

KONSTRUKCJE STALOWE NA KONGRESIE BERLIŃSKIM ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM KONSTRUKCJI SPAWANYCH

na podstawie referatów zjazdowych opracował inż. A. CHMIELEŃSKI.

DR. INŻ. STEFAN BRYŁA,
Profesor Politechniki Warszawskiej.

PROJEKT I WYKONANIE KONSTRUKCJI SPAWANEJ O NAPRĘŻENIACH TERMICZNYCH W POŁĄCZENIACH SPAWANYCH.

W konstrukcji spawanej naprężenia drugorzędne, występujące zresztą w każdej konstrukcji, są na ogół bardzo małe i praktycznie nie mają znaczenia. Wyjątek należy zrobić dla naprężeń termicznych, spowodowanych wysoką temperaturą w czasie spawania. Występują one w spoinie i materiale rodzinnym konstrukcji. Naprężenia w spoinie, zwane skurczowymi, spowodowane są skurczowaniem swobodnego kurczenia się spoiny po spawaniu przez mało rozgrzane otaczające strefy metalu rodzimego. W metalu rodzimym występują natomiast naprężenia t. zw. konstrukcyjne, czyli montażowe, wskutek unieruchomienia elementów spawanych za pomocą uchwytów. Im większa jest powierzchnia strefy podgrzanej tem mniejsze będą naprężenia w samej spoinie, a większe naprężenia konstrukcyjne. Dla tego też przy spawaniu acetylenowym występują większe naprężenia konstrukcyjne, przy elektrycznym naprężenia skurczowe.

Wielkość naprężeń wewnętrznych określa się przy pomocy pomiaru odkształceń (wylimitować należy odkształcenia stałe wytworzone przy stanie plastycznym materiału). Najlepsze wyniki daje metoda Mathar'a, określająca oprócz wartości samych naprężeń, wielkości naprężeń głównych. Naprężenia te dochodzące czasem do granicy plastyczności są największe w kierunku podłużnym, a najmniejsze w poprzecznym, maksymalne w środku spoiny.

Naprężenia skurczowe zależne są od grubości spawanych elementów oraz długości spoin. Jak wykazały doświadczenia naprężenia skurczowe w spoinach są największe na ich końcach, a najmniejsze pośrodku, co ogranicza praktycznie ich długość, jak zresztą i w połączeniach nitowanych. Naprężenia skurczowe sumując się z konsekwencjami sprężystościowymi połączenia, dochodzą czasem do granic plastyczności, są jednak mało niebezpieczne, zważywszy, że działają one trójkierunkowo, gdy siły działają jednokierunkowo, poza tym nawet gdy dochodzą do granic plastyczności, następuje ich wyrównanie. Zresztą doświadczenia doprowadzające do zerwania wykazały doskonale zachowanie się dobrze wykonanych połączeń, a większy wpływ miało wadliwe wykonanie spoin.

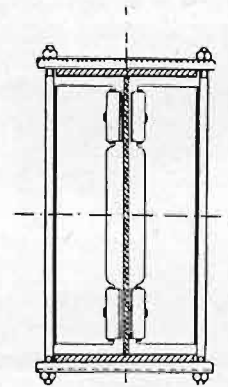
Spoina winna być zrobiona możliwie z materiału zbliżonego swymi własnościami do materiału rodzimego, dla tego też duże zwiększenie wytrzymałości elektrod bez zwrócenia uwagi na własności materiału rodzimego nie jest wskazane, natomiast poleca się stosowanie elektrod powlekanych. Różne sposoby ulepszania spoin celem uniknięcia naprężeń skurczowych należy uważać za mało celowe, gdyż rezultaty są znikome, a walka z tymi naprężeniami mało szkodliwymi jest niepotrzebna.

Naprężenia wewnętrzne powstające w materiale konstrukcyjnym podczas procesu spawania nazywamy naprężeniami konstrukcyjnymi lub montażowymi. Powstają one na skutek utwardzenia części spawanych w uchwytach zapobiegających ich odkształceniom, spowodowanych roz-

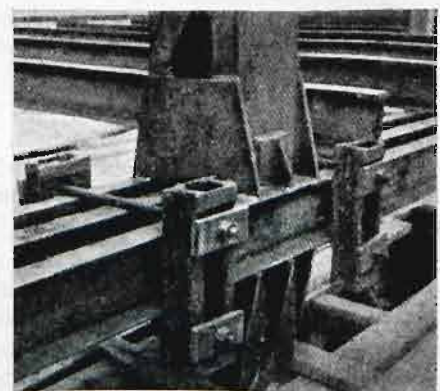
grzaniem. Naprężenia te będą większe dla większych części spawanych i większej powierzchni nagrzananej.

Naprężenia konstrukcyjne odróżniają się tem, że nie mają charakteru przestrzennego i tworzą układy płaskie, lub nawet jednokierunkowe. Nie ma też przy nich zjawiska podwyższania granicy plastyczności, a wartości ich są znacznie mniejsze od naprężeń skurczowych.

Kształt i wielkość spoiny ma rozumie się wielkie znaczenie dla zredukowania naprężeń termicznych, nie mniej trudno określić jest, czy lepsze będą spoiny grube i krótkie, czy długie i cienkie. Zdania inżynierów w tej kwestji są podzielone. Na podstawie szeregu doświadczeń autor przychylił się raczej do stosowania spoin cienkich i długich. Ważną jest także wyżej już poruszona sprawa jednorodności elektrod i metalu rodzimego, zwłaszcza pod względem sprężystościowym. Wreszcie trzecią wytyczną jest możliwe łagodzenie spoin i unikanie zbyt gwałtownych zmian przekroju.



Rys. 1.



Rys. 2.

Ważniejszą może sprawą od walki z naprężeniami termicznymi jest zapobieganie odkształceniom w konstrukcji, występującym przy spawaniu. Stosuje się do tego uchwyt-

ty, które zresztą są konieczne przy łączeniu samych części spawanych. Połączenie np. blaszaka nitowanego nie wymagało specjalnych uchwytów, gdyż duża ilość kątówek i otworów na nitę ułatwiała wydatnie montaż. Spawanie dążące do maksimum wyzyskania materiału odrzuca te części pomocnicze i stwarza konieczność stosowania specjalnych uchwytów. Uchwyty te muszą być dobrze dopa-

sowane do części łączonych i umożliwiające ich łatwe założenie. Wyżej zamieszczono dwa przykłady uchwytów stosowanych przez autora w szeregu konstrukcyj spawanych.

Część tego artykułu pod tytułem: „O naprężeniach termicznych w połączeniach „spawanych” ukazała się w „Czasopiśmie Technicznym” we Lwowie w r. 1936.

PROF. O. GRAF, Stuttgart.

WPLYW KSZTAŁTU POŁĄCZEŃ SPAWANYCH NA ICH WYTRZYMAŁOŚĆ

Zapatrywania na rodzaj połączeń spawanych, szczególnie w wypadkach obciążeń często powtarzanych, uległy od 1931 r. poważnym zmianom. Wpłynęła na to konieczność zmiany narzędzi oraz opracowania wskazówek dla konstruktorów.

Najważniejsze zagadnienia ująwszy można w następujących 4 punktach:

1. Jak ma być wykonane spawanie (spoiny boczne, czołowe i stykowe), o ile znosić ma ono obciążenia często powtarzane, lub obciążenia stałe doprowadzone do granic obecnie możliwych.
2. Który rodzaj połączeń spawanych najlepiej znosić będzie obciążenia często powtarzane (rozciąganie, ściskanie, rozciąganie i ściskanie, gięcie, ścinanie).
3. Jak należy zastosować w praktyce wnioski z punktów 1 i 2 (do połączeń prętów, belek, poprzecznie do belek głównych itd.).
4. Ile uwagi poświęcić należy naprężeniom tworzącym się w czasie i po spawaniu.

Na pytania powyższe odpowiedzieć można jedynie w ogólnych zarysach, ze względu na zbyt małą jeszcze w tej dziedzinie ilość doświadczeń.

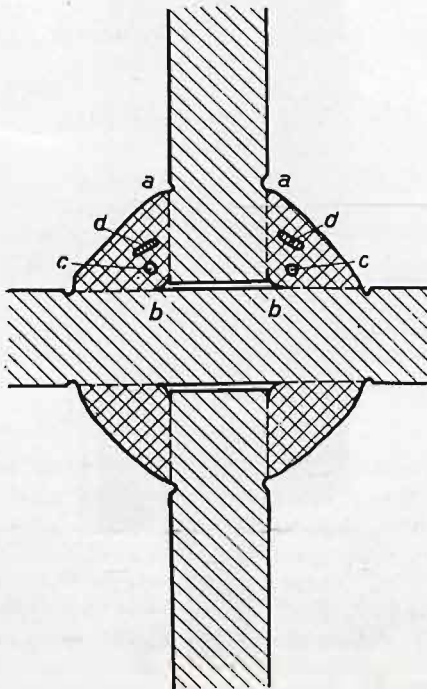
a) Doświadczenia wykazały, że połączenia złagodzone rozłożeniem na kilka sekcji i wykonane bez porów i nierówności po brzegach połączeń o wiele lepiej odpowiadają pracy na zmęczenie.

Dobre wykonanie spoin pachwinowych ma też nie byle jakie znaczenie (rys. 1 i 2).

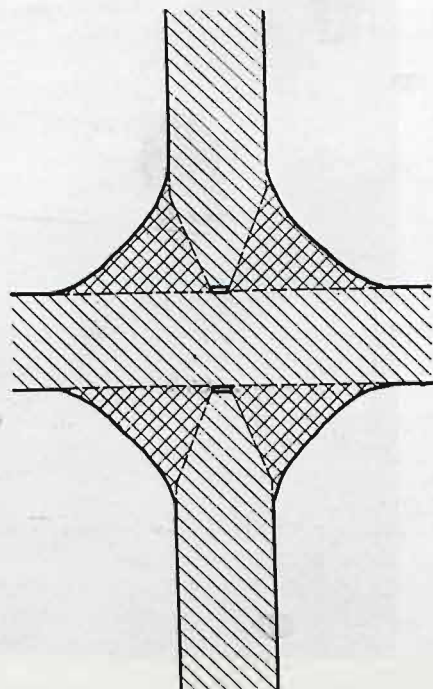
Dla tego też pierwszorzędnym warunkiem dobroci połączenia spawanego jest podanie ścisłych wytycznych wykonawcy, jaki ma być materiał części spawanych, elektrod, oraz jak ma być wykonane spawanie, poza tym należy przeprowadzić dokładne badanie wykonanych spoin. Do tego celu nie wystarczają już doświadczenia w warsztacie, lecz konieczną jest możliwość sprawdzenia połączenia przyrządami kontrolnymi do prześwietlenia spoin promieniami X.

b) Dawniejsze zapatrywania na rodzaj połączeń dały pierwszeństwo spoinom bocznym przed spoinami stykowymi, kierując się tym, że niedokładności spawania były bardziej szkodliwe w spoinach stykowych, oraz że samo wykonanie spoin bocznych było o wiele łatwiejsze. Jednakże okazało się, że o ile spoiny boczne są zupełnie zadowalające dla obciążeń stałych, o tyle dla obciążeń często powtarzanych są one o wiele mniej odpowiednie niż spoiny stykowe, ze względu na gwałtowne zmiany naprężeń na ich krawędziach. Jeżeli zauważymy, natomiast, duży postęp w wykonaniu połączeń spawanych, jak transformatory do spawania, specjalne elektrody, pojawienie się dużo lepszych instrukcyj dla spawaczy i inżynierów, oraz postęp w metodach dobrej kontroli, to musimy przyznać pierwszeństwo spoinom stykowym.

Należałoby obecnie ustalić, czy wpływ obciążeń często



Rys. 1.



Rys. 2.