

Andrzej N. WIECZOREK

DOŚWIADCZALNE BADANIA SZYBKOŚCI ZUŻYCIA W OBECNOŚCI ŚCIERNIWA KWARCOWEGO PRZENOŚNIKOWYCH KÓŁ ŁAŃCUCHOWYCH ZE STALIWA GS42CrMo-4

W pracy przedstawiono rezultaty badań zużyciowych kół łańcuchowych wytworzonych ze staliwa GS42CrMo-4. Badane koła łańcuchowe stosowane w zespołach napędowych przenośników zgrzeblowych były poddane testom zużyciowym w obecności ścierniwa kwarcowego odtwarzającym rzeczywiste warunki pracy przenośników przy drążeniu podziemnych chodników i tuneli w skałach typu piaskowiec. Na podstawie uzyskanych wyników określono szybkość zużycia ściernego w ekstremalnych warunkach eksploatacyjnych.

WSTĘP

Przenośniki zgrzeblowe są maszynami transportowymi stosowanymi do transportu surowców mineralnych i energetycznych np. w układach nawęglania elektrowni i elektrociepłowni, w górnictwie podziemnym, odkrywkowym i tunelowym. Mimo wprowadzanych ciągłych zmian technologicznych i materiałowych dochodzi do przedwczesnej degradacji elementów przenośników zgrzeblowych, w szczególności kół łańcuchowych na skutek oddziaływania środowiska kopalnianego i zintensyfikowanej eksploatacji [1,2]. Czynniki intensyfikującymi procesy destrukcji elementów napędowych przenośników są:

- pył kamienny lub kamiennie-węglowy dostający się do strefy współpracy bębnow z łańcuchem,
- wilgoć przyczyniająca się do powstania korozji powierzchni bębnow, co zwiększa podatność na zużycie ściernego,
- liczne udane i nieudane rozruchy przenośników,
- przeciążenia spowodowane m.in. przeładowaniem i zablokowaniem przenośników.
- Skutkami oddziaływania wspomnianych wyżej czynników są:
 - znaczące zużycie ściernego współpracujących ze sobą powierzchni bębnow i łańcuchów zintensyfikowane działaniem tzw. ciała trzeciego, czyli luźnego i twardego ścierniwa (przykłady uszkodzeń przedstawiono na Rys. 1),
 - deformacje plastyczne współpracujących ze sobą powierzchni bębnow,
 - znaczne wykruszenia zębów bębnow łańcuchowych,
 - złamania zębów u podstawy o charakterze doraźnym lub zmęczeniowym.

Szczególnie istotny wpływ na trwałość bębnow łańcuchowych ma pierwszy z wymienionych skutków tj. zużycie ściernego.

Odporność na zużycie ściernego [3,4] jest zależna od:

- składu chemicznego i frakcyjnego luźnych lub umocowanych cząstek ścierniwa i ich twardości względnej (w stosunku do twardości materiału używanego),
- nacisków jednostkowych,
- częstości wymiany tych produktów w obszarach tarcia,
- prędkości poślizgu,
- skojarzenia czynników eksploatacyjnych.

Charakter działania ziaren ściernych na ścierany materiał zależy od ich ruchu względem powierzchni materiału oraz od charakteru i wartości obciążeń przenoszonych przez ziarna. Uszkodzenia tego typu mogą doprowadzić do niewłaściwego położenia ogniw łańcuchów, a w konsekwencji do wzrostu sił dynamicznych w przenośniku [5,6,7,8].



Rys. 1. Przykłady kół łańcuchowych uszkodzonych zużyciem ściernym intensyfikowanym obecnością ścierniwa

1. CHARAKTERYSTYKA BADAŃ

Badania właściwości zużyciowych stopowych staliwa GS42CrMo-4 przeprowadzono na specjalnie skonstruowanym stanowisku umożliwiającym odtworzenie rzeczywistych warunków eksploatacji kół łańcuchowych. Szczegóły dotyczące stanowiska i metody wyznaczenia zużycia abrazyjnego przedstawiono w pracach [9,10,11]. Oddziaływanie czynników eksploatacyjnych odtworzono poprzez zasypanie skrzyni badawczej ścierniwem kwarcowym, co skutkowało ciągłą jego obecnością między badanymi kołami łańcuchowymi, a powierzchnią łańcucha. Do badań zużyciowych użyto dwóch identycznych stalowych kół łańcuchowych poddanych hartowaniu powierzchniowemu. Na rysunku 2 przedstawiono widok kół łańcuchowych w trakcie testów zużyciowych w obecności ścierniwa kwarcowego.



Rys. 2. Widok kół łańcuchowych w trakcie testów zużyciowych w obecności ścierniwa kwarcowego.

Warunki obciążenia badanych próbek określono bezpośrednio na stanowisku badawczym poprzez pomiar mocy pobieranej przez silniki elektryczne za pomocą miernika cęgowego. Wyznaczona wartość pobieranej mocy przez każdy silnik wynosiła 7,5 kW (sumarycznie 15 kW). Zasadnicze badania zużyciowe prowadzono w obecności luźnego ścierniwa kwarcowego trwały sumarycznie po 100 godzin dla każdego kierunku obrotów silników.

Koła łańcuchowe ze staliwa GS42CrMo-4 (skład chemiczny staliwa został przedstawiony w Tab. 1, natomiast właściwości mechaniczne - w Tab. 2) zostały odlane w formach piaskowych oraz poddane normalizowaniu i ulepszeniu cieplnemu. Po końcowej obróbce skrawaniem koła poddano hartowaniu powierzchniowemu w 6% roztworze chłodziwa wodno-polimerowego.

Tab. 1. Skład chemiczny rozpatrywanych staliwa GS42CrMo-4

Gatunek staliwa	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
GS42CrMo-4	0,35	0,38	0,72	1,21	0,06	0,5

Tab. 2. Właściwości mechaniczne staliwa GS42CrMo-4

Gatunek staliwa	Rm, MPa	Re, MPa	A5, %
GS42CrMo-4	1152±3,7	891±3,7	8,7±0,1

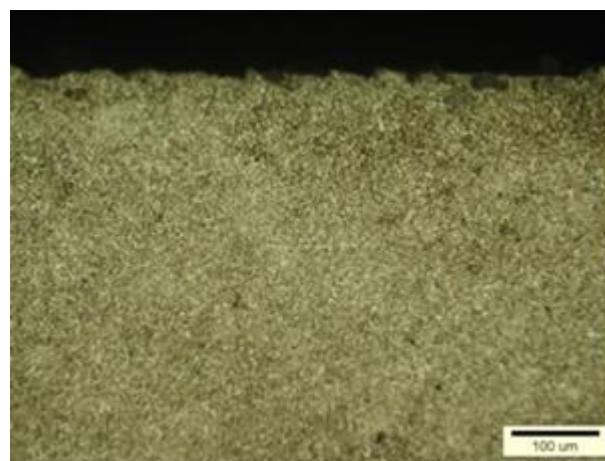
2. WYNIKI BADAŃ ZUŻYCIOWYCH

Wiodącym procesem niszczącym było w trakcie prób zużyciowych mikroskrawanie luźnym ścierniwem kwarcowym. Na rysunku 3 przedstawiono wyraźne wytarcia powierzchni współpracujących zęba z łańcuchem spowodowane zużyciem ściernym. Na rysunku 4

przedstawiono widok mikroskrawów w warstwie przypowierzchniowej wywołanych oddziaływaniem ścierniwa kwarcowego.



Rys. 3. Widok stref kontaktu łańcucha z kołem łańcuchowym bezpośrednio po testach zużyciowych



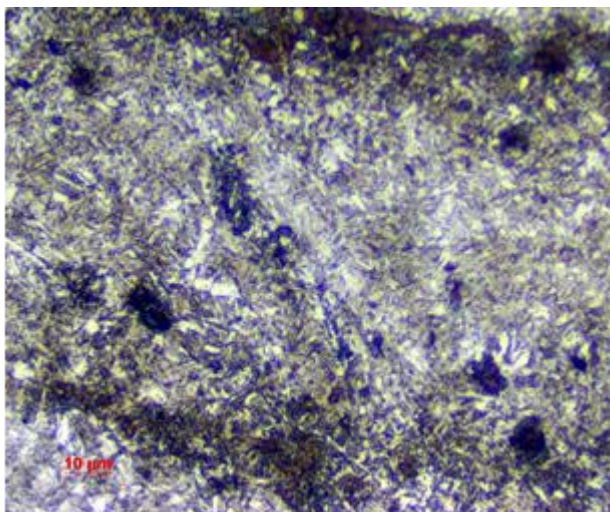
Rys. 4. Widok warstwy podpowierzchniowej badanego staliwa GS42CrMo-4

Koła obu kompletów, po zakończeniu prób zużyciowych, poddano w obszarze zużycia pomiarom z użyciem maszyny współrzędnościowej w celu wyznaczenia mary zużycia ściernego δ_{AVR_MAX} . Wyznaczone wartości zużycia ściernego kół łańcuchowych δ_{AVR_MAX} testowanych w obecności ścierniwa wraz z miarami rozrzutu zestawiono w Tabelicy 3.

Tab. 3. Wyznaczone parametry charakteryzujące zużycie liniowe δ_{AVR_MAX} staliwa GS42CrMo-4

Gatunek staliwa	δ_{AVR_MAX} , mm	S_δ , mm
GS42CrMo-4	1,456	0,194

W celu określenia maksymalnego czasu pracy kół łańcuchowych w warunkach rzeczywistych konieczne było ustalenie grubości warstwy zaharowanej. Na podstawie badań metalograficznych (Rys. 5) przeprowadzonych po zakończeniu testów stwierdzono występowanie struktury martenzytycznej i martenzytobainitycznej w strefie zaharowanej 0÷10 mm od powierzchni.



Rys. 5. Mikrostruktura badanych staliwa GS42CrMo-4 w strefie podpowierzchniowej

Na podstawie znanego czasu testu zużyciowego (100 godzin dla 1 kierunku obrotu kół łańcuchowych) i znanej grubości warstwy zahartowanej można określić szybkość zużywania i przybliżony czas pracy kół łańcuchowych. Wyznaczone wartości przedstawiono w Tablicy 4.

Tab. 4. Wyznaczone wartości szybkości zużywania i przybliżonego czasu pracy kół łańcuchowych ze staliwa GS42CrMo-4

Szybkość zużywania	14,56 $\mu\text{m/h}$
Przybliżony czas pracy kół łańcuchowych	686 h

W warunkach rzeczywistych, czas eksploatacji kół łańcuchowych przenośników zgrzeblowych wykorzystywanych do odstawy urobku powstałego w trakcie drażenia kamiennych chodników i tuneli nie przekracza 3 miesięcy. Odpowiada to wyznaczonemu przybliżonemu czasowi pracy (drażenie chodników odbywa się w sposób przerywany z uwagi na konieczność jego zabezpieczenia).

PODSUMOWANIE

W pracy przedstawiono rezultaty badań zużyciowych kół łańcuchowych wytworzonych ze staliwa GS42CrMo-4. Badane koła łańcuchowe stosowane w zespołach napędowych przenośników zgrzeblowych były poddane testom zużyciowym w obecności ścierniwa kwarcowego odtwarzającym rzeczywiste warunki pracy przenośników przy drażeniu podziemnych chodników i tuneli w skałach typu piaskowiec. Na podstawie uzyskanych wyników określono szybkość zużycia ściernego kół łańcuchowych w ekstremalnych warunkach eksploatacyjnych.

BIBLIOGRAFIA

1. Burdzik R., Folega P., Łazarz B., Stanik Z., Warczek J., Analysis of the impact of surface layer parameters on wear intensity of frictional couples, Archives of Metallurgy and Materials 57(4), 2012, 987-993.
2. Wieczorek A.N.: Designing machinery and equipment in accordance with the principle of sustainable development. Mana-

gement Systems in Production Engineering No 1(17), s. 28-34, 2015.

3. Hebda M., Wachal A.: Trybologia. WNT, Warszawa 1980.
4. Lawrowski Z.: Tribologia. Tarcie, zużywanie i smarowanie. Oficyna Wydawnicza.
5. Suchoń J., Drwięga A., Gąsior S.: Analiza obciążeń dynamicznych przenośników zgrzeblowych na podstawie badań w warunkach eksploatacyjnych. Maszyny Górnicze Nr 3, 2008, s. 26-31.
6. Dolipski M.: Dynamika przenośników łańcuchowych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997.
7. Antoniak J.: Urządzenia i systemy transportu podziemnego w kopalniach. Wyd. Śląsk, Katowice 1997.
8. Dolipski M., Wieczorek A.: Nowe stanowisko do badań właściwości zużyciowych materiałów stosowanych na bębny łańcuchowe przenośników zgrzeblowych. Konferencja Naukowa „Górnictwo Zrównoważonego Rozwoju 2010” Gliwice 2010.
9. Wieczorek A., Mysza D., Szromek J.: Stanowisko do badania procesów zużyciowych gwiazd napędowych przenośników zgrzeblowych. TEMAG 2013, XXI Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna, Ustroń, 23-25 października 2013. Biblioteka TEMAG ; vol. 21, 2013, s. 327-333.
10. Wieczorek A.: Eksploatacyjnie zorientowana metoda badania zużycia bębnow łańcuchowych przenośników zgrzeblowych. TEMAG 2014. XXII Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna, Ustroń, 22-24 października 2014. Biblioteka TEMAG ; vol. 22, 2013, s. 277-285.
11. Wieczorek A. N., Polis W.: Operation-oriented method for testing the abrasive wear of mining chain wheels in the conditions of the combined action of destructive factors. Management Systems in Production Engineering No 3(19), s. 175-178, 2015.

Experimental studies on the rate of the wear of conveyor chain wheels made of GS42CrMo-4 cast steel in the presence of quartz abrasive

The paper presents results of the wear tests of chain wheels made of GS42CrMo-4 cast steel. The chain wheels tested are used in drive units of armoured face conveyors. They were subjected to wear tests in the presence of quartz abrasive. These tests reproduced the actual operating conditions of the conveyors when drifting underground galleries and tunnels in rocks such as sandstone. Based on the results obtained, there was determined the rate of the abrasive wear and the approximate service life of the chain wheels in extreme operating conditions.

Praca zrealizowana w ramach projektu „Innowacyjna technologia produkcji elementów ciągnowych systemów transportowych wykorzystująca materiały lane” nr POIG.01.04.00-24-100/11.

Autor:

dr inż. **Andrzej N. Wieczorek** – Politechnika Śląska w Gliwicach, Wydział Górnicztwa i Geologii, Instytut Mechanizacji Górnicztwa, andrzej.n.wieczorek@polsl.pl.