

ANALIZA ZMIAN REZYSTANCJI ELEMENTÓW CZUŁYCH TERMOPRZETWORNIKÓW I METOD OKREŚLANIA RODZAJU ICH KOROZJI W ŚRODOWISKACH AGRESYWNYCH

Emilia MANKOWSKA, Bohdan STADNYK, Ihor MYKYTYN, Pylyp SKOROPAD

Narodowy Uniwersytet "Lwowska Politechnika", Katedra Technologii Informatyczno-Pomiarowych,
ul. S. Bandery 28a, m. Lwów.
tel.: 8 (032) 258 26 19, e-mail: skorfil@yahoo.co.uk

Streszczenie: W przedstawionym materiale rozwijane są metody określania rodzaju korozji materiałów termoprzetworników rezystancyjnych w środowiskach agresywnych. Również przeanalizowano wpływ korozji na zmiany statycznych charakterystyk przetwarzania badanych termoprzetworników. Zaproponowano stosowanie dwóch podstawowych modeli korozji: jednolitej i wżerowej.

Słowa kluczowe: statyczna charakterystyka przetwarzania, korozja, amorficzne stopy metaliczne, termoprzetwornik rezystancyjny.

1. WPROWADZENIE

Precyzyjne pomiary temperatury w środowiskach agresywnych są bardzo aktualnym zadaniem, ponieważ w dniu dzisiejszym nadal trwa intensywny rozwój nowych dziedzin nauki i technologii, szczególnie w przemyśle chemicznym, farmaceutycznym, jak i w spożywczym. Wiadomo że niektóre etapy procesów, odbywających się w wyżej wymienionych dziedzinach, w celu osiągnięcia odpowiednich charakterystyk produktu końcowego, powinny odbywać się przy pewnej, niekiedy nawet bardzo ściśle określonej, temperaturze ze względu na zapewnienie optymalnych warunków przebiegu reakcji chemicznych, tak i na zapewnienie bezpieczeństwa technologicznego. A więc, w związku z wyżej wymienionym, wymagania dotyczące niezawodności metrologicznej środków pomiarów i kontroli temperatury, w takich warunkach, są bardzo wysokie, ponieważ na nich leży cały ciężar odpowiedzialności za jakość produkcji i bezpieczeństwo procesu. Ponadto, istnieje wiele operacji produkcyjnych, które muszą toczyć się w sposób ciągły przez dłuższy okres czasu.

2. SZCZEGÓŁY PROBLEMATYKI

Biorąc pod uwagę wyżej wymienione oraz fakt, że głównym środkiem pomiaru temperatury przy realizacji takich procesów przeważnie są termoprzetworniki rezystancyjne, a jak wiadomo, środowisko agresywne ma negatywny wpływ na materiał ich elementów czułych (ECz), w trakcie prowadzenia badań dokonano przeglądu analitycznego nowoczesnych środków pomiaru temperatury, z którego wynika, że aktualnie istniejące termoprzetworniki nie potrafią spełnić szeregu wymagań, które stawiane są narzędziom do pomiaru temperatury w środowiskach agresywnych. Również należy wziąć pod uwagę fakt, że

realizacja procesów ciągłych nie daje żadnych szans na wymianę termoprzetwornika w dowolnym terminie. W związku z tym, środki do mierzenia temperatury, pracujące w warunkach agresywnych, możemy sprawdzić jedynie przy planowych weryfikacjach metrologicznych, a w międzyczasie istnieje ryzyko utraty nominalnych charakterystyk metrologicznych termoprzetworników z odpowiednimi skutkami.

3. WSTĘPNA ANALIZA AKTUALNYCH BADAŃ

W wyniku dokonanego przeglądu analitycznego nowoczesnych środków pomiaru temperatury [1, 2] możemy stwierdzić, że obiecującym rozwiązaniem tego problemu jest stosowanie, dla wykonania ECz termoprzetworników, amorficznych stopów metali (ASM).

Wiadomo, że ASM mają wysoką odporność na korozję, co jest charakterystyczne dla większości materiałów o jednorodnej strukturze [1]. Jednorodność chemiczna, jak i brak defektów liniowych w strukturze ASM, jeszcze dodatkowo potwierdzają ich wysoką odporność na korozję. Amorficzne stopy metali, w składzie których znajduje się Cr, badano w standardowych roztworach i obserwowano przy tym bardzo niską, w stosunku do konwencjonalnych stali nierdzewnych, szybkość korozji.

A więc, ASM są obiecującymi materiałami pod względem stosowania ich w produkcji ECz termoprzetworników rezystancyjnych, działających w środowisku korozyjnym.

Wiadomo że w wypadku stosowania termoprzetworników rezystancyjnych, o zmianie temperatury wnioskujemy na podstawie zmiany rezystancji ich ECz. W wypadku niekorzystnego oddziaływania agresywnego środowiska, które powoduje wystąpienie dodatkowego przyrostu rezystancji, przy pomiarach temperatury dla każdego typu termoprzetwornika rezystancyjnego powstaje błąd, spowodowany odchyleniem się jego rzeczywistej statycznej charakterystyki przetwarzania (SCP) od nominalnej SCP. Tak, na przykład, w [3], biorąc pod uwagę wyżej wymienione, spróbowano opisać przewidywane odchylenie dla termoprzetwornika rezystancyjnego, działającego w niesprzyjających warunkach, jego rzeczywistej SCP od nominalnej.

Analizując wyniki badań, przedstawione w [3], zauważono, że rozważany jest tylko równomierny rodzaj

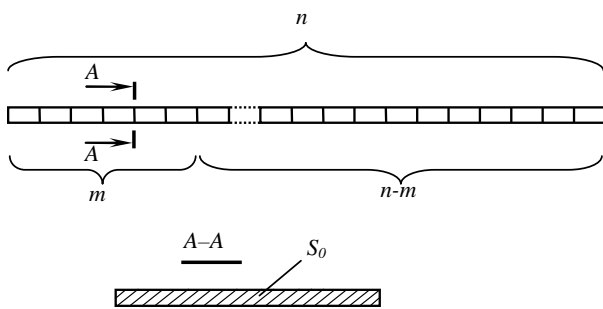
korozji, który charakteryzuje się określoną prędkością. Nie wyjaśniono dlaczego jest wybrano właśnie taki przypadek, a nie, np. wżerowy, który może mieć znacznie większy wpływ na zmianę nominalnej SCP badanego termoprzetwornika rezystancyjnego.

Biorąc powyższe pod uwagę, przeprowadzono badania dotyczące skutków wpływu korozji na zmiany nominalnej SCP termoprzetworników rezystancyjnych, jak i możliwości określania rodzaju korozji materiałów ECz w środowiskach agresywnych na podstawie zmiany w czasie ich rezystancji w stosunku do pierwotnej.

4. BADANIE MODELI KOROZJI ELEMENTU CZULEGO TERMOPRZETWORNIKA

Zaproponowano modele numeryczne, które opisują podstawowe rodzaje korozji ECz termoprzetworników rezystancyjnych: wżerową i jednolitą.

Założmy, że ECz termoprzetwornika jest podzielony wzdłuż (rys. 1) na n równych części (*dalej - klasterów*) z których m klasterów narażone są na korozję wżerową, a $n-m$ klasterów – na korozję jednolitą (model 1). W wypadku modelu 2 wszystkie n klasterów są narażone na jednolitą korozję. Dla obu modeli przeprowadzono badania charakteru zmian w czasie rezystancji ECz termoprzetworników pod wpływem środowiska agresywnego.

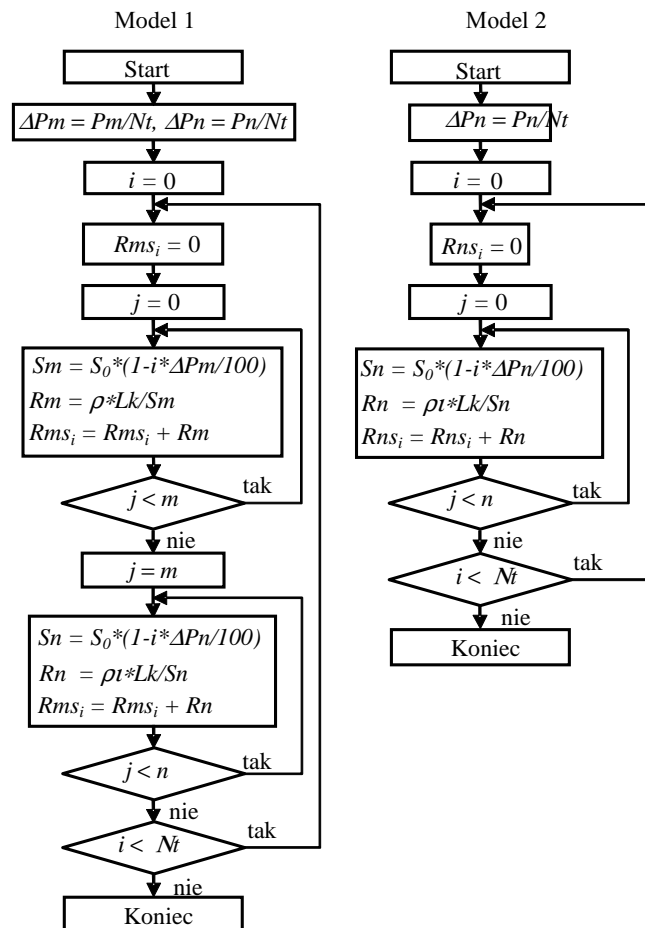


Rys. 1. Model ECz termoprzetwornika

Początkowo założono: liczbę kroków Nt zmiany rezystancji ECz termoprzetwornika w czasie (całkowity czas 100 godz.), rezystancję właściwą materiału ρ ECz, n , m , początkową powierzchnię przekroju S_0 ECz (rys. 1), długość ECz L_{nom} , procentowe zmniejszenie powierzchni przekroju klasterów w trakcie przeprowadzania badań, w stosunku do S_0 , odpowiednio: Pm - przez korozję wżerową, Pn - przez korozję jednolitą.

Trzeba jednak powiedzieć, że zmniejszenie powierzchni przekroju klasterów ECz w wyniku działania korozji wżerowej przyjmowano o znacznie większym stopniu, w porównaniu z działaniem korozji jednolitej.

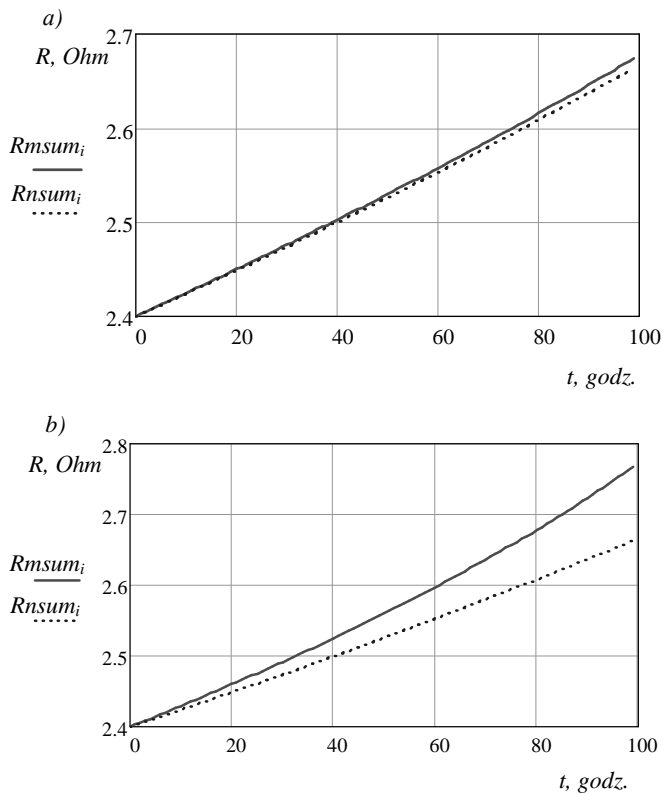
Algorytmy obliczania rezystancji ECz, dla obu modeli, są przedstawione na rysunku 2.



Rys. 2. Algorytmy obliczania rezystancji ECz termoprzetwornika dla modeli jednolitej i wżerowej korozji: $Lk = L_{nom} / n$ - długość klasterów ; $\Delta Pm, \Delta Pn$ - krok zmiany w czasie powierzchni przekroju klasterów, w zależności od modelu korozji; Sm, Sn - powierzchnia przekroju klasterów na j - tym kroku iteracji, odpowiednio dla modelu wżerowej i jednolitej korozji; Rm, Rn - znaczenie rezystancji klastera na j - tym kroku iteracji, odpowiednio dla modelu wżerowej i jednolitej korozji; Rms, Rns - całkowita wartość rezystancji ECz na i - tym kroku iteracji, odpowiednio dla modelu wżerowej i jednolitej korozji

Dla każdego modelu obliczano zmiany rezystancji ECz pod wpływem działania korozji. Wyniki badań podano na rysunku 3.

Dla przypadku korozji jednolitej zmiana w czasie rezystancji ECz ma prawie liniową zależność. W przypadku działania korozji wżerowej, zmiana wartości rezystancji ECz ma wyraźnie nieliniowy charakter. Przy czym, zwiększenie liczby klasterów, poddanych wpływowi korozji wżerowej, prowadzi do znacznego wzrostu nieliniowości (rys. 3.b). Co więcej, nawet przy niskiej liczbie klasterów, poddanych działaniu korozji wżerowej, obserwujemy odchylenie od zależności liniowej (rys. 3.a).



Rys. 3. Zmiana rezystancji ECz pod wpływem działania korozji.
 Parametry symulacji: $S_0 = 0,05 \times 10^{-6} m^2$; $L_{nom} = 0,08 m$;
 $\rho = 150 \times 10^{-8} Ohm * m$; $P_n = 10\%$, $P_m = 50\%$; a) $n = 10000$, $m = 50$;
 b) $n = 10000$, $m = 500$

5. WNIOSKI KOŃCOWE

Wyniki przeprowadzonych badań modeli korozji wykazały, że na podstawie charakteru zmiany rezystancji ECz termoprzetwornika pod wpływem działania środowiska agresywnego możemy z całkowitą pewnością wnioskować o rodzaju korozji materiału jego elementu czułego. Jeżeli zmiana w czasie rezystancji ECz jest liniowa - dominuje korozja jednolita, a gdy zmiana w czasie rezystancji ECz nie jest liniowa - dominuje korozja wżerowa. W przyszłości planowane są porównania wyników symulacji komputerowej z wynikami eksperymentów naturalnych.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Металлические стекла / Под. ред. Гилмана Дж. Дж. и Лими Х. Дж., США, 1978: Пер. с англ. М.: Металлургия, 1984. - 264 с.
2. Судзуки К. Аморфные металлы. Судзуки К., Фудзимори Х., Хасимото К.; под. ред. Масумото Ц. Пер. с япон. - М.: Металлургия, 1987. - 328 с.
3. Маньковська Е. Й. Корозійна стійкість металевих аморфних сплавів та метрологічна надійність термоперетворювачів на їх основі / Емілія Маньковська, Пилип Скоропад, Арсен Семенистий // Вимірювальна техніка та метрологія. - 2010. - № 71. - С. 98-102.

ANALYSIS OF THE RESISTANCE VARIATION OF THE THERMOCONVERTERS SENSITIVE ELEMENTS AND METHOD OF CORROSION TYPE DEFINITION IN AGGRESSIVE ENVIRONMENTS

This article represents the development of corrosion type definition of the resistance thermoconverters materials in aggressive environment. Also, the corrosion impact to the variation of the investigated thermoconverters static characteristics is analysed. Two major methods of corrosion are proposed: pitting and uniform. The performed investigation results show that, it is possible suggest about corrosion type, based on the behavior of the sensitive element resistance variation caused by corrosion. The uniform corrosion dominates in case of linear time-dependence of sensitive element resistance. There is high probability of pitting corrosion if the non-linearity of sensitive element resistance is observed.

Keywords: static conversion characteristic, corrosion, metallic amorphous alloys, resistance thermoconverter.