

ANNA KAJURA, JOLANTA DĄBROWSKA

Instytut Elektroenergetyki
i Sterowania Układów
Politechniki Śląskiej

POCZĄTKOWA REZYSTANCJA ZESTYKOWA POŁĄCZEŃ SZYNOWYCH O POWIERZCHNIACH STYCZNOŚCI POKRYTYCH PASTAMI ŁĄCZENIOWYMI

Streszczenie. Przedstawiono wyniki badań początkowej rezystancji zestykowej połączeń śrubowych szyn płaskich z zastosowaniem past przewodzących. Porównano otrzymane wyniki pomiarów oraz dokonano wyboru past łączeniowych pozwalających na osiągnięcie najlepszych rezultatów.

1. Wstęp

Osiągnięcie dobrych własności połączeń szynowych jest możliwe przez zastosowanie obróbki mechanicznej oraz uszlachetnianie powierzchni stykowych [1]. Niezależnie od podanych wyżej sposobów spodziewane jest osiągnięcie korzystnych rezultatów przy zastosowaniu past łączeniowych na powierzchniach stykowe szyn aluminiowych.

Pasty łączeniowe powinny zabezpieczać zestyk przed utlenianiem oraz posiadać właściwości ściernie. Połączenie tych własności jest korzystne ze względu na zachodzące w czasie eksploatacji zjawiska przyspieszające proces utleniania. Do zjawisk tych zalicza się przede wszystkim płynięcie aluminium oraz dodatkowe odkształcenia w obrębie złącza związane z wahaniami temperatury.

W tym celu podjęto badania początkowej rezystancji zestykowej połączeń śrubowych szyn płaskich Al-Al z zastosowaniem past łączeniowych.

2. Niektóre z wymagań stawianych pastom łączeniowym

W celu spełnienia wymagań, stawianych połączeniom śrubowym, pasty łączeniowe zastosowane do pokrywania powierzchni stykowych powinny:

- zabezpieczać zestyk przed utlenianiem,
- kruszyć warstwę tlenków,
- posiadać charakter przewodzący.

Kierując się tymi wymaganiami, pasty łączeniowe powinny stanowić mieszaninę proszku metalu i substancji tłuszczowej. Proszek metalu nadaje paście charakter przewodzącego oraz pełni rolę substancji ścierniej krusząc powstałe tlenki. Substancja tłuszczowa zabezpiecza powierzchnie stykowe przed utlenianiem. Najlepiej do tego celu nadaje się wazelina przemysłowa ponieważ ze wszystkich tłuszczów posiada najbardziej stałą przewodność. Natomiast przy doborze proszków metali szczególną uwagę należy zwrócić na:

- twardość metalu,
- konduktywność,
- położenie w szeregu napięciowym.

Proszek nadający paście charakteru przewodzącego powinien być wykonany z metalu posiadającego na tyle dużą twardość, aby została skruszona warstwa tlenków aluminium. Twardość ta jednak nie może być zbyt duża ponieważ zakłóceniu mógłby ulec proces formowania styku pod wpływem siły docisku. Wyboru metali, które mogłyby mieć zastosowanie jako składnik past przewodzących dokonano przede wszystkim w oparciu o ich twardość i rezystywność. Natomiast w celu niedopuszczenia do rozwoju korozji elektrochemicznej w złączu uwzględniono również uzystuowanie poszczególnych metali w szeregu napięciowym. Dodatkowo, biorąc pod uwagę wpływ procesu formowania na poprawę początkowej rezystancji zestykowej zastosowano również cynę jako składnik pasty.

Przy opracowywaniu programu badań zwrócono uwagę na fakt, że proszki metali reprezentować mogą nieco odmienne właściwości niż sam metal. W związku z tym oprócz cynku i cyny uwzględniono również proszki takich metali, jak: aluminium, nikiel i żelazo.

Skład badanych past łączeniowych przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Oznaczenie pasty łączeniowej na powierzchniach stykowych		Skład past łączeniowych	Złącza szyn Al-Al		
surowe	oczyszczone		Stosunek wagowy proszku metalu do wazeliny w paście:		
s	l		1:1	1:3	3:1
A	a	Proszek aluminium z wazeliną przemysłową	x	x	-
B	b	Proszek cynku z wazeliną przemysłową	x	x	x
C	c	Proszek żelaza z wazeliną przemysłową	x	x	-
D	d	Proszek niklu z wazeliną przemysłową	x	x	-
E	e	Proszek cyny z wazeliną przemysłową	x	x	-

3. Program badań i wyniki pomiarów

Przeprowadzone badania ujmują kształtowanie się początkowej rezystancji zestykowej połączeń szynowych Al-Al, których powierzchnie stykowe pokryto pastami łączeniowymi. Zastosowane pasty łączeniowe stanowiły mieszaninę wazeliny przemysłowej z proszkami metali takich, jak: aluminium, cynk, nikiel i żelazo. Badaniami objęto złącza szyn aluminiowych płaskich AP-50x5. Powierzchnie badanych złączy pokryto pastami o stosunkach wagowych między zastosowanym proszkiem metalu a wazeliną 1:1 i 1:3. Połączenia szyn aluminiowych przygotowano według technologii s, gdzie $s = A, B, \dots, E$ oraz według technologii l, gdzie $l = a, b, \dots, e$. Technologie s polegają na nałożeniu past różnych metali na powierzchnie stykowe surowe, natomiast technologie l dotyczą nakładania past na powierzchnie uprzednio oczyszczone szczotką stalową pod wazeliną. Złącza szyn Al-Al z zastosowaniem technologii s oraz l poddano działaniu siły docisku F_j (przy czym $j = 1, 2, \dots, 19$), którą zmieniano od 1000 N do 30000 N w kierunku rosnącym a następnie w kierunku malejącym [1]. Dla wszystkich s, l technologii wybrano losowo po $n=10$ złączy. Dla każdego i-tego złącza, gdzie $i = 1, 2, \dots, n$ pomierzono początkową rezystancję zestykową R_{pi} przy zadanej sile docisku F_j . Przy ustalonej s lub l-tej technologii i dla każdej j-tej próbki wyznaczono wartość średnią w próbce. Na rys. 1 i 2 przedstawiono charakterystyki $R_p = f(F)$ z wartości średnich początkowych rezystancji zestykowych i próbek przy siłach docisku F_j dla technologii s oraz l. W celu oszacowania prawdziwych, nieznanych wartości średnich populacji obliczono przedziały ufności na podstawie uzyskanych wyników pomiarów. Na rys. 1 i 2 dla sił docisku: 1 000, 3 000, 6 000, 12 000 i 30 000 N zaznaczono, obliczone w oparciu o rozkład t Studenta, przedziały ufności na poziomie ufności 0,95. Wpływ pasty cynku na początkową rezystancję zestykową szyn aluminiowych przedstawiono na rys. 1.

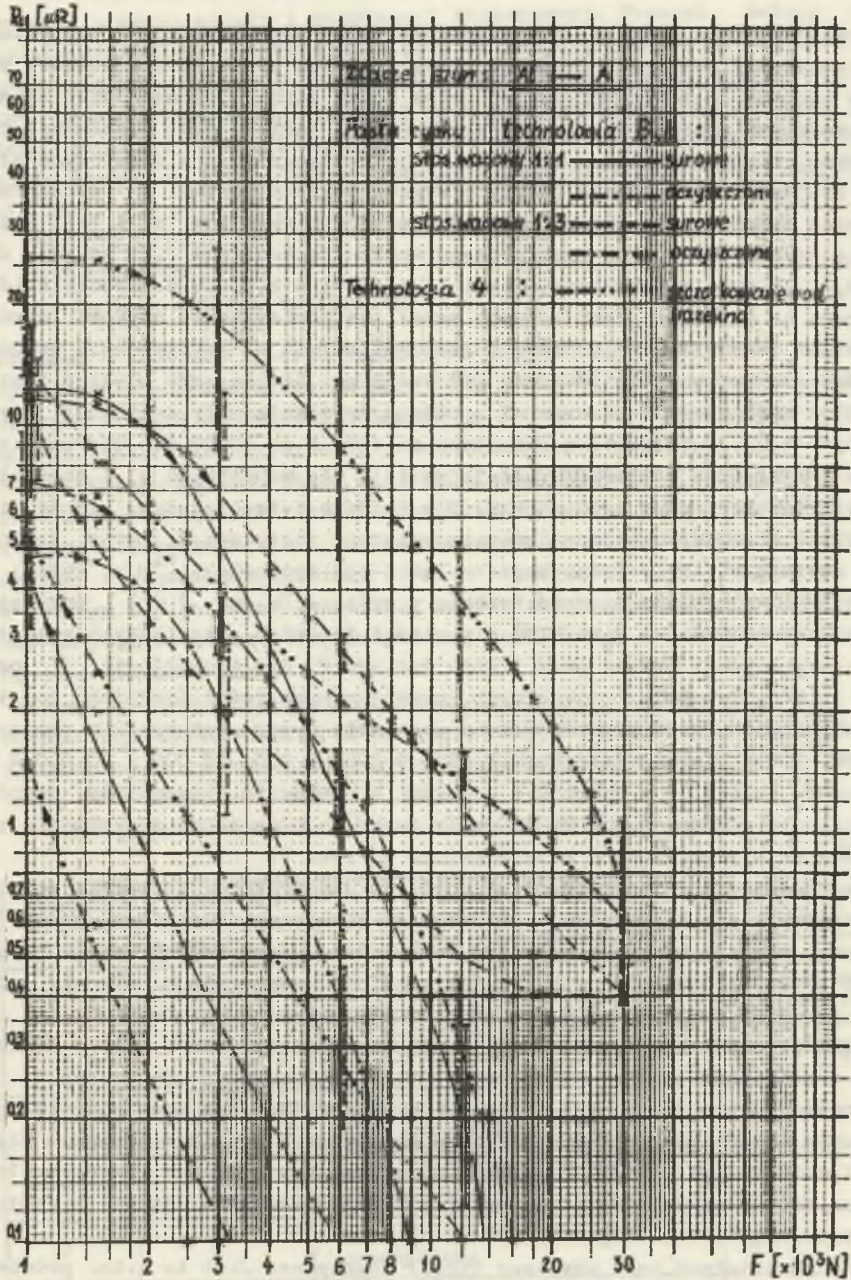
Na podstawie przeprowadzonych pomiarów stwierdzono, że lepsze rezultaty otrzymuje się w przypadku nałożenia na powierzchnie stykowe pasty o stosunku wagowym cynku do wazeliny równym 1:1. Nieco lepsze wyniki osiągnięto stosując technologię b. Wynika stąd, że pewną rolę odgrywa przy tym uprzednie przygotowanie powierzchni stykowych.

Zmianę początkowej rezystancji zestykowej pod wpływem siły docisku przy zastosowaniu pasty cyny na powierzchnie styeczności ujmuje rys.2.

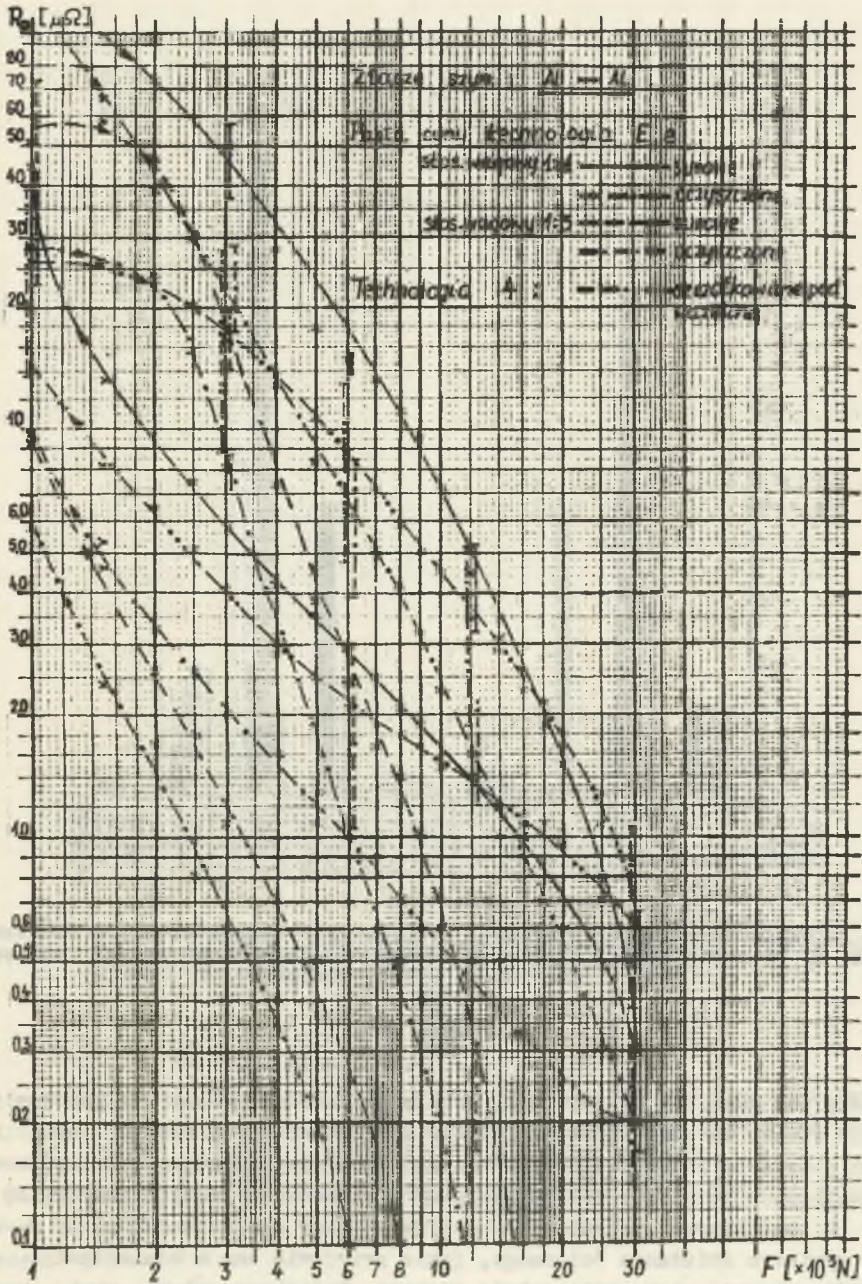
Spośród przebadanych złączy, których powierzchnie stykowe pokryto pastą cyny o stosunku wagowym metalu do wazeliny: 1:1, 1:3 najlepsze własności przejawiają zestyki z zastosowaniem pasty o stosunku wagowym 1:3. Odnosi się to zarówno do powierzchni stykowych surowych, jak i uprzednio oczyszczonych (technologie E, e).

Dla pozostałych past uzyskane wyniki negatywne. Jest to m.in. potwierdzeniem rozważań przeprowadzonych w punkcie 2.

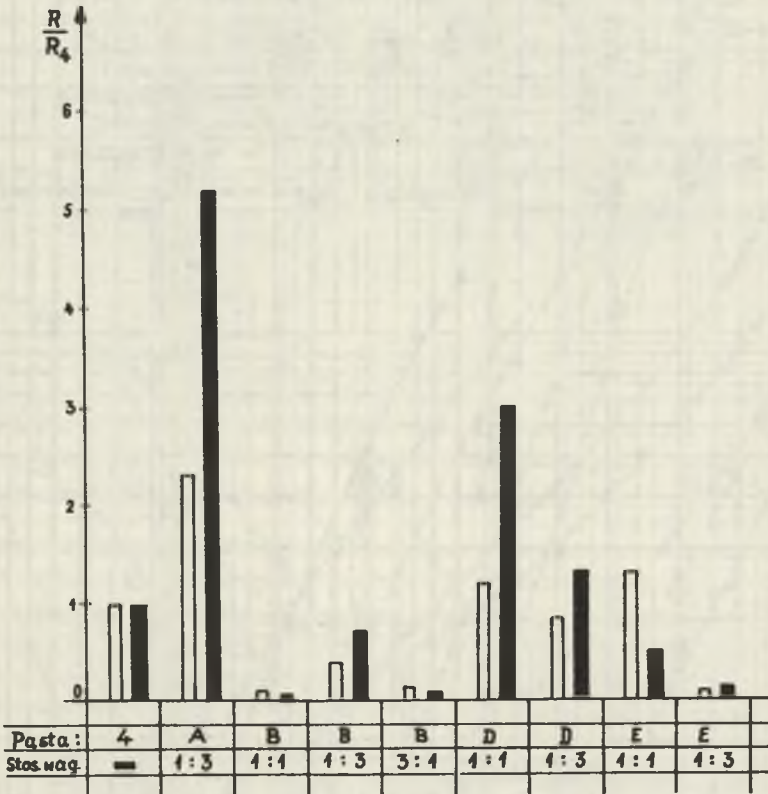
Analizę porównawczą otrzymanych wyników przeprowadzono w odniesieniu do zestyków przygotowanych według technologii 4 (oczyszczone szczotką



Rys. 1. Zależność początkowej rezystancji zestykowej od siły docisku dla złączy szyn aluminiowych wykonanych z zastosowaniem pasty cynku



Rys. 2. Wpływ siły docisku na zmiany początkowej rezystancji zestykowej dla złączy Al-Al pokrytych pastą cyny

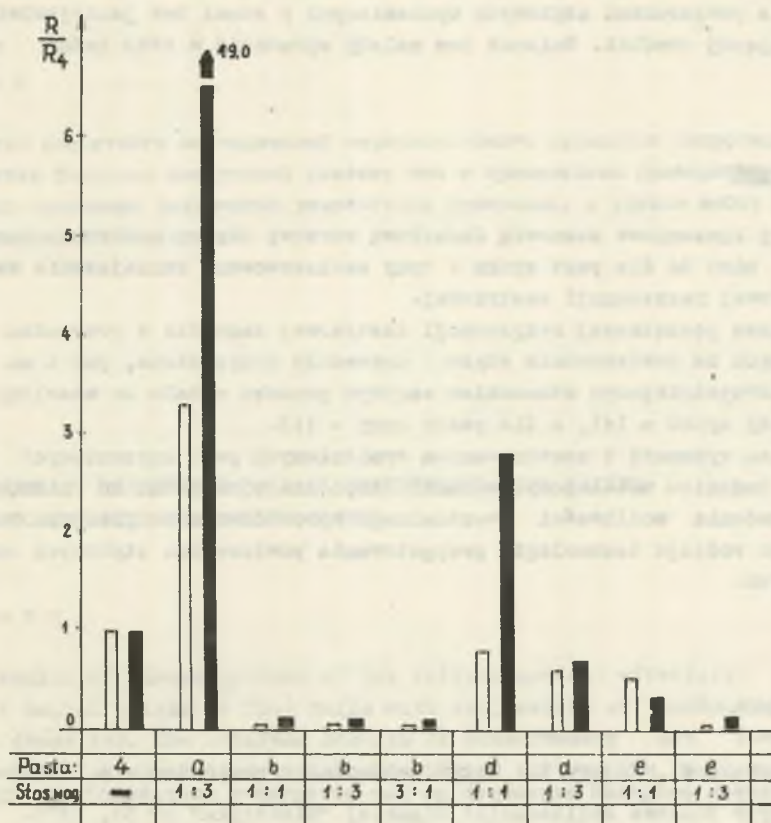


Rys. 3. Względna zmiana rezystancji zestykowej R złącza Al-Al, w odniesieniu do R_4 (technologia 4) dla różnych past nałożonych na szyny surowe, przy dwóch siłach docisku:

□ - 12 kN
 ■ - 30 kN

stalową pod wazeliną przemysłową, usunięcie powstałego smaru i ponowne pokrycie cieńką warstwą wazeliny) [1] co przedstawiono na rys. 3 i 4.

Na podstawie przeprowadzonego wnioskowania statystycznego stwierdzono, że: najlepsze rezultaty osiągnięto przy zastosowaniu past: cynku (B, b) i cyny (E, e). Poprawa rezystancji zestykowej przy zastosowaniu pasty B, b jest wynikiem działania ściernego, jakie przejawia ona w odniesieniu do tlenków pokrywających powierzchnie stykowe. Dodatkową zaletą tej pasty jest położenie cynku w szeregu napięciowym metali. Cynk jako jeden z nielicznych metali nie tworzy z aluminium ogniwa.



Rys. 4. Względna zmiana rezystancji R złącza szyn aluminiowych, w odniesieniu do R_4 (technologia 4) dla różnych past pokrywających powierzchnie stykowe uprzednio oczyszczone, przy dwóch siłach docisku:

□ - 12 kN

■ - 30 kN

Stosując pastę E, e wykorzystano małą wytrzymałość cyny na zgniatanie. Wpłynęło to na zwiększenie rzeczywistej powierzchni styczności zestyku a tym samym na poprawę jego początkowej rezystancji zestykowej.

Najkorzystniejszy stosunek wagowy proszku metalu do wazeliny przemysłowej wynosi dla:

- pasty cynku - 1:1,
- pasty cyny - 1:3.

Zmniejszenie początkowej rezystancji zestykowej złączy szyn aluminiowych zachodzi zarówno przy nałożeniu past na powierzchnie stykowe surowe, jak i oczyszczone. Zjawisko to jest korzystne z uwagi na możliwości pokrywania powierzchni stykowych wymienionymi pastami bez jakiegokolwiek poprzedzającej obróbki. Wniosek ten należy sprawdzić w toku badań modelowych.

4. Wnioski

Pasty łączeniowe stanowią dodatkową warstwę między powierzchniami stykowymi, mimo to dla past cynku i cyny zaobserwowano zmniejszenie wartości początkowej rezystancji zestykowej.

Poprawa początkowej rezystancji zestykowej zachodzi w przypadku past nałożonych na powierzchnie stykowe uprzednio oczyszczone, jak i na surowe.

Najkorzystniejszym stosunkiem wagowym proszku metalu do wazeliny jest dla pasty cynku - 1:1, a dla pasty cyny - 1:3.

Złącza wykonane z zastosowaniem wymienionych past łączeniowych należy poddać badaniom modelującym warunki eksploatacyjne. Jest to niezbędne w celu zbadania możliwości ewentualnego wprowadzenia do praktyki montażowej tego rodzaju technologii przygotowania powierzchni stykowych szyn aluminiowych.

LITERATURA

1. Dąbrowska J., Kajura A.: Wpływ technologii przygotowania powierzchni stykowych połączeń szynowych na ich początkową rezystancję zestykową - Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej "Elektryka" nr 50, 1975.
2. Plante M.P.: Raccordements électriques par contact des conducteurs usuels en aluminium et cuivre - Séance du 15 avril 1959 r. de la 3^e Section de la Société française des Electriciens.
3. Pogocki T.: Pasta z opiłkami metalowymi w złączach szyn aluminiowych - Wiadomości Elektrotechniczne nr 12, 1963.
4. Praca zbiorowa: Aluminium - poradnik - WNT, Warszawa, 1968.
5. Sacharov P.W.: Technologia aparatów elektrycznych - WNT, Warszawa, 1970.

Przyjęto do druku w listopadzie 1974 r.

ПЕРВОНАЧАЛЬНОЕ АКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ШИНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С КОНТАКТНЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ, ПОКРЫТЫМИ СОЕДИНЯЮЩИМИ ПАСТАМИ

Резюме

Изложены результаты исследований первоначального активного сопротивления на контактах болтовых соединений плоских шин с применением проводящих паст. Приведено сравнение полученных результатов измерения, и сделан выбор паст, дающих наилучшие результаты.

INITIAL CONTACT RESISTANCE OF RAIL CONNECTIONS WITH FAYING SURFACES COATED WITH CONNECTION PASTES

Summary

The results of investigations of the initial contact effective resistance of bolted joints of flat rails with application of conducting pastes are described. The obtained results of measurements are compared and the choice of connection pastes allowing to achieve the best results is made.