku elektrokorundu, stale Hardox nie wykazały oczekiwanej odporności na ścieranie. Ich odporność (na ścieranie) była tylko o kilkanaście procent większa od normalizowanej stali węglowej 45. Tymczasem badania eksploatacyjne wykazały dobrą odporność stali Hardox na zużycie ściernie. Zastosowanie płyt z tej stali na zsuwnię stałą mogłoby przynieść, zdaniem autorów, kilkudziesięcioprocentowe zmniejszenie kosztów jej eksploatacji.



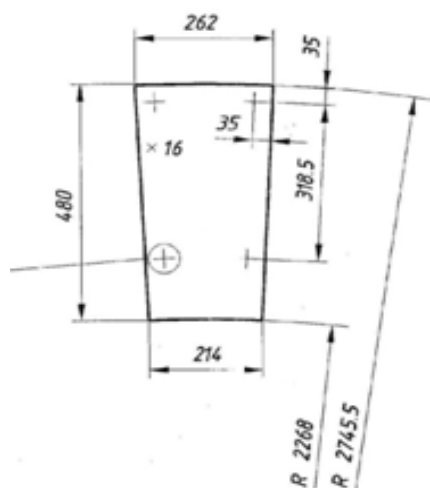
Rys. 1. Koło czerpakowe koparki SRs 1200; 1 – komora czerpakowa, 2 – zsuwnia wirująca, 3 – zsuwnia stała

Fig. 1. The bucket wheel of the SRs wheel excavator; 1 – bucket chamber, 2 – rotating chute; 3 – fixed (immovable) chute

Celem pracy jest porównanie odporności na zużycie ściernie, w warunkach eksploatacyjnych, próbek blach wykładzinowych wykonanych z różnych materiałów, stosowanych w kole czepakowym koparki z kołowym mechanizmem urabiania SRs 1200.

BADANIA

Zsuwnię wirującą koła czepakowego tworzy 50 blach o kształcie I i wymiarach przedstawionych na **Rys. 2**.



Rys. 2. Kształt i wymiary próbki [L. 3]

Fig. 2. The shape and dimensions of the specimen [L. 3]

Do badań przygotowano próbki o takim właśnie kształcie oraz wymiarach i zamocowano je obok siebie na kole czepakowym. Informację o materiale i twardości próbek zawiera **Tabela 1**.

Tabela 1. Informacja o próbkach

Table 1. Specimens characteristics

Materiał blach (próbek) – stal	Twardość
30G2	110÷160 HV
HTK 900H	400 HB
X120Mn13	500 HB
30G2 napawana elektrodą EN 450	38 HRC
S235JR napawana drutem CS 400	39÷45 HRC
S235JR napawana drutem DPIS 91	57÷60 HRC

Stal 30G2 należy do grupy manganowych stali konstrukcyjnych stopowych do ulepszenia cieplnego, o podwyższonych właściwościach wytrzymałościowych. Przeznaczona jest na wysoko obciążone elementy maszyn. Materiał ten jest w KWB „Konin” powszechnie stosowany m.in. na takie elementy koparek jak blachy wykładzinowe i ślizgi. Blacha ze stali HTK 900H zaliczana jest do materiałów trudnościeralnych. Stal X120Mn13 to stal Hadfielda, charakteryzuje się bardzo dużą skłonnością do umocnienia pod wpływem zgniotu. Stosowana jest głównie na elementy szczególnie narażone na zużycie ściernie. Stal 30G2 napawano łukowo ręcznie elektrodą otuloną EN 450 o średnicy 5 mm. Blachy ze stali S235JR napawano drutami proszkowymi samoosłonowymi CS 400 i DPIS 91. Skład chemiczny drutów podano w **Tabeli 2**.

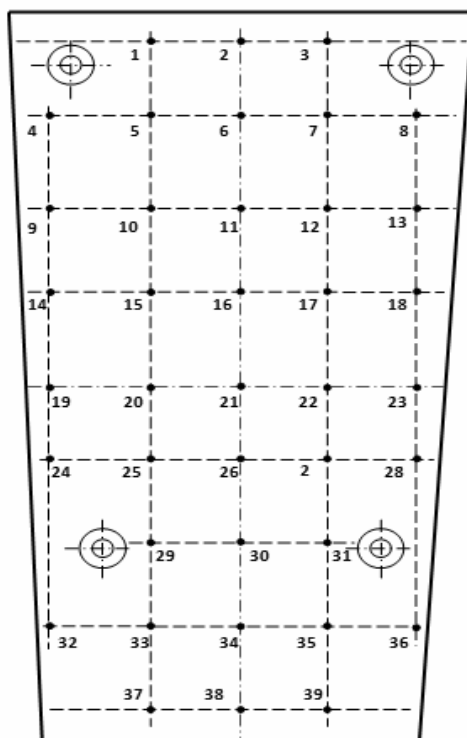
Tabela 2. Skład chemiczny drutów samoosłonowych użytych do napawania

Table 2. The chemical analysis of the self shielded wires for pad welding

Rodzaj drutu	Zawartość pierwiastków [%]						Literatura
	C	Mn	Si	Cr	Mo	Al	
CS 400	0,35	2,00	0,15	1,5	0,20	1,50	[L. 4]
DPIS 91	4,00	1,00	1,00	22	-	-	[L. 5]

Przeznaczone są one do napawania prewencyjnego i regeneracyjnego elementów narażonych na intensywne ścieranie typu metal–minerał oraz obciążenia udarowe. Napawanie wykonano przy pomocy robota; grubość napoiwy wynosiła 4 mm.

Badania zużycia próbek prowadzono podczas normalnego użytkowania koparki w okresie wiosenno-zimowym przez 800 godzin. Maszyna pracowała na nadkładzie zawierającym utwory trudno urabialne, które można zakwalifikować do IV klasy urabialności (głina z dużą ilością kamieni i frakcją kwarcową). Po wymontowaniu określano zużycie blach metodami wagową i liniową. W tym drugim przypadku wykonano pomiar grubości blach (z dokładnością $\pm 0,02$ mm) w 39 punktach, według naniesionej siatki (**Rys. 3**). Pomiar ten umożliwił określenie profilu zużycia blach w przekrojach podłużnym i poprzecznym. Oczka siatki miały wymiar 50×55 mm.



Rys. 3. Siatka punktów pomiaru grubości próbki

Fig. 3. The measuring grid for the specimen thickness measurements

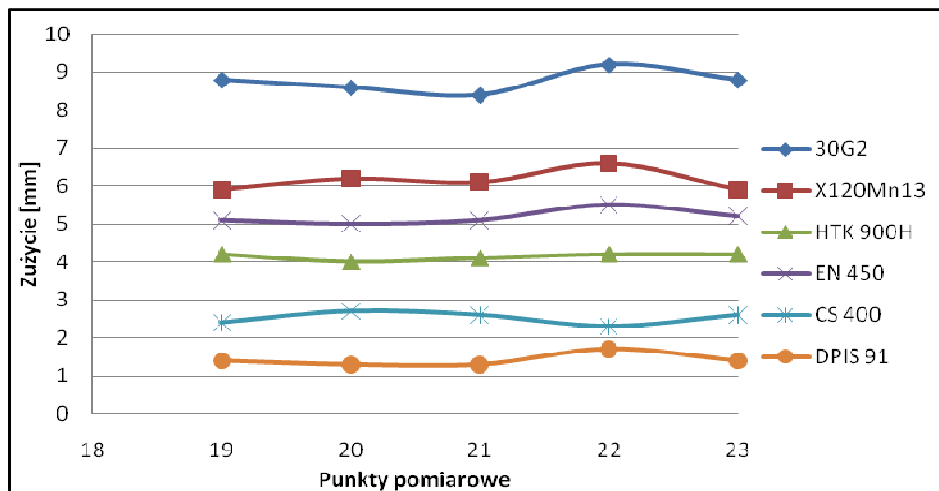
WYNIKI BADAŃ

Wyniki pomiarów zużycia badanych blach przedstawiono w **Tabeli 3** i na **Rys. 4 i 5**.

Tabela 3. Zużycie masowe badanych materiałów

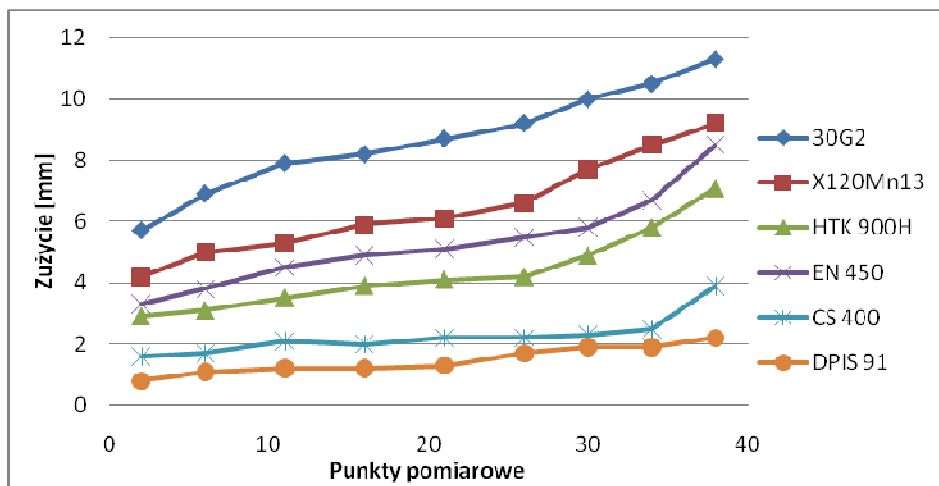
Table 3. Wear of specimens

Lp.	Badany materiał	Z _m [kg]
1	30G2	6,1
2	HTK 900H	2,6
3	X120Mn13	3,9
4	30G2 napawana elektrodą EN 450	3,3
5	S235JR napawana drutem CS 400	1,4
6	S235JR napawana drutem DPIS 91	1,1



Rys. 4. Zużycie blach w przekroju poprzecznym, przechodzącym przez punkty:19, 20, 21, 22, 23 (wg Rys. 4)

Fig. 4. Wear in a crosswise section of metal sheets covering the measuring points 19, 20, 21, 22, 23 (according to **Figure 4**)



Rys. 5. Zużycie blach w przekroju wzdłużnym, przechodzącym przez punkty: 2, 6, 11, 16, 21, 26, 30, 34, 38 (wg Rys. 4)

Fig. 5. Wear in a lengthwise section of metal sheets covering the measuring points 2, 6, 11, 16, 21, 26, 30, 34, 38 (according to **Figure 4**)

WNIOSKI I POSUMOWANIE

Przedstawione wyniki badań potwierdzają, że zgodnie z oczekiwaniami poszczególne rodzaje blach zużywały się z różną intensywnością. Tak jak przypuszczano, dużą odporność na ścieranie wykazały blachy napawane drutami samoosłonowymi CS 400 i DPIS 91, natomiast nieco poniżej oczekiwań wypadła stal Hadfielda X120Mn13.

Z analizy rozkładu zużycia blach „po powierzchni” należy stwierdzić, że w przekrojach poprzecznych jest ono prawie równomierne – **Rys. 4**. Natomiast w przekrojach podłużnych najmniejsze zużycie występuje w górnej części blachy i wzrasta w kierunku dolnej krawędzi, przy której jest największe – **Rys. 5**. Profile zużycia, w kierunkach poprzecznym jak i wzdłużnym, wszystkich rodzajów blach są podobne. Duży ubytek materiału zaobserwowano na krawędziach bocznych i wokół otworów montażowych, czego nie wykazały pomiary zużycia liniowego, wykonane w ściśle wybranych punktach (wg siatki – **Rys. 3**).

Ustalono następującą względną odporność na ścieranie badanych materiałów:

- 1) 30G2 – 1,
- 2) X120Mn13 – 1,56,
- 3) HTK 900H – 2,33,
- 4) 30G2 napawana elektrodą EN450 – 1,85,
- 5) S235JR napawana drutem CS 400 – 4,35,
- 6) S235JR napawana drutem DPIS 91 – 5,56.

Zdecydowanie największą odporność na ścieranie, w warunkach badań, wykazały blachy napawane drutami samoosłonowymi, zwłaszcza DPIS 91. Potwierdzono dobre właściwości eksploatacyjne warstw napawanych DPIS, prognozowane m.in. przez autorów prac [**L. 6, 7**].

Podsumowując przeprowadzone badania i poczynione w związku z nimi obserwacje, można stwierdzić, że przez odpowiedni dobór blach wykładzinowych spośród przebadanych, można w dużym zakresie kształtować trwałość zsuwni wirującej. Zastosowanie blach napawanych drutami proszkowymi samoosłonowymi może przyczynić się do znaczącego wydłużenia czasu użytkowania zsuwni wirującej. Zamiast 3–4 wymian w ciągu roku blach wykonywanych dotychczas ze stali 32G2, wystarczy jedna wymiana, jeśli będą one ze stali S235JR napawanej drutem DPIS 91.

W pracy nie analizowano aspektu ekonomicznego zastosowania blach napawanych drutami proszkowymi samoosłonowymi na wykładzinę zsuwni wirującej koła czerpakowego koparki. Można jednak przy-

puszczać, że jeśli uwzględni się zarówno koszty związane z przygotowaniem blach jak i oszczędności wynikające z mniejszej liczby przestojów koparki, związanych z mniejszą liczbą wymian tych blach, to wynik powinien być pozytywny.

LITERATURA

1. Vinogradov V. N., Sorokin G. M., Albagachiev A. Ju.: Iznashivanie pri udare, Moskva, Mashinostroenie, 1982.
2. Cegiel L., Konat Ł., Pawłowski T., Pękalski G.: Stale Hardox - nowe generacje materiałów konstrukcyjnych maszyn górnictwa odkrywkowego, Węgiel Brunatny, 2006, nr 3/56.
3. Hernes J.: Wpływ rodzaju blach wykładzinowych w kole czerpakowym koparki SRs 1200 na ich odporność na zużycie, Praca magisterska, promotor – S. Nosal, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010.
4. Karta charakterystyki drutu rdzeniowego samoosłonowego CS 400. 2010.
5. Karta charakterystyki drutu rdzeniowego samoosłonowego DPIS 91. 2010.
6. Alenowicz J.: Budowa warstw napawanych drutem proszkowym DPIS 91 na tle wyników badań napoin wykonanych wybranymi drutami spawalniczymi stosowanymi w górnictwie węgla brunatnego, Górnictwo Odkrywkowe, 2005, nr 4-5.
7. Pękalski G.: Wybrane zagadnienia materiałowe elementów maszyn górnictwa odkrywkowego narażonych na zużywanie ściernie a możliwości zastosowania stali Hardox, Górnictwo Odkrywkowe, 2005, nr 4–5.

Recenzent:
Janusz JANECKI

Summary

This paper compares the abrasion resistance (values) of metal sheets forming a rotating chute of the bucket wheel in the wheel excavator operating in a brown coal mine. Six different types of metal sheets, including three types of the padded sheets, were examined while mounted on the same bucket wheel. The in-service examinations lasted for 800 hours and were performed in winter. The metal sheet wear was determined by means of the weight and linear methods measuring a decrease in the thickness in the selected points

according to the marked measuring grid. It allowed a profile of the sheet wear in the crosswise and lengthwise sections to be determined. It was found that the metal sheets padded with powder wires CS 400 and DPIS 91 showed the highest abrasion resistance values. The application of those metal sheets as the rotating chute lining can limit the number of replacements to one or two replacements per year instead of three or four experienced in case of 30G2 steel.