

Tomasz BUDZYNOWSKI, Andrzej MAZURKIEWICZ, Zbigniew ROPELEWSKI

PRÓBA ANALITYCZNEJ OCENY WPŁYWU SKŁADU CHEMICZNEGO STALIWA NA ZRÓŻNICOWANIE PRZEBIEGU ZUŻYCIA PRZEZ TARCIE PRÓBEK W STANIE SUROWYM I Z WARSTWĄ AZOTOWANĄ

Streszczenie

W pracy przedstawiono analityczną ocenę czynników determinujących różnice w przebiegu zużycia przez tarcie staliwa w stanie surowym i z warstwą azotowaną.

Skład chemiczny grupy staliw zdefiniowano i przyjęto do analizy przy pomocy trzech parametrów:

- stopowości ogólnej staliwa – A – zdefiniowanej jako suma procentowa składników stopowych występujących w staliwie oprócz węgla, siarki i fosforu,
- stopowości cząstkowej staliwa – SA – zdefiniowanej jako suma pierwiastków stopowych Cr, Mo, V występujących w staliwie,
- sparametryzowanego współczynnika składu chemicznego – $k = A/C$ – zdefiniowanego jako stosunek stopowości ogólnej do zawartości węgla w staliwie.

Badanie przebiegu zużycia przez tarcie suche realizowano zgodnie z normą PN-83/H-04302 „trzy waleczki – stożek”, stosując podczas próby stałe obciążenie 20 N. Czas tarcia wynosił 350 s.

Jako przeciwpróbkę zastosowano stożek wykonany ze stali 40H ulepszonej cieplnie na twardość 46÷48 HRC.

WSTĘP

W pracy przedstawiono analityczną ocenę czynników determinujących różnice w przebiegu zużycia przez tarcie staliwa w stanie surowym i z warstwą azotowaną.

Skład chemiczny grupy staliw zdefiniowano i przyjęto do analizy przy pomocy trzech parametrów:

- stopowości ogólnej staliwa – A – zdefiniowanej jako suma procentowa składników stopowych występujących w staliwie oprócz węgla, siarki i fosforu,
- stopowości cząstkowej staliwa – SA – zdefiniowanej jako suma pierwiastków stopowych Cr, Mo, V występujących w staliwie,
- sparametryzowanego współczynnika składu chemicznego – $k = A/C$ – zdefiniowanego jako stosunek stopowości ogólnej do zawartości węgla w staliwie.

Badanie przebiegu zużycia przez tarcie suche realizowano zgodnie z normą PN-83/H-04302 „trzy waleczki – stożek”, stosując podczas próby stałe obciążenie 20 N. Czas tarcia wynosił 350 s.

Jako przeciwpróbkę zastosowano stożek wykonany ze stali 40H ulepszonej cieplnie na twardość 46÷48 HRC.

1. STAN ZAGADNIENIA

Jednym z czynników determinujących zastosowanie określonego materiału w technologii budowy maszyn jest jego odporność na zużycie przez tarcie suche.

Zagadnienie przebiegu zużycia elementów maszyn w warunkach tarcia suchego, a więc i ich trwałości eksploatacyjnej jest problemem złożonym, zależnym od wielu czynników zróżnicowanych pod względem istotności wpływu i trudnym do jednoznacznego oszacowania z wykorzystaniem szeregu dostępnych metod badawczych [1, 2].

Prowadzone od szeregu lat badania w Instytucie Budowy Maszyn uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu nad wpływem azotowania na kształtowanie się odporności na zużycie

przez tarcie suche [3, 4, 5] różnych materiałów konstrukcyjnych (stale, staliwa, żeliwa) pozwalają na podjęcie próby analitycznego określenia ilościowego i jakościowego efektów zużycia.

Z dotychczasowych badań i analizy literatury fachowej wynika, że na przebieg zużycia przez tarcie na sucho ma:

- struktura i skład fazowy warstwy przypowierzchniowej (zarówno warstwa w stanie surowym jak i warstwa azotowana),
- rozkład twardości w warstwie azotowanej,
- skład chemiczny materiału, struktura wyjściowa (stale ulepszone cieplnie, stale po obróbce cieplno-chemicznej, staliwa w stanie surowym i po obróbce cieplno-chemicznej, żeliwo itp.),
- zastosowanie azotowania w sposób znaczący podwyższa odporność na zużycie przez tarcie suche i jego stan ilościowy oraz jakościowy zależne są od składu chemicznego stali, staliwa i żeliwa.

Cytowane wyżej prace ograniczające badanie istotności wpływu składu chemicznego badanego tworzywa konstrukcyjnego do analitycznego jest zgodne z parametrami zacytowanymi we wstępie artykułu.

Dlatego też w pracy niniejszej zdecydowano się na przedstawienie w formie analitycznej różnic pomiędzy zużyciem staliwa stopowego w stanie surowym i z warstwą azotowaną w zależności od składu chemicznego staliwa zdefiniowanego przy pomocy parametrów opisanych we wstępie.

2. ZREALIZOWANE BADANIA

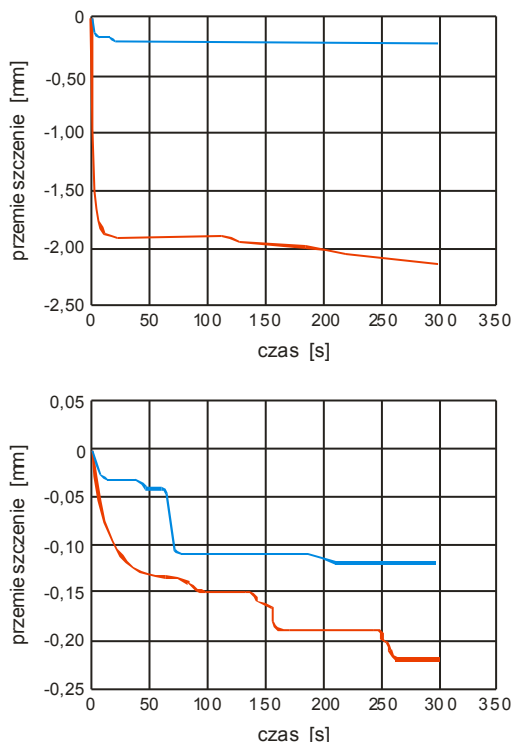
Do badań i analiz wytypowano grupę staliw o zróżnicowanym składzie chemicznym, średnio- i wysokostopowych, w których zawartość pierwiastków była następująca:

C = 0,11 ÷ 0,70 %, Mn = 0,32 ÷ 0,54 %, Si = 0,22 ÷ 0,55 %
 Ni = 0,42 ÷ 0,80 %, Cr = 1,00 ÷ 15,00 %, Mo = 0,14 ÷ 0,76 %
 V = 0,19 ÷ 0,54 %, Cu = 1,13 ÷ 1,90 %.

Azotowanie zastosowane do badanej grupy materiałów przeprowadzono w mieszaninie amoniaku i zdysocjowanego amoniaku, dwustopniowo w temperaturach 489 oraz 530 °C, w łącznym czasie 30 godzin.

Następnie próbki z wybranej do badań grupy staliw w stanie surowym i z warstwą azotowaną poddano badaniom na zużycie przez tarcie, zgodnie z normą PN-83/H-04302. Na stanowisku badawczym badano względne przemieszczenie się stożka w przebiegu zużycia sumarycznego, przy pomocy czujnika współpracującego z mikroprocesorowym systemem pomiarowym CL311 +CW104M, sprzężonym z komputerem w celu uzyskania graficznej wizualizacji.

Przykład przebiegu zużycia próbek surowych i azotowanych, w funkcji czasu, przedstawiono na rysunku 1.

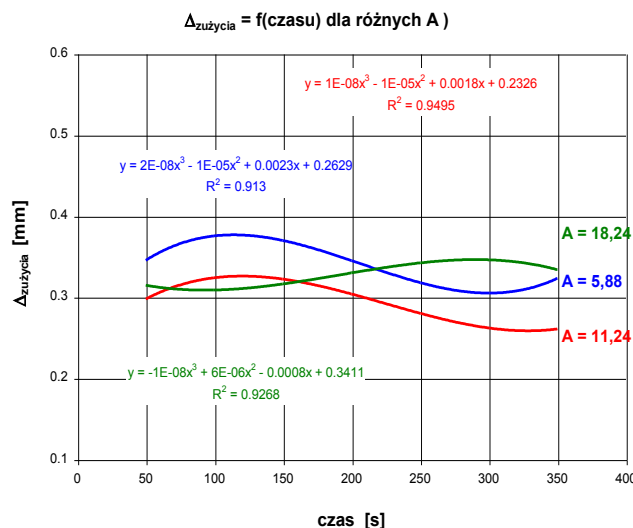


Rys. 1. Przykładowe przebiegi zużycia próbek azotowanych (linie niebieskie) i surowych (linie czerwone)

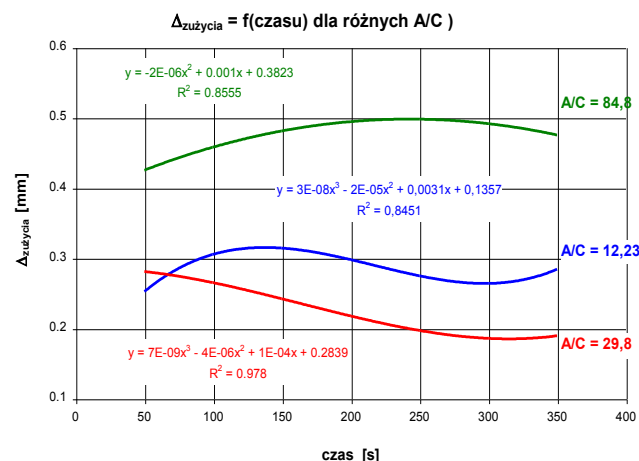
W celu opracowania graficznej zależności składu chemicznego staliwa do różnicy w przebiegu zużycia staliwa w stanie surowym i z warstwą azotowaną, badaną grupę staliw podzielono na trzy grupy. Jako kryterium podziału przyjęto wartości:

- stopowości ogólnej staliwa o średniej wartości A – 5,88 %, 11,24 %, 18,24 %;
- sparametryzowanego współczynnika składu chemicznego A/C o średniej wartości 12,23; 29,8; 84,8;
- stopowości cząstkowej staliwa S_A o średniej wartości 2,9 %; 8,13 %; 14,9 %.

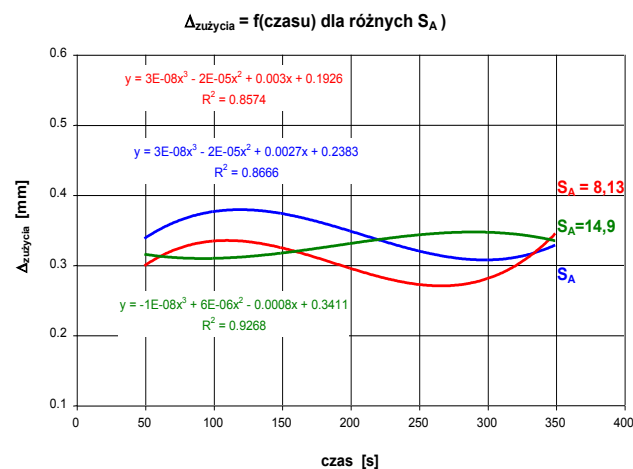
Efekty badań analitycznych przedstawiono odpowiednio na rysunkach 2, 3 i 4.



Rys. 2. Kształtowanie się różnicy w zużyciu próbek surowych i z warstwą azotowaną w zależności od wartości stopowości ogólnej staliwa



Rys. 3. Kształtowanie się różnicy w zużyciu próbek surowych i z warstwą azotowaną w zależności od wartości sparametryzowanego współczynnika składu chemicznego staliwa



Rys. 4. Kształtowanie się różnicy w zużyciu próbek surowych i z warstwą azotowaną w zależności od wartości stopowości cząstkowej staliwa

WNIOSKI

Analizując przebiegi funkcji prezentowane na rysunkach 2 ÷ 4 można przyjąć następujące ogólne stwierdzenia:

1. Różnica w zużyciu staliwa surowego i z warstwą azotowaną, odniesiona do stopowości ogólnej A i stopowości cząstkowej S_A jest stosunkowo mała. W całym zakresie badania najniższą różnicę w zużyciu wykazuje grupa staliw dla średniej wartości $A = 11,24\%$ i $S_A = 8,13\%$.
2. Stwierdza się istotną różnicę w przebiegu zużycia próbek surowych i z warstwą azotowaną odniesioną do sparametryzowanego współczynnika składu chemicznego staliwa A/C (rys. 3).
3. Obserwowane różnice w przebiegu różnicy w zużyciu przez tarcie, odniesione do sparametryzowanego współczynnika składu chemicznego staliwa jest zgodne z samą definicją tego współczynnika. Wysoka jego wartość odejmuje staliwa o niskiej zawartości węgla, a więc większej podatności na azotowanie (w tych samych warunkach azotowania).

Grupa staliw o najmniejszej różnicy w zużyciu przez tarcie pomiędzy próbkami surowymi i azotowanymi $A/C = 29,8$ (rys. 3) charakteryzuje się średnią zawartością węgla $C = 0,30 \div 0,45\%$, a przez to w stanie surowym ma stosunkowo wysoką twardość i w związku z tym wysoką wartość rozkładu twardości w warstwie azotowanej.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że na przebieg zużycia przez tarcie dla analizowanej grupy staliw, istotny wpływ wywiera skład chemiczny staliwa, struktura warstwy azotowanej, szczególnie bogata w węgliki i węgliko-azotki pierwiastków stopowych występujących w danym staliwie.

Kształtowanie się różnicy w przebiegu zużycia przez tarcie pomiędzy próbkami surowymi i z warstwą azotowaną, na korzyść tych ostatnich, zależna jest od składu chemicznego, który kształtuje następujące właściwości staliwa:

- podatność na azotowanie – grubość warstwy azotowanej, rozkład twardości w warstwie azotowanej, zawartość węgla;
- struktura wyjściowa i twardość staliwa w stanie surowym.

Powyższe stwierdzenia są zgodne z wynikami wcześniejszych badań, których wyniki zaprezentowano w pracach [1], [2] i [4].

BIBLIOGRAFIA

1. Budzynowski T.: *Studium teoretyczne i praktyczne azotowania gazowego tworzyw konstrukcyjnych*. Monografia. Wyd. Politechniki Radomskiej, Radom 2003.
2. Budzynowski T.: *Selected problems of an analytic study of the effects nitridation of steel and cast steel*. Monografia. Wyd. Politechniki Radomskiej, Radom 2005.
3. Kabała-Trzaskowska A., Budzynowski T.: *Analiza metalograficzna tworzenia się warstwy azotowanej na staliwach stopowych w stanie surowym*. Inżynieria materiałowa nr 5 2005, s. 403÷404.
4. Budzynowski T., Kabała-Trzaskowska A., Chałko L.: *Analiza przebiegu zużycia warstw azotowanych w zależności od składu chemicznego staliwa*. Prace naukowe Transport nr 1/26/2008. V Konferencja Naukowo-Techniczna LOGITRANS Szczyrk, 23÷25 kwiecień 2008, s. 37÷39.
5. Kabała-Trzaskowska A., Budzynowski T.: *Propozycje modyfikacji warstwy wierzchniej w celu podwyższenia właściwości tribologicznych staliwa stopowego*. Prace naukowe Transport nr 1/26/2008. V Konferencja Naukowo-Techniczna LOGITRANS Szczyrk, 23÷25 kwiecień 2008, s. 36÷37.

THE ANALYTICAL ATTEMPT OF ASSESSMENT INPUT THE CHEMICAL CONSTITUTIONS OF CAST-STEEL ON THE DIFFERENTIATED ABRASIVE WEAR OF THE TRIALS AS CAST CONDITIONS AND WITH NITRIDING LAYER

Abstract

This work contains an analytical evaluate of determining factors the differential in run of abrasive wear cast steel in as – cast conditions and with nitriding layer.

Chemical constitution of the group of the cast steels were defined and take to analysis in form of three parameters:

- overall alloyed of cast-steel – A – defined as the sum of percentage of alloying components apart from carbon, sulphur and phosphorus;
- partial alloyed of cast-steel – S_A – defined as the sum of percentage of alloying components as Cr, Mo, V occurrence of cast steel;
- parameterised coefficient of chemical constitution – k – defined as proportional of overall alloyed to percentage constitution of carbon in cast steel.

Autorzy:

dr hab. inż. **Tomasz Budzynowski** prof. nadzw. UTH – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

dr inż. **Andrzej Mazurkiewicz** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

mgr inż. **Zbigniew Ropelewski** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu