

Barbara SIEPRACKA*
Jerzy SZUMNIAK**
Robert NYC**

KOROZJA TRĄCYCH SIĘ ELEMENTÓW UKŁADÓW HAMULCOWYCH (TARCZE, BĘBNY) POJAZDÓW I MOŻLIWOŚCI JEJ MINIMALIZACJI

W artykule przedstawiono wyniki obserwacji stopnia skorodowania zachodzącego w parze tribologicznej hamulca (tarczowego i bębnowego) w okresie jego postoju w warunkach agresywnego otoczenia miejskiego (przemysłowego). Wyniki przeprowadzonych badań laboratoryjnych, aktywowania powierzchni elementu metalowego przez tarcie z kompozytami, wykazały zróżnicowaną ich podatność korozyjną, w większości przypadków, większą dla powierzchni po tarcu. Wprowadzenie do kompozytu odpowiednich dodatków w ilości 1÷2%, np. niektórych kompleksów metali, zwiększa odporność na korozję powierzchni żeliwa kojarzonej z nim tarciowo. Artykuł zawiera przykładowe wyniki badań odporności na korozję przy tarcu żeliwa po żeliwie i kompozytu modyfikowanego.

Słowa kluczowe: żeliwo, kompozyt cierny, żywica fenolowo - formaldehydowa, kompleksy metali, tarcie, korozja, hamulce

WSTĘP

Wilgoć i zanieczyszczenie środowiska mają istotny wpływ na szybkość korozji żeliwnych tarcz hamulcowych [1, 2, 3]. Podatność tych elementów na korozję jest szczególnie duża, gdyż w wyniku wielokrotnego oddziaływania procesów tarcia (średnio około 50 cykli na 100km drogi) następuje aktywacja energetyczna ich powierzchni. Najgroźniejsze zanieczyszczenia zawarte w atmosferze to zanieczyszczenia jonami chlorkowymi (Cl⁻) i siarczanowymi (SO₄⁻). Zanieczyszczenia jonowe zawarte są nie tylko w atmosferze, ale także pochodzą z soli rozsypywanej na jezdnię w okresie zimowym. Stanowią one silne zagrożenie korozyjne dla podwozi

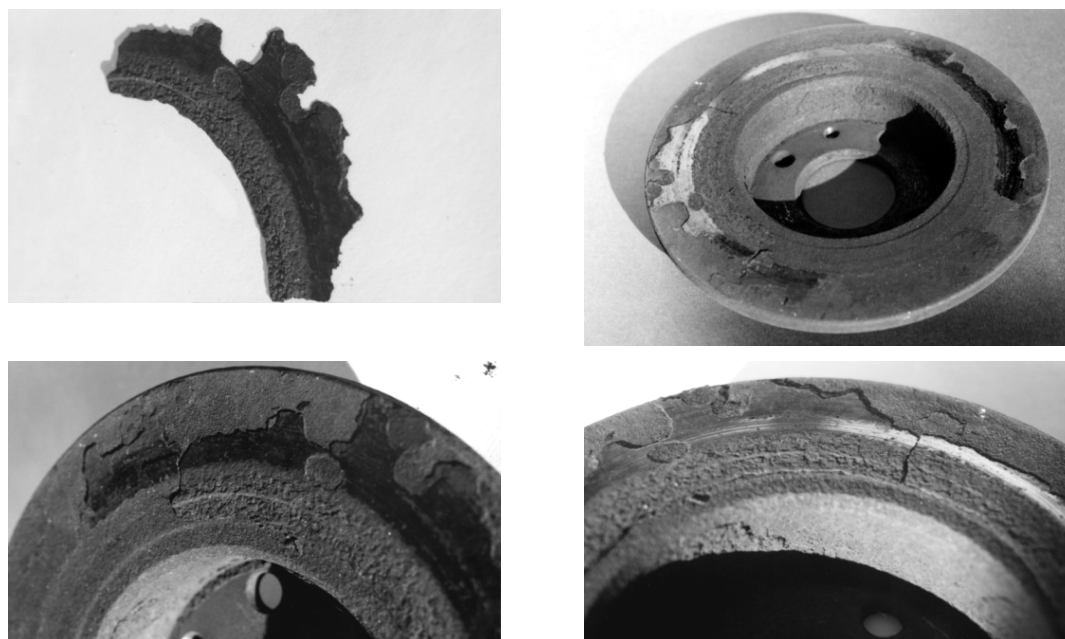
* dr inż. Barbara SIEPRACKA – Politechnika Radomska

** dr hab. inż. Jerzy SZUMNIAK, mgr inż. Robert NYC – Wojskowy Instytut Techniki Panczernej i Samochodowej

samochodów, w tym dla szcęk i tarcz hamulcowych. Na przykład zimą do rozmrażania warszawskich jezdni zużywa się od 10 do 40g soli na 1mb. Podczas odwilży stężenie tego elektrolitu wynosi od 0,75 do 4,20% [1]. Ponadto badania wykazały, że w Warszawie w ciągu roku na powierzchni osiada od 2 do 6,7g/m² jonów chlorkowych oraz od 33 do 93g/m² jonów siarczanowych (mniejsze wartości dotyczą okresu letniego) [2]. Elektrolit w postaci wodnych roztworów chlorku sodu powoduje anodowe roztwarzanie żelaza tarcz hamulcowych [4]. Proces ten przebiega łagodnie w okresie letnim, a nasila się podczas zimy [1, 2].

Dłuższy postój (>0,5 roku) pojazdu w warunkach atmosfery obszarów przemysłowych i miejskich, w okresie jesienno – zimowym, może prowadzić do utworzenia na metalowych powierzchniach tarcia hamulców „narostów korozyjnych” – rysunek 1. Narosty te powodują:

- istotne obniżenie skuteczności hamowania, droga hamowania zwiększa się 2÷4 krotnie;
- zwiększone zużycie elementów metalowych (tarcz, bębnow) i współpracującego z nimi tworzywa ciernego (klocków i okładzin hamulcowych).



Rys. 1. Skorodowane tarcze przechowywane przez 6 miesięcy (jesień – wiosna) na ulicy Warszawy bezpośrednio po jednym hamowaniu

Źródło: Opracowanie własne

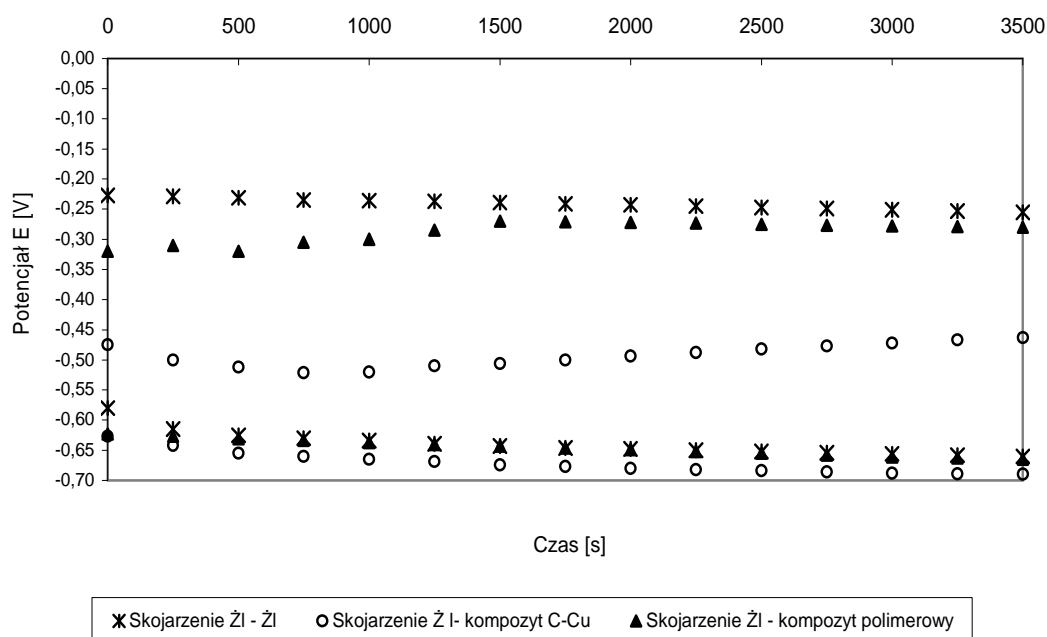
Narosty korozyjne usuwane są dopiero po kilkudziesięciu cyklach hamowania, tj. przy średnim zagęszczeniu ruchu pojazdów, na drodze ok. 100km. Na tym odcinku drogi, dłuższa droga hamowania może prowadzić do kolizji z innymi użytkownikami ruchu. Jak wykazały badania autorów, ograniczenie korozji metalowych powierzchni tarcia hamulców możliwe jest poprzez modyfikację materiału ciernego napełniaczami mającymi własności inhibowania korozji, tj. napełniaczami grafitowymi, miedziano – cynkowymi kompleksami metalowo – organicznymi.

Modyfikacja składu kompozytu nakładek hamulcowych napełniaczami, mającymi własności inhibitowania korozji, poprawia odporność na korozję żeliwnych tarcz hamulcowych [4]. W artykule przedstawiono wyniki badań odporności korozyjnej powierzchni tarcia żeliwa kojarzonego tarciowo z żeliwem, kompozytem zawierającym grafit i miedź i powszechnie stosowanym na nakładki hamulca samochodu kompozytem fenolowo – formaldehydowym.

1. METODA I WYNIKI BADAŃ

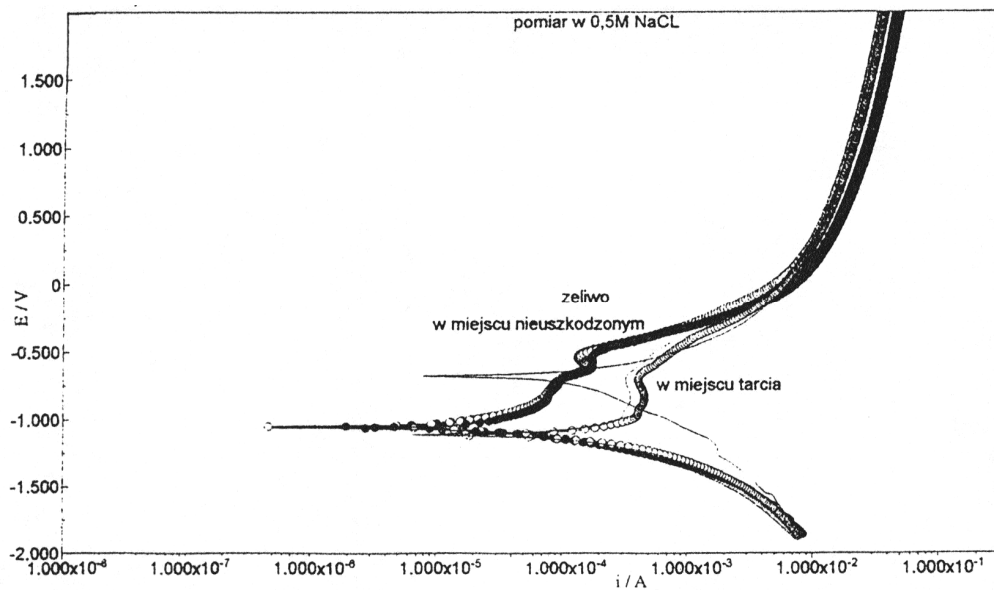
Skojarzenie było poddane wymuszeniom tarciovym w układzie trzpień – tarcza wg programu obciążeń właściwych dla tarczowego hamulca samochodu osobowego realizowanego na stanowisku TAKOMA 93 [5]. Badania odporności korozyjnej zostały wykonane w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej metodą elektrochemiczną [6] przez wyznaczenie zależności zmian potencjału korozyjnego od czasu, prądu korozyjnego i wartości rezystancji dla powierzchni żeliwa przed i po procesie tarcia z różnymi materiałami oraz badań odporności tych próbek w komorze korozyjnej, wykonanych w Wojskowym Instytucie Techniki Pancernej i Samochodowej wg PN [7, 8].

O stopniu aktywności korozyjnej powierzchni żeliwa można wnioskować z przebiegu krzywych potencjału korozyjnego w funkcji czasu w miejscu niezmienionym i zmienionym przez proces tarcia (rys. 2) i krzywych zmian prądu korozyjnego w funkcji potencjału (rys. 3-4) oraz zmian wartości prądu korozyjnego od stężenia elektrolitu i jego kwasowości (rys. 5).



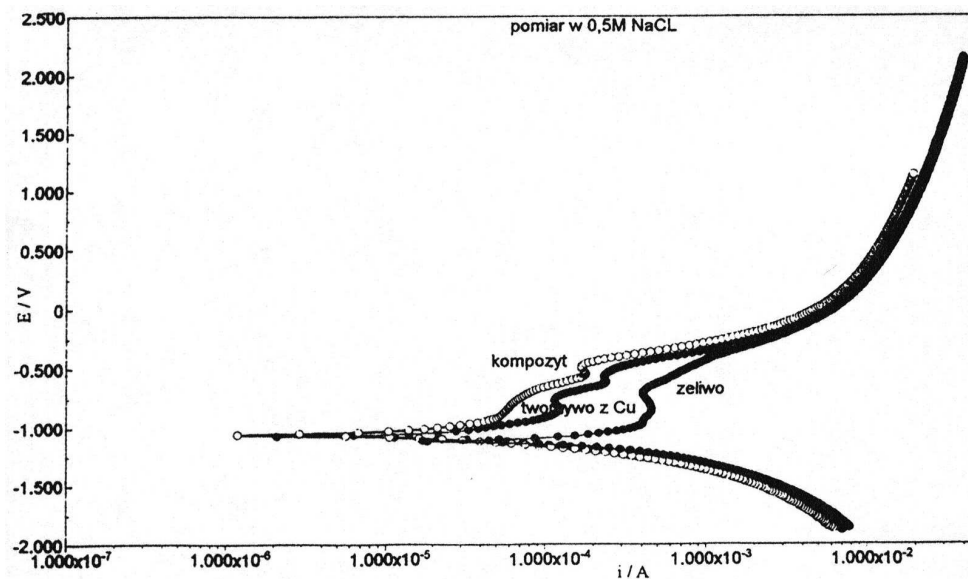
Rys. 2. Przebieg potencjału w czasie zanurzenia próbki w roztworze 0,5 MNaCl

Źródło: Opracowanie własne



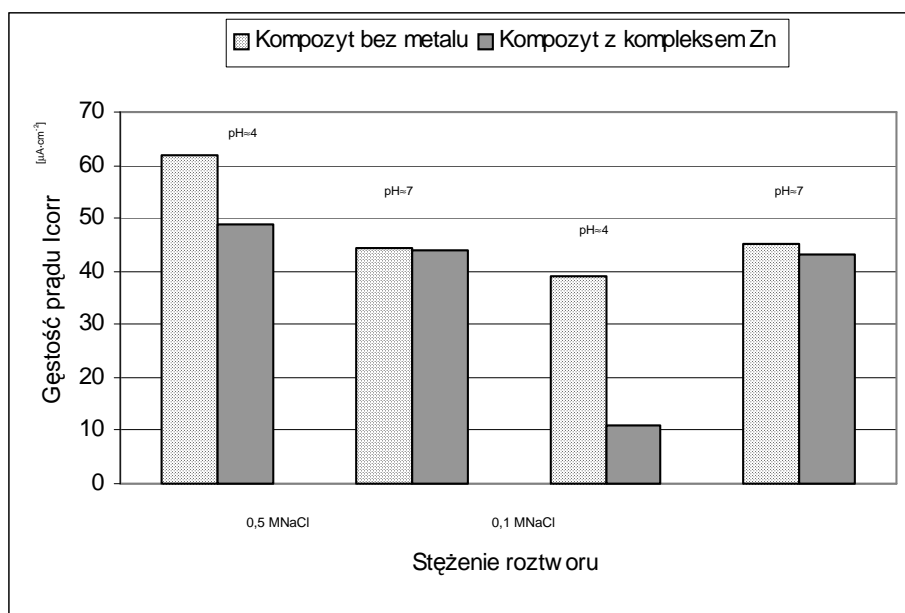
Rys. 3. Porównanie krzywych zmian gęstości prądu korozyjnego dla uszkodzonej i nieuszkodzonej tarcie powierzchni żeliwa

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 4. Porównanie krzywych zmian gęstości prądu korozyjnego dla uszkodzonej tarcie powierzchni żeliwa kojarzonej z różnymi materiałami

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 4. Gęstość prądu korozji na powierzchni żeliwa po tarcii z kompozytem fenolowo – formaldehydowym bez i z dodatkiem kompleksu Zn

Źródło: Opracowanie własne

Tarcie aktywuje korozyjnie powierzchnię. Przykładem są wyższe wartości prądu korozyjnego dla powierzchni ścieranej w odniesieniu do powierzchni niezmienionej przy tarcii żeliwa po żeliwie – rysunek 3. Przy tarcii żeliwa z różnymi materiałami, zwiększanie odporności korozyjnej następuje w kolejności tarcia o żeliwo, kompozyt C–Cu, kompozyt fenolowo – formaldehydowy – rysunek 4. Poprawę odporności korozyjnej ścieranej powierzchni żeliwa przez kompozyt fenolowo– formaldehydowy można uzyskać przez dodanie do kompozytu niektórych kompleksów metali w ilości 1÷2% niezmieniający innych charakterystyk tribologicznych skojarzenia. Należy zauważyć, że odporność korozyjna i jej zmiana zależy nie tylko od stężenia roztworu NaCl, ale i jego kwasowości – od wartości pH. Przy pH≈7 zależność ta jest mało istotna, natomiast przy pH≈4 (roztwór kwaśny) ze zmniejszeniem stężenia roztworu NaCl, zmniejsza się gęstość prądu korozyjnego (zwiększa się odporność na korozję), ale także bardziej widoczne są różnice wywołane wpływem poszczególnych kompozytów lub celowo wprowadzonych do nich składników. Wyniki badań uzyskanych metodą elektrochemiczną zostały częściowo potwierdzone badaniami odporności w komorze korozyjnej, w której dla kompozytu bez kompleksów metali uzyskano na ścieżce tarcia 4÷5 stopień zniszczenia – znaczna intensywność uszkodzeń (wg PN-86/C-81553), a dla kompozytu z kompleksem Zn 2÷3 stopień zniszczenia – nieliczna i średnia gęstość uszkodzeń.

WNIOSKI

1. Niechronione aktywne powierzchnie tarcia hamulców pojazdów przechowywanych w okresie jesień – wiosna w obszarach przemysłowych ulegają silnej korozji. Skutkiem tego może być:
 - wydłużenie drogi hamowania (niebezpieczeństwo kolizji);

- zwiększone zużycie tarcz i okładzin ciernych.
- 2. Stopień aktywacji korozyjnej trących się powierzchni elementów hamulca zależy od składu chemicznego kompozytu klocków i okładzin szczęk hamulcowych. Wynika to przypuszczalnie z różnic w modyfikacji struktury i składu chemicznego kształtującej się w procesie tarcia eksploatacyjnej warstwy wierzchniej.
- 3. Spośród wielu sposobów obniżenia stopnia aktywacji korozyjnej powierzchni tarcia żeliwa, efektywnym i racjonalnym wydaje się wprowadzenie do kompozytu niektórych kompleksów metali (miedzi lub cynku), a także cząstek stopów miedź – cynk lub tlenków miedzi.
- 4. Dla pojazdów wojskowych minimalnym wymaganiem stawianym producentom okładzin hamulcowych jest wprowadzenie do ich struktury opiłek zawierających miedź, np. opiłek mosiężnych. Część producentów takie okładziny produkowało, bądź jeszcze produkuje.
- 5. Badania tarciowo – zużyciowe wykazały, że dodanie napelniaczy zwiększających odporność korozyjną powierzchni tarcia żeliwa w ilości skutecznej nie pogarsza własności tribologicznych układu: tarcza żeliwna – klocek hamulcowy [9].
- 6. Stosowanie innych środków ochrony przed korozją (np. bezsmarowych) żeliwnych powierzchni tarcia elementów hamulca jest wskazane tylko wówczas, gdy nie wpływają one na zmniejszenie siły hamowania.

LITERATURA

- [1] *Korozja samochodów*, WNT Warszawa, 1981.
- [2] Królikowska A., Kobus J., Lichota J., *Rozpuszczalne zanieczyszczenia jonowe na powierzchniach stalowych i ich wpływ na trwałość zabezpieczeń malarskich*, [w:] „Ochrona Przed Korozją”, 7/1998.
- [3] Wrangler G., *Podstawy korozji i ochrony metali*, WNT Warszawa, 1985.
- [4] Siepracka B., Prot T., Szumniak J., *Wpływ składu nakładek hamulcowych na zużycie tribologiczne i korozyjne żeliwnych tarcz hamulcowych*, [w:] „Tribologia”, 4/2000.
- [5] Pasteruk T., Starczewski L., *Badanie tarciowo – zużyciowe kompozytów tworzyw ciernych. Urządzenie TAKOMA 93*, [w:] „Informator WITPiS”, nr 40. Sulejówek, 1994.
- [6] *Koncepcja możliwości zmniejszenia udziału korozyjnego w skojarzeniach ciernych kompozyt – metal*, Prace Naukowe Wydziału Mechaniczno – Technologicznego Politechniki Śląskiej nr 1/2000.
- [7] PN-86/C-81523 *Oznaczanie odporności powłok na działanie mgły solnej*.
- [8] PN-86/C-81553 *Ocena zniszczeń powłok*.
- [9] Siepracka B., Prot T., Kotnarowska D., Szumniak J., *Wpływ napelniaczy kompozytowych nakładek hamulcowych na podatność korozyjną tarcz żeliwnych*, „Inżynieria powierzchni”, nr 1/2001.

CORROSION OF BRAKING SYSTEMS FRICTION ELEMENTS (DISKS, DRUMS) OF VEHICLES AND POSSIBILITIES OF ITS PREVENTION

Summary

This paper presents the results of corrosion damage observations occurring in brake tribological pairs (a disk brake and a drum brake) in the period of their standstill in the condition of aggressive municipal environment (industrial). The results of laboratory investigations performed, and activation of metal element surfaces by friction with composites, demonstrated their different corrosion resistance, in many cases, smaller for surface after friction. An introduction to the composite suitable additives in quantity 1-2%, for example some metal complexes, increases corrosion resistance of cast iron surface frictional interacting with him. This paper contains some results of corrosion resistance investigations by friction of cast iron with cast iron and composite modified by authors.

Key words: *cast iron, friction composite, phenol-formaldehyde resin, metal complexes, corrosion, brakes*

Artykuł recenzował: dr hab. inż. Paweł DROŹDZIEL