

SPAWANIE I CIĘCIE METALI

ORGAN STOWARZYSZENIA DLA ROZWOJU
SPAWANIA I CIĘCIA METALI W POLSCE.
MIESIĘCZNIK

REDAKCJA I ADMINISTRACJA
Z G O D A 10, telefon 5-60-47.

Konto czek. P. K. O. Warszawa 16.408
PRENUMERATA: 5 zł. kwartalnie.
Za granicą 5 fr. szw. kwartalnie

Cena zeszytu 2 zł.

Członkowie Stow. R. S. C. M. otrzymują czasopismo bezpłatnie.

CENY OGŁOSZEŃ:

| Czas | Ceny jednostkowe w zł. | | | |
|------|------------------------|-----|-----|-----|
| | STRONY | | | |
| | 1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 |
| 1 | 200 | 120 | 80 | 50 |
| 3 | 180 | 105 | 70 | 45 |
| 6 | 160 | 90 | 60 | 40 |
| 12 | 140 | 75 | 50 | 35 |

Członkowie wspierający otrzymują 20% zniżki. Ogłoszenia o posad. poszukiw. i zaofiar. dla Czł. Stow. — bezpłatnie.

TREŚĆ ZESZYTU:

| | Str. | | Str. |
|---|------|---|------|
| 1. Spawanie w Dziale Naukowo-Badawczym na W. M. El. | 194 | 4. Z praktyki spawacza. | 209 |
| 2. Naprawa dzwonów kościelnych za pomocą spawania | 198 | 5. Kronika | 210 |
| 3. Rozwój spawania w ogrzewnictwie | 206 | 6. Przegląd prasy technicznej | 210 |
| | | 7. Spis treści Rocznika 1936 | 211 |

SOUDURE AUTOGENE ET DÉCOUPAGE DES MÉTAUX

Revue Mensuelle

L'ORGANE DE L'ASS. POUR LE DEVELOPPEMENT DE LA SOUDURE
AUTOGENE ET DU DECOUPAGE DES METAUX EN POLOGNE

Warszawa, Zgoda 10.

DÉCEMBRE 1936

Nr. 12

SOMMAIRE:

| | Page | | Page |
|--|------|---|------|
| 1. La soudure à la Section des Travaux Scientifiques à l'Exposition de la Mécanique et de l'Electricité à Varsovie | 194 | 4. La page du soudeur | 209 |
| 2. Réparation à la soudure des cloches d'églises | 198 | 5. Chronique | 210 |
| 3. Progrès de la soudure dans les installations de chauffage | 206 | 6. Revue de la presse technique | 210 |
| | | 7. Table des matières pour l'année 1936 | 211 |

SCHWEISSEN UND SCHNEIDEN DER METALLE

MONATSSCHRIFT DES VEREINES FÜR DIE ENTWICKELUNG
DES SCHWEISSENS UND SCHNEIDENS DER METALLE IN POLEN.

Warszawa, Zgoda 10.

DEZEMBER 1936

Nr. 12

INHALT:

| | Seite | | Seite |
|---|-------|--|-------|
| 1. Schweissung auf der wissenschaftlichen Abteilung der Mechanik und Elektrizität Ausstellung in Warschau | 194 | 4. Aus der Praxis des Schweissers | 209 |
| 2. Reparatur der Kirchenglocken mittels Schweissung | 198 | 5. Chronik | 210 |
| 3. Entwicklung des Schweissens im Heizungsbau | 206 | 6. Technische Umschau | 210 |
| | | 7. Inhaltverzeichnis für das Jahr 1936 | 211 |

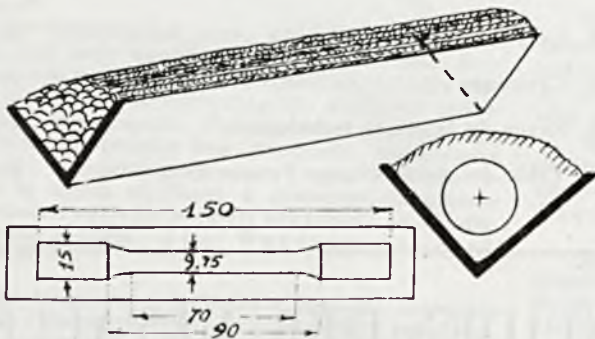
Inż. ZYGMUNT DOBROWOLSKI, Warszawa.

621.791 + 620.1 (0,64)
1000 słów + 15 rys.

Spawanie w Dziale Naukowo-Badawczym na W. M. EI.

Dział Naukowo-Badawczy na Wystawie Przemysłu Metalowego i Elektrotechnicznego, zorganizowany został głównie przez Politechnikę Warszawską i Lwowską, Zakład Metalurgii i Metaloznawstwa Politechniki Warszawskiej oraz laboratorja Państwowych Wytwórni Uzbrojenia. W dziale tym pokazane zostały najnowsze metody badawcze i najnowsze aparaty największych firm światowych; w skład działu weszły: pomiary fizyczne (skalowanie pirometrów i woltomierzy, rentgenograficzne badania stali, pomiary balistyczne i t. p.), budowa metali, krystalografia, stopy, badania korozji, metalografia i wytrzymałość tworzyw. Z działu technologii metali zobrazowane zostały: obróbka termiczna i pomiary warsztatowe, badania skrawania, ścieralności metali i pomiary obrabiarek. W tym dziale spawanie zajęło również nieposlednie miejsce, dzięki Sp. Akc. Perun, która przygotowała odpowiednie eksponaty i tablice.

Wśród wystawionych na tym stoisku próbek spawanych z różnych metali, na pierwszym miejscu zgrupowano próbki, wykonane według Przepisów Min. Spraw Wewn. dla konstrukcji spawanych budowlanych^{*)}, a więc próby na rozerwanie połączeń czołowych, próby na ścinanie połączeń z nakładkami o spoinach pachwinowych (podłużnych i poprzecznych), oraz próby na gięcie. Przedstawiono tu poszczególne stadja przygotowania tych próbek, próbki przed rozerwaniem i próbki po rozerwaniu, oraz próbki po zgięciu, podając wyniki osiągnięte w porównaniu do minimalnych wymagań, podanych w przepisach. Wszystkie próby wykonano równolegle spawaniem łukowym i acetylenowym.

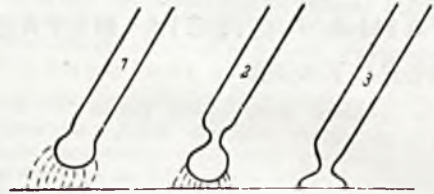


Rys. 1. Sposób przygotowania próbek, utworzonych całkowicie z metalu stopionej elektrody.

Po za kompletem wzorów próbek, wymaganych przez przepisy oficjalne Ministerstwa Spraw Wewnętrznych, przedstawiono próby, które wykonuje się często w praktyce spawalniczej, a więc przede wszystkim badania na rozrywanie próbek wykonanych z samego spoiwa.

^{*)} z dn. 6.X 1936 za Nr. 93. Przepisy te wraz z objaśnieniami p. Prof. S. Bryły zostały wydane w osobnej broszurze przez Stow. dla Rozwoju Spaw. i C. M. Cena 1 zł. 50.

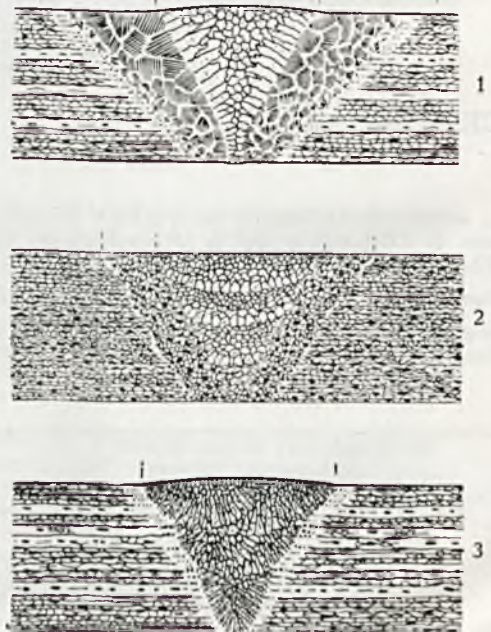
Te próbki wykonywa się na kształt normalnej małej próbki cylindrycznej, przewidzianej w normach badania materiałów. Na szeregu eksponatów zilustrowano sposób przygotowania tego rodzaju próbek: przy spawaniu łukowym wypełnia się kątownik szeregiem warstw stopionego materiału z elektrody i obtacza się go w ten sposób, aby materiał kątownika całkowicie usu-



Rys. 2. Schemat przechodzenia metalu z elektrody na przedmiot.

nąć (rys. 1); przy spawaniu zaś acetylenowym dobiera się odpowiednio grube blachy, aby można było z samego materiału spoiny wytoczyć próbkę. Poszczególne stadja przygotowania tych próbek, a więc próbki w surowym stanie, obtoczone i po rozerwaniu były wykonane tak dla spawania łukowego, jak i acetylenowego.

W dalszym ciągu pokazano najrozmaitsze próby, jak próby zginania, zgniatania i skręca-



Rys. 3. Struktura spoiny acetylenowej w stanie surowym (1) i ulepszonym (2), oraz struktura spoiny elektrycznej (3) według Zimma.

nia spawanych połączeń rurowych, próby przydatności elektrod do spawania na ścianie pionowej i nad głową etc. Następnie przedstawiono próbki żeliwne z płaskich prętów, lutospawane Bronzytem, w stanie surowym, po zestruganiu spoiny na gładko i po

rozerwaniu. Wszystkie 3 próbki były rozerwane poza miejscem spawania, choć grubość spoiny była równa grubości metalu. Tym sposobem

w różnych stadiach: w stanie surowym, obrabione i po rozerwaniu, względnie gięciu.

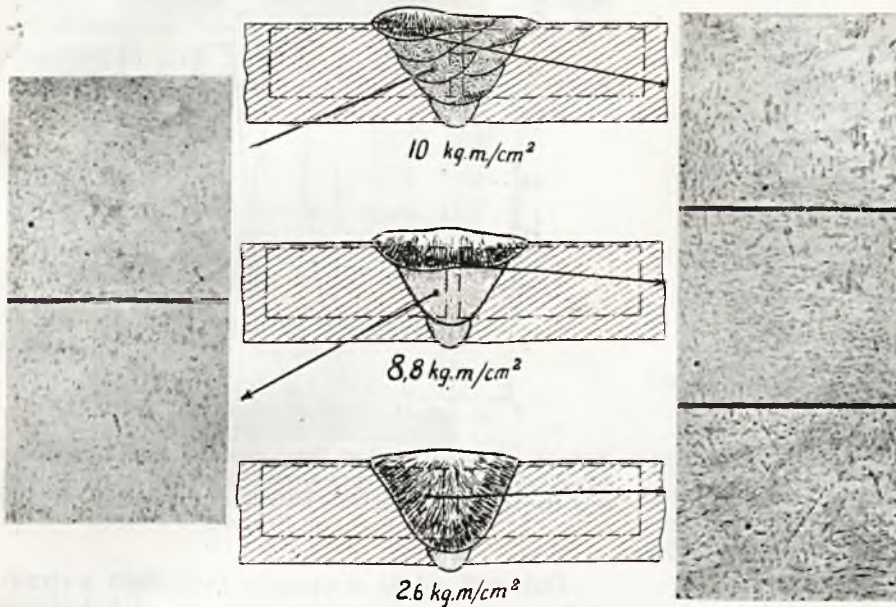
Wszystkie próbki, wyżej omówione, wystawiono w potrójnych egzemplarzach, aby uniknąć zarzutu, że wyniki są przypadkowe.

Wreszcie pokazano zawory silników samochodowych nakładane stellite, w surowym stanie i po oszlifowaniu; do tego dołączono zdjęcia mikrograficzne, przedstawiające przejście od metalu rodzimego do warstwy napawanej.

Analogicznie przedstawiono napawanie szyn zużytych palnikiem acetylenowym, przy zastosowaniu drutu ze stali specjalnej „Tor”.

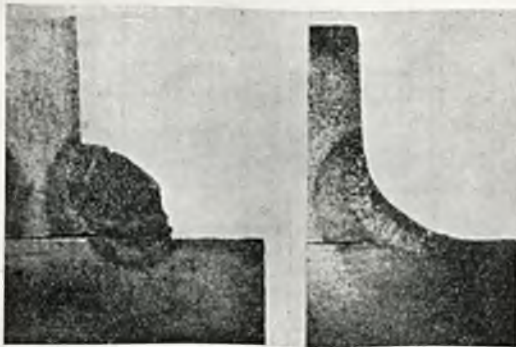
Po za eksponatami wystawiono na tym stoisku 12 tablic, na których w nader interesujący

i przejrzysty sposób zilustrowano szereg zagadnień naukowych z dziedziny spawalnictwa. Na pierwszej tablicy przedstawiono schematycznie płomień palnika acetylenowo-tlenowego, oraz zilustrowane na rys. 2 przechodzenie metalu z elektrody na przedmiot przy spawaniu łukowym. Druga tablica zawierała schematyczny obraz struktury spoiny acetylenowej, w stanie surowym i po wyżarzeniu, oraz struktury spoiny



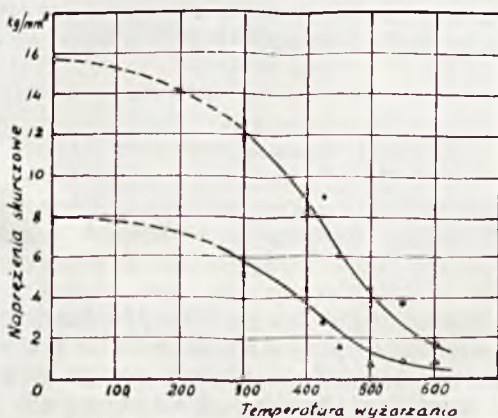
Rys. 4. Struktura i wytrzymałość na uderzenie spoin łukowych jedno i wielowarstwowych (Guerra).

wykazano, że połączenie lutospawane jest mocniejsze od materiału rodzimego (żeliwa).

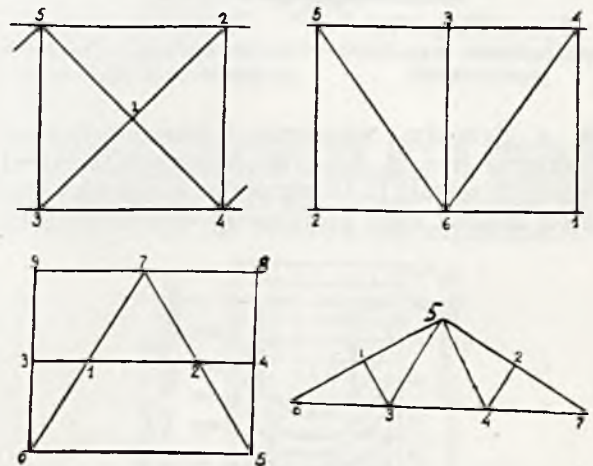


Rys. 5. Spoina pachwinowa: na lewo wykonana gołym drutem, na prawo — elektrodą otuloną (Peterson).

Dla miedzi, mosiądzu i aluminium przedstawiono próby spawania na rozerwanie i na gięcie



Rys. 6. Krzywe ilustrujące spadek naprężeń wewnętrznych przy wyżarzeniu w temp. 300—600° (Benson i Alison).

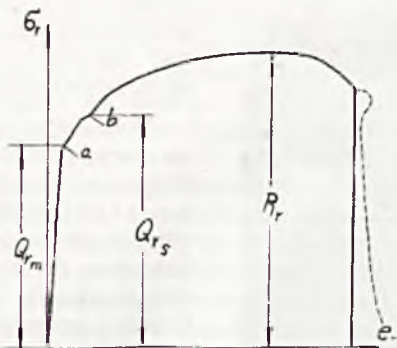


Rys. 7. Kolejność spawania węzłów.

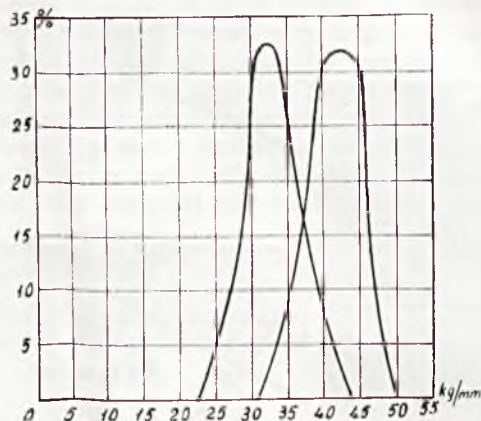
łukowej (rys. 3). Na 3-ej tablicy przedstawiono mikrograficzne zdjęcia struktury spoin jedno, dwu i wielowarstwowych, wykonanych za pomocą spawania łukowego, na których widać jasno dobroczynny wpływ wyżarzenia warstw dolnych przez warstwy górne; wpływ ten znajduje swój wyraz w badaniach wytrzymałości na uderzenie, które oczywiście daje najlepsze wyniki przy spoinach wielowarstwowych, co zostało zilustrowane szeregiem cyfr umieszczonych pod spoinami (rys. 4).

Różnice pod względem kształtu i struktury między spoinami wykonanymi gołym drutem i elektrodami otulonymi doskonale uwy-

znacznie zmniejszyć przez odpowiednią kolejność spawania, jak to zilustrowane zostało na przykładach kratownic na tablicy 6 (rys. 7).



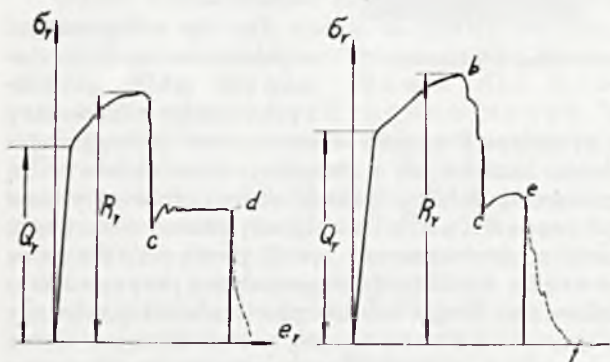
Rys. 8. Wykres normalny dla próbki z blach łączonych do czoła. Widoczne 2 granice płynności (Żukowski).



Rys. 11. Wyniki wielkiej ilości prób na rozrywanie, wykonanych z próbkami spawanymi zwykłym miękkim drutem (na lewo) i drutem ze stali krzemowo-manganowej (na prawo) wg. Könzela.

datniła tablica 4: na zdjęciach mikrograficznych widzimy z jednej strony spoinę mało wtopioną, wypukłą, pełną pęcherzy i zanieczyszczeń, o strukturze grubokryształicznej, a obok — spoinę wkle-

Dalsze 5 tablic dotyczyło zagadnień wytrzymałościowych. Przedstawiono na nich kolejno wykresy rozrywania spoin czołowych (rys. 8), spoin pachwinowych, poprzecznych i podłużnych, w połączeniach z nakładka-

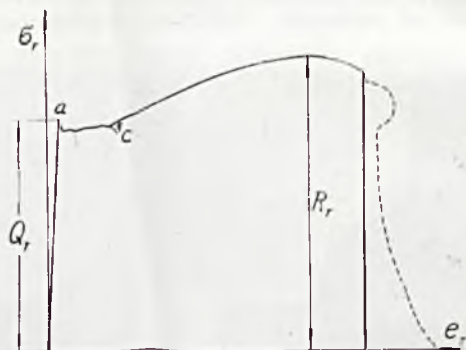


Rys. 9.

Wykres dla próbek z nakładkami, o spoinach poprzecznych.

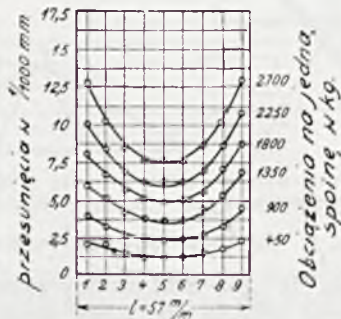
Wykres dla próbek z nakładkami, o spoinach podłużnych (Żukowski).

ślą, o głębokim wtopieniu i znacznie lepszej strukturze (rys. 5). Korzyści stosowania elektrod otulonych zostały tu zilustrowane w sposób, który nawet laikowi musi przemawiać do przekonania,



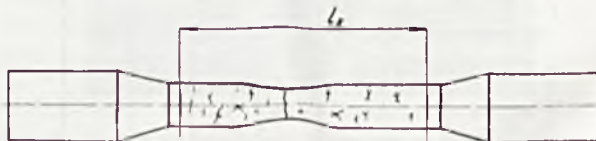
Rys. 12. Wykres normalny dla próbki okrągłej ze stopionego spoiwa, o pozornie wydłużonym obszarze płynności spowodowanym nadpęknięciami (Żukowski).

mi (rys. 9), wykres naprężeń i odkształceń wzdłuż spoiny pachwinowej podłużnej (rys. 10), krzywe przedstawiające porównanie wyników wielkiej ilości badań na rozrywanie próbek spawanych palnikiem acetylenowym przy użyciu zwykłego drutu („szwedzkiego”) i drutu ze stali



Rys. 10. Rozkład naprężeń wzdłuż spoiny pachwinowej podłużnej, zależnie od obciążenia (Hammonds-Smith).

Kwestia naprężeń skurczowych w spoinie i możliwość ich usunięcia przez wyżarzanie przedstawione zostało na tablicy 5, z której widać, że wyżarzanie powyżej 600—650° jest niecelowe (rys. 6). Naprężenia skurczowe konstrukcyjne w ustrojach przestrzennych można



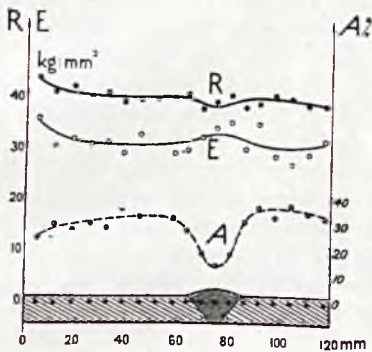
Rys. 13. Próbka ze spoiwa o widocznych nadpęknięciach.

krzemowo-manganowej (rys. 11); bardzo ciekawy wykres rozrywania próbek okrągłych wykonanych z samego spoiwa (rys. 12 i 13), wyniki mikromechanicznych badań na maszynie Chevenarda próbek ze stali zwykłej i chromomolibdenowej, spawanych ace-

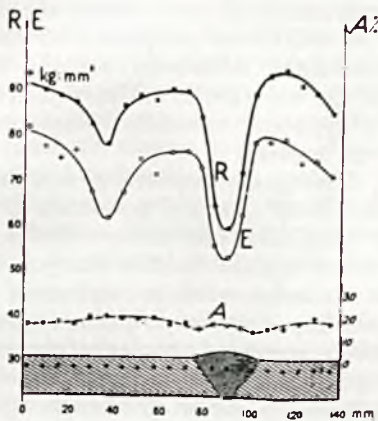
tylenem i łukiem; te wykresy, przedstawiające przebieg wytrzymałości i wydłużenia materiału w samej spoinie i w materiale rodzimym obok spoiny stanowią ostatnią zdobycz techniki w dziedzinie badań mechanicznych połączeń spawanych (rys. 14).

Ostatnia wreszcie tablica ilustrowała przy-

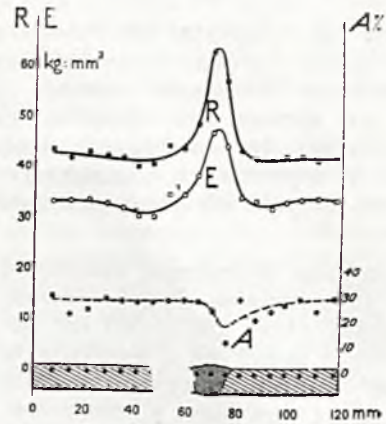
stawach, lecz przede wszystkim, jako cenne pomoce wykładowe, na prowadzonych przez siebie kursach spawania.



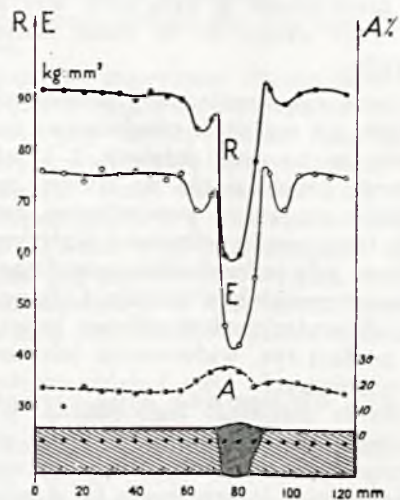
Stal o 0,06% C spawana palnikiem.



Stal chromomolibdenowa spawana palnikiem.



Stal o 0,06% C spawana łukiem.



Stal chromomolibdenowa spawana łukiem elektrycznym.

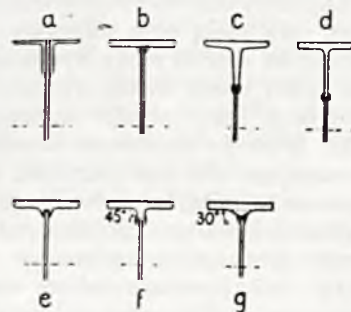
Rys. 14. Badania mikromechaniczne na maszynie Chevenarda.

kładowo postęp w kształtowaniu połączeń spawanych; szczególnie interesujący jest rozwój połączeń pachwinowych, które przekształcają się w połączenia czołowe, co znalazło swój wyraz np. w fabrykacji spawanych belek blaszanych dwuteowych (rys. 15). Te przekształcenia są wynikiem badań na zmęczenie i są szczególnie ważne dla ustrojów narażonych na obciążenie dynamiczne (mosty, części maszyn).

Dzięki tablicom, zwiedzający wystawę mogli zapoznać się z najważniejszymi zagadnieniami naukowymi spawania i wynieść szereg wiadomości czysto praktycznego znaczenia, niezmiernie ważnych w codziennym stosowaniu metod spawania.

Oczywiście, opisane próby i tablice nie wyczerpują wszystkich zagadnień teoretycznych i praktycznych, jakimi spawalnictwo się zajmuje. Gromadzenie tego rodzaju materiałów naukowych, posiadających wartość dydaktyczną, jest zadaniem w pierwszym rzędzie Stowarzyszenia Rozwoju Spawania i Cięcia Metali, które może je wykorzystywać nie tylko na pokazach i wy-

Kursy już rozporządzają pewną ilością tablic, przedstawiających urządzenia do spawania, schematy metod spawania, wzory połączeń spawanych i t. p., dla ilustrowania elementarnych



Rys. 15. Różne fazy rozwoju spawanych belek blaszanych dwuteowych.

działów nauki spawania. Opisane wyżej tablice, przekazane przez Sp. Akc. Perun do zbiorów Stowarzyszenia, stanowią będą bardzo cenne ich uzupełnienie.

Inż. B. SZUPP, Warszawa.

621.791.5 : 673.511
3650 słów + 13 rys.

Naprawa dzwonów kościelnych za pomocą spawania.

W kraju tak religijnym jak Polska, posiadającym tak liczne i piękne kościoły, częstokroć o historycznym znaczeniu, sprawa naprawy dzwonów jest sprawą dość aktualną, zwłaszcza jeżeli uwzględnić, że powstawanie rys i pęknięć na dzwonach, wykonanych najczęściej z brązu, po pewnym okresie ich pracy jest prawie nieuniknione.

W literaturze technicznej znajdujemy wskazówki, że za przeciętną długość żywota dzwonu można uważać okres 200 — 300 lat, po upływie których należy liczyć się z możliwością pęknięcia każdego dzwonu. Oczywiście należyte obchodzenie się z dzwonem w znacznym stopniu wpływa na długość jego pracy; najważniejsze jest obracanie po pewnym czasie dzwonu w punkcie jego zawieszenia w tym celu, aby serce nie uderzało zbyt długo w to samo miejsce ciała dzwonowego.

Przyczyna rysowania się i pęknięcia dzwonów leży w tym, że wskutek niezliczonej ilości uderzeń serca w to samo miejsce, t. j. jakby nieprzerwanego przekuwania na zimno, metal doznaje zmiany struktury wewnętrznej, twardnieje i wkońcu traci swoje własności wytrzymałościowe, podczas gdy jednocześnie powstające naprężenia wewnętrzne stale wzrastają. Gdy naprężenia przekraczają wytrzymałość odlewu, powstają pęknięcia w postaci rys, widocznych lub nawet czasami niewidocznych. Oko ludzkie częstokroć nie jest w stanie odnaleźć tego rodzaju pęknięcia, ucho natomiast poznaje je nieomylnie: w miejscu uszkodzonym jednorodność metalu jest naruszona, występuje w nim interferencja fal dźwiękowych i dzwon traci czystość tonu.

Naprawa uszkodzonych dzwonów najczęściej jest możliwa, za wyjątkiem wypadków stosunkowo rzadkich, gdy pęknięcie ma kierunek mniej więcej równoległy do obrzeża dzwonu i idąc naokoło, jakby dąży do oddzielenia jego dolnej części od górnej. Oczywiście możliwością wykonania naprawy dzwonu jest pożądana z wielu względów; nie małą rolę odgrywa przy tym ta okoliczność, że dzwon może być przedmiotem cennym nie tylko przez swoją wartość materialną, lecz również jako obiekt historyczny lub dzieło sztuki. Właśnie najstarsze dzwony, stanowiące najcenniejsze dla nas pamiątki, są najbardziej „zmęczone”, najbliższe chwili, gdy pęknie, utracą głos — i nieraz człowiek dałby więcej za możliwość uratowania sędziwego głosiciela chwały Bożej, niż kosztuje takiej samej wielkości dzwon nowy. Tymczasem koszt naprawy za pomocą spawania acetylenowego zwykle nie przekracza 25% kosztów związanych z odlewem dzwonu na nowo, nie licząc kosztów przewozu do odlewni i z powrotem, względy ekonomiczne przemawiają więc także za naprawą. Nie bez znaczenia jest też i ta okoliczność, że z punktu widzenia technicznego naprawa za pomocą spawania może być wykonana na miejscu koło kościoła i nie wymaga zbyt wiele czasu, gdyż dla

dzwonu o wadze do 3000 kg może być zakończona w przeciągu mniej więcej tygodnia czasu.

Jest rzeczą godną uwagi i interesującą, że dzwony naprawione za pomocą spawania, wykazały po naprawie lepszy dźwięk i głębszy, przyjemniejszy ton, niż poprzednio, zanim się zarysowały lub zostały uszkodzone. Fakty takiego odmładzania dzwonów, stwierdzone przez specjalistów, dadzą się wytłumaczyć tym, że wskutek kilkakrotnego wyżarzania metal dzwonu posiada po naprawie lepszą strukturę wewnętrzną, staje się drobnoziarnisty, przy czym jednocześnie zmniejszają się naprężenia wewnętrzne, powstałe w materiale po długiej pracy, co razem przyczynia się do polepszenia dźwięku.

Własności brązu dzwonowego.

Zanim zostaną omówione sposoby i szczegóły prac spawalniczych przy naprawie dzwonów, uważamy za wskazane przypomnieć choćby pokrótce zasadnicze własności metalu, z którego wykonywa się najczęściej odlewy dzwonów, t. j. brązu, oraz pewne zjawiska związane ze spawaniem tego metalu.

Bronz dzwonowy zawiera przeciętnie około 75% miedzi i 20% cyny, pozostałe 5% stanowią różne składniki, jak: żelazo, fosfor, mangan i t. p. W skład metalu bardzo starych dzwonów częstokroć wchodzi — jak to wykazują przeprowadzone analizy — srebro i złoto, co prawdopodobnie miało sprzyjać uszlachetnieniu metalu dzwonowego. Temperatura topliwości brązu dzwonowego waha się w granicach 850 — 900°. Bronzy o tak wysokiej zawartości cyny posiadają znaczną wytrzymałość, lecz jednocześnie z tym dość niewielką ciągliwość, t. j. są bardzo kruche. Z powodu braku ciągliwości nie można przedmiotów brązowych, a więc i dzwonów, spawać bez podgrzania całego przedmiotu do wysokiej temperatury. Idzie bowiem o to, aby po spawaniu cały dzwon ostygł równomiernie; podczas stygnięcia metal kurczy się i gdyby dzwon nie był podgrzany, kurczeniu ulegałaby tylko część naprawiona i mogłyby powstać nowe pęknięcia. Z drugiej strony wytrzymałość brązu zmniejsza się w miarę wzrostu temperatury w stopniu bardzo znacznym, należy więc zastosować niezbędne zabiegi, aby w dzwonie ogrzanym nie powstały pęknięcia, lub nawet zapadania się metalu pod własnym ciężarem.

Poza tym brąz dzwonowy jest w stanie stopionym bardzo płynny, dlatego też do spawania należy ustawić dzwon tak, aby spoinę można było wykonać w położeniu poziomym. Należy pamiętać o tem, że wskutek małej wytrzymałości metalu w stanie nagrzanym nie można zmieniać położenia dzwonu, łatwo bowiem jest wywołać w ten sposób nietylko nowe pęknięcia, lecz nawet całkowite załamania się naprawianego dzwonu.

Po omówieniu powyższych charakterystycznych cech metalu, z którym ma się do czynienia

nia przy naprawie dzwonów, przechodzimy do opisanie sposobów wykonywania tych prac.

Wybór metody spawania.

Naprawę dzwonów można skutecznie, stosując bądź spawanie we właściwym znaczeniu tego słowa, bądź też lutospawanie.

Różnica pomiędzy tymi metodami polega na tym, że przy spawaniu powierzchnie łączone są stapiane, a przy lutospawaniu są nagrzewane tylko do temperatury topliwości materiału dostawanego do połączenia, t. j. lutu.

Przy spawaniu, jako materiału dodatkowego używa się pałeczek metalu o tym samym składzie co metal rodzimy, do lutospawania zaś używa się pałeczek ze stopu mosiężnego, który jest wyrabiany w Polsce pod nazwą Bronzytu.

W obu tych metodach przygotowanie do spawania jest to samo, t. j. wycina się wzdłuż pęknięcia rowek w kształcie V i zalewa się go metalem. Jako narzędzie pracy w jednym i drugim wypadku używa się palnika acetylenowy. Gdy jednak przy spawaniu uzyskuje się połączenie przez stopienie metalu dodatkowego z metalem rodzimym, to przy lutospawaniu połączenie uzyskuje się dzięki przyczepności płynnego lutu do odpowiednio nagrzanym powierzchniom łączonych, które jednak nie ulegają topieniu. Pod względem wytrzymałości jedna i druga metoda daje połączenia o zbliżonej wartości. Zaletą lutospawania jest większa ekonomia, gdyż przedmiot nagrzewa się do niższej temperatury.

Przy łączeniu części bronzowych, niższa temperatura, przy której odbywa się lutospawanie, na pierwszy rzut oka, nie odgrywa większej roli, ponieważ punkt topliwości Bronzytu leży przy temperaturze ok. 880°, podczas gdy bronz topi się w temp. ok. 900°, a więc bliskiej do topienia Bronzytu. Przy spawaniu więc trzeba metal dzwonu nagrzać do temperatury tylko nieco wyższej, niż przy lutospawaniu. W rzeczywistości jednak przy lutospawaniu można, w większości wypadków, zaoszczędzić duże ilości ciepła, gdyż lutospawanie nie wymaga tak wysokiego podgrzania całego przedmiotu, jak spawanie. Doświadczenia praktyczne wykazały, że przy lutospawaniu konieczne jest podgrzać cały dzwon do temperatury 250 — 320°, podczas, gdy przy spawaniu temperatura ta powinna dochodzić do około 500°.

Poza tym przy lutospawaniu zużywa się mniej gazów, gdyż pracuje się mniejszymi palnikami. Przy lutospawaniu używa się palnika o wydajności 50 ltr acetyleny na godzinę na każdy milimetr grubości materiału, podczas gdy przy spawaniu stosuje się palniki o tej samej wydajności, jak przy spawaniu żeliwa, t. j. o wydajności 125 — 150 ltr acetyleny na godzinę na 1 mm grubości metalu. Oczywiście normy powyższe mogą służyć tylko jako orientacyjne, trudno bowiem podać dokładne liczby dla tak różnych, niekiedy bardzo znacznych, grubości materiału, jak te, z którymi się ma do czynienia przy naprawie dzwonów. Bardzo często, przy dużych grubościach łączonych ścian, wskazane jest pracować dwoma palnikami, przy czym dru-

gi palnik służy tylko do miejscowego nagrzewania metalu, zwłaszcza na początku pracy. W jednym np. wypadku, przy naprawie za pomocą lutospawania dzwonu ważącego 6 tonn, spawacz do spawania pękniętej ścianki o grubości 170 mm używał palnik o wydajności 4000 ltr, podczas gdy jego pomocnik podgrzewał materiał palnikiem 3500-litrowym.

Używanie drutów mosiężnych, o innej strukturze wewnętrznej i o innym składzie niż lany metal dzwonów bronzowych, jest niewątpliwie ujemną stroną lutospawania. Połączenie będzie zawsze niejednorodne, nie ma stopniowego przejścia metalu spoiwa do materiału rodzimego, koniecznym zaś warunkiem otrzymania czystego dźwięku dzwonu jest właśnie zupełna jednorodność materiału przy jednakowej twardości i gęstości w całej jego masie. Ta okoliczność jednak nie ma—widocznie—większego znaczenia, gdyż wiele dzwonów naprawiono już zagranicą zapomocą lutospawania i nie zauważono pogorszenia się dźwięku dzwonu po naprawie.

Reasumując powyższe, można powiedzieć, że w wypadkach naprawy mniejszych i tańszych dzwonów, gdy zależy poza tym na bardzo oszczędnym wykonaniu pracy, należy stosować lutospawanie. Przy naprawach zaś obiektów kosztownych, gdy w grę wchodzi idealna czystość dźwięku dzwonu i gdy wymagane są przede wszystkim pierwszorzędne wyniki, a z wydatkami można się liczyć w mniejszym stopniu, wtedy spawanie jest bardziej godne polecenia.

Przygotowanie dzwonu do naprawy.

Zasadnicze przygotowanie do pracy przy obu metodach jest to samo, dlatego też w ciągu dalszym zostaną podane kolejne czynności, które należy wykonać, bez rozróżniania, czy będzie się stosowało spawanie czy też lutospawanie.

Po zdjęciu dzwonu z jarzma należy przystąpić do najdokładniejszego zbadania wszystkich uszkodzeń, starając się nie przeoczyć żadnego, chociażby najmniejszego pęknięcia lub zarysowania, przy czym trzeba jednocześnie określić, gdzie się kończy każda rysa. Jeśli jakiegokolwiek pęknięcie zostanie niezauważone, to może powstać konieczność ponownej uciążliwej i kłopotliwej naprawy. Nieprawidłowe oznaczenie końca pęknięcia pociąga za sobą ten sam skutek. Zrozumiałe więc jest, jak wielką uwagę należy poświęcić tym czynnościom.

W końcu każdego pęknięcia wywierca się otwór, ażeby mieć pewność, że dzwon dalej w tym kierunku nie zarysuje się. Przy ogrzewaniu bowiem rysa się rozszerza i gdyby jej koniec nie był zaokrąglony otworkiem, mogłoby nastąpić dalsze pęknięcie w tym kierunku. W wypadkach gdy są wątpliwości, gdzie się rysa kończy, wierci się dalsze otwory o średnicy 8 — 10 mm co 20—25mm. Najczęściej wskazane jest wywiercić poza końcami pęknięć na długości 30 — 60 mm jeszcze kilka otworów kontrolnych. Gdyby oznaczenie dalszego kierunku pęknięcia sprawiło trudności, można polecić następujący sposób postępowania: ciało dzwonu naciera się w po-

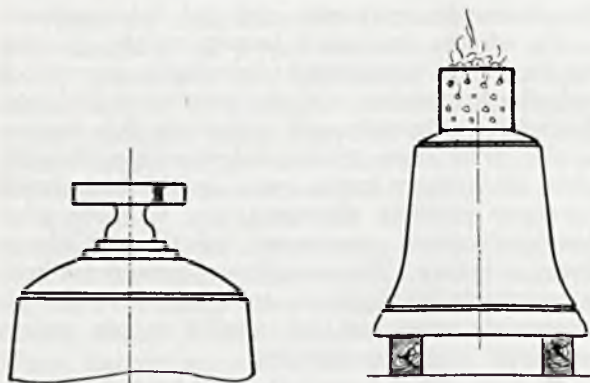
dejrzanym miejscu kredą od strony wewnętrznej, od strony zaś zewnętrznej smaruje się dzwon naftą; nafta przejdzie przez najdrobniejszą nawet rysę i wystąpi na warstwie kredy jako tłusta plama.

Po ustaleniu wszystkich zarysowanych miejsc przystępuje się do zukosowania pęknięć, co wykonywa się zawsze, niezależnie od grubości materiału, w postaci litery V, pod kątem 90° ; ze względu na twardość brązu używa się ścinaków z najlepszej stali narzędziowej. Pracę ukosowania należy wykonywać dokładnie i ostrożnie, zdejmując metal bardzo cienkimi warstwami. Powierzchnie pęknięcia powinny być ścięte na całej grubości materiału; lepiej jest utworzyć szerszą szczelinę pomiędzy brzegami rowka, niż nie zukosować materiału na wylot. Jak żmudną i uciążliwą może być taka praca, zilustruje następujący przykład: przy naprawie dzwona wagi 6000 kg, o którym już poprzednio była mowa, na zukosowanie jednego pęknięcia długości 85 cm, przy grubości materiału od 150 do 170 mm, jeden robotnik zużył 4 dni. Należy zawsze pamiętać o tym, że bez należytego zukosowania pęknięcia nigdy nie otrzyma się dobrych wyników.

Gdy prace związane z ukosowaniem pęknięć zostały zakończone, należy ustawić dzwon w położeniu dogodnym do wykonania spawania, pamiętając o tym, że najlepiej jest, aby przyszła spoina zajmowała pozycję poziomą.

Naprawa korony dzwonu.

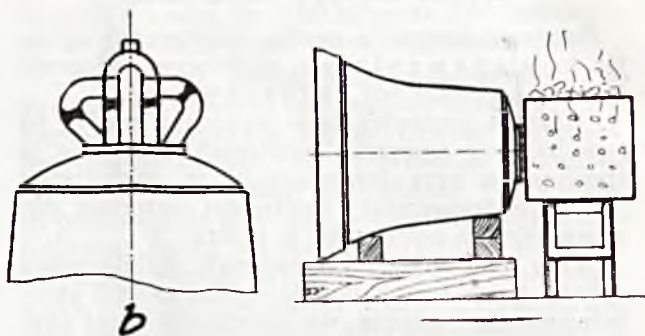
Przy pęknięciach ucha dzwonu, t. j. części służącej do zawieszania, która posiada często kształt korony (rys. 1), uprzednie nagrzewanie całego dzwona jest oczywiście zbyt ciężkie. Naprawę tego rodzaju można skutecznie nawet



Rys. 1. Naprawa uszkodzonej korony dzwonu.

na samej dzwonnicy, po zdjęciu dzwona z jego gniazda. Koronę dzwonu otacza się blachą (można stosować w tym celu bęben po karbidzie), zaopatrzoną naokoło w szereg otworów umożliwiających dostęp i ciąg powietrza; kosz ten wypełnia się węglem drzewnym, który spalając się nagrzewa odpowiednio koronę dzwonu. Po osiągnięciu potrzebnej temperatury — najwyżej 500° — odsuwa się węgiel od poprzednio zukosowanego pęknięcia i dokonywa się spawania.

Koronę dzwonu przedstawioną na rys. 2 dogodniej jest naprawiać przy innym jej położeniu, jak to jest wskazane na prawej stronie rysun-

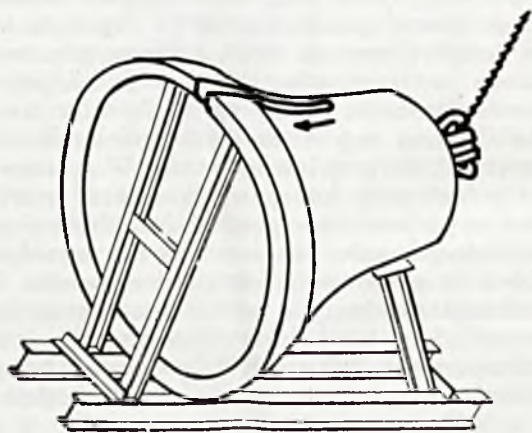


Rys. 2. Naprawa korony większego dzwonu.

ku. W tym wypadku należy dzwon obracać w miarę wykonywania poszczególnych spoin, dbając o staranne jego podparcie.

Naprawa korpusu dzwonu.

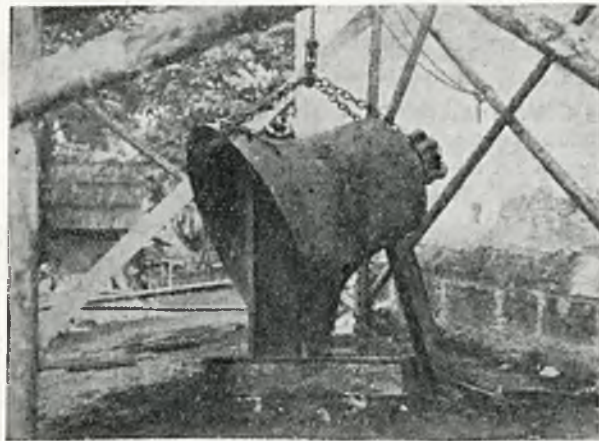
Urządzenia do podgrzewania. Przy pęknięciach biegnących wzdłuż dzwonu należy ustawić dzwon w ten sposób, ażeby pęknięcie zajmowało położenie możliwie zbliżone do poziomego, ponieważ spawanie pionowe wobec wielkiej płynności metalu w stanie stopionym sprawia znaczne trudności. Podczas nagrzewania i wykonywania prac spawalniczych dzwon powinien spoczywać na rusztowaniu, przykład którego jest przedstawiony na rys. 3. Ruszto-



Rys. 3. Schemat rusztowania przy naprawie uszkodzonego dzwonu.

wanie należy obmyślić i zbudować tak, aby jak najwięcej odciążyć dzwon i wyzwolić go spod wpływu ciężaru własnego. Częstość podwieszania się w tym celu do korony dzwonu odpowiednio przeciwcieżary za pomocą lin lub łańcuchów przerzuconych przez bloki, umocowane na stałe do rusztowania. W każdym razie należy zabezpieczyć dzwon — metal którego posiada, jak wiadomo, w stanie nagrzany zmniejszoną wytrzymałość — przed naprężeniami rozciągającymi lub zginającymi, wywołanymi przez własny ciężar dzwonu.

Zdjęcie na rys. 4 obrazuje ustawienie dzwonu i odpowiednie rusztowanie przy pęknięciu w kierunku równoległym do obrzeża dzwonu. Jako materiał do rusztowań najlepiej nadają się żelazne belki dwuteowe, jak to widzimy na poprzednim rysunku, lub odpowiedniej grubości



Rys. 4. Rusztowanie dla dzwonu pękniętego wzdłuż obrzeża.

belki drewniane. Części rusztowania, które stykają się bezpośrednio z ciałem dzwonu powinny podierać dzwon na odpowiednio dużej powierzchni, muszą więc posiadać kształt odpowiadający krzywiznie powierzchni dzwonu. W tym celu do rusztowania przymocowuje się blachy, które ściśle przylegają do dzwonu. Blachy takie, jak również i inne części rusztowań, najdogodniej jest łączyć z sobą za pomocą spawania. Oczywiście rusztowania muszą być należycie przytwierdzone czy to do gruntu, gdzie wykonywa się pracę, czy też do podłogi warsztatowej. Gdy dzwon już jest nagrzany, nie wolno w rusztowaniach nic zmieniać lub poprawiać.

Samo pęknięcie, w celu uniknięcia przeciekania stopionego metalu, powinno być podparte od spodu blachą stalową pokrytą paskiem tektury azbestowej. Blacha musi zupełnie dokładnie odpowiadać krzywiznie pęknięcia i dlatego, przy poważniejszych pracach, z miejsca naprawianego zdejmuje się szablon, według którego kowal odkuwa pas blachy należytego kształtu i grubości. Pasek tektury azbestowej przed ułożeniem na podkładkę z blachy należy nagrzać, aby usunąć nawet resztkę wilgoci, która mogłaby następnie, podczas spawania, spowodować przez parowanie utworzenie się w spoinie por lub baniek gazowych.

Przy naprawach dzwonów o większych wymiarach, urządzenie odpowiedniego rusztowania byłoby zbyt kosztowne i dlatego naprawia się je w pozycji stojącej, przy należytych podparciu na całym obwodzie i możliwie jak największym ociążeniu przez zawieszenie przeciwcieżarów, jak to wyżej wspomniano.

Podgrzewanie. Operacja, która następuje teraz, t. j. nagrzanie dzwonu do odpowiedniej temperatury, należy do najodpowiedzialniejszych: od należytego jej wykonania zależy

w wielu wypadkach wynik pracy. Przede wszystkim należy się zastanowić nad rodzajem osłony, pod ochroną której będzie się dzwon nagrzewało; oczywiście wielką rolę odgrywa przy tym temperatura, do której zamierza się ogrzewanie doprowadzić.

Gdy się stosuje lutospawanie, t. j. gdy dzwon nagrzewa się do temperatury wahającej się w granicach od 250 do 320 stopni, w większości wypadków wystarczy zbudować ognisko z 4 blach żelaznych grubości 1—2 mm, połączonych ze sobą na zaciski lub śruby. Wysokość ścian bocznych ogniska powinna przekraczać wysokość dzwonu o 10 cm. Górną część ogniska stanowi blacha tej samej grubości 1—2 mm., ułożona poprosto na ścianach pionowych. O ile pracę wykonywa się nie na powietrzu, gdzie za podstawę pieca służy ziemia, lecz na podłodze warsztatowej, wskazane jest zbudować takie ognisko na warstwie piasku grubości 10 cm. przykrytej 5 mm blachą żelazną.

Najlepsze wyniki daje zawsze nagrzewanie węglem drzewnym. Jeżeli dzwon naprawia się w położeniu leżącym, to przed otworem ustawia się blachę około 20 cm. wysokości, za którą, wewnątrz dzwonu, wysypuje się warstwę węgla drzewnego grubości: przy blasze około 20 cm. a w głębi dzwonu—5 cm. Warstwę wewnętrzną węgla układa się w ten sposób, ażeby grubość jej przy koronie wynosiła około 20 cm. i zmniejszała się do 10 cm. przy otworze dzwonu. Zapalić węgiel można za pomocą palnika, należy tylko przy tym postępować tak, aby całe ognisko paliło się równomiernie. Temperaturę nagrzania można sprawdzić za pomocą pręta z czystego ołowiu, który, jak wiadomo, topi się w temperaturze ok. 330 stopni. Jeżeli potrzeć ołowianym prętem powierzchnię metalową nagrzaną ponad tę temperaturę, ołów będzie się prędko i wyraźnie topił. Jest to oczywiście dość niedokładny sposób mierzenia temperatury, jeżeli jednak nie ma się do dyspozycji odpowiedniego pirometru, to pałeczka ołowiana pomaga do zorientowania się co do przekroczenia lub nieosiągnięcia temperatury 330°.

Czas trwania ogrzewania daje się określić tylko podczas samej pracy. Jak wykazują doświadczenia, czas ten dla dzwonów o zbliżonej wadze waha się w granicach dość znacznych, co można poniekąd wytłumaczyć różnym przewodnictwem cieplnym poszczególnych gatunków bronzu.

Przebieg pracy przy lutospawaniu. Do pracy lutospawania przystępuje się wtedy, gdy się ma pewność, że cały dzwon jest nagrzany równomiernie, do tej samej temperatury. O mocy stosowanych palników mówiliśmy już poprzednio. Przechodząc do szczegółów wykonania pracy, należy podkreślić, że spoiwo— w danym wypadku Bronzyt — należy układać nieprzerwanymi warstwami wzdłuż całej długości pęknięcia. Ponieważ grubość materiału łączącego w większości wypadków—a zwłaszcza gdy powstałe uszkodzenie biegnie od góry do dołu—bywa bardzo różna, więc w miejscach cieńszych spoina już bywa wypełniona, podczas gdy w częściach grubszych, n. p. przy obrzeżu, metal

jeszcze nie wypełnia całkowicie rowka i trzeba nakładać dalsze warstwy. Przy nakładaniu każdej poszczególnej warstwy należy dbać o to, ażeby wypełnić rowek spoiny na całej jego szerokości. Ponieważ rowek spoiny posiada najczęściej znaczną szerokość, wynika konieczność układania łańcuszka spoiwa zygzakiem. Takie postępowanie jest ze względu na lepsze wyzyskanie ciepła bardziej korzystne niż układanie kilku łańcuszków równoległych, a poza tym — przyspiesza wykonanie pracy.

Palnik, o płomieniu ściśle neutralnym, należy prowadzić — jak zwykle — z pochyleniem 45 stopni do poziomu. Pałeczka spoiwa powinna przez cały czas pracy znajdować się pod wpływem redukującej części płomienia palnika i być zanurzona końcem w kąpeli stopionego metalu; wyjmować drut z kąpeli można tylko w celu dostarczenia do spoiny niezbędnej ilości środków redukujących, które należy stosować umiarkowanie, jak przy wszystkich innych pracach lutowania. Jak wiadomo, punkt topliwości brązu dzwonowego jest zbliżony do temperatury topienia się Bronzytu; dla tego też przy naprawach dzwonów jest wskazane częstość odstąpić od zasad lutowania i doprowadzać krawędzie pęknięcia do stanu stopionego, może się bowiem zdarzyć, że spawacz nie doprowadzi metalu do niezbędnego stopnia nagrzania i spoiwo nie połączy się dostatecznie z metalem rodzimym.

Rozpoczętej pracy nie wolno przerywać lub zatrzymać; dlatego wskazane jest mieć pod ręką drugiego spawacza, pełnowartościowego pod względem kwalifikacji, któryby w razie konieczności mógł zastąpić spawacza, wykonującego daną naprawę.

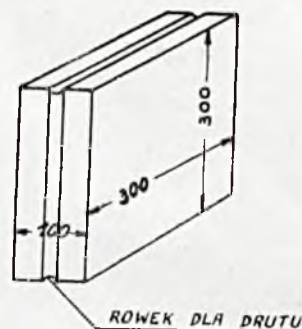
Na tych ogólnych wskazówkach kończymy rozpatrywanie sprawy lutowania dzwonów i przejdziemy do omówienia napraw większych i cenniejszych dzwonów za pomocą spawania.

Przebieg pracy przy spawaniu. Dzwony większych rozmiarów, ze względu na ich większy ciężar, ustawia się przeważnie w położeniu pionowym (rys. 5) i obudowuje się ogni-

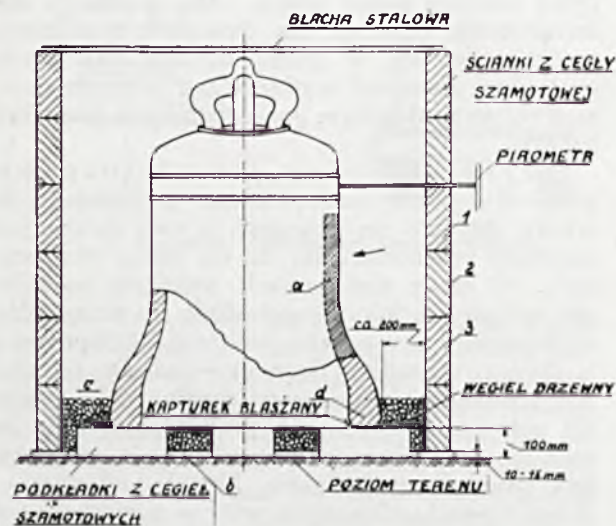
skiem z cegieł szamotowych, solidniejszym niż poprzednio opisane. Dzwon ustawia się na potrzebnej ilości grubszych (ok. 100 mm grubości) kamieniach szamotowych, w ten sposób, aby obrzeże było równomiernie podparte na całym obwodzie. Do utworzenia ścian ogniska stosuje się w Niemczech specjalnego kształtu cegły szamotowe (rys. 6), posiadające wyżłobienia, przez które przechodzą druty, wiążące cegły, aby zabezpieczyć je od wypadania pod wpływem wysokiej temperatury. Ścianki boczne ogniska, które ustawia się na prętach 10—15 mm aby umożliwić ciąg powietrza, sięgają nieco ponad koronę dzwonu. Pomiędzy ścianami ogniska a obrzeżem dzwonu zostawia się wolną przestrzeń szerokości ok. 200 mm. Wszystkie szpary pomiędzy ułożonymi cegłami uszczelnia się gliną. Węgiel drzewny, jedyny rodzaj materiału palnego który należy stosować w danym wypadku, układa się równomiernie pomiędzy obrzeżem dzwonu a ścianami ogniska, do wysokości podkładek szamotowych, t. j. na grubości ok. 100 mm. Przy większych dzwonach, gdy grubość ścianek obrzeża dochodzi do 120 mm i wyżej, węgiel układa się warstwą nieco grubszą (na rys. 5 do wysokości c). Po zapaleniu węgla palnikiem przykrywa się ognisko z góry blachą stalową, przy czym miejsce zetknięcia się jej ze ściankami bocznymi również należy uszczelnić warstwą gliny, ażeby dzwon nagrzewał się równomiernie ze wszystkich stron; w tym celu pierwotnie ułożony węgiel zostaje po pewnym przepaleniu się przesunięty wewnątrz dzwonu, podczas gdy warstwy zewnętrzne uzupełniają się na nowo.

Nagrzewanie nie powinno mieć charakteru raptownego: w ciągu pierwszych 2 godzin temperatura dzwonu, którą sprawdza się za pomocą założonego w ognisko pirometru, nie powinna podnieść się ponad 100°; w dalszym ciągu można ogrzewać dzwon intensywniej, aż dojdzie do temperatury 400—500°. Osiągnięcie temperatury nagrzania 500° można łatwo poznać, gdyż przy takim nagrzaniu zaczyna spalać się warstwa patyny, pokrywającej dzwon, tworząc efektowne widowisko świetlne. Zjawisko to trwa przez czas dłuższy, w miarę osiagania przez cały korpus dzwonu tej temperatury.

Moment osiągnięcia temp. 500°, uważany przez niektórych specjalistów za najwyższą granicę nagrzania, można ustalić również i na tej podstawie, że przy tej temperaturze następuje powierzchniowe wydzielanie się z brązu cyny; na powierzchni dzwonu można zauważyć małe kulczki cyny, które dają się z łatwością rozgnieść i rozsmarować prętym żelaznym. Taka zmiana



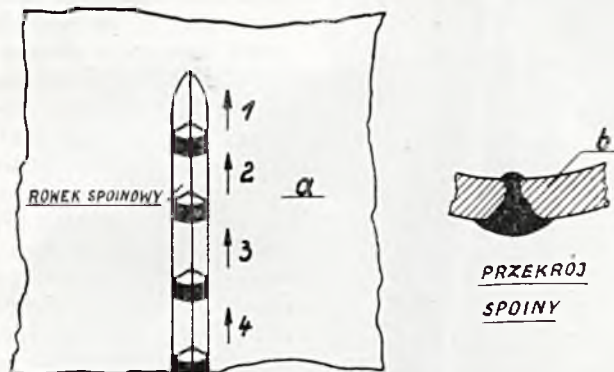
Rys. 6. Cegła szamotowa dla ogniska.



Rys. 5. Szkic ogniska stosowanego przy naprawie większego dzwonu.

składu metalu oczywiście nie jest pożądana i z tego powodu nie należy przekraczać wskazanej granicy nagrzania.

Po nagrzaniu dzwonu do należytej temperatury wyjmuje się odpowiednie cełgi z bocznych



Rys. 7. Sposób wykonywania pionowych spoin oraz przekrój spoiny.

ścianek ogniska i przystępuje się do spawania. Jako spoiwo stosuje się druty bronzowe o składzie możliwie zbliżonym do materiału rodzimego. Przy dużych i cennych dzwonach najlepiej jest ustalić skład bronzu za pomocą analizy chemicznej i zamówić druty odpowiedniej jakości z dodatkiem 0,1—0,2% aluminium, jako środka odtleniającego, i 1—2% dodatkowej cyny w celu uzupełnienia ewentualnych strat tego metalu, mogących powstać podczas spawania. W niektórych wypadkach można do tego celu wykorzystać metal otrzymywany podczas ukosowania pęknięć. Oczywiście tego materiału do wykonania naprawy nie wystarczy i należy liczyć się z tym, że spoiwa należy mieć o 30—50% więcej. Do odlania pałeczek ze skrawków wyciętego metalu najlepiej jest użyć jako formy zwykłego żelaza kąтового, w którym otrzymuje się pałeczki trójkątne o dowolnych rozmiarach. Najpraktyczniej stosować pałeczki o grub. od 20 do 30 mm; pręty okrągłe stosuje się zwykle o \varnothing 10—20 mm.

Podczas spawania należy zwracać wielką uwagę na należyłą regulację płomienia acetylenowego. Płomień powinien być ściśle neutralny: nadmiar tlenu powoduje tworzenie się znacznej ilości tlenków, oraz kipięcie kąpieli stopionego metalu, przy nadmiarze acetyleny tworzą się pory i bańki gazowe. Prace spawalnicze należy wykonywać jednym ciągiem, przy czym spoinę prowadzi się zawsze w kierunku do obrzeża, t. j. w wypadku przedstawionym na rys. 5 od góry do dołu. Nie należy również zapominać o

stowaniu odpowiednich proszków redukujących, co jest koniecznym warunkiem dla osiągnięcia dobrych wyników.

Poprzednio wspomiano, że należy spawać w położeniu poziomym. Jeśli konieczne jest spawanie w pozycji pionowej, to wykonanie ta-



Rys. 8. Korona dzwonu wagi 700 kg naprawiona za pomocą lutowania w ciągu 8 godz. Zużycie materiału: acetyleny — 10 m³, tlenu — 12 m³, Bronzytu — 5,5 kg.

kiej pracy wymaga specjalnych sposobów, które wyjaśnia rysunek 7. Całość pęknięcia dzieli się wtedy na kilka odcinków długości ok. 100 mm każdy; w dolnej części każdego odcinka układa się na całej głębokości rowka mostek celem podtrzy-



Rys. 9. Dzwon wagi 95 kg., naprawiony za pomocą lutowania w ciągu 7,5 godz.

mania płynnego metalu stopionego. Po wykonaniu więc mostka w podstawie odcinka „1” zapełnia się rowek spoiwem do końca pęknięcia, następnie tworzy się mostek odcinka „2” i wykonywa się spawanie całego odcinka do

mostka „1” i t. d. Oczywiście przy zakończeniu spoiny na długości odcinka „2” należy odpowiednio przetopić dolną część mostka „1”,

nę dzwonu, ponieważ żadne dopawanie od wewnątrz nie jest możliwe. Dlatego też najodpowiedniejszą metodą spawania przy naprawie

dzwonów jest spawanie „w prawo”, pod warunkiem oczywiście, że spawacz jest z tą metodą pracy należycie obeznany. Od strony zewnętrznej spoina powinna posiadać też pewien nadmiar grubości, ażeby nie mogło mieć miejsca żadne wcięcie brzegów, t.j. zmniejszenie grubości materiału rodzimego. Powstały nadmiar metalu zdejmuje się z powierzchni dzwonu po jego ostygnięciu za pomocą szlifowania. Pewne trudności przedstawia zakończenie spoiny na obrzeżu dzwonu. Ażeby uniknąć ściekania płynnego metalu, wskazane jest zaopatrzyć dolną część pęknięcia w kapturek blaszany odpowiednio ukształtowany, końce którego wystawa-



Rys. 10. Dzwon wagi 6 tonn przed i po naprawie zapomocą lutospawania. Przygotowania — 8 dni pracy 2-ch robotników; lutospawanie — 4 godz.; zużycie materiału: acetylen — 30 m³, tlen — 35 m³, spoiwa — 38 kg., węgiel drzewny — 500 kg.

aby otrzymać całkowite złączenie spoiwa z mostkami i brzegami rowka. Należy pamiętać o tym, że miejsca źle połączone stanowią początek no-

łyby ponad krawędzią dzwonu o jakie 10 — 15 mm.

Po zakończeniu prac spawalniczych wykonanych tym lub innym sposobem, spawacz powinien dokładnie obejrzeć spoiny i wprowadzić w razie potrzeby wszelkie niezbędne poprawki, o ile oczywiście dzwon jeszcze posiada odpowiednią temperaturę. Następnie do ogniska dodaje się jeszcze raz potrzebną ilość węgla, ściany znów uszczelnia się, węgiel zapala się i nagrzewa się ognisko do tej samej temperatury, do której doprowadziło się dzwon przed rozpoczęciem prac spawalniczych. W ten sposób wyzwala się naprężenia wewnętrzne, powstałe wskutek spawania, polepszając jednocześnie materiał tak spoiny, jak i miejsc przyległych. Przy naprawach za pomoca spawania, gdy powtórne nagrzanie doprowadza się do wyższej temperatury, wpływ wyżarzania jest oczywiście znaczniejszy.

Teraz dzwon wraz z otaczającym go ogniskiem powinien spokojnie, równomiernie i powoli stygnąć. W zależności od wielkości dzwonu proces ten może trwać nawet do 6 dni. Należy pamiętać, że żadne przyspieszenie stygnięcia jakimikolwiek sztucznymi sposobami nie jest dopuszczalne, ponieważ może wywołać nowe naprężenia wewnętrzne i pęknięcia. Przeciwnie — należy się starać, aby to stygnięcie było możliwie powolne.

Po całkowitym wystygnięciu, dzwon poddaje się ponownemu zbadaniu i w wypadkach, gdy żadnych zarysowań nie dostrzeżono, przystępuje się do wyrównania grubości spoiny z grubością ścianki dzwonu. Jeśli spoina przechodzi przez



Rys. 11. Dzwon wagi 1800 kg. naprawiony za pomoca spawania. Długość spoiny — 1670 mm, grubość ścianek — 40 — 100 mm; zużycie spoiwa — 58 kg.; czas spawania — 16 godzin.

wych uszkodzeń, a poza tym w znacznym stopniu pogarszają czystość dźwięku dzwonu.

Stopienie brzegów powinno być całkowite, a spoiwo powinno przejść na wewnętrzną stro-

ornamenty wykonane na powierzchni dzwonu, rzeźbi się na zgrubionej jej części odpowiednie kształty i linie.

Zawieszając dzwon na dzwonnicy, należy mieć na uwadze, że powinno się mu na-

bardzo cenny. Możliwość naprawy dzwonów za pomocą spawania spotka się niewątpliwie z uznaniem zainteresowanych, gdyż pozwala uniknąć zakupu nowych dzwonów, na które nasze ubogie parafie nie zawsze mogą sobie pozwolić.

Ta nowa dziedzina zastosowania palnika acetylenowego jest dalszym krokiem na drodze roz-



Rys. 12. Uszkodzony dzwon przygotowany do spawania.



Rys. 13. Uszkodzony dzwon przygotowany do spawania.

dać taką pozycję, aby serce dzwonu nie uderzało w miejsce naprawione, lecz w miarę możliwości w punkt oddalony od tego miejsca o $1/4$ obrotu.

* * *

Mamy nadzieję, że powyższe wskazówki, zaczerpnięte z bogatej praktyki Belgji, Francji, Niemiec i Austrii, pozwolą naszym warsztatom spawalniczym rozszerzyć swój zakres robót na tego rodzaju naprawy, które—choć wymagają wielkich starań i biegłości ze strony spawaczy—tym niemniej stanowią bardzo wdzięczne pole, gdyż dzwonów w Polsce mamy bardzo wiele i nieraz

woju spawalnictwa, z którego możliwościami szeroki ogół jest dotychczas — niestety — tak mało zaznajomiony. Spodziewamy się, że publikacja niniejsza odda rzetelne usługi sferom, które mają pieczę nad konserwacją i naprawą dzwonów kościelnych, jak również i naszym warsztatom, które—należy przypuszczać—i w tej dziedzinie potrafią dorównać naszym zachodnim sąsiadom.

Literatura.

„Reparation des cloches”, Le Souder - Coupeur, luty 1934.

Ing. Leo Knez. „Beitrag zur Kenntnis der Glockenschweissung” — Der Autogene Schweisser, styczeń 1935 r.

P. Bräuer. „Wiederherstellung gesprungener Bronzeglocken durch Schweissung”, Autogene Metallbearbeitung, marzec. 1936 r.

Inż. ZYGMUNT DOBROWOLSKI.

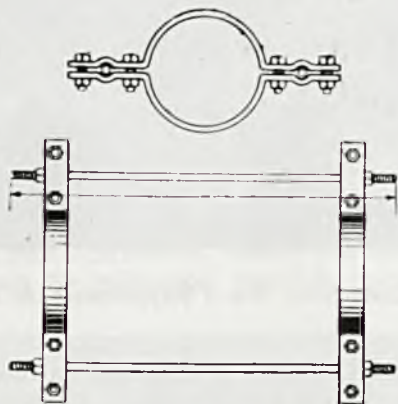
621.791.5 + 662.98
875 słów + 17 rys.

Różwój spawania w ogrzewnictwie^{*)}

Opisane uprzednio przyrządy mają zastosowanie raczej w warsztacie, na równej podłodze. Natomiast do centrowania w dowolnych warunkach dobrze jest posiadać przyrząd, jak na rys. 57, składający się z kątowniki i dwóch zacisków śrubowych, łączonych ze sobą zapomożą spawania. Ten sam przyrząd może być użyty do różnej średnicy rur, w dość szerokich granicach średnic. Zasadniczo jednak przeznaczony jest do rur o małej średnicy. Przy rurach większej średnicy

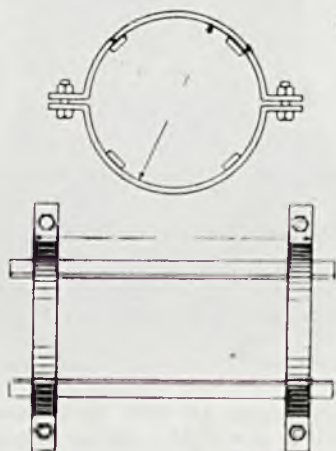
Rys. 57. Przyrząd do centrowania rur o małej średnicy.

trzeba mieć przyrząd dokładniej obchwytyjący rury na całym obwodzie. Przyrząd tego ro-



Rys. 58. Opaski do centrowania rur.

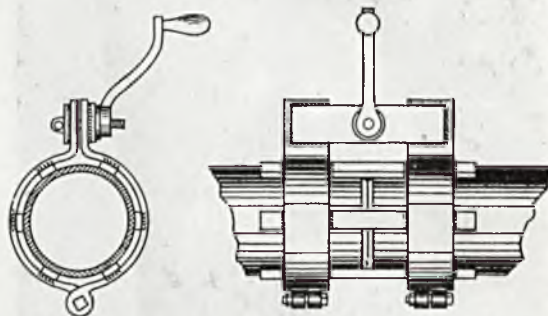
dzaju, złożony z 2 opasek połączonych drążkami widzimy na rys. 58. Przyrząd ten jest o tyle



Rys. 59. Opaski do centrowania rur z przypawanymi płaskownikami.

niepraktyczny, że składa się z 26 części, które stale się gubią.

Analogiczny, ale lepszy już jest przyrząd z rys. 59, gdzie tak górna, jak i dolna para półpięści tworzy jedną całość, gdyż są złączone ze sobą spawanymi do nich płaskownikami. Zamiast 8 śrub mamy tu 4 i ilość części oddzielnych



Rys. 60. Udoskonalony przyrząd do centrowania rur.

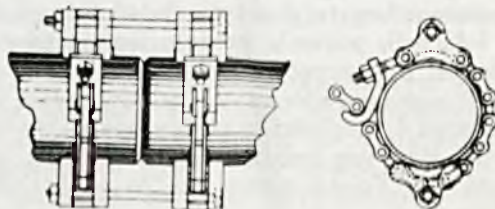
obniża się do 10. Mocowanie jednak 4 nakrętek jest jeszcze dość kłopotliwe.

Przyrząd bardzo kosztowny, ale składający się tylko z 2 części, zilustrowany jest na rys. 60. Prócz tego ma on tę zaletę, że zakładanie i zdejmowanie jest szybsze, niż poprzednio opisanych przyrządów, gdyż kilka obrotów korbką ustala położe-



Rys. 61. Uchwyt do centrowania rur wykonany z prętów

nie przyrządu. Przyrząd ten składa się z 2 opasek, otwierających się zawiasowo, z przytwierdzonymi 6 płaskownikami na obwodzie. Jeszcze prostszy w użyciu jest przyrząd z rys. 61, gdzie cały przyrząd jest wykonany z prętów, a jednym ruchem dźwigni zakłada się strzemień na wystający koniec opaski i tą dźwignią uzysku-



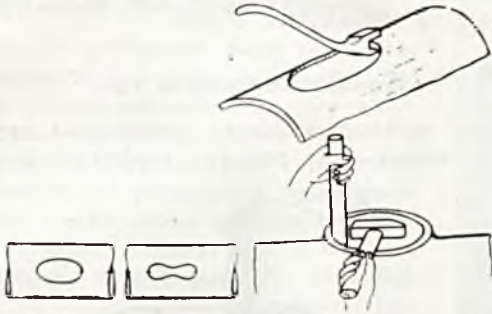
Rys. 62. Uchwyt do centrowania rur z opaskami łańcuchowymi.

je się zacisk przyrządu na rurze. Przyrząd ten musi być założony w ten sposób, aby opaska nie zasłaniała szczeliny między rurami.

Przyrządy z rys. 57—61 mają tę wadę, że mogą być użyte tylko do rur o wąskim zakresie średnic. Więcej swobody pod tym względem daje przyrząd z rys. 62, składający

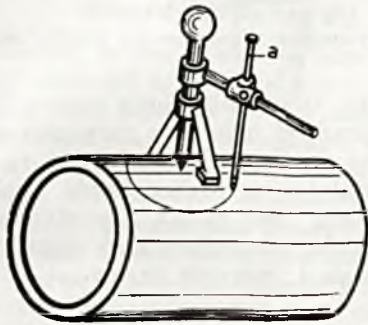
*) Dokończenie do Nr. 11.

się z opasek łańcuchowych; posiada on też małe części oddzielnych (2 łapki i 2 nakrętki) i jest bardzo dogodny w użyciu.



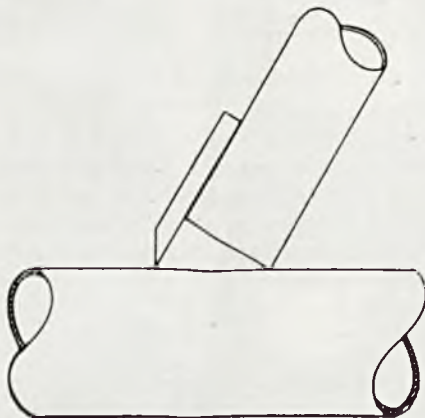
Rys. 63. Sposób wywijania obrzeża otworu na rurze.

Jednym z bardzo użytecznych przyrządów przy wykonywaniu odgałęzień, używanym w celu uzyskania zaokrąglonego przejścia oraz umożliwienia dołączenia rur, jest tak zwana kozia nóżka (rys. 63). Otwór wycięty w rurze musi



Rys. 64. Wyznaczanie otworu na rurze za pomocą cyrkla.

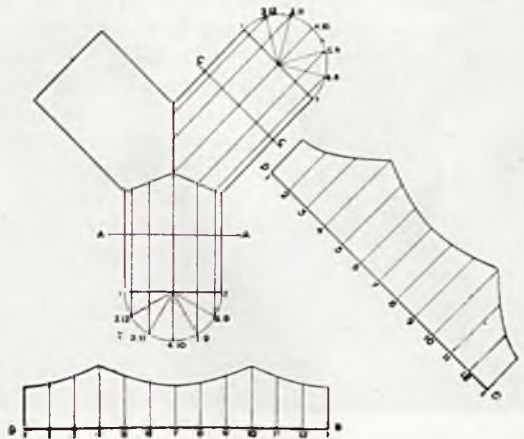
być kształtu elipsy, a nawet czasem przechodzi w kształt ósemki, co jest konieczne, aby krawędź po wywinięciu znajdowała się w jednej płaszczyźnie. Krawędź wywija się na gorąco, a następnie wygładza się wywinięcie za pomocą trzpienia, jak przedstawia rys. 60.



Rys. 65. Wyznaczanie otworu na rurze za pomocą rysika.

Wyznaczenie otworów na odgałęzienie na krzywych powierzchniach rur, szczególnie o większych średnicach, jest dość kłopotliwe. Jeżeli odgałęzienie przychodzi pod kątem prostym, stosuje się cyrkiel, którego rysik może przesu-

wać się pionowo (rys. 64). Przy ukośnem odgałęzieniu można poprostu, posuwając rysik po obwodzie rury ustawionej w danem położeniu, wyznaczyć właściwy kształt otworu (rys. 65).



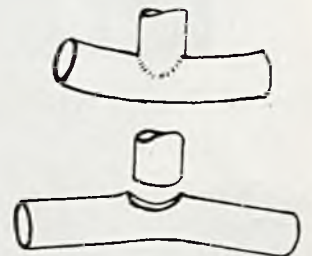
Rys. 66. Wyznaczanie rozwinięcia linii przenikania trzech rur.

Przy skomplikowanych węzłach trzeba wykonać odpowiednie szablony, wykreślając na papierze znanym sposobem rozwinięcia krzywych przenikania poszczególnych powierzchni, jak to przedstawiono dla przykładu na rys. 66.

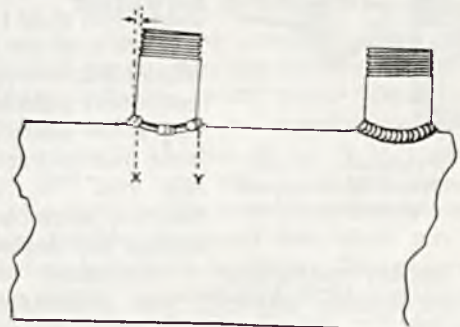
Technika spawania rur.

Nie możemy tu wchodzić w szczegóły wykonywania spawania w różnych wypadkach, gdyż zabrałoby to zbyt wiele miejsca; w każdym razie spawacze przeznaczeni do tych robót powinni specjalnie ćwiczyć się w tego rodzaju robotach pod nadzorem fachowców na kursach spawania.

Przy szkoleniu spawaczy trzeba poświęcić specjalną uwagę kwestji odkształceń. Przy łączeniu odgałęzień, z powodu jednostronnego nagrzania, przewód główny ma tendencję do wyginania się, jak to przedstawiono przesadnie na



Rys. 67. Odkształcanie się rur przy dołączaniu odgałęzień.



Rys. 68. Uwzględnianie skurczu przy spawaniu króćców.

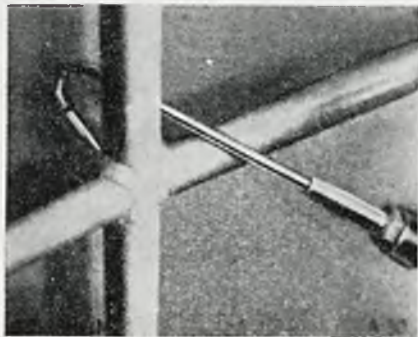
rys. 67. Można temu odkształceniu zapobiec przez wygięcie rury przed spawaniem w prze-

ciwnym kierunku; to wygięcie jest bardzo nieznaczne i daje się uskutecznić bez trudu, np. przez obciążenie na końcach rury, podpartej w miejscu, gdzie przychodzi odgałęzienie. Przy spawaniu małych króćców (rys. 68), niewielkie ogrzanie nie odkształci głównego przewodu, natomiast sam króciec ustawiony podczas szepiania dokładnie pionowo odchyła się zwykle od swego położenia podczas ostygnięcia spoiny.



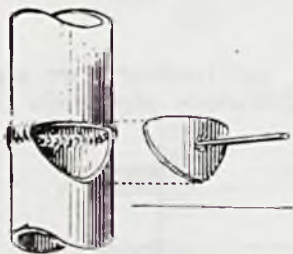
Rys. 69. Stosowanie lusterka przy spawaniu w niedostępnych miejscach.

Aby temu zapobiec, należy podczas szepiania odchylić go nieco w kierunku przeciwnym działaniu skurczu. Rys. 68 przedstawia położenie króćca przy szepianiu, jeżeli spoina rozpoczyna się i kończy w punkcie X. Wielkość kąta odchylenia musi być określona doświadczalnie.



Rys. 70. Wygięcie palnika w celu spawania w niedostępnym miejscu.

Oddzielnie trzeba powiedzieć kilka słów o spawaniu w miejscach mało dostępnych. Często węzeł znajduje się tak blisko ściany, że trudno jest dostać się do niego palnikiem, a przede wszystkim dokładnie widzieć miejsce,



Rys. 71. Wykonanie od strony wewnętrznej niedostępnej części spoiny.

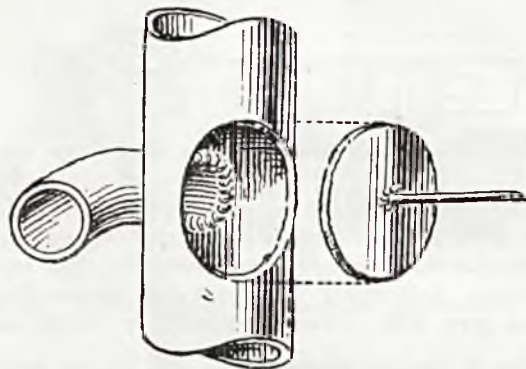
które należy spawać. W tym wypadku stosuje się z powodzeniem lusterko, jak przedstawia rys. 69. Jeżeli jest choć trochę miejsca z tyłu, to przez odpowiednie wygięcie końcówki palnika można sobie ułatwić robotę, jak to przedstawia rys. 70. Jeżeli żadnym sposobem nie można się dostać do

części spoiny położonej z odwrotnej strony, a rur nie można obrócić, nie pozostaje nic innego, jak wyciąć rurę, pospawać ją od środka, a następnie założyć z powrotem część wyciętą i pospawać, (jak to przedstawiają rys. 71 i 72. Analogiczną robotę, wykonaną w nieco inny

sposób przedstawia rys. 73—76. Na rys. 73 widzimy jak się uskutecznia przecięcia palnikiem, na rys. 74 — rury rozgięte, na rys. 75 — spoina wykonana od środka, a na rys. 76 — spoiny zewnętrzne zamykające otwór.

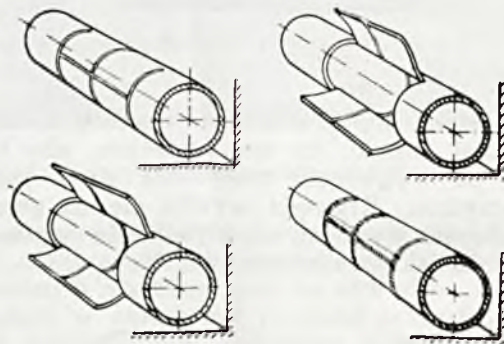
Koszty spawania rur.

Czas wykonania złącza rurowego i zużycie gazów zależy — po za średnicą i gru-



Rys. 72. Wykonanie odgałęzień po stronie niedostępnej.

bością rury — od położenia spoiny (pionowe, poziome) oraz od tego, czy rury można obracać w czasie spawania, czy też jest to niemożliwe. W tym ostatnim wypadku część spoiny musi być wykonana „nad głową“, co stanowi poważne utrudnienie, znajdujące swój wyraz w zwiększonym czasie i spożyciu gazów.



Rys. 73 — 76. Wykonanie od wewnątrz niedostępnej części spoiny.

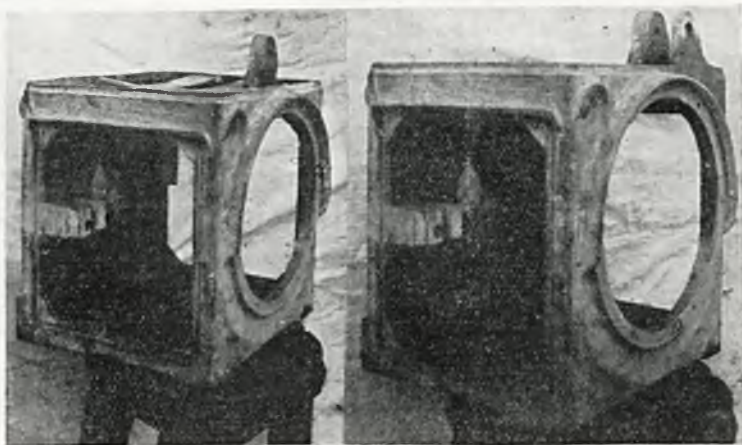
Co do czasu spawania i zużycia gazów, potrzebne dane znajdują czytelnicy w Kalendarzu spawalniczym Peruna na r. 1937. Mając te dane nie trudno jest wyznaczyć koszty własne spawania rurociągów.

Poza robotami montażowymi, spawanie w ogrzewnictwie znajduje szerokie zastosowanie w wyrobieniu grzejników, podgrzewaczy, zbiorników i kotłów do centralnego ogrzewania. Temat ten, zbyt obszerny, aby można było go uwzględnić w ciągu krótkiego czasu przeznaczanego na odczyt, wymaga osobnego artykułu, który — mamy nadzieję — uda nam się w niedługim czasie opracować.

Z PRAKTYKI SPAWACZA

Naprawa skrzynki żeliwnej.

Rys. 1 przedstawia skrzynkę żeliwną zaopatrzoną w dwa ucha, z których jedno zostało urwane; tego rodzaju naprawy są bardzo łatwe do wykonania; ponieważ pęknięcie nie dotyczyło samej skrzynki i podgrzanie krawędzi w celu przypawania do niej ucha nie było trudne, można było nawet nie podgrzewać całego odlewu, lecz tylko część przylegającą bezpośrednio do złamanego ucha. Pozwoliło to znacznie zmniejszyć czas naprawy, który wyniósł zaledwie $\frac{1}{2}$ godz. (2 ludzi). Do naprawy zużyto 20 deka pałeczek „Żelko”, 200 litr. tlenu i 200 litr. acetyleny rozpuszczonego. (Z praktyki Warsztatów Sp. Akc. Perun, Warszawa).



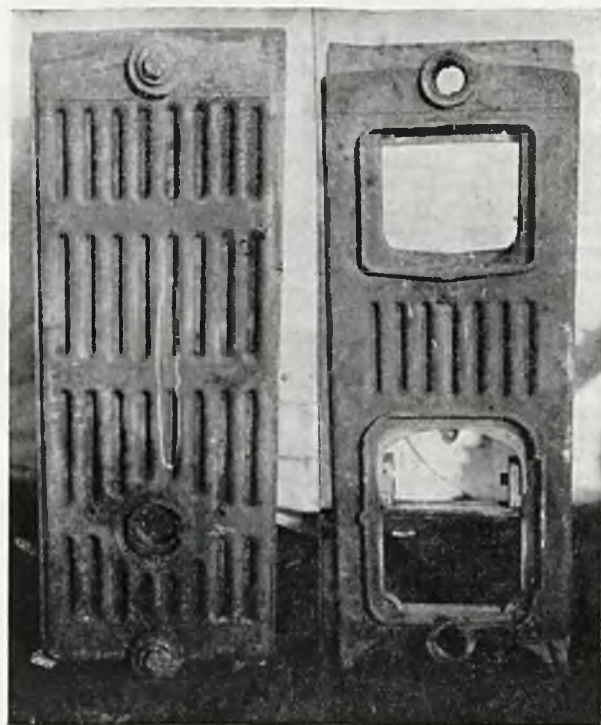
Rys. 1.

Naprawa pokrywy.

Przedstawiona na rys. 2 pokrywa żeliwna generatora gazowego, wagi około 650 kg., pękła w dwóch miejscach na całej szerokości, oraz posiadała rysy w kierunku podłużnym, a więc była bardzo poważnie uszkodzona i wątpiono, czy uda się ją jeszcze ocalić. Naprawę wykonano z powodzeniem za pomocą palnika acetylenowego, co kosztowało jednak 12 godzin ciężkiej pracy spawacza wraz z pomocnikiem. Samo spawanie trwało tylko 3 godz., resztę czasu zajęło przygotowanie, t. j. wycięcie przez ukosowanie krawędzi pękniętych, podgrzanie na ognisku i obracanie przedmiotu. Do tej naprawy zużyto: 50 kg. węgla drzewnego, 2 kg. pałeczek „Żelko”, 3 m³ tlenu, 12 kg. karbidu i 20 deka proszku do żeliwa. (Z praktyki Warsztatów Sp. Akc. Perun, Warszawa).



Rys. 2.



Rys. 3.

Naprawa grzejników.

Na rys. 3 zilustrowano grzejniki wodne stosowane w piekarniach do suszenia ciast cukierniczych. Grzejniki te, wykonane z żeliwa, bardzo często ulegają pękaniu w miejscach zaznaczonych na rysunku kredą. Poszczególne człony grzejnika ważą 50 — 70 kg. i mierzą na wysokość 1500 mm.; są to więc sztuki dość duże i kosztowne. Za pomocą palnika acetylenowego naprawa tych grzejników daje się skutecznie dość łatwo, przy całkowitem jednak podgrzaniu na ognisku. Do naprawy jednego człona zużywa się przeciętnie: 20 kg. węgla drzewnego, 1 m³ tlenu, 4 kg. karbidu, 50 deka pałeczek „Żelko” i 5 deka proszku. Wycięcie miejsc naprawianych, podgrzanie i spawanie zajmuje około 5 godz. pracy spawacza wraz z pomocnikiem. (Z praktyki Warsztatów Sp. Akc. Perun, Warszawa).

KRONIKA

Nasza ilustracja na okładce.

(Naprawa kotła żeliwnego)

Zobrazowana na okładce niniejszego zeszytu naprawa kotła żeliwnego do przerobu chemikalii była zadaniem nader trudnym do wykonania. Kocioł ten usiłowano bezskutecznie naprawiać spawaniem łukowym, a gdy w dalszym ciągu ciekł, dostarczono go do naprawy do Warsztatów Sp. Akc. Perun w Warszawie. Naprawę wykonano za pomocą palnika acetylenowego z podgrzewaniem na ognisku z węgla drzewnego. Wobec dużej średnicy kotła należało wewnątrz założyć pod pęknięciem specjalny ruszt, na którym rozpalono ogień, a ponadto kosz z drugim ogniskiem założono zzewnątrz kotła. Robota zajęła 24 godz., wliczając w to bardzo uciążliwe wycinanie pęknięcia. Na ilustracji w prawym rogu umieszczone jest zdjęcie jednego z pęknięć, po zukosowaniu.

Zużyto: 12 kg pałeczek „Żelko”, 200 kg węgla drzewnego, 11 m³ tlenu, 45 kg karbidu i 0,5 kg proszku do żeliwa.

38 Kurs Spawania w Warszawie.

W dniu 12 grudnia b. r. zakończył się w Warszawie 38 kurs spawania, który trwał od dn. 12 listopada do 12 grudnia 1936 r. przy udziale 36 uczestników.



Egzamin przed Komisją Egzaminacyjną, w skład której wchodził: P. Zdzisław Rudzki — dyrektor Instytutu Przemysłowo-Rzemieślniczego, p. inż. Henryk Jastrzębowski — z f. „Perun”, oraz p. inż. B. Szupp — kierownik kursu, złożyło z wynikiem dodatnim 32 absolwentów.

Kurs spawania łukowego w Poznaniu.

W dniach od 23.XI do 11.XII 1936 odbył się pierwszy kurs poświęcony wyłącznie spawaniu elektrycznemu, zorganizowany przez Towarzystwo Kursów w Technicznych w Poznaniu.

Kurs obejmował wykłady teoretyczne oraz ćwiczenia praktyczne, podczas których uczestnicy zapoznali się z najnowszymi zdobyczami w tej dziedzinie. Kierownikiem kursów oraz wykładowcą był p. inż. M. Sasiadek.

Na zakończenie kursu odbył się w dniu 11.XII.36 egzamin, który wszyscy uczestnicy w liczbie 15-u zdali z wynikiem dodatnim.

Egzamin odbył się w obecności komisji egzaminacyjnej pod przewodnictwem p. dyr. dr. inż. T. Swierżawskiego.

Elektrody różnego rodzaju do zajęć praktycznych ofiarował Oddział Poznański Sp. Akc. Perun.

Nowe wydawnictwa SIMP.

Nakładem Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich ukazały się dwa wydawnictwa, mianowicie:

Prof. St. Płużańskiego: „Skrawanie twardej stopami” (cena zł. 1.80, dla członków SIMP — zł. 1.35),

oraz II Księga Inżynierów Mechaników Polskich. Cena zł. 6.—, dla członków SIMP zł. 3.—).

Instytut Spraw Społecznych.

W dniu 25 listopada r. b. odbyło się doroczne posiedzenie Rady Zarządzającej Instytutu Spraw Społecznych, które zaszczylił swą obecnością p. Min. O. S. M. Zyndram-Kościałkowski; przewodniczył nowoobрани przez I. S. S., b. minister Pracy i Opieki Społ., dr. St. Jurkiewicz.

Przemówienie programowe wygłosił dyrektor Instytutu p. Kazimierz Kornilowicz, przedstawiając plan działalności Instytutu na r. 1937. Działalność Instytutu Spraw Społecznych, jako placówki naukowej obejmuje: 1) dziedzinę bezpieczeństwa i higieny pracy; 2) zagadnienia ubezpieczeń społecznych i 3) problemy rynku pracy i bezrobocia. Ponad to Instytut zajmuje się również sprawami zdrowia publicznego oraz problemami organizacji ustroju pracy.

W dyskusji nad programem Instytutu pierwszy zabrakł głos minister Zyndram-Kościałkowski, który w obszernym przemówieniu uzasadnił, z punktu widzenia zarówno państwowego jak i socjalnego, konieczność uaktywnienia polskiej polityki społecznej i stworzenia programu w zakresie tej polityki ściśle związanego z programem polityki gospodarczej. Program ten winien obejmować całość zagadnień polityki socjalnej. Instytut ma prowadzić badania naukowe w zakresie podstawowych zagadnień polityki socjalnej, ponad to zadaniem Instytutu jest oświetlenie skuteczności akcji społecznej, prowadzonej przez organa państwowe, instytucje ubezpieczeniowe, Fundusz Pracy i in.

Ze szczególnym naciskiem podkreślił min. Zyndram-Kościałkowski potrzebę podjęcia na szeroką skalę akcji propagandowej, zmierzającej do uświadomienia wszystkim warstw i odłamów naszej ludności w dziedzinie podstawowych problemów społecznych i ich ścisłego związku z zagadnieniami natury gospodarczej ogólnopaństwowej. W akcji tej Instytut powinien również odegrać czynną rolę.

W zakończeniu swego przemówienia min. Zyndram-Kościałkowski oświadczył, że całkowicie docenia wagę aktywnej współpracy Instytutu z Min. Opieki Społecznej i że będzie starał się zapewnić Instytutowi jak najlepsze warunki rozwoju.

Po dyskusji, w której poruszono wiele aktualnych problemów polityki społecznej państwa, uchwalono preliminarz budżetowy i program działalności Instytutu Spraw Społecznych na r. 1937.

Przegląd prasy krajowej.

Zagadnienie elektrometalizacji natryskowej. We wstępie autor zaznacza, że pomimo znacznego zainteresowania metodami metalizacji natryskowej i ich popularności, wiadomości, z tej dziedziny, ukazujące się nawet w poważnej prasie, często nie odpowiadają prawdzie. Pomimo propagandy pewnych wytwórców, technicznie niezbyt uzasadnionej, pistolet elektryczny nie znalazł dotychczas zastosowania w życiu przemysłowym.

Podawszy podział typów pistoletu metalizacyjnego, zależnie od sposobu topienia natryskowego metalu bądź za pomocą gazu (typ gazowy), bądź też za pomocą prądu elektrycznego (typ elektryczny), wreszcie od sposobu natryskiwania stopionego metalu, autor dochodzi do wniosku, że brak wyników elektro-natrysku da się wytłumaczyć raczej fizykalną a nie konstrukcyjną naturą spotykanych trudności.

Przed wszystkim wysoka, sięgająca 4000° C temperatura w kraterze łuku, powoduje nie tylko topienie, ale również w znacznej mierze spalanie i odparowanie metalu, b. szkodliwe dla zdrowia robotników. Następnie silne utlenianie powoduje spadek sprawności wagowej.

Ulepszenia części elektrycznej pistoletu, w celu otrzymania dostatecznego wydmuchu metalu, nie dały się pogodzić z dążeniem do otrzymania względnej lekkości, a więc poręczności pistoletu. W opisie aparatury tyglowo-elektrycznej Linnik (Sowiety), autor zaznacza brak jej poręczności; aparatura ciężka — przy metalizowaniu należy operować posuwem przedmiotu a nie aparaturą.

Artykuł powyższy daje możliwość zorientowania się w zagadnieniach elektrometalizacji i odpowiada na pytanie, dlaczego, mimo natężonej, a technicznie niezbyt uzasadnionej propagandy pewnych wytwórców — pistolet elektryczny nie został dotychczas zastosowany w życiu praktycznym. „Przegląd Techniczny” Nr. 13/14. Rok 1936.

TREŚĆ ROCZNIKA IX

ZA ROK 1936

Podział treści rocznika IX został poraz pierwszy przeprowadzony według przyjętej przez nasze Stowarzyszenie klasyfikacji literatury spawalniczej. Klasyfikacja ta zostanie podana i omówiona w zeszycie noworocznym roku przyszłego.

O. Ogólne.

| | Nr. | Str. | | Nr. | Str. |
|--|-----|------|---|-----|------|
| 001 Spawalnictwo w r. 1935 | 1 | 2 | 06 Odczyty i pokazy spawania na kursie dla Techników Cukrowniczych w Warszawie | 4 | 74 |
| 01 Przegląd prasy. W każdym zeszycie Rzut oka na 8-o letnią działalność Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali | 5 | 78 | 06 Sprawozdanie z Zebrania Grupy Referentów Sekcji Spawalniczej SIMP nr. 4. 9 i 10 | 6 | 112 |
| 021 Sprawozdanie z działalności Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce za rok 1935 | 5 | 89 | 06 Kurs spawania w Państwowych Zakładach Inżynierji | 6 | 112 |
| 021 Program działalności Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce na rok 1936 | 5 | 93 | 06 Kurs Spawania w Państwowej Szkole Budowy Maszyn i Elektrotechniki im. H. Wawelberga i S. Rotwanda oraz w Państwowej Szkole Technicznej Lotniczej i Samochodowej | 6 | 112 |
| 021 Sprawozdanie z Dorocznego Walnego Zgromadzenia Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w dn. 8.V.36 r. | 5 | 95 | 06 Wyższa Szkoła Spawania w Paryżu | 7 | 114 |
| 021 Spawanie na X Zjeździe Inż. Mechaników | 10 | 174 | 06 Spawanie w Dziale Naukowo-Badawczym na W. M. El. | 12 | 194 |
| 022 Walne Zgromadzenie Niemieckiego Stowarzyszenia Acetylenowego i Niemieckiego Związku Spawania i Cięcia Metali w Monachium | 6 | 112 | 07 Wystawa Przemysłu Metalowego i Elektrotechnicznego | 9 | 157 |
| 022 25-letni Jubileusz Szwajcarskiego Związku Acetylenowego | 7 | 115 | 07 S. A. Perun otrzymuje złoty medal na W. M. El. | 10 | 174 |
| 022 Walne Zgromadzenie Niemieckiego Stowarzyszenia Acetylenowego oraz Związku Autogenicznej Obróbki Metali | 8 | 143 | 07 Spawanie w Dziale Naukowo-Badawczym na W. M. El. | 12 | 194 |
| 023 Komitet Honorowy XII Kongresu Acetylenowego w Londynie | 2 | 39 | 1. Teoria spawania. | | |
| 023 Program Kongresu w Londynie | 4 | 73 | 10 Spawanie w Dziale Naukowo-Badawczym na W. M. El. | 12 | 194 |
| 023 Na drogach rozwoju spawania | 7 | 117 | 113 Lutospawanie | 1 | 10 |
| 023 II Kongres Międzynarodowego Związku Mostów i Konstrukcji Inżynierskich XII Międzynarodowy Kongres Acetyleny i Spawania w Londynie | 7 | 125 | 113 Lutospawanie żeliwa | 2 | 31 |
| 023 Sukces polskiego spawalnictwa na terenie międzynarodowym | 8 | 130 | 14 Mikromechaniczne badanie spoin | 2 | 29 |
| 023 Wyniki 2-go Międzynarodowego Konkursu Rozwoju Stosowania Karbidu i Acetyleny | 8 | 142 | 2. Metale i ich spawalność. | | |
| 023 Spawanie na II Kongresie Mostów i Konstrukcji Inżynierskich w Berlinie | 10 | 162 | 23 Spawanie mosiądzu | 6 | 109 |
| 023 Dzień Spawania | 10 | 174 | 23 Naprawa dzwonów kościelnych za pomocą spawania | 12 | 198 |
| 03 Słownik Spawalniczy | 1 | 19 | 24 Spawanie grubych blach aluminiowych | 5 | 87 |
| 03 Charakterystyczne zmiany w austriackich przepisach dotyczących fabrykacji butli na gazy sprężone | 3 | 55 | 24 Spawanie bronzu aluminiowego | 11 | 190 |
| 03 Francuskie Normy Podstawowe dotyczące spawania | 6 | 106 | 24 Spawanie antikorodalny | 11 | 190 |
| 03 Stosowanie spawania w budowie kotłów w świetle polskich przepisów urzędowych | 11 | 178 | 25 Napawanie ołowiem zbiorników i rur | 9 | 156 |
| 06 Kursy Spawania organizowane przez Stow. dla R. S. i C. M. Nr. 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11 | 11 | 12 | 28 Spawanie inconelu | 9 | 154 |
| 06 Ogólnopolski Zjazd w sprawie Szkół Technicznych | 3 | 58 | 3. Urządzenia i przyrządy. | | |
| 06 Odczyt i pokazy spawania na kursie dokształcającym dla Inżynierów Mechaników | 4 | 73 | 315 Przyrządy pomocnicze do spawania | 1 | 20 |
| | | | 331 Elektryczne zgrzewanie oporowe | 10 | 165 |
| | | | 4. Materiały. | | |
| | | | 45 Lutospawanie | 1 | 10 |
| | | | 5. Technika spawania. | | |
| | | | 51 Zły palnik — zła robota, dobry palnik — dobra robota | 4 | 72 |
| | | | 51 Spawanie blach bez szczepiania | 5 | 94 |
| | | | 51 Kilka uwag o spawaniu „w prawo” | 10 | 168 |
| | | | 512 Spawanie blach grubych | 2 | 36 |
| | | | 512 Spawanie grubych blach aluminiowych | 5 | 87 |

| | Nr. | Str. | | Nr. | Str. |
|---|------------------------------------|------|---|-----|------|
| 52 Napięcie i natężenie prądu przy spawaniu łukowym | 2 | 38 | 813 Spawanie w utrzymaniu nawierzchni kolei elektrycznych | 3 | 42 |
| 52 Prowadzenie elektrody | 3 | 56 | 813 Napawane krzyżownice po upływie 3-letniej pracy w torze | 5 | 86 |
| 571 Elektryczne zgrzewanie oporowe | Nr. 10, 11 str. 165, 180 | | 821 Naprawa kotła żeliwnego | 12 | 210 |
| 59 Lutospawanie | 1 | 10 | 831 Naprawa grzejników | 12 | 209 |
| 59 Lutospawanie żeliwa | 2 | 31 | 832 Naprawa wydłużki miedzianej | 10 | 173 |
| 59 Naprawa dzwonów kościelnych zapomocą spawania | 12 | 198 | 850 Naprawa skrzynki żeliwnej | 12 | 209 |
| 7. Zastosowanie spawania w produkcji. | | | | | |
| 713 Zagadnienie spawania złącz szynowych i jednolitych warunków ich prób | Nr 5, 6, 9 str. 83, 102, 146 | | 851 Naprawa głowicy silnika samochodowego | 7 | 126 |
| 722 Stosowanie spawania w budowie kotłów w świetle polskich przepisów urzędowych | 11 | 179 | 851 Naprawa głowicy silnika Diesel'a | 7 | 126 |
| 732 Wykonywanie odgałęzień od rurociągów stalowych większej średnicy | 2 | 26 | 851 Naprawa pokrywy bocznej motoru elektrycznego | 7 | 127 |
| 732 Rozwój spawania w ogrzewnictwie | 10, 11 i 12 str. 170, 183 i 206 | | 851 Naprawa płaszcza wodnego cylindra silnika spalinowego | 10 | 173 |
| 74 Spawane konstrukcje w fabryce Perun w Warszawie | 1 | 8 | 851 Naprawa ramy żeliwnej prasy | 10 | 173 |
| 74 Stalowy szkielet spawany Gmachu Marynarki Wojennej w Warszawie | 4 | 62 | 851 Naprawa głowic silników samochodowych | 11 | 189 |
| 74 Konstrukcje spawane w zastosowaniu do budynków bibliotecznych | 6 | 98 | 851 Naprawa pomp | 11 | 189 |
| 76 Spawany wentylator samochodowy | 8 | 141 | 851 Naprawa pokrywy | 12 | 209 |
| 76 Napawanie lemieszów pługowych | 8 | 143 | 86 Naprawa bloku samochodowego | 7 | 127 |
| 783 Prace bieżące spawacza wiejskiego | 8 | 135 | 883 Spawanie w naprawach maszyn rolniczych | 3 | 46 |
| 783 Napawanie twardymi metalami w rolnictwie | 9 | 150 | 883 Napawanie lemieszów pługowych | 4 | 68 |
| 8. Spawanie i napawanie w naprawach. | | | | | |
| 813 Napawanie zużytych krzyżownic lanych metodą acetylenową | 1 | 5 | 883 Prace bieżące spawacza wiejskiego | 8 | 135 |
| | | | 883 Napawanie twardymi metalami w rolnictwie | 9 | 150 |
| | | | 89 Naprawa dzwonów kościelnych zapomocą spawania | 12 | 198 |
| | | | 9. Inne zastosowania materiałów i urządzeń spawalniczych. | | |
| | | | 91 Hartowanie powierzchniowe wałów przy pomocy płomienia acetylenowo-tlenowego | 3 | 52 |

Spis rzeczy według autorów

| | Nr. | Str. | | Nr. | Str. |
|--|--------------------------------------|------|---|---------------------------------|----------------|
| <i>Bryła Stefan</i> , dr. prof. inż. Spawane konstrukcje w fabryce Perun w Warszawie | 1 | 8 | <i>Leemann</i> , inż. Spawanie mosiądzu | 6 | 109 |
| Stalowy szkielet spawany Gmachu Marynarki Wojennej w Warszawie | 4 | 62 | <i>Nemesdy-Nemcsek</i> , dr. inż. Zagadnienie spawania złącz szynowych i jednolitych warunków ich prób | Nr 5, 6, 9 str. 83, 102, 146 | |
| Konstrukcje spawane w zastosowaniu do budynków bibliotecznych | 6 | 98 | <i>Pilarek J.</i> inż. i <i>F. Golling</i> . Spawanie w utrzymaniu nawierzchni kolei elektrycznych | 3 | 42 |
| Spawanie na II Kongresie Mostów i Konstrukcji Inżynierskich w Berlinie | 10 | 162 | <i>Szupp Bolesław</i> , inż. Kilka uwag o spawaniu „w prawo” | 10 | 168 |
| <i>Dobrowolski Zygmunt</i> , inż. Na drogach rozwoju spawania | 7 | 117 | Stosowanie spawania w budowie kotłów w świetle polskich przepisów urzędowych | 11 | 178 |
| Rozwój spawania w ogrzewnictwie | Nr 10, 11 i 12 str. 170, 183, 208 | | Naprawa dzwonów kościelnych za pomocą spawania | 12 | 198 |
| Spawanie w Dziale Naukowo-Badawczym na W. M. El. | 12 | 194 | <i>Tułacz Piotr</i> , inż. Rzut oka na 8-letnią działalność Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce | 5 | 78 |
| <i>Frankiewicz Stanisław</i> , inż. Napawanie zużytych krzyżownic lanych metodą acetylenową | 1 | 5 | <i>Ziomba Antoni</i> , inż. Wykonywanie odgałęzień od rurociągów stalowych większej średnicy | 2 | 26 |
| <i>Jonscher Gustaw</i> , inż. Napawane krzyżownice po upływie trzechletniej pracy w torze | 5 | 86 | <i>Zubko J.</i> inż. Elektryczne zgrzewanie (spawanie) oporowe | 10 i 11 | str. 165 i 180 |
| Nakładanie ołowiem rur i zbiorników | 9 | 156 | | | |
| <i>Kittel Gustaw</i> , inż. Hartowanie powierzchniowe wałów przy pomocy płomienia acetylenowo-tlenowego | 52 | | | | |