

Bernard MAJCHRZAK
Instytut Technologii
Budowy Maszyn
Politechniki Poznańskiej

OCENA MOŻLIWOŚCI PODWYŻSZENIA WYTRZYMAŁOŚCI ZMĘCZENIOWEJ ZŁĄCZY ZGRZEWANYCH PUNKTOWO POPRZEC ZMIANĄ GEOMETRII POWIERZCHNI ROBOCZEJ ELEKTROD

Streszczenie. Zbadano wpływ geometrii powierzchni roboczej elektrod na podwyższenie wytrzymałości zmęczeniowej złączy zgrzewanych punktowo. Stwierdzono, że poprzez zastosowanie elektrod o powierzchni roboczej pierścieniowej, kwadratowej i prostokątnej można znacznie podwyższyć wytrzymałość zmęczeniową złączy zgrzewanych punktowo.

WSTĘP

Wytrzymałość zmęczeniową złączy zgrzewanych punktowo można podwyższyć poprzez zmianę parametrów zgrzewania skrócenie czasu zgrzewania, zwiększenie siły docisku elektrod, zwiększenie średnicy zgrzeiny punktowej, przekucie zgrzeiny, wyżarzenie zgrzeiny po przekuciu, przekucie strefy wpływu ciepła [1,2,3]. Na podstawie prac [4,5] wywnioskowano, że zastosowanie do zgrzewania punktowego elektrod o pierścieniowej powierzchni roboczej może spowodować podwyższenie wytrzymałości zmęczeniowej.

Przedmiotem badań jest ocena możliwości podwyższenia wytrzymałości zmęczeniowej złączy zgrzewanych punktowo poprzez zastosowanie elektrod o powierzchni roboczej pierścieniowej, kwadratowej i prostokątnej.

MATERIAŁ DO BADAŃ

Do badań użyto blachę o grubości $g=1$ mm ze stali węglowej konstrukcyjnej wyższej jakości gatunku 10, gorąco walcowaną w stanie zmiękczonej. Skład chemiczny i własności mechaniczne użytej do badań stali podano w tablicy 1.

T a b l i c a 1

Skład chemiczny i własności mechaniczne użytej do badań stali

Gatunek	skład chemiczny					własności mechaniczne		
	C %	Mn %	Si %	P %	S %	R_e N/mm ²	R_m N/mm ²	A_5 %
10	0,12	0,45	0,29	0,01	0,02	220	310	28

O doborze powyższego materiału zdecydował przede wszystkim fakt szerokiego zastosowania tego materiału w przemyśle motoryzacyjnym.

Do badań zaprojektowano elektrody o różnej geometrii powierzchni roboczej w oparciu o normę branżową [6]. Powierzchnię roboczą elektrod przyjęto równą 40 mm^2 jako najmniejszą, przy której można uzyskać zadowalający kształt wszystkich typów elektrod. Elektrody wykonano ze stopu "electrical" o symbolu CRM16/CrO, 4%-Zr-Cu/. Jest on produkowany przez francuską firmę Le Bronze Industriel.

Złącza będące przedmiotem badań wykonano na zgrzewarce produkcji polskiej typu ZPa-80. Jest to uniwersalna, stacjonarna zgrzewarka oporowa średniej mocy z pneumatycznym dociskiem elektrod.

Prąd zgrzewania w obwodzie wtórnym zgrzewarki mierzono za pomocą miernika prądu (rys.1), wykonanego w Zakładzie Spawalnictwa przy współpracy z Zakładem Elektroniki Politechniki Poznańskiej, o zakresie pomiarowym od 2-16 kA. Dokładność pomiaru miernika wynosi $\pm 10\%$.

Wymiary próbek do badań zostały określone zgodnie z PN[7]. Próbki przeznaczone do badań czyszczono. Proces czyszczenia próbek przebiegał w dwóch etapach. Najpierw próbki trawiono w odczynniku "Posol" o składzie chemicznym opartym na bazie kwasu fluorowodorowego, w czasie 12 godzin. Następnie po opłukaniu pod gorącą bieżącą wodą, próbki przeznaczone do zgrzewania czyszczono mechanicznie obustronnie na szlifierce z drobnopięknoziarnistą ściernicą.

PRZEBIEG BADAŃ

Złącza wykonane przy zastosowaniu zmiennych parametrów wg ustalonego programu badań elektrodami o powierzchni roboczej kołowej, pierścieniowej, kwadratowej i prostokątnej poddano próbie ścinania zgodnie z normą [8] na uniwersalnej maszynie wytrzymałościowej produkcji ZSRR typu R50 o maksymalnej sile rozciągającej 500 kN. Wyniki statycznej próby ścinania przedstawiono na rys.2-5. Naniesione na wykresach punkty pomiarowe są średnimi wartościami z pięciu pomiarów a naniesiona siła P_{\min} jest określona normą [9] minimalną siłą, jaką powinna przenosić zgrzeźna wykonana na badanym materiale.

Na podstawie wyników próby statycznego ścinania zgrzeźin, badań metalograficznych oraz uwzględniając minimalną siłę ścinającą zgrzeźiną określoną przez normę [9] wyznaczono zakres najkorzystniejszych parametrów zgrzewania (rys.6). Przy wyznaczaniu zakresu najkorzystniejszych parametrów zgrzewania uwzględniono również fakt dużego zużycia elektrody przy długich czasach i wysokich prądach zgrzewania.

Złącza, wykonane przy zastosowaniu wyznaczonych parametrów zgrzewania, Mające w przybliżeniu tę samą wytrzymałość statyczną, poddano badaniom zmęczeniowym. Do badań tych przyjęto pięć poziomów obciążeń tak dobra-

nych, aby współczynnik asymetrii cyklu był stały i wynosił $R = 0,8$. Badania zmęczeniowe polegały na poddawaniu złącza zgrzewanego punktowo cyklicznym obciążeniom ścinającym o częstotliwości 12 Hz przy zmiennych poziomach naprężeń. Badania zmęczeniowe przeprowadzono na specjalnym urządzeniu zaprojektowanym i wykonanym w Zakładzie Spawalnictwa Instytutu Technologii Budowy Maszyn Politechniki Poznańskiej pod kierunkiem i nadzorem autora. Urządzenie to (rys.7) umożliwia prowadzenie badań złączy o grubości do 2 mm przy zastosowaniu cyklu tętniącego dodatniego z możliwością skokowej regulacji amplitudy zmian obciążenia. Urządzenie to składa się z ramy nośnej, w której wmontowane są: silnik trójfazowy, przekładnia pasowa, wał z wykorbieniem, sprężyna, szczęki mocujące.

WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Przeprowadzone badania wykazały, że wpływ geometrii powierzchni roboczej elektrod na wytrzymałość zmęczeniową ograniczoną złączy zgrzewanych punktowo jest bardzo istotny. Poprzez zastosowanie elektrod o powierzchni roboczej prostokątnej można uzyskać największy wzrost nośności złączy (rys.8) w porównaniu do nośności złączy wykonanych elektrodami kołowymi, nieco mniejszą przy zastosowaniu elektrod o powierzchni roboczej kwadratowej i pierścieniowej.

LITERATURA

- [1] Andriejew N.H.: Cykliczeskaja procnost sojedinienij iz tytanowych, eluminiowych spławow i specjalnych stali, Swarocznoje Proizwodstwo, Nr 7, 1962
- [2] Zołotariew B.B., Sagalewicz W.M.: Powysshienie ustałostnoj procnosti tocziennych sojedinienij, Swarocznoje Proizwodstwo Nr 7, 1964
- [3] Welter G.: Temperature effects on the hydrodynamic compression treatment of spot welds, Welding Journal, Nr 5, 1964
- [4] Oppe H.J.: Ringformiges Verbinden beschichteter Bleche durch Kurzzeitschwiessen. Diss., TH Aachen 1969
- [5] Eichorn F, Singh S.: Erste Erfahrungener beim Widerstandspunktschweissen mit Elektroden ringformiger Arbeitflache, Schweissen und Schneiden, Nr 1, 1974
- [6] BN-76/41702 - Elektrody nasadkowe z zewnętrznym chwytem stożkowym i trzony przedłużające
- [7] PN-68/M-69021 - Wytyczne projektowania, wykonywania, kontroli złączy zgrzewanych punktowo
- [8] PN-74/M-69782 - Próba statyczna ścinania zgrzein punktowych
- [9] PN-74/M-69020 - Spawalnictwo. Klasyfikacja jakości zgrzein punktowych

Recenzent: Doc.dr hab.inż.J.Dziubiński

POSSIBILITIES OF INCREASING THE FATIGUE STRENGTH OF JOINTS UNDER-
WENT SPOT WELDING DUE TO THE CHANGE OF ELECTROD WORKING SURFACE GEOMETRY

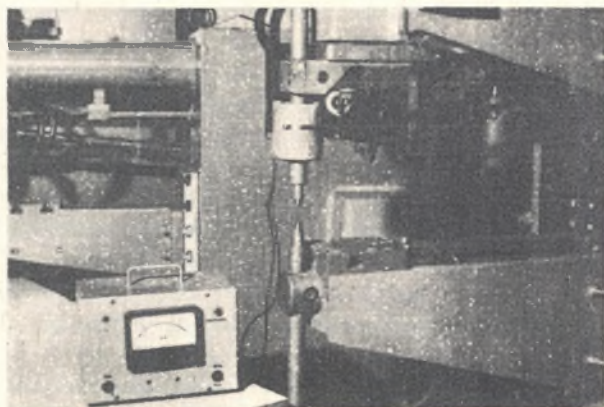
SUMMARY

The influence of electrode working surface geometry on the increase of the fatigue strength of joints /joints underwent spot welding/ has been investigated. It has been stated that it is possible to increase highly the fatigue strength of the joints.

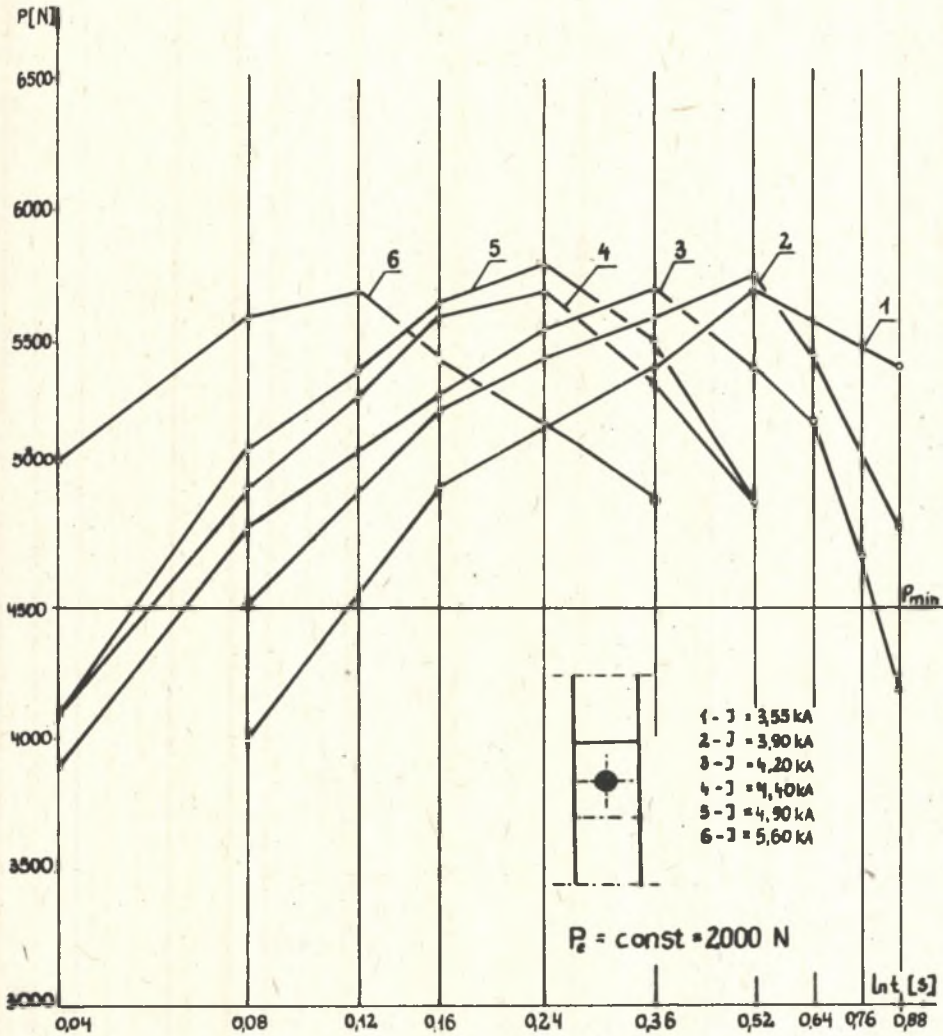
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ
ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМЕТРИИ
РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЭЛЕКТРОДОВ

RESUME

В работе были проведены исследования влияния геометрии рабочей поверхности электродов на повышение усталостной прочности соединений после точечной сварки. Было определено, что путем применения электродов обладающих кольцевой, квадратной и прямоугольной рабочей поверхностью можно значительно увеличить усталостную прочность соединений полученных методом точечной сварки.

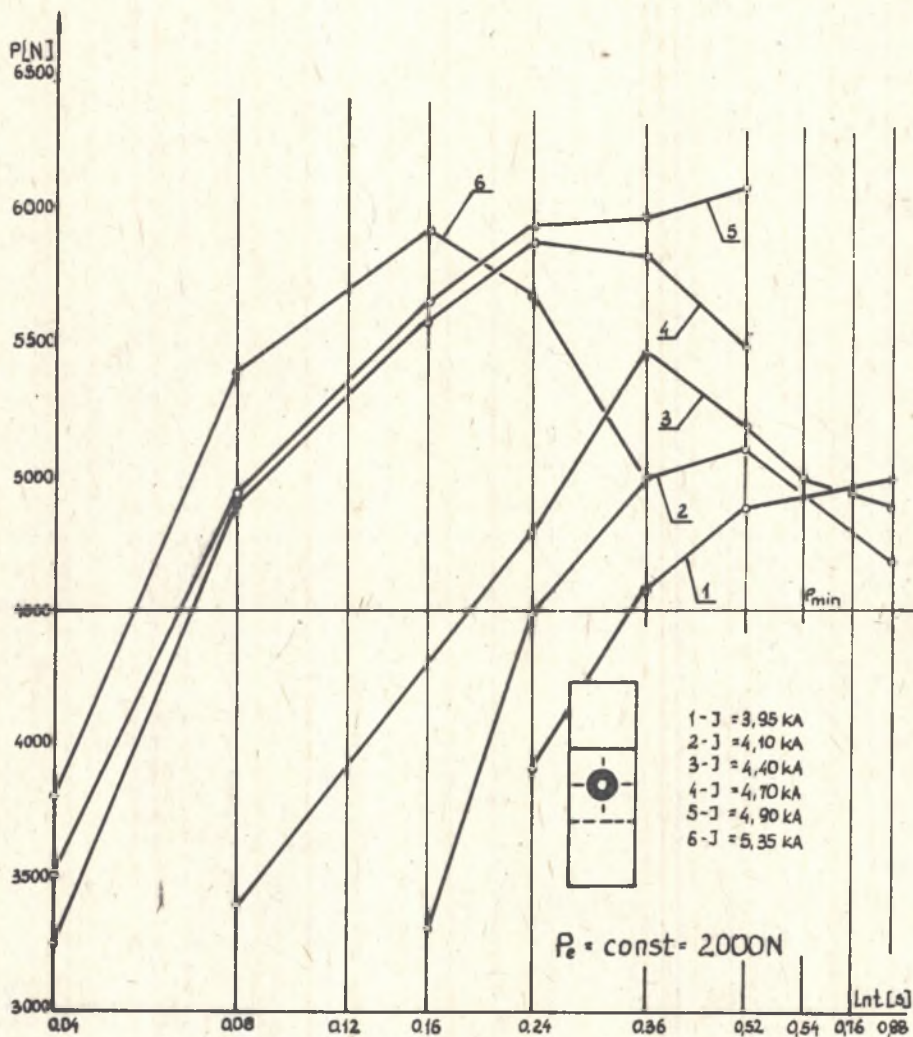


Rys.1. Sposób zainstalowania miernika prądu

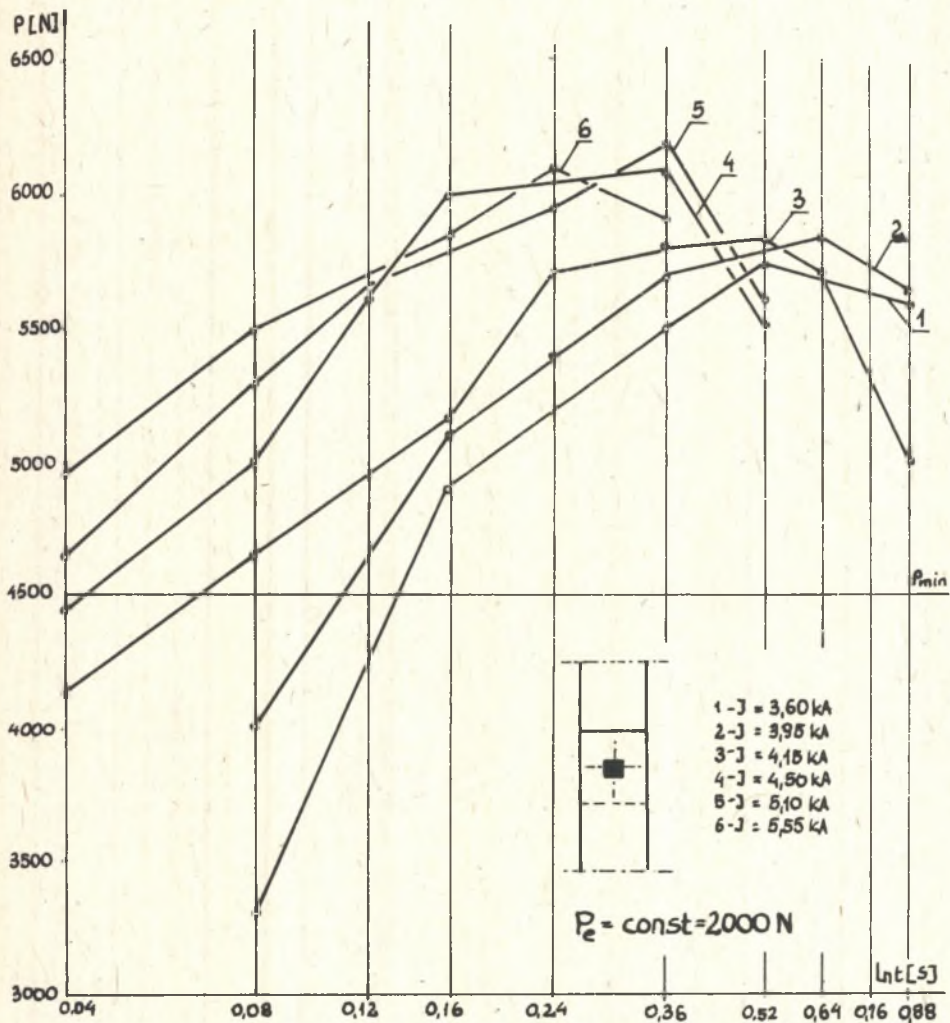


rys. 2.

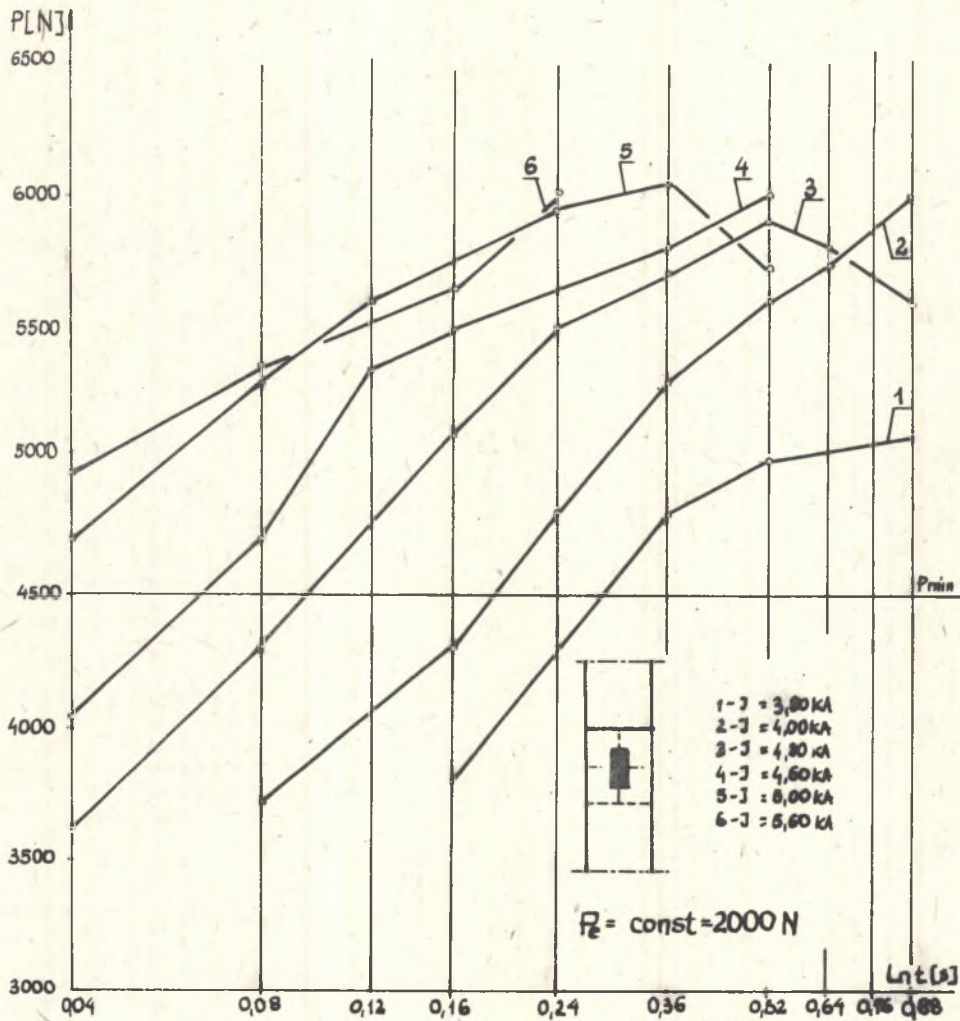
Rys. 2. Wpływ czasu zgrzewania na siłę ścinającą zgrzeinę punktową przy różnych wartościach natężenia prądu, dla elektrod o kołowej powierzchni roboczej.



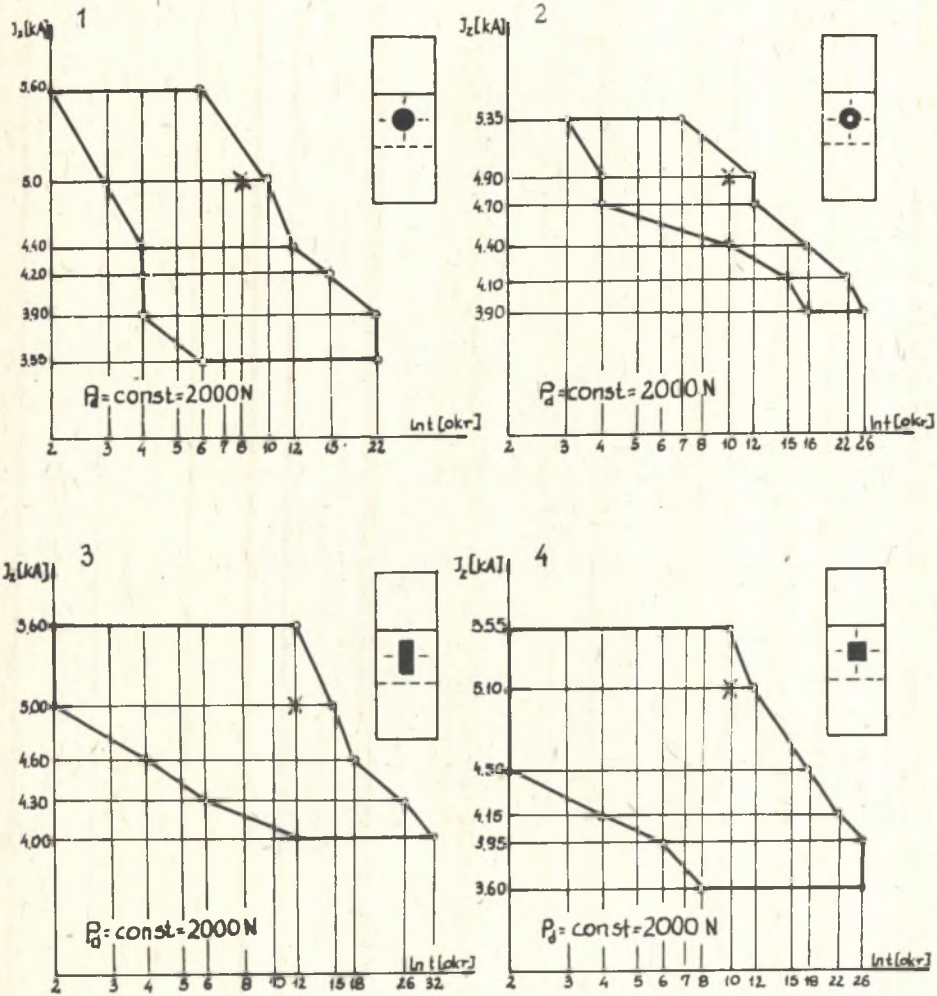
Rys.3. Wpływ czasu zgrzewania na siłę ścinającą zgrzeinę punktową przy różnych wartościach natężenia prądu, dla elektrod o pierścieniowej powierzchni roboczej.



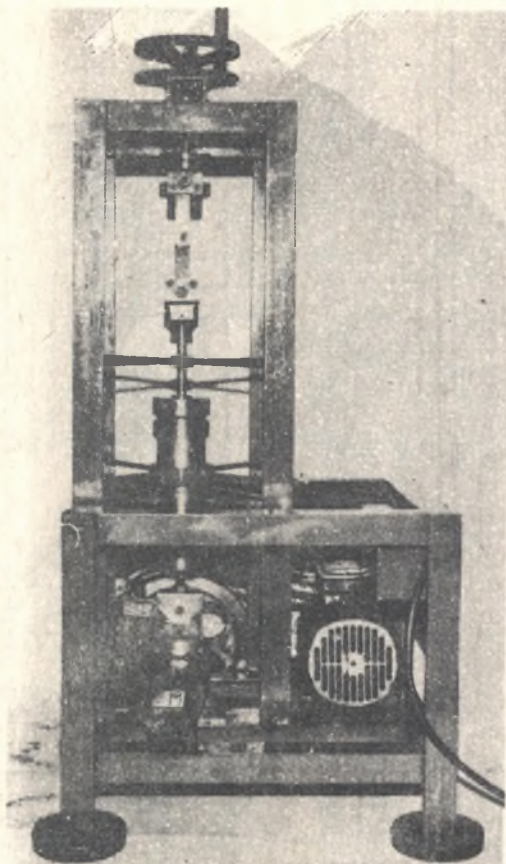
Rys.4. Wpływ czasu zgrzewania na siłę ścinającą zgrzeinę punktową przy różnych wartościach natężenia prądu, dla elektrod o kwadratowej powierzchni roboczej.



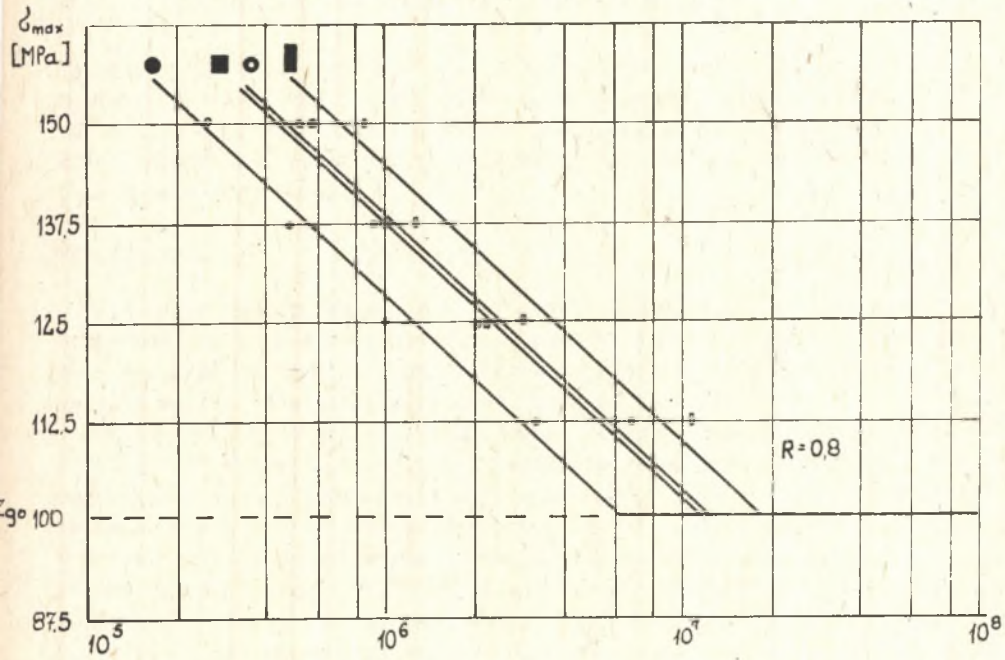
Rys.5. Wpływ czasu zgrzewania na siłę ścinającą zgrzeinę punktową przy różnych wartościach natężenia prądu, dla elektrod o prostokątnej powierzchni roboczej.



Rys.6. Zakres najkorzystniejszych parametrów zgrzewania dla elektrod o powierzchni roboczej: kołowej, pierścieniowej, prostokątnej i kwadratowej. X - parametry przy zastosowaniu których wykonano złącza do badań zmęczeniowych.



Rys.7. Urządzenie do badania zmęczeniowego złączy zgrzewanych punktowo.



Rys.8. Krzywe Wöhlera złączy zgrzewanych punktowo elektrodą o powierzchni roboczej kołowej, pierścieniowej, kwadratowej i prostokątnej.