

10

1935

SPAWANIE I CIĘCIE METALI

Organ Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce



Naprawa grubościennego kotła żeliwnego zapomocą spawania (z praktyki Warszt. Sp. Akc. Perun)

Warszawa
Mazowiecka 7
Telef. 560-47

R o k VIII
Z e s z y ł 10
Październik 1935

Nr. 1. Do spawania żelaza kujnego, blach i odlewów ze stali miękkiej.

Nr. 2. Do spawania stali półtwardej. Szczególnie nadaje się do napawania powierzchni wytartych.

Nr. 3. Stal węglista. Do napawania szyn, przewodnic, walców i t. p.

Nr. 4. Stal manganowa. Do nadlewania powierzchni podlegających silnemu tarcu, np. krzyżownic, oraz do spawania stali manganowej 14⁰/₀.

Nr. 5. Do spawania żeliwa na zimno.

Nr. 6. Do spawania żeliwa na gorąco.

Nr. 7. Do cięcia metali, szczególnie do cięcia żeliwa.

Forflex Nr. 17. Do spawania konstrukcji żelaznych, kotłów, zbiorników pod ciśnieniem i t. p.

ELEKTRODY PERUNA



W Y R O B Y
K R A J O W E

Forflex Nr. 18. Jak Nr. 17. Spoina po przekuciu na gorąco wykazuje wytrzymałość na rozciąganie 45–48 kg/mm².

Forflex Nr. 19. Do spawania blach i t. p. robót, kiedy wymagany jest ładny wygląd spoiny. Zalecane specjalnie do spawania jednowarstwowego.

Forflex Nr. 21. Do spawania żeliwa na zimno. Spoina jest miękka i obrabialna.

Forflex Nr. 251 HC. Do spawania stali półtwardej i twardej, kiedy wymagana jest duża wytrzymałość i ciągliwość spoiny na zimno i na gorąco; do spawania poziomego, pionowego i nad głową.

Forflex Nr. 251. Do spawania stali miękkiej, kiedy prócz wytrzymałości jest wymagany ładny wygląd spoiny.

FRANCISZEK WAGNER i S-ka

ZAKŁADY MECHANICZNE i FABRYKA TLENU

założona w 1878

ŁÓDŹ, ul. Żeromskiego 94

telefon 198-29

P o l e c a :

WYTWORNICE ACETYLENU „ACETOR” przenośne na nóżkach lub przewożne na wózkach, dopuszczone do użytku przez Min. P. i H.

BUTLE stalowe do tlenu, acetyleny i powietrza.

PALNIKI do spawania i cięcia metali płomieniem acetyleno-tlenowym.

ZAWORY REDUKCYJNE do tlenu, acetyleny i innych gazów.

WĘŻE gumowe i OKULARY ochronne dla spawaczy.

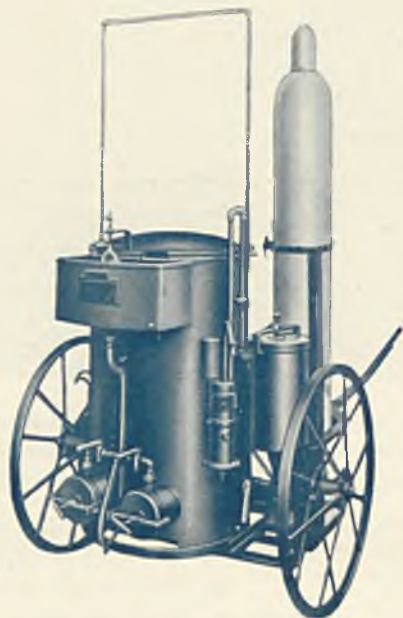
TLEN techniczny i medyczny o 99¹/₂⁰/₀ czystości.

ACETYLEN-DISSOUS

KARBID

PAŁECZKI, DRUTY i PROSZKI do spawania płomieniem acetyleno-tlenowym.

POCHODNIE ACETYLENOWE „BLASK” do oświetlania przy robotach nocnych.



Wytwornica „Acetor” z butlą na wózku

Cenniki ilustrowane i oferty na żądanie.

SPAWANIE I CIĘCIE METALI

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

REDAKCJA I ADMINISTRACJA
MAZOWIECKA 7, 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:

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 Ogl. o posad. poszuk. i zaofiar. dla Członków Stow. — bezpłatnie.

TREŚĆ ZESZYTU:

	Str.		Str.
1. Wewnętrzne naprężenia w połączeniach spawanych	162	5. Z praktyki spawacza	182
2. Spawanie żeliwa	169	6. Kronika	183
3. Korozja łopatek turbinowych i ich naprawa przy pomocy lutospawania	179	7. Bibliografia	184
4. Słownik spawalniczy	180	8. Przegląd prasy	184

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, ul. Mazowiecka 7.

OCTOBRE 1935

Nr. 10

SOMMAIRE:

	Page		Page
1. Tensions internes dans les joints soudés	162	5. La page du soudeur	182
2. Soudure de la fonte	169	6. Chronique	183
3. Corrosion des aubes de turbines hydrauliques et leur réparation par soudo-brasure	179	7. Bibliographie	184
4. Vocabulaire de la soudure	180	8. Revue de la presse technique	184

SCHWEISSEN UND SCHNEIDEN DER METALLE

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

Warszawa, ul. Mazowiecka 7.

OKTOBER 1935

Nr. 10

INHALT:

	Seite		Seite
1. Überanstrengungen in Schweissverbindungen	162	5. Aus der Praxis des Schweissers	182
2. Das Schweißen von Gusseisen	169	6. Chronik	183
3. Korrosion der Turbinenschaufeln und ihre Reparatur mittels Bronze-Auftragschweißung	179	7. Bücherschau	184
4. Fachausdrücke der Schweisstechnik	180	8. Technische Umschau	184

Dr. Inż. H. BUCHHOLZ, V. D. I.

621.791 + 620.1 : 53
2300 słów + 12 rys. + 4 tabl.

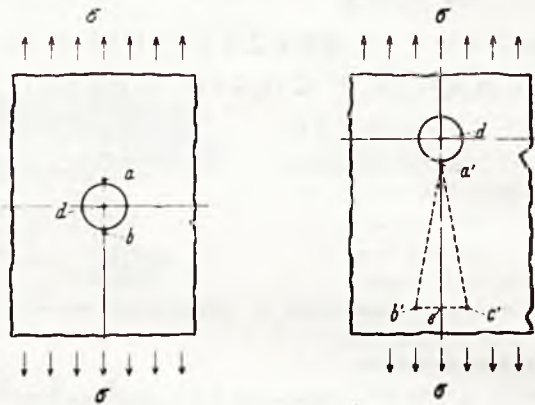
Wewnętrzne naprężenia w połączeniach spawanych.

Wymagania stawiane połączeniom spawanym wzrastają w miarę rozszerzania się zakresu stosowania spoiny w konstrukcjach wysokowartościowych. Wymagania te dotyczą w głównej mierze wytrzymałości na obciążenia zmienne i na uderzenia, oraz współczynnika pewności w stosunku do czynników, wywołujących pękanie lub powodujących zmniejszenie trwałości, albo nawet i przedwczesne zniszczenie, a to wszystko w celu dopuszczenia większych naprężeń w połączeniach spawanych i zmniejszenia w ten sposób kosztów wykonania. Aby sprostać życzeniom wysuwanych przez praktykę, połączenia spawane stanowią w ostatnich latach coraz częściej przedmiot naukowych badań i doświadczeń.

Z samej istoty spawania wynika, że podczas jego wykonania łączone części rozgrzewają się w miejscach ściśle ograniczonych, skutkiem czego pozostają w nich znaczniejsze wewnętrzne naprężenia. Nie znając wielkości i rodzaju tych sił, częstokroć było niemożliwe przeprowadzić należyłą ocenę wyników doświadczeń na zmęczenie materiału. W ciągu ostatnich lat przeprowadzono sporo doświadczeń, w celu określenia wpływu wewnętrznych naprężeń.

Podstawą do określenia i obliczenia naprężeń wewnętrznych są odkształcenia sprężyste łączonych części. Zmiany długości odcinka mierzonego przed i po spawaniu nie są miarodajne dla określenia sił wewnętrznych, ponieważ zawierają również i odkształcenia stałe, które powstały w spoinie i w przyległych warstwach podczas plastycznego stanu materiału i których nie można oddzielić od odkształceń sprężystych. W zależności od wytrzymałości materiału w samej spoinie

„y” (rys. 1) odpowiada np. przy stali St. 37 naprężeniu ca 20 kg/mm², podczas gdy, przy materiale o większej wytrzymałości (St. 50), to sa-



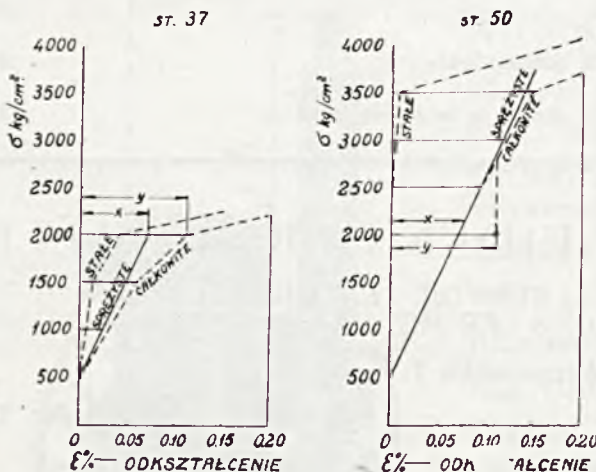
Rys. 2. Schemat zastosowania przyrządów, zwierciadlanego i ze wskazówkami, przy pomiarach według metody nawiercania.

a b — punkty stałe przyrządu zwierciadlanego
a' b' c' — " " " " ze wskazówkami.

mo odkształcenie odpowiada naprężeniu ca 28 kg/mm². Ponieważ oprócz tego wielkość stałych odkształceń, powstałych podczas plastycznego stanu, nie może być ustalona, ten sposób nie może być stosowany dla określenia naprężeń wewnętrznych tak w spoinie, jak i w zimniejszych strefach.

Ażeby określić sprężyste odkształcenia, charakteryzujące wielkość sił wewnętrznych, stosuje się w ostatnich czasach innego rodzaju sposoby. Gdy wskutek działania sił wewnętrznych w zrównoważonym układzie naprężeń następują zmiany, następuje jednocześnie sprężyste odkształcenie, odpowiadające co do wielkości powstałemu osłabieniu materiału. Ze wszystkich sposobów badania, opartych na tej zasadzie, na pierwszym miejscu należałoby postawić mierzenia naprężeń sposobem Mathar'a¹⁾ (metoda nawiercania). Przy tym sposobie mierzy się sprężyste zmiany długości zapomocą specjalnie skonstruowanego przyrządu do pomiaru wydłużeń, który ustawia się podczas wiercenia otworów na badany przedmiot (rys. 2b); można też zastosować przyrząd zwierciadlany (rys. 2a). Ponieważ w połączeniach spawanych panuje wieloosiowy układ naprężeń, należy mierzyć podczas wiercenia zmiany wymiarów otworów w różnych kierunkach, ażeby określić wielkość i kierunek największych naprężeń głównych.

Sposób ten można zastosować z powodzeniem tylko wtedy, gdy wiercenie można wykonać bez uderzeń i drżenia. Specjalnie w tym

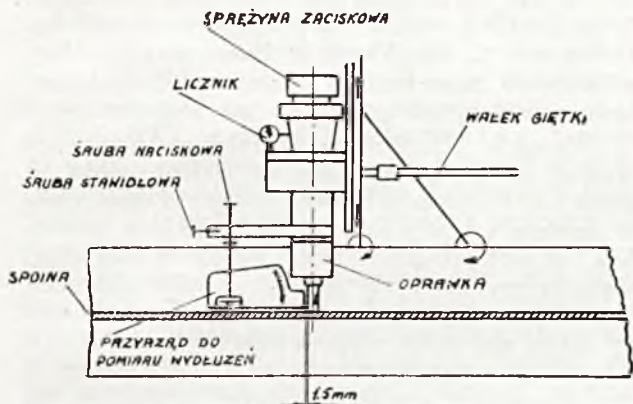


Rys. 1. Odształcenia stali st. 37 i st. 50 przy kilkakrotnych zmianach obciążenia w zależności od naprężeń (C. Bach i R. Baumann).

i poza nią, całkowite odkształcenia mogą nawet i w strefach mniejszego rozgrzania prowadzić do błędnych wniosków. Całkowite odkształcenie

¹⁾ J. Mathar. Archiv für das Eisenhüttenwesen 6 (1932/33):8.277/81.

celu skonstruowana wiertarka (rys. 3) i dostosowany kształt wiertła (rys. 4) dają możliwość sporządzenia ciągłego wykresu, charakteryzującego każdorazowy układ naprężeń. Rys. 4 przedstawia taki wykres dla jednoosiowego stałego

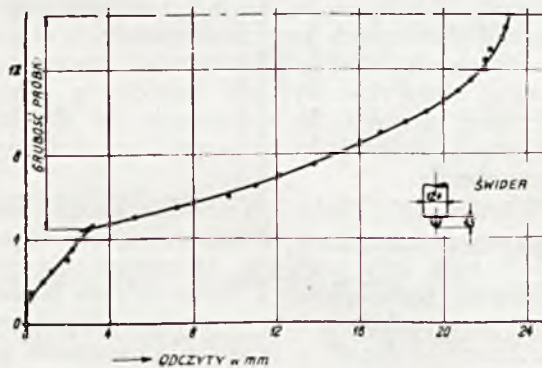


Rys. 3. Szkic urządzenia dla pomiarów metodą nawiercania.

układu naprężeń. Dopóki koniec wiertła (nawiertak) wchodzi w materiał, odczyty na przyrządzie są niewielkie, ponieważ stożek jest mały, odległość zaś pomiędzy punktami stałymi — dość duża. Gdy zaczyna pracować pełne wiertło, odczyty są już większe. Przy głębokości równej od 1,5 do 2-krotnej średnicy wiertła, wielkość odkształceń na powierzchni badanego przedmiotu zmniejsza się do zera.

Przy jednoosiowym układzie naprężeń można określić odkształcenia, zależnie od ich wielkości, sposobem empirycznym lub rachunkowym (Mathar)¹⁾. Przy przestrzennym układzie naprężeń i znaczniejszym zahamowaniu odkształceń (podniesienie i ewent. zanik granicy płynności) pozostaje jedynie rachunkowy sposób.

Ostrze przyrządu znajduje się w odległości 1,5 mm od krawędzi otworu, punkty stałe — w 150 mm od otworu. Przyrząd daje odczyty zwiększone w stosunku 1 : 3200. A że by z a-



Rys. 4. Zależność pomiędzy głębokością wiercenia i odkształceniem otworu, przy jednoosiowym równomiernym rozłożeniu obciążeń. Odczyty na przyrządzie przedstawiają odkształcenia zwiększone 3 200 razy.

bezpieczyć proces wiercenia od przeszkód, wióry odprowadza się zapomocą rurki. Wiertarkę porusza silnik 0,3 KM, zapomocą giętkiego wałka. Równomierność nacisku

wiertła utrzymuje w granicach dość ścisłych sprężyna naciskowa. Głębokość wiercenia odczytuje się na zegarze. Przy większych obiektach nawiercanie wykonuje się zwykle używając wiertła o średnicy 12 mm. Przy mniejszych próbkach można ograniczyć się do wiertła o \varnothing 6 mm; o ile zastosuje się stereofotogrametryczny sposób mierzenia, można użyć nawet wiertła o średnicy od 3 do 4 mm. Przy wiertle \varnothing 12 mm zmiany w układzie naprężeń można zaobserwować w granicach koła o promieniu 25 — 30 mm od środka otworu; więc w odległości ponad 60 mm od środka otworu można przeprowadzić nowe pomiary, nie obawiając się wpływu otworu sąsiedniego. Przy mniejszych średnicach wiertła, odległość tę trzeba przyjąć odpowiednio mniejszą.

Badania odkształceń i naprężeń, powstających przy procesie spawania wskutek rozgrzewania i stygnięcia, wymagają przedewszystkiem ustalenia zależności, jaka istnieje pomiędzy temperaturą a sprężystością i plastycznością materiału tak spawanych części, jak i samej spoiny. Tabela I, gdzie przytoczono wyniki obszernych

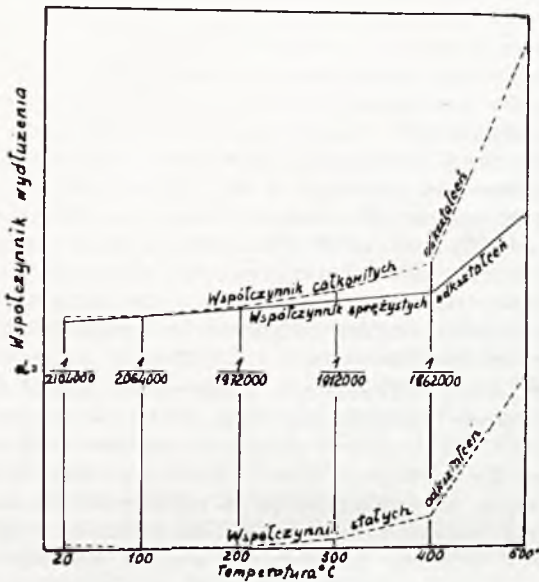
Tabela I. Spółczynnik E dla metalu różnych elektrod w stanie przetopionym.

Elektroda	E kg/cm ²
Rdzeniowa (z duszą) znacznej twardości	2 080 000
Powlekana znacznej twardości	2 170 000
Normalny goły drut	1 990 000
Dobra, goły drut	2 020 000
Rdzeniowa	1 970 000
Powlekana	2 170 000

badan Malisiusa²⁾, co do sprężystości materiałów stopionych z najrozmaitszych elektrod, wskazuje na to, że pod tym względem nie zachodzą w nich znaczniejsze odchylenia od normalnych stali budowlanych. Badania przeprowadzono zapomocą zmiennego obciążenia na próbkach, które na długości pomiarowej składały się tylko z materiału spoina. Nieznaczne różnice pomiędzy poszczególnymi elektrodami w stanie roztopionym oczywiście istnieją, co zależy znowu od różnicy w jakości, czystości i porowatości materiału elektrody. Nie są one jednak tak znaczne, aby wymagały specjalnego uwzględnienia, ponieważ przeważnie leżą w tych granicach, które spotykamy w normalnym materiale fabrycznym. Spółczynnik sprężystości E materiału spoina możemy w powyższej tablicy przyrównać w przybliżeniu, bez obawy wywołania sprzeciwu, do wielkości E materiału elektrody otulonej w stanie przetopionym. Osobne badanie sprężystości spawanego materiału, niezależnie od badania materiału spoina, jest zbyt ciężkie. Zależność odkształceń sprężystych normalnej stali budowlanej (St. 37) od tempe-

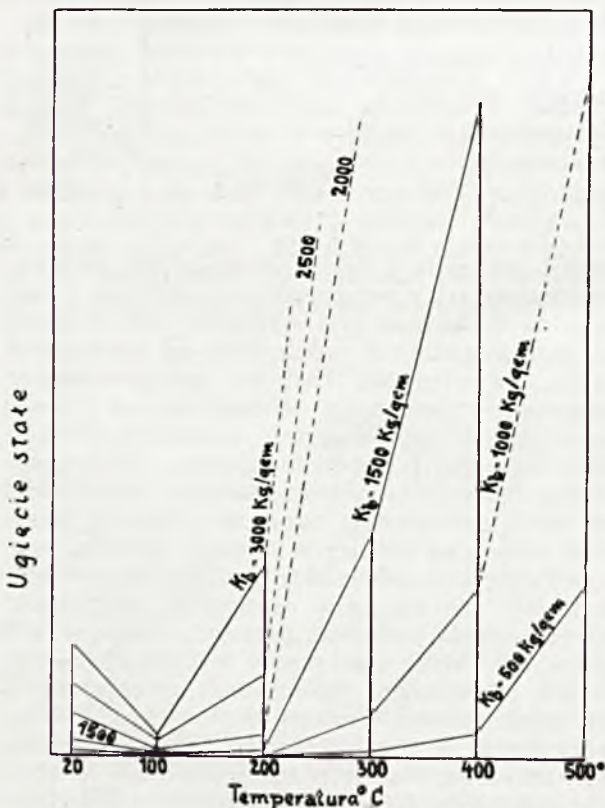
²⁾ Malisius: Elektroschweissung 1932. s. 225/28.

ratury podaje rys. 5. Do ca 400° daje się zauważyć nieznaczne zwiększenie współczynnika wydłużalności; poczynając od 400° odkształcenia



Rys. 5. Zależność sprężystych odkształceń w żelazie zlewem od temperatury (C. Bach i R. Baumann).

sprężyste rosną już znacznie, przyczem jednocześnie rosną również i odkształcenia stałe. Za-



Rys. 6. Zależność stałych odkształceń w żelazie zlewem od wysokości temperatury i naprężeń (C. Bach i R. Baumann).

leżności tego rodzaju określono przy mniejszych naprężeniach jednostkowych. Przy większych naprężeniach wielkości odkształceń sprężystych

nie zmieniają się wcale, w przeciwieństwie do wielkości odkształceń stałych. Ponieważ przypuszczamy, że w połączeniach spawanych powstają naprężenia wysokie, zależność naprężeń stałych od wysokości temperatury i naprężeń są dla nas czynnikiem nader ważnym. Zależności te przedstawia rys. 6 na podstawie znanych doświadczeń C. Bach'a i R. Baumann'a³⁾. Przy większych naprężeniach znaczne odkształcenia stałe powstają już przy 100° lub wyżej.

Wysokie temperatury, działające przy spawaniu, wpływają nie tylko na zmianę metalurgicznych i mechanicznych własności materiału w spoinie i w strefach przyległych, lecz wywołują w nich również stan wysokich naprężeń wewnętrznych. Przy rozpatrywaniu naprężeń wewnętrznych w połączeniach spawanych należy ściśle rozróżnić naprężenia w spoinie i naprężenia konstrukcyjne. Naprężenia w spoinie pochodzą prawie wyłącznie od procesów kurczenia się materiału spoiny i strefy rozgrzanej, własności wytrzymałościowych tych materiałów oraz od obróbki spoiny. Naprężenia konstrukcyjne spoiny zależą w znacznym stopniu od ruchów spawanych części w całym układzie i rozmiarów przedmiotu. Najnowsze doświadczenia dowiodły, że naprężenia, działające w samej spoinie i w strefach przyległych, są zawsze większe i dlatego wysuwają się na pierwszy plan.

Przy pobieżnym porównywaniu wydłużeń jednostkowych ($\alpha = \frac{1}{E}$) wywołanych przez działanie zmiany temperatury i działanie sił wewnętrznych okazuje się, że wydłużenia jednostkowe od ciepła są w przybliżeniu 25 razy większe, niż odkształcenia sprężyste. Przy sztywnym zamocowaniu i raptownej zmianie temperatury, różnica o jeden stopień wywołuje naprężenie około 0,25 kg/mm². Zachowując poprzednie założenia, otrzymalibyśmy przy zmianie temperatury o 200° naprężenia w wysokości około 50 kg/mm². W tak ostrej formie zjawiska te w praktyce wprawdzie nigdy nie występują, wskazują jednak na to, że podczas wykonania połączeń spawanych przy występujących znacznych różnicach temperatur, muszą powstawać niezwykle wysokie naprężenia, nawet gdybyśmy przyjęli, iż naprężenia te działają w kierunku tylko jednoosiowym i są rozłożone równomiernie.

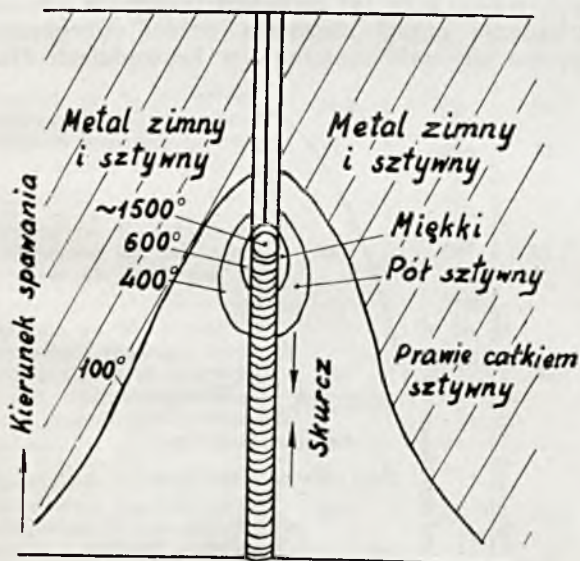
Wörthmann i Mohr⁴⁾ dochodzą drogą obliczeniową do naprężeń 22 kg/mm². Przy rozważaniach tych było przyjęte, że naprężenia rozkładają się jednoosiowo i równomiernie. Naprężenia tej wysokości, jak to zresztą zaznaczają Wörthmann i Mohr, oczywiście powstawać nie mogą. Odkształcenia stałe, powstające podczas kurczenia się materiału, do tego jeszcze przy wysokich temperaturach, obniżają obliczone naprężenia i pozostawiają zmniejszone naprężenia.

³⁾ C. Bach u. R. Baumann: Festigkeitseigenschaften und Gefügebilder der Konstruktionsmaterialien, Verlag Springer, 2. Auflage Abb. 4.

⁴⁾ Wörthmann i Mohr: Schweiz. Bauzeitung 100 (1932) S. 243/46.

O ile podczas stygnięcia powstają wysokie naprężenia, to one mogą spowodować, do temperatury około 100° , spadek naprężeń zapomocą odkształceń stałych, odpowiadających każdorazowej temperaturze i wytrzymałości materiału spoiny.

Stosownie do właściwości wytrzymałościowych spoiwa i blach spawanych przy wyższej temperaturze, można przyjąć, że naprężenia powstają przeważnie przy temperaturach poniżej 600° , a przede wszystkim poniżej 400° . Można przyjąć, że ta część spoiny, która znajduje się w granicach powyższych temperatur⁵⁾ (rys. 7), jest ograniczona ze wszystkich stron strefami chłodnemi lub chłodniejszymi — tak, że swobodne kurczenie się materiału w spoinie i w kierunku spoiny jest uniemożliwione nawet przy niezamocowanych płytach. Takiego rodzaju ograniczenie możliwości skurczów zmniejsza się w miarę zmniejszenia się długości spoiny. Dlatego też w krótkich spoinach powstają tylko mniejsze naprężenia. Skurcz w kierunku poprzecznym do spoiny może działać łatwiej, wskutek większej podatności rozgrzanego materiału spoiny. Naprężenia w kierunku spoiny są zawsze większe, niż w kierunku poprzecznym. Przejawy skurczu w kierunku spoiny powstające przy temperaturach poniżej 400° można uważać za odbywające się przy prawie sztywnem zamocowaniu.

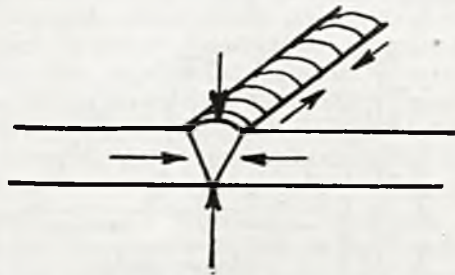


Skurcz w kierunku spoiny odbywa się w warunkach prawie sztywnego zamocowania

Rys. 7. Schemat kurczenia się w kierunku spoiny.

Powstanie stanu wysokich naprężeń w połączeniach spawanych należy uważać dziś za udowodnione, tak samo, jak i występowanie podczas kurczenia się materiału odkształceń stałych. Zmiana układu naprężeń i ich wielkość

ci, wskutek odkształceń stałych wywołanych skurczem, wysuwają, jako czynnik wysokiego znaczenia, wpływ własności wytrzymałościowych roztopionego materiału spoiny na wysokość naprężeń we-



Rys. 8. Kierunki skurczu w połączeniach spawanych.

wewnętrznych w połączeniach spawanych. Spoiwa o mniejszej wytrzymałości wywołują naprężenia w spoinach mniejszej wielkości, niż materiały o wyższej wytrzymałości, z wyższą granicą sprężystości lub ciągliwości.

Największe naprężenia powstają podczas stygnięcia spoiny od 400° do $18-20^{\circ}$. Późniejsze polepszenia spoiny przez wyżarzenie, jak również przekuwania, spawanie w kilku warstwach, przetapianie spoiny od spodu i t. p. właściwie mówiąc mało wpływają na wysokość naprężeń w spoinach.

Na podstawie ostatnich doświadczeń^{6 i 7)} można przyjąć za rzecz wiadomą, że w połączeniach spawanych, wykonanych zarówno za pomocą acetylenu, jak i elektrycznie, istnieją naprężenia w spoinach o wysokości, która może dochodzić do granicy plastyczności, albo nawet przekraczać ją. Wskutek miejscowych termicznych wydłużeń i skurczu w spoinach występuje przestrzenny układ naprężeń (rys. 8). Gdy się jeszcze uwzględni, że w spoinach i w przyległych strefach przebieg kurczenia się i zmian wytrzymałościowych, skutkiem znacznego spadku temperatury, ma charakter wysoce nierównomierny, przyczem strefy chłodniejsze działają jak opory, to będzie zrozumiałe, że proces kurczenia się w kierunku spoiny jest, wskutek tych okoliczności, znacznie utrudniony. W ten sposób stwarzają się okoliczności, przy których granica plastyczności, wskutek zahamowanych odkształceń, może podnieść się o ponad 100% , w porównaniu z granicą plastyczności ustalonej dla równomiernego obciążenia rozciągającego w jednym kierunku (por. Bollenzath). W miarę poszerzenia strefy ogrzania i złagodzenia spadku temperatury, zmniejszają się utrudnienia dla procesu kurczenia się w kierunku spoiny i zwiększa się podatność materiału na działanie powstających

⁶⁾ F. Bollenzath: St. u. E. 54 (1934) Heft 24. S. 630/34. St. u. E. 54 (1934) Heft. 34. S. 873/78. Abhandlungen aus dem Aerodyn. Institut in der Technischen Hochschule Aachen, Heft 14. S. 27/54.

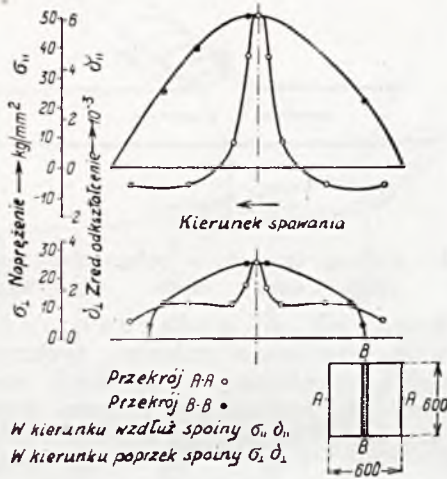
⁷⁾ H. Möller u. J. Barbers: Mitteilungen Kaiser Wilh. Institut. Eisenforschung, Düsseldorf, 16 (1934) S. 21/31; St. u. E. 54 (1934) S. 375.

H. Möller: Archiv Eisenhüttenwesen 8 (1934/35) Heft 5. S. 213/218.

⁵⁾ Bornefeld: Techn. Zentralblatt 43 (1933) S. 14/18 u. S. 50/52.

sił w kierunku poprzecznym do spoiny. Przy poszerzaniu strefy rozgrzewania, naprężenia w spoinie zmniejszają się.

Bollenrath przeprowadził swoje doświadczenie przy zastosowaniu dla mierzenia naprężeń przyrządu Mathar'a (metoda nawiercania) i po-



Rys. 9. Naprężenie wewnętrzne przy spawaniu gazowym; krawędzie zukosowane na V, szczipione; spawanie wprawo drutem G V₁; grubość blachy 15 mm.

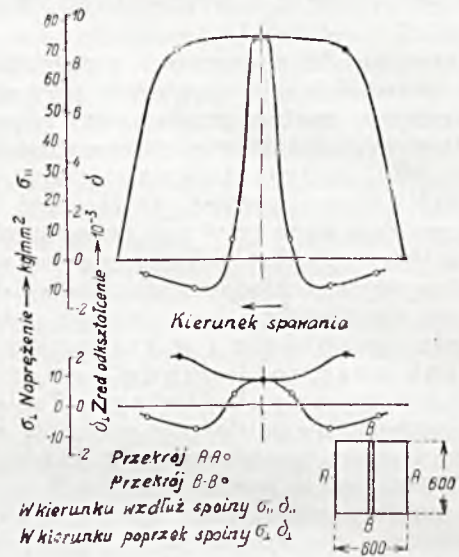
daje, że przy uwzględnieniu wyżej przytoczonych czynników wysokość naprężeń w spoinie blach o grub 15 mm., spawanych gołemi elektrodami, dochodzi do 75 kg/mm², przy zastosowaniu elektrod powlekanych — nawet do 95 kg/mm². Najwyższe naprężenia przy spawaniu acetylenem osiągają wysokości tylko około 50,6 kg/mm². Ze zmniejszeniem grubości blachy, t. j. zmniejszeniem przestrzeni, w której działają naprężenia, same naprężenia również zmniejszają się. Tabela II przedstawia zależność wysokości naprężeń w spoinie od grubości blachy.

Tabela II. Wpływ grubości blachy na wielkość naprężeń wewnętrznych w spoinie w kierunku podłużnym.

Rodzaj spawania	Grubość blachy w mm	Naprężenia w kg/mm ²	U w a g i
Spawanie acetylenowe	15	50,6	Spoina zukosowana na V, szczipiona, wykonana jednowarstwowym spawaniem wprawo.
	10	24,2	
	5	20,5	
Spawanie elektryczne	15	95,1	Spoina zukosowana na V, wykonana po szczipieniu za pomocą powlekanych elektrod nieprzerywanymi warstwami.
	10	73,0	
	5	49,5	
	3	29,1	

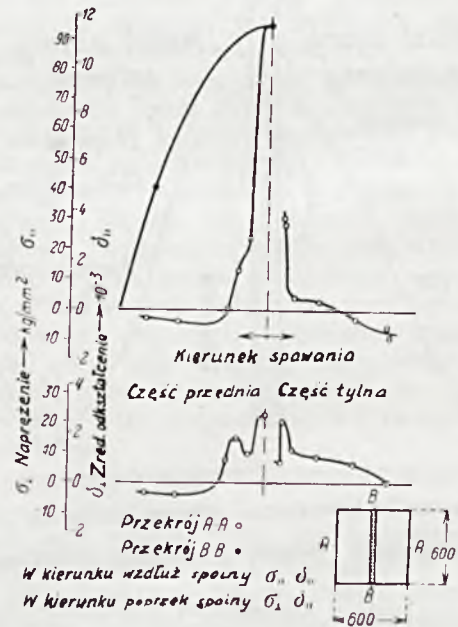
Möller i Barbers dochodzą w swoich doświadczeniach nad naprężeniami w połączeniach spawanych, przeprowadzonych za pomocą promieni Röntgena, do zbliżonych wyników (do 95 kg/mm²).

Z doświadczeń, częstokroć wykonywanych w ciągu ostatnich lat, zasługują na uwagę doświadczenia przeprowadzone metodą siatkową. Najwyższe naprężenia wewnętrzne, ustalone zapo-



Rys. 10. Naprężenia wewnętrzne przy spawaniu łukowym; krawędzie zukosowane na V; spawanie gołą elektrodą po szczipieniu; grubość blachy 15 mm.

ca tej metody, w przybliżeniu dochodzą do granicy ciągłości przy jednoosiowym, równomiernie rozłożonym układzie naprężeń. Sposób postępowania przy tej metodzie polega na tym, że z badanej części materiału, celem odprężenia, wycina się małe sześciiany o krawędziach dłu-



Rys. 11. Naprężenia wewnętrzne przy spawaniu łukowym; spoina na V; spawanie, po szczipieniu, elektrodą powlekaną; grubość blachy 15 mm.

gości 20—30 mm., na których poprzednio była oznaczona długość pewnego odcinka. Przy takich wymiarach próbki i przy nierównomiernym rozkładzie naprężeń, zwłaszcza przy wielkich wartościach naprężeń w spoinie i w pobliżu,

nie można było spodziewać się, że w wyciętych próbkach naprężenia spadną do zera. Znajduje się więc nie absolutną wielkość naprężeń, lecz tylko względne, a raczej średnie różnice naprężeń w polu objętem pomiarami (p. Möller⁸⁾ i Graf¹²⁾). Absolutną wielkość naprężeń można byłoby ustalić, gdyby jeden z wymiarów wydzielonej bryły był niezmiernie mały, co się praktycznie nie da wykonać.

Rys. 9, 10 i 11 przedstawiają wykresy (przebieg) naprężeń w kierunku spoiny i wpoprzek niej, które ułożył Bollenrath⁶⁾ dla spawanych różnymi sposobami wolno opartych blach ze stali St. 37 o grubości 15 mm.

Tabela III. Największe naprężenia i różnice naprężeń przy spawaniu gazowym

Rodzaj spawania	Największe naprężenie w kierunku		Różnica $\sigma_1 - \sigma_3$ kg/mm ²
	spoiny σ_1 kg/mm ²	poprzecznym σ_3 kg/mm ²	
Blacha całkowita, grubości 15 mm, rozgrzana pośrodku na szerokości 80—100 mm do jasnoczerwonej barwy	49,5	20,9	28,6
Spoina na V, szczipiona uprzednio, wykonana spawaniem wprawo, grubość blachy 15 mm	50,6	25,4	25,2
Spoina na V, szczipiona uprzednio, wykonana spawaniem wprawo, grubość blachy 10 mm	24,2	-2,5	26,7
	29,5	3,5	26,0
Spoina na V, wykonana spawaniem wprawo, grubość blachy 5 mm	20,5	-7,0	27,5
Spoina na V, szczipiona uprzednio, spawanie wprawo, przekuta w temperaturze jasnoczerwonego żaru, grubość blachy 15 mm	46,7	20,5	26,2
Spoina na V, wykonana spawaniem wprawo przy klinowym rozchyleniu blach, grubość blachy 15 mm	32,0	6,5	25,5

Największe naprężenia rozciągające znajdowano każdorazowo w środku spoiny, przyczem w nieznacznej odległości od spoiny one szybko

zmniejszają się, wywołując w strefach dalszych, jako reakcję, naprężenia ściskające, z którymi, jak wiadomo, równoważą się. Zasadniczy przebieg zmiany naprężeń wewnętrznych jest dla wszystkich próbek ten sam. Różnica wysokości naprężeń tłumaczy się różnymi wielkościami zahamowanych odkształceń, jak również różnicą własności wytrzymałościowych przetopionego spoiwa. Przy spawaniu gazowym granica plastyczności znajdowała się około 22 kg/mm², przy spawaniu elektrycznym gołemi elektrodami przy ca 32 kg/mm², przy zastosowaniu elektrod powlekanych — ca 45-50 kg/mm².

Wyniki co do wysokości naprężeń, które dotychczas otrzymano, są jeszcze dość rozbieżne. Z tego też powodu poddał Bollenrath swoje wyniki dodatkowemu badaniu. W zależności od wysokości nierównomiernego rozłożenia się naprężeń i przestrzeni objętej ich układem mają miejsce zahamowania odkształceń i podwyższenie granicy plastyczności do ponad 100% i częściej dlatego naprężenia dochodzą do nadzwyczajnie wysokich wielkości. Jednak z różnicy pomiędzy największym, a najmniejszym naprężeniem głównym wynika, że wszystkie mierzone części spoiny znajdują się tuż przy granicy płynności. W tabelach III i IV podane największe i odpowiednie naj-

Tabela IV. Największe naprężenia i różnice naprężeń przy spawaniu łukowym

Rodzaj spawania	Największe naprężenie w kierunku		Różnica naprężeń $\sigma_1 - \sigma_3$ kg/mm ²
	spoiny σ_1 kg/mm ²	poprzek spoiny σ_3 kg/mm ²	
Spoina w postaci V, szczipiona, spawanie wykonane nieprzerywanymi warstwami elektrodą powlekaną, grubość blachy 15 mm	95,1 ¹⁾	23,0	72,1
Jak p. 1. grubość blachy 10 mm	73,0 ¹⁾	8,0	65,0
	41,0 ⁴⁾	-8,7	49,7
Jak p. 1. grubość blachy 5 mm	49,5 ¹⁾	6,7	42,8
	94,3 ¹⁾	58,9	35,4
Spoina w postaci V, blachy rozchylone klinowo, spawane elektrodą powlekaną, grubość blachy 15 mm	23,8 ²⁾	-26,2	50,9
	26,0 ³⁾	-24,0	50,0
Spawanie na styk, blachy rozchylone klinowo, jedną warstwą elektrodą powlekaną, grubość blach 3 mm	33,1 ¹⁾	-15,0	48,1

¹⁾ Największe naprężenie w środku spoiny

²⁾ w odległości 50 mm od końca spoiny

³⁾ " " 95 " " "

⁴⁾ " " 100 " " "

⁸⁾ G. Bierett: V. D. I. Bd. 78 (1933) S. 22/25. V. D. I. Bd. 78 (1933) S. 709/15. Autogene Metallbearbeitung 1934 S. 259/66. Elektroschweissung 5 (1934) S. 33.

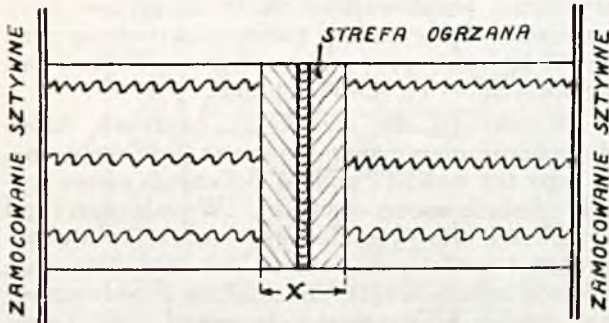
⁹⁾ E. Siebel u. M. Pfender: Archiv Eisenhüttenwesen Bd. 7 (1933/34) S. 407/15.

¹⁰⁾ E. Siebl u. F. H. Vierzegge. Archiv Eisenhüttenwesen Bd. 7 (1933/34) S. 679/82.

¹¹⁾ O. Mies: Wärme 57 (1934) S. 113/21.

¹²⁾ O. Graf: V. D. I. Bd. 78 (1934) S. 1425. Fusnote 13.

mniejsze wielkości określonych naprężeń dla próbek z materiałów różnych grubości, osobno dla spawanych acetylenem i osobno dla spawanych elektrycznie, oraz różnice tych naprężeń. Z tabel tych wynika, że zarówno przy wysokich jak i przy średnich naprężeniach przejście w stan płynny odbywa się według teorii Mohr'a, t. j., że naprężenia ścinające, powstające pomię-



Rys. 12. Schematyczne przedstawienie wpływu długości zamocowania, przy spawaniu i przy zamocowaniu sztywnym.

dzy największem i najmniejszym naprężeniem głównem, w każdym wypadku osiągają wysokości granicy płynności. Fakt, że naprężenia w spoinach dochodzą do takiej nadzwyczajnej wielkości, można uważać za udowodniony praktycznie przez częste występowanie w spoinach lub przy nich linii deformacji i tem tłumaczy się częsty brak odkształceń plastycznych przy mostach (nagłe pęknięcia) w dobrze wydłużających się połączeniach spawanych. Przy pierwszym przeciążeniu przez działanie zewnętrznych dodatkowych sił następuje przekroczenie naprężeń w spoinie. Powstałe w spoinie naprężenia, doprowadzające materiał do stanu bliskiego płynności, redukują się przez występujące odkształcenia stałe, odpowiadające wielkości obciążenia dodatkowego.

Ilość ciepła, która jest niezbędna do spawania blach danej grubości, i strefa ogrzania z tem połączona, mogą być w grubym przybliżeniu uważane za wielkości stałe, przy różnych sposobach spawania, tak samo, jak i jednostkowa wielkość (miara) skurczu. Nadzwyczaj wysokie naprężenia (u wierzchołków wykresu) powstają w spoinie i w bezpośrednio przyległych strefach, skutkiem zahamowanego odkształcenia. Przy wolnem oparciu części łączonych, w strefach leżących poza spoiną, występują, jako reakcje, naprężenia ściskające odpowiadające naprężeniom rozciągającym w spoinie, z którymi się równoważą. W praktyce jednak prace spawalnicze takiego rodzaju spotyka się rzadko. Przy spawaniu elementów jakiegokolwiek układu konstrukcyjnego, poszczególne części jego są, w mniejszym lub większym stopniu, pozbawione możliwości dokonywania ruchów.

Spawanie przy całkowitem zamocowaniu należy rozpatrywać nieco bliżej, ponieważ przedstawia najniekorzystniejszy wypadek. Powstające

podczas kurczenia się siły rozciągające przenoszą się na całą konstrukcję. W przeciwieństwie do naprężeń w spoinach, naprężenia konstrukcyjne nie mają charakteru przestrzennego i nie podlegają raptownym zmianom. Niema zatem, ogólnie biorąc, zasadniczych warunków dla znacznego podniesienia się granicy płynności. Naprężenia konstrukcyjne są skutkiem tego znacznie mniejsze, niż naprężenia w spoinie. Ponieważ można uważać, że jednostkowa wielkość skurczu przy danych okolicznościach jest wielkością stałą, wielkość powstających naprężeń konstrukcyjnych zależy w głównej mierze od wymiarów spawanych części. Chłodne części spawanych przedmiotów (rys. 12), które można porównać ze sprężyną, wskutek ich elastyczności przy sztywnem zamocowaniu, zmniejszają powstające naprężenia odpowiednio do wymiarów niezagranych części, leżących poza obrębem spoiny. Przy sztywnem zamocowaniu naprężenia przechodzą od wysokiego stanu przestrzennego w spoinie do naprężeń konstrukcyjnych, układu coraz więcej płaskiego, jeśli niecałkowicie jednoosiowego. W przeciwieństwie do wysokich i skomplikowanych naprężeń w spoinie, prostsze naprężenia konstrukcyjne przedstawiają niebezpieczeństwo znacznie mniejszego stopnia, zwłaszcza, że przy normalnych okolicznościach działają w zdrowym materiale. Niema potrzeby więc poświęcać specjalnej uwagi tym naprężeniom.

(dok. nast.).

Tensions internes dans les joints soudés.

Dans les joints soudés, comme dans les constructions soudées, on constate des tensions dues au retrait; les tensions les plus importantes sont celles qui sont concentrées dans le métal d'apport, lui-même.

L'évaluation des tensions se fait à partir des déformations élastiques de la pièce soudée et pour ce but la méthode de perçage de trous (Mathar) se trouve la mieux appropriée.

L'auteur expose les résultats des différents essais effectués par cette méthode et d'autres pour déterminer les tensions dans les soudures à l'arc et au chalumeau oxy-acétylenique.

Les tensions dans les constructions sont toujours beaucoup plus petites que les tensions dans les soudures, et leur valeur dépend en outre des dimensions de la pièce (à suivre).

Ueberanstregungen in Schweissverbindungen.

In Schweissverbindungen und Schweisskonstruktionen treten Ueberanstregungen an, die besonders für den niedergeschmolzenen Nahtwerkstoff zu beachten sind. Die Grundlage für Ermittlung der Eigenspannungen sind die elastischen Formänderungen des Werkstückes, welche am besten mittels des Mathar'schen Bohrlochverfahrens zu beobachten sind.

Der Verfasser führt die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen an, welche mittels dieses Verfahrens durchgeführt wurden um die Höhe der Spannungen in elektrisch und autogen geschweissten Verbindungen zu ermitteln.

Die Konstruktionsspannungen sind immer kleiner als die Nahtspannungen, ihre Höhe ist ausserdem von den Abmessungen des zu verschweisenden Stückes abhängig (Schluss folgt).

Spawanie żeliwa.

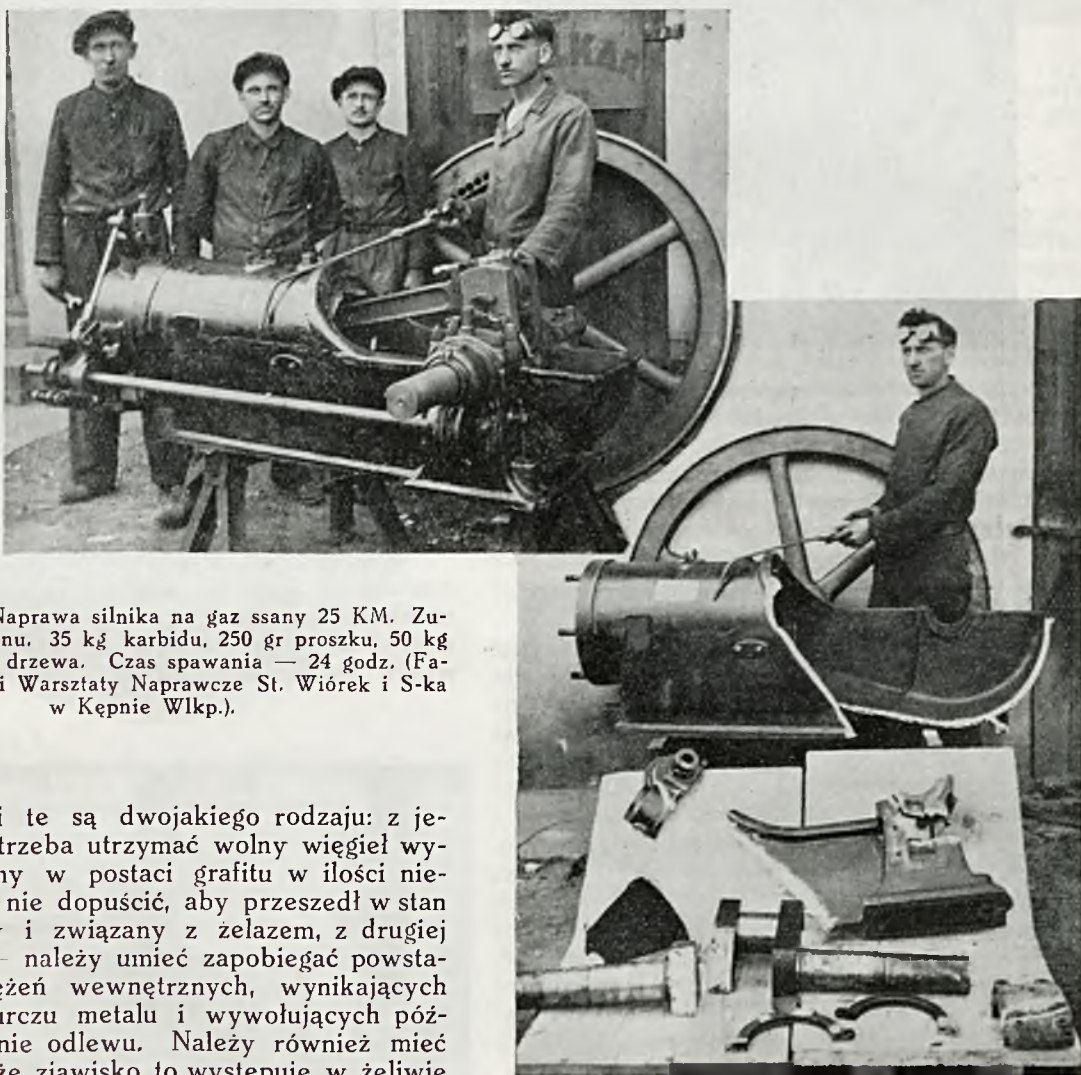
621.791:669.13
2850 słów + 33 rys.

Żeliwo, metal szeroko rozpowszechniony w budownictwie maszyn (korpusy silników i obrabiarek, tłocznie, cylindry parowozowe i samochodowe, głowice, tłoki, koła zamachowe, koła zębate i t. p.), posiada znaczną kruchość, wskutek czego przedmioty żeliwne wymagają naprawy częściej, niż przedmioty wykonane z innych metali. Spawalnictwo ma więc tu przed sobą ogromne pole działania.

Nie odrazu jednak spawanie mogło uzyskać w tym dziale tak poważne stanowisko, jakie zajmuje obecnie. Dopiero po wieloletnich doświadczeniach technika spawalnicza zdołała opanować poważne trudności, jakie towarzyszą spawaniu ustrojów żeliwnych.

Spawanie acetylenowo-tlenowe, lub przy pomocy łuku elektrycznego, wymaga w większości wypadków uprzedniego podgrzewania i następnie bardzo powolnego stygnięcia przedmiotu. Wykonać połączenie na zimno można dwojako: albo stosując spawanie łukowe ze stalowymi elektrodami, przy jednoczesnym uprzednim użyciu czopków stalowych i elektrod stopowych, zawierających nikiel, jeśli przewiduje się późniejszą obróbkę miejsca spawanego, — lub też przy pomocy lutospawania.

Ten ostatni sposób postępowania, najnowszy ze wszystkich, w krótkim czasie odrobił swoje opóźnienie i cieszy się dziś całkowicie uzasadnionym powodzeniem.



Rys. 1 — 2. Naprawa silnika na gaz ssany 25 KM. Zużyto: 12 m³ tlenu, 35 kg karbidu, 250 gr proszku, 50 kg koksu i 0,5 m³ drzewa. Czas spawania — 24 godz. (Fabryka Maszyn i Warsztaty Naprawcze St. Wiórek i S-ka w Kępnie Wlkp.).

Trudności te są dwójakiego rodzaju: z jednej strony trzeba utrzymać wolny węgiel wykryształizowany w postaci grafitu w ilości niezmienionej i nie dopuścić, aby przeszedł w stan rozpuszczony i związany z żelazem, z drugiej zaś strony — należy umieć zapobiegać powstawaniu naprężeń wewnętrznych, wynikających wskutek skurczu metalu i wywołujących późniejsze pęknięcie odlewu. Należy również mieć na uwadze, że zjawisko to występuje w żeliwie intensywniej niż w innych metalach, podczas gdy materiał sam posiada w stanie ogrzanym bardzo nieznaczną wytrzymałość i znikomą ciągliwość.

Po stwierdzeniu tych charakterystycznych dla żeliwa trudności, przejdziemy do opisu różnych sposobów łączenia żeliwa, tak spawaniem acetylenowym, jak i innymi sposobami, przyczem zostanie wyjaśnione, jakie stosuje się zabiegi w celu skutecznego pokonania tych trudności.

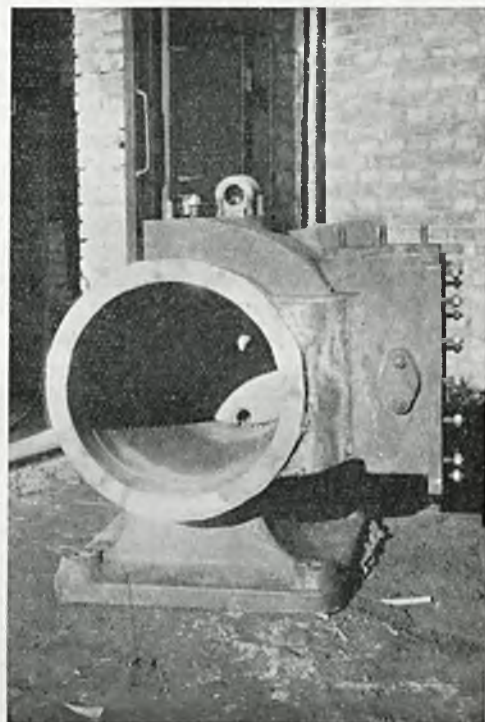
Zasadnicze trudności spawania żeliwa.

Palniki wodorowo-tlenowe i acetylenowo-tlenowe początkowo nie były stosowane przy spawaniu żeliwa. Twierdzono, że naprawa przedmiotów żeliwnych zapomocą spawania jest niemożliwa. Jako powód podawano, że roztopiony metal staje się pod działaniem palnika twar-

dy jak stal, a pozatem, że w większości wypadków przedmioty żeliwne pękają wskutek skurczu.

Już więc przy pierwszych próbach stosowania spawania do żeliwa ustalono dwie zasa-

Zjawisko pierwsze pociąga za sobą niemożliwość późniejszej obróbki przedmiotu, drugie — pociąga za sobą pęknięcie przedmiotu podczas pracy albo po ostygnięciu.

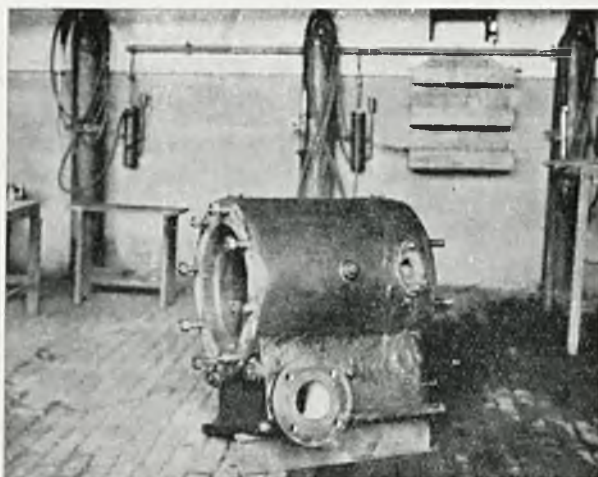
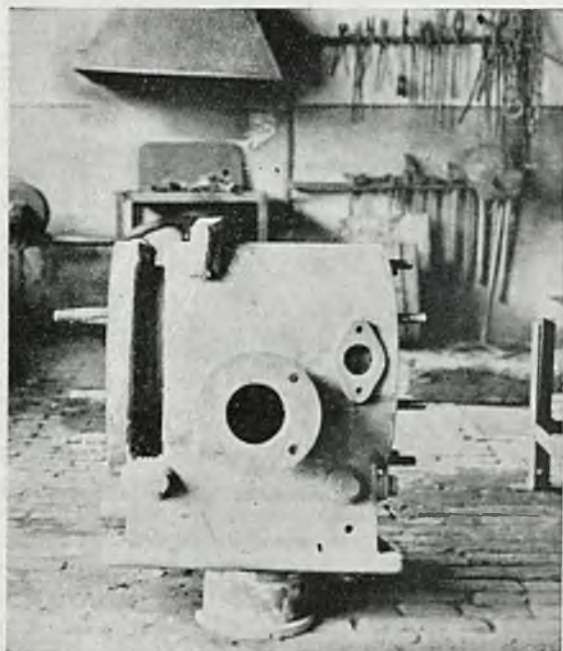


Rys. 3 i 4. Silnie uszkodzony cylinder naprawiony zapomocą spawania acetylonowego. Zużyto: 6 m³ tlenu, 24 kg karbidu, 4 kg pałeczek Żelko, 0,3 kg proszku. Czas spawania — 8 godzin (2 ludzi). (Z praktyki Sp. Akc. Perun).

dnicze trudności, związane z tem postępowaniem: z jednej strony — wytwarzanie się żelwa białego, a z drugiej — brak ciągliwości.

Żeliwem lub żelazem lanem nazywamy takie stopy żelaza i węgla, w których zawartość węgla wynosi od 2,5 do 6%.

W większości wypadków żeliwo w odlewach zawiera od 3 do 4% węgla. Węgiel ten może znajdować się w żeliwie w stanie związanym, względnie rozpuszczonym w żelazie, któremu wtedy nadaje wielką twardość, i tego rodzaju



Rys. 5 i 6. Cylinder wagi ok. 500 kg miał pękniętą ściankę wewnętrzną na obwodzie na dług. ok. 1000 mm. Grubość ścianki ok. 30 mm. Aby dostać się do pęknięcia, znajdującego się na wewnętrznej tulei cylindra, wycięto płaszcz zewnętrzny (Rys. 5). Do spojenia tak ścianki wewnętrznej, jak i zewnętrznej zużyto: 20 m³ tlenu, 75 kg karbidu, 12 kg pałeczek żeliwnych, 0,50 kg proszku do żeliwa, 200 kg węgla drzewnego. (Z praktyki spawalni E. Kozłowskiego, Lwów).

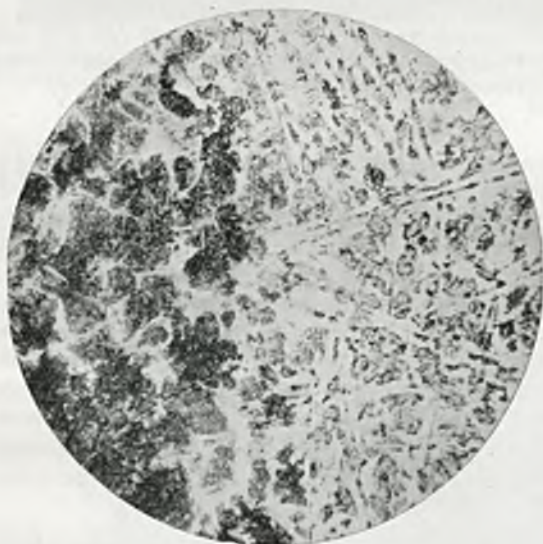
żeliwo nosi nazwę białego. Jeżeli węgiel jest w stanie wolnym, w postaci rozsianych w masie metalu kryształków grafitu, wówczas mamy żeliwo szare.

Żeliwo białe jest bardzo twarde i trudno obrabialne; żeliwo szare, z którego jest wykonywana większość odlewów, jest miękkie i łatwo poddaje się obróbce. Ponieważ połączenia spawane najczęściej należy obrobić, konieczne jest, ażeby spoiny składały się tylko z żeliwa szarego.

Jak zapobiec tworzeniu się żeliwa białego?

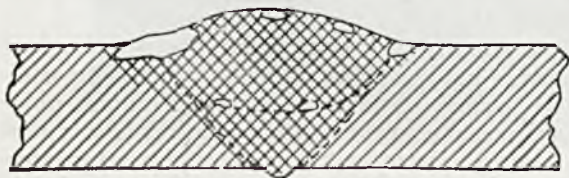
Ponieważ skład spoiny zależy wyłącznie od stanu, w którym się znajduje węgiel w metalu, należy wyjaśnić powody, które utrudniają lub ułatwiają wydzielanie się węgla w postaci grafitu.

Raptowne ostudzenie stopionego metalu powoduje zatrzymanie węgla w stanie rozpuszczonym i związanym z żelazem, wówczas tworzy



Rys. 7. Zdjęcie mikrograficzne ilustrujące twarde ziarno w masie szarego żeliwa.

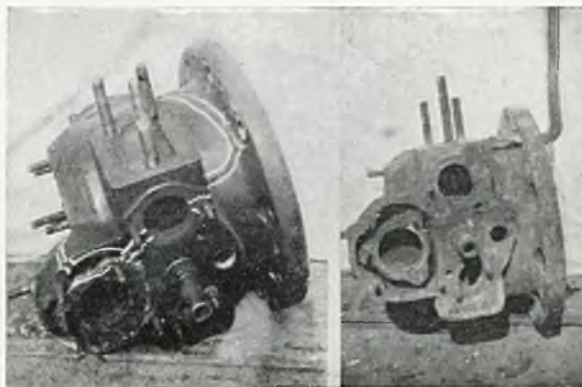
się żeliwo białe (rys. 7). Stygnięcie powolne lub odpuszczanie ułatwia wydzielanie się węgla i daje możliwość otrzymania żeliwa miękkiego.



Rys. 8. Twarde ziarna białego żeliwa, tworzące się zazwyczaj blisko powierzchni poszczególnych warstw spoina.

Dlatego twarde ziarna białego żeliwa występują przeważnie na powierzchni, gdzie metal jest narażony na szybkie ostudzenie (rys. 8).

Należy więc przy spawaniu unikać szybkiego studzenia miejsca spawanego przez masy zimnego metalu, jak również przeciągów, które mogłyby szybko studzić przedmiot podczas i po spawaniu.



Rys. 9. Naprawa głowicy silnika na ropę z podgrzaniem na ognisku. Pęknięcie bardzo skomplikowane, pomimo to naprawa udała się doskonale. (Z praktyki Tow. Akc. Perun).

Również ważny wpływ, jak szybkość stygnięcia, ma na wytwarzanie się żeliwa białego obecność krzemu, który sprzyja wytwarzaniu się żeliwa szarego.

Żeliwo szare zawiera krzem w wysokości od 2 do 3%, żeliwo zaś białe — w ilościach bardzo niewielkich; obecność lub brak krzemu występuje więc jednocześnie z obecnością lub brakiem w żelwie grafitu w stanie wolnym.

Dodanie do żeliwa krzemu ułatwia więc wytwarzanie się żeliwa szarego; krzem zastępuje węgiel, dążący do związania się z żelazem, i w ten sposób sprzyja wydzielaniu się węgla w postaci wolnego grafitu.

Jednak, podczas topienia, pod wpływem działania płomienia palnika, mogą mieć miejsce straty, tak węgla jak i krzemu, naskutek utleniania lub spalania. Normalnie więc należy dodać do spoina pewną ilość krzemu, aby pokryć tę stratę podczas spawania; z drugiej strony trzeba unikać okoliczności powodujących spalanie węgla i utlenianie się krzemu z kąpieli roztopionego metalu, odwęglanie bowiem powoduje wytwarzanie się ziaren twardych. W tym celu nie dotykamy kąpieli jądremi płomienia, lecz utrzymujemy odległość między nimi od 5 do 20 mm; pozatem, ażeby nie powodować straty krzemu zawartego w spoinie, należy topić pałeczkę przez zanurzenie do kąpieli, a nie przez zbliżanie do pałeczki jąderka płomienia.

Spoivo powinno zawierać krzem w takiej ilości, ażeby nawet przy częściowym utlenianiu się tego pierwiastka pozostało go w spoinie co najmniej 2%. Spoina specjalne, wytwarzane dla spawania żeliwa, zawierają do 4% krzemu.

Jak opanować zjawisko skurczu metalu?

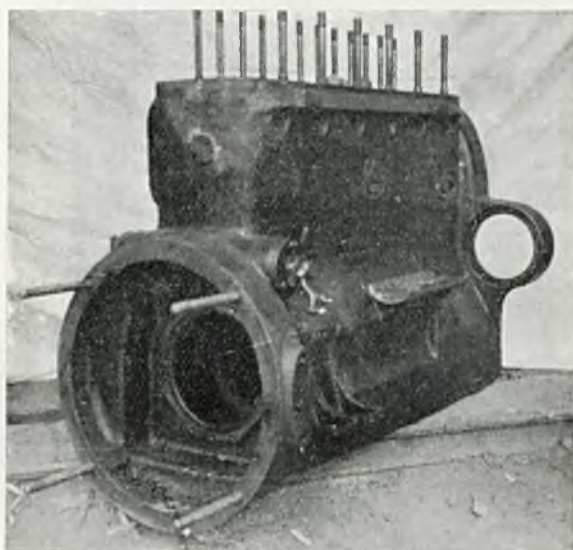
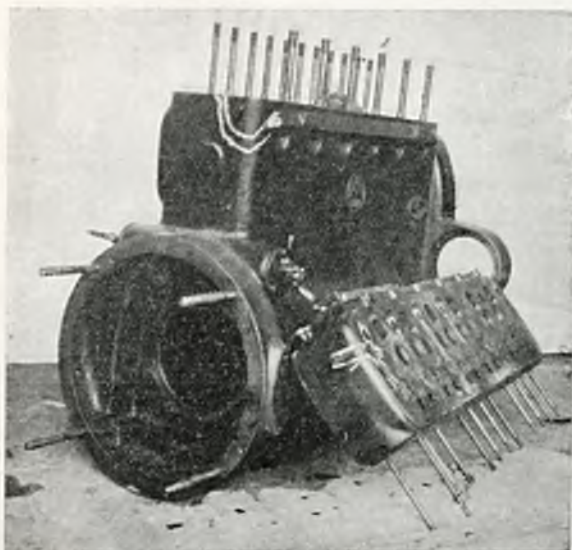
Żeliwo nie jest materiałem ciągliwym, nie wykazuje prawie żadnego wydłużenia przed zerwaniem, jest kruche w stanie gorącym, źle

przewodzi ciepło, a podczas stygnięcia kurczy się w znacznym stopniu, przyczem wielkość skurczu wynosi przeciętnie 10 mm na metr.

Wszystkie powyższe własności współdziałają w kierunku powstania pęknięcia, o ile kształt

strzeń między krawędziami, którą należy zapełnić stopionym materiałem, jest po nagraniu mniejsza.

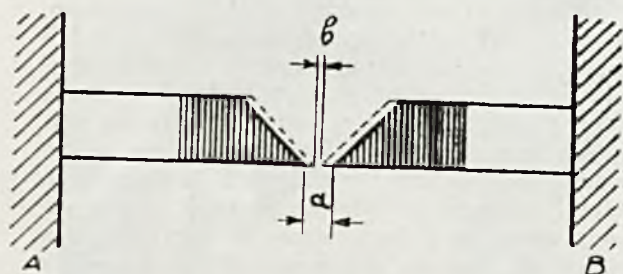
Dotychczas jednak uważaliśmy, że niezukosowane końce prętów pozostają oparte o ścia-



Rys. 10 i 11. Naprawa silnika i głowicy silnika Sauera. Zużyto: węgla — 20 kg, tlen — 2 m³, karbid — 8 kg, pałeczki — 10 kg, czas pracy — 12 godz. (Z praktyki Sp. Akc. Perun).

przedmiotu nie dopuszcza nieskrępowanego działania rozszerzania się i skurczu metalu podczas nagrzewania i stygnięcia. Często konieczne jest stosować specjalne środki, aby uniknąć tego rodzaju pęknięć, albo wewnętrznych naprężeń, powodujących pęknięcie po wykonaniu naprawy.

Ażeby ułatwić zrozumienie procesu powstawania naprężeń wewnętrznych i pęknięć w związku z rozszerzaniem się i skurczem, weźmy prosty przykład spawania pręta żelaznego.



Rys. 12.

Rys. 12 przedstawia dwie zukosowane połówki pręta, między którymi pozostawiono, jak to najczęściej spotyka się w praktyce, pewną odległość. Przypuśćmy, że obie części są tylko oparte końcami o dwie ścianki nieruchome i sztywne. Co nastąpi jeśli nagrzejemy pręty podczas spawania palnikiem?

Każda z części rozszerzy się, a ponieważ końce ich znajdują się w pewnej odległości, więc następstwem rozszerzania zbliżą się do siebie. Wielkość szczeliny między krawędziami zukosowanymi a zmieni się na b , jak schematycznie wskazano na rys. 12. Stąd wynika, że prze-

ny oporowe — tak, jakby to miało miejsce, gdyby pręty stanowiły części jakiegokolwiek przedmiotu. Tylko wychodząc z takiego założenia, dochodzimy do wniosku, że należy zużyć mniejszą ilość metalu stopionego niż w wypadku, gdyby pracę można było wykonać na zimno.

Zjawisko rozszerzania metalu przy nagrzewaniu uprzednim i podczas spawania zostało w ten sposób przez nas wzięte pod uwagę. Przy stygnięciu występuje zjawisko przeciwne.

Gdyby części pręta nie zostały połączone przy pomocy spawania, wróciłyby one po osty-



Rys. 13.

gnięciu do pierwotnych wymiarów, a odległość pomiędzy krawędziami zukosowanymi — do wielkości dawnej. Końce prętów są jednak połączone przez roztopiony metal i, rzecz oczywista, skurcz miejsc nagranych, z obu stron spoiny, rozszerzy swój wpływ na cały pręt, który skróci się przedewszystkiem o długość równą różnicy $a-b$. Poza to, ponieważ metal stopiony również się skurczy, długość pręta zmniejszy się jeszcze o pewną wielkość dodatkową. Zjawisko to jest zobrazowane schematycznie na rys. 13; skurcz metalu jakby został przeniesiony na końce niezukosowane.

Jeżeli jednak te końce były zamocowane do ścianek *A* i *B*, pręt musiałby się wydłużyć o tyle, ile wynosi skurcz pręta wolnego. W pręcie więc powstałyby naprężenia rozciągające. Jeśli te naprężenia przekroczą granicę wytrzymałości żeliwa na rozciąganie, pręt ulega pęknięciu.

W wypadku spawania pękniętej ścianki przedmiotu, lub pręta stanowiącego tylko część składową odlewu, część spawana jest sztywnie zamocowana do części przyległych, przeto skurcz,

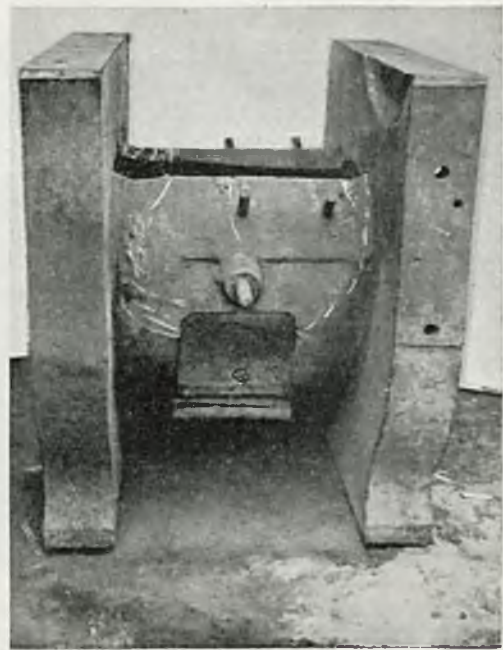
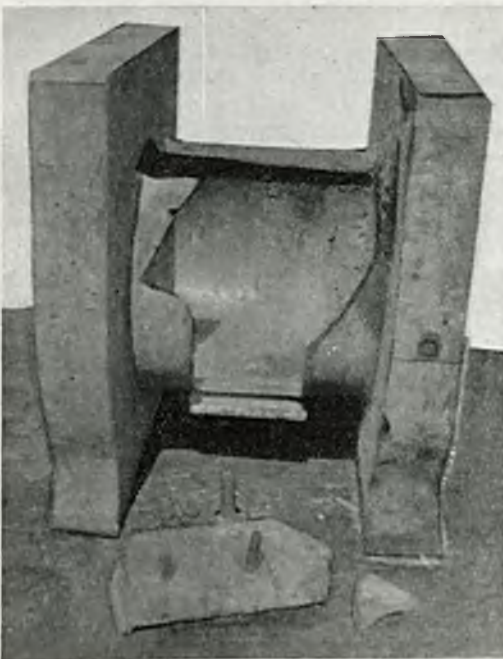
przykład ramki, który zawsze warto przypomnieć. Widzimy tu pęknięcie w miejscu obok spoiny, wykonanej ze zwiększeniem przekroju, lecz bez zastosowania niezbędnych środków ostrożności, t. j. „na zimno“, według terminologii warsztatowej.



Rys. 14 i 15. Naprawa tłoka o urwanem denku. Wykonano nowe denko żeliwne i spojono je do korpusu tłoka, wypełniając jednocześnie wpustki na pierścieniu, aby umożliwić dokładne obtoczenie i wykonanie nowych wpustek. Czas pracy spawacza — 1 godz. Spożycie tlenu $\frac{1}{2}$ m³, acetylenu rozpuszczonego— $\frac{1}{2}$ kg. (Z praktyki Sp. Akc. Perun).

który zawsze musi nastąpić, powoduje nowe pęknięcie, bądź to w samej spoinie, gdzie metal spowodu wysokiej temperatury posiada zmniej-

Jakież środki trzeba zastosować, ażeby uniknąć szkodliwych skutków skurczu i braku ciągliwości żeliwa w stanie gorącym?



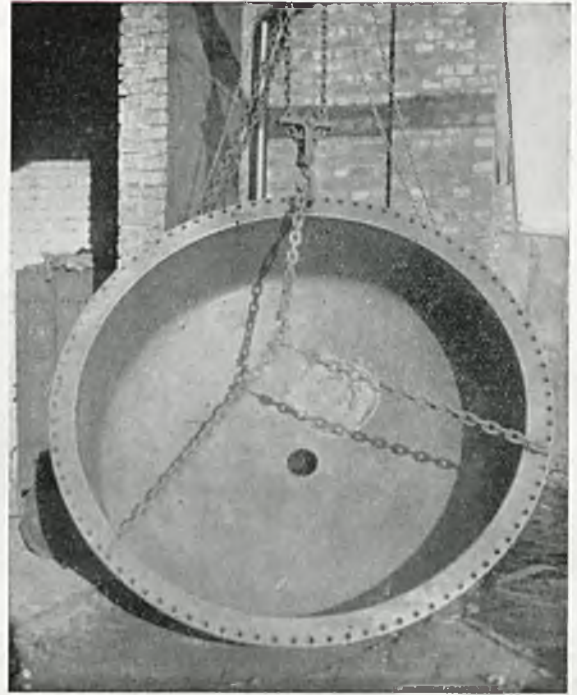
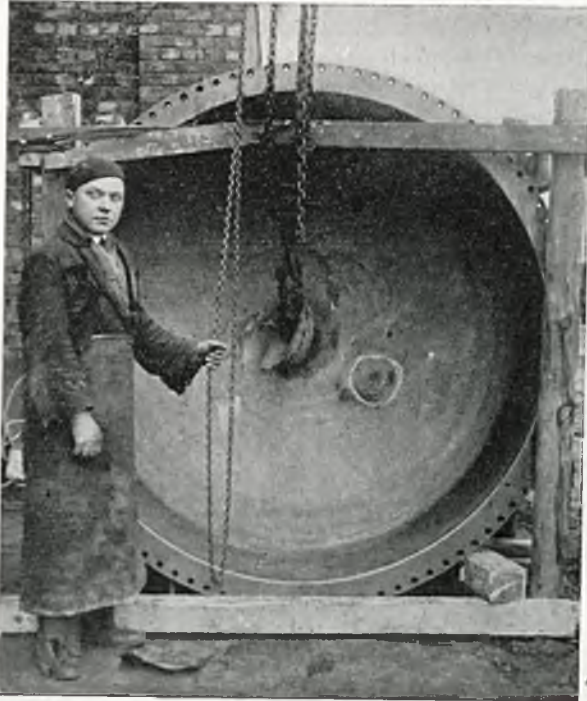
Rys. 16 i 17. Naprawa mieszadła do gliny (odlew żeliwny), wykonana za pomocą spawania acetylenowego. Zużyto 6 kg pałeczek Żelko, 4 m³ tlenu, 16 kg karbidu, 100 gr proszku, 15 kg węgla drzewnego. Czas — 10 godz. (Z praktyki Sp. Akc. Perun).

szoną wytrzymałość, bądź też poza spoiną, w miejscu gdzie przekrój jest zmniejszony, lub materiał przedmiotu spowodu por i t. p. braków jest osłabiony. Rys. 20 przedstawia klasyczny

Radykalnym środkiem jest nagrzanie całego przedmiotu. Jeśli po spawaniu wszystkie części przedmiotu będą zagrzane do tej samej temperatury i przedmiot będzie stył równo-

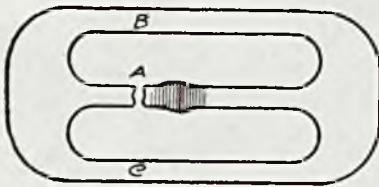
miernie we wszystkich częściach, naprężenia skurczowe nie mogą wystąpić. Jeżeli to jest niemożliwe, należy wywołać przed rozpoczęciem

W wypadku przedmiotów sztywnych i ciężkich w praktyce zawsze stosuje się podgrzewanie w miejscach odpowiednio wyznaczonych.



Rys. 18 i 19. Naprawa kotła żeliwnego średnicy 2 m i wysok. 1 m, o wadze ok. 1800 kg. W celu uniknięcia podgrzewania usiłowano naprawić kocioł zapomocą spawania łukowego. Pomimo jednak wszelkich ostrożności, miejsce spawane pękło po ostygnięciu i dalsze poprawki powiększały tylko pęknięcie. Wobec tego przystąpiono do naprawy palnikiem acetylenowym, która udała się dobrze. Kocioł po naprawie widzimy na zdjęciu drugim. Nie licząc czasu straconego i materiału na spawanie elektryczne, do naprawy tego kotła zużyto: pałeczek żeliwnych — 2 kg, proszku — 0,1 kg, tlenu — 3 m³, karbidu — 12 kg, węgla drzewnego — 30 kg, czas pracy — 3 ludzi po 8 godzin, t. j. 24 godz. rob. (Z praktyki warsztatów Sp. Akc. Perun).

spawania, stosując uprzednio podgrzanie lub ucisk mechaniczny, przesunięcie sztywnych części przedmiotu w kierunku odwrotnym do kierunku działania skurczu. Przerywając to podgrzewanie lub ucisk mechaniczny w chwili, gdy po spawaniu zaczyna się skurcz, pozwalamy materiałowi odkształcić się w tym kierunku, w jakim ciągną go siły skurczu. Materiał nie ulega rozciąganiu, gdyż — będąc uprzednio przesunięty w kierunku przeciwnym do skurczu —



Rys. 20.

obecnie naddaje się w kierunku spoiny, wyrównując zmniejszanie się długości części stygnącej. W ten sposób unika się niepożądanych wpływów skurczu.

Innymi słowy, gdy nie można nagrzać przedmiotu w całości ze względu na znaczne wymiary, należy przed przystąpieniem do spawania wywołać jego odkształcenia w kierunku odwrotnym do skurczu.

Przy przedmiotach posiadających pewną elastyczność można zastąpić podgrzewanie działaniem klinów lub lewarów. Naprzykład, ażeby naprawić pęknięte koło rozpedowe, należy nieco rozsunąć brzegi pęknięcia zapomocą lewara opartego o dwie szprychy. Po spawaniu usuwa się lewar, ażeby mógł się odbyć skurcz metalu.

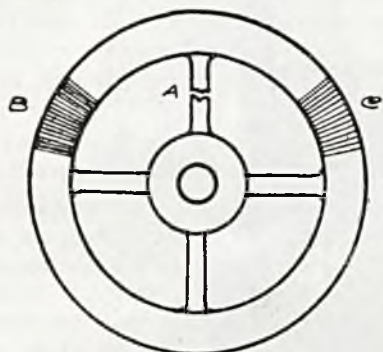
Przypuśćmy, że mamy naprawić ramkę pękniętą w miejscu *A* (rys. 20). Ażeby zrównoważyć skurcz samej spoiny, a także miejsc przyległych, należy podgrzać do czerwoności części *B* i *C* na takiej długości, na jakiej przypuszczalnie będzie nagrzana część *A*. Rozszerzenie w *B* i *C* spowoduje rozejście się krawędzi pęknięcia *A*. Podgrzanie powinno trwać w ciągu całego czasu wykonania spoiny, ażeby wszystkie trzy części następnie stygły jednocześnie.

Naprawę koła rozpedowego, przedstawionego na rys. 21 i 22, przeprowadzono w ten sam sposób.

Różnicę wymiarów poprzecznych obwodu koła i jego ramion przedstawiono w sposób nieco przesadny, w tym celu, aby lepiej zobrazować, iż niemożliwością byłoby wykonać spawanie bez poprzedniego podgrzania.

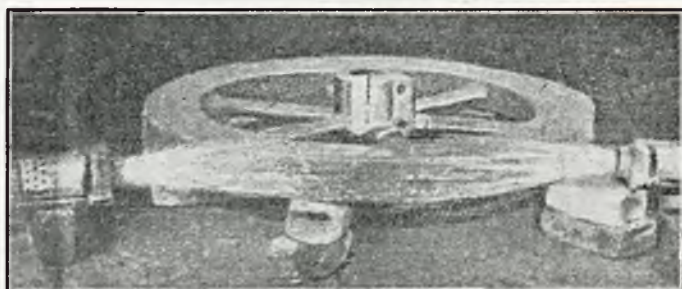
Dobry natomiast wynik jest zapewniony, o ile postąpimy, jak w opisanym wyżej wypadku ramki, t. j. jeśli dzięki rozszerzeniu się metalu przez podgrzanie wywołamy powiększenie odległości pomiędzy krawędziami pęknięcia *A*;

w ten sposób wyrównamy skurcz materiału w spoinie, który nastąpi podczas stygnięcia. Podgrzewać należy w danym wypadku punkty B i C; rozszerzanie się metalu wywoła dwie



Rys. 21.

prawach „na zimno” należy w kalkulacji wychodzić z wydajności od 100 do 150 ltr acetylenu na godzinę na milimetr grubości spawanego materiału. Przy naprawie przedmiotów podgrza-



Rys. 22. Ogrzewanie wieńca koła przed spawaniem ramion.

siły, których wypadkowa będzie skierowana wzdłuż ramienia pękniętego w miejscu A.

Powyższe dość elementarne w gruncie rzeczy objaśnienia i przykłady, które jednak dobrze jest sobie uprzytomnić od czasu do czasu, mogą służyć za podstawę do dyskusji w najrozmaitszych wypadkach naprawy przy pomocy spawania przedmiotów żeliwnych.

Spawanie żeliwa palnikiem acetylenowo-tlenowym.

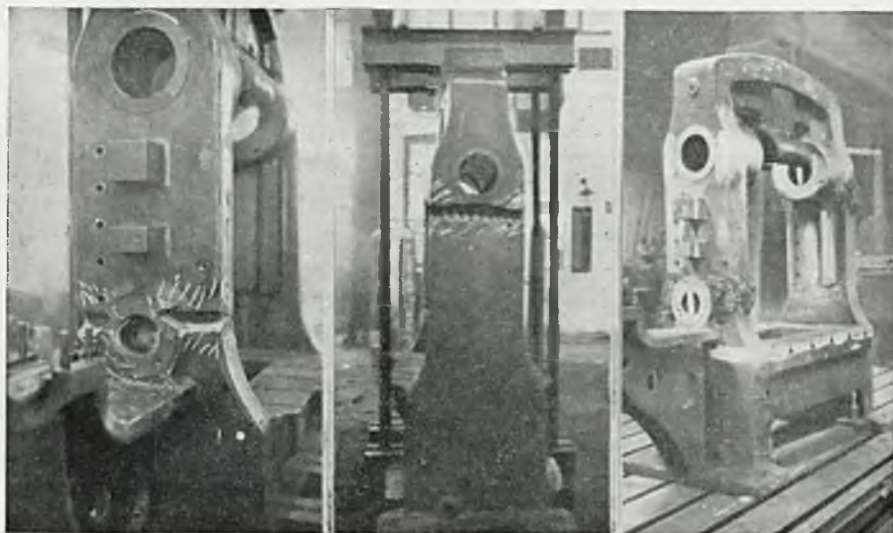
Wyżej widzieliśmy, w jaki sposób zwalczą się główne trudności przy spawaniu żeliwa: tworzenie się żeliwa białego oraz pęknięcia i naprężenia wewnętrzne wywołane przez skurcz. Ażeby uzupełnić opis postępowania przy naprawach odlewów żeliwnych, pozostaje podać pokrótce kilka wskazówek co do wielkości palnika, sposobu jego prowadzenia, przygotowania przedmiotów do spawania, stosowania środków redukujących i chłodzenia spawanych części po skończeniu spawania.

Ciepło topienia żeliwa jest dość wysokie; ażeby stopić określoną ilość żeliwa, należy zużyć większą ilość ciepła, niż dla stopienia takiej samej ilości stali. Chociaż temperatura topienia żeliwa (przeciętnie 1150°) jest niższa niż stali (około 1450° dla stali miękkiej) i chociaż — z drugiej strony — przewodnictwo cieplne żeliwa jest również mniejsze, wyższe ciepło topienia wymaga stosowania palników o większej wydajności niż przy spawaniu stali. Przy na-

nych uprzednio do koloru wiśniowego miarodajną jest wydajność 100 ltr acetylenu na milimetr grubości.

Wyżej wspominaliśmy o tem, że żeliwo jest stosunkowo złym przewodnikiem ciepła. Należy więc trzymać palnik w taki sposób, ażeby płomień padał na materiał pionowo, a nie ukośnie, gdyż w tym ostatnim wypadku metal stopiony byłby wydmuchiwany zbyt daleko naprzód w kierunku spoiny i, stykając się z metalem jeszcze za mało ogrzanym, przyklejałby się, zamiast z nim się stapiać.

Krawędź części łączonych należy ukosować, począwszy od grubości ponad 3 mm, co prawie



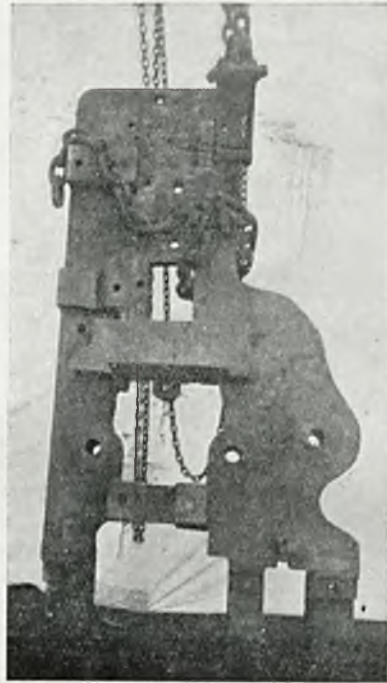
Rys. 23, 24. Wycięte pęknięcia obu ramion prasy. Rys. 25. na prawo — prasa po naprawie. Do wykonania tej naprawy zużyto: a) do podgrzewania: 500 kg węgla drzewnego, 70 kg karbidu i 23 m³ tlenu, b) do spawania: 30 m³ acetylenu rozpuszczonego, 40 m³ tlenu, 35 kg pałeczek „Żelko” i 2 kg proszku do żeliwa. Czas: 4 godz. na podgrzewanie i 17 godz. na spawanie — 2 ludzi. (Z praktyki Sp. Akc. Perun)

zawsze ma miejsce przy przedmiotach żeliwnych. Można więc przyjąć jako zasadę, że przy spawaniu żeliwa ukosowanie jest obowiązkowe.

Gdybyśmy zaczęli spawać żeliwo o grubości np. 8 mm bez ukosowania, byłibyśmy zmuszeni,

ażebymy dojść do spodu spoiny, zbliżyć jąderko płomienia do samej powierzchni metalu, co sprzyja — o czym było mówiono wyżej — two-

nik) jest więc niezbędny, ażebymy rozpuścić tlenki, przeszkadzające dobremu łączeniu się metalu; proszek, oprócz tego, powinien również



Rys. 26 i 27. Zukosowane pęknięcie na ramie gwoździarki i rama naprawiona. Zużyto: pałeczek żeliwnych — 3 kg, proszku — 250 gr, tlenu — 3,5 m³ i karbidu — 14 kg. Czas spawania — 4½ godz. Do podgrzania zużyto 20 kg węgla. (Z praktyki Sp. Akc. Perun).

rzeniu się żeliwa białego. Oprócz tego ukosowanie ułatwia należyte wymieszanie się krzemu zawartego w spoinie z metalem rodzimym, co dodatnio wpływa na jakość połączenia.

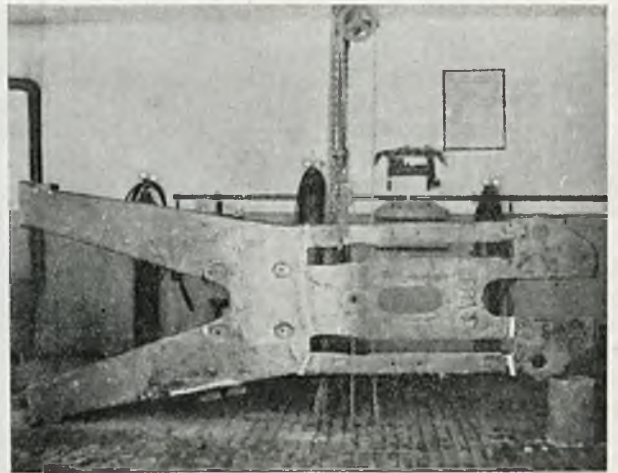
Przy przedmiotach uszkodzonych, lecz nie pękniętych nawyloc, należy wykonać ukosowanie ścinakiem w ten sposób, ażebymy wglębiając się dostatecznie, nie przebić nienadwerżonej warstwy. Ażebymy zapobiec dalszemu pękaniu przedmiotu wskutek rozszerzania się przy nagrzewaniu, dobrze jest wywiercić otwory przy końcach rysy.

Przy spawaniu cienkich ścian należy podłożyć pod spoinę pasek metalowy, aby uniknąć zapadania się metalu. Normalnie spawanie żeliwa, wskutek płynności metalu stopionego, wykonywa się poziomo. Gdy przedmiotowi, ze względu na jego wymiary, nie można nadać odpowiedniego położenia, stosuje się, celem podtrzymania stopionego metalu, formy wykonane z grafitu.

Przy spawaniu przedmiotu, składającego się z oddzielnych części, należy je uprzednio bardzo starannie dopasować, ponieważ brak ciągłości żeliwa nie daje możliwości przeprowadzenia jakichkolwiek poprawek po ukończeniu spawania.

Stosowanie odpowiedniego proszku jest konieczne, ponieważ tworzące się tlenki żelaza topią się dopiero przy ca 1350°, t. j. w temperaturze znacznie wyższej niż żeliwo. Oprócz tego tlenki nie wypływają na wierzch kąpiel. Nie będąc więc stapiane i wydmuchiwane przez płomień, jak podczas spawania stali, tlenki tworzą na metalu stopionym błonkę. Proszek (top-

przeszkadzać spalaniu się węgla i chronić stopiony metal od wchłaniania gazów, tworzących pęcherze.



Rys. 28. Naprawa stojaka do traka zapomocą spawania acetylenowo-tlenowego. Stojak ten pęknięty był w trzech miejscach. Waga ok. 600 kg, wysokość ok. 3 m. Do naprawy zużyto: 15 m³ tlenu, 50 kg karbidu, 8 kg. pałeczek żeliwnych, 0,25 kg. proszku do żeliwa, 80 kg węgla drzewnego. Robocizna obejmowała: przygotowanie materiału — 16 godzin, spawanie: dwóch spawaczy, razem 16 godzin. (Z praktyki Warsztatów E. Kozłowskiego we Lwowie).

Zagrzaną pałeczką spoiwa zanurza się do proszku, a następnie wprowadza się koniec pałeczki pokrytej topnikiem do kąpiel stopionego metalu, gdzie się ją porusza, mieszając metal, ażebymy wydalić gazy i uniknąć pęcherzy.

Konieczność używania topnika, ażeby rozpuścić tlenki z jednej strony, a ważne znaczenie krzemu, który zapobiega tworzeniu się żeliwa białego z drugiej, tłumaczy, dlaczego przy spawaniu żeliwa należy unikać poprawek; jeśli się jednak nie da ich uniknąć, nie wolno przetać części spoiny już wykonanej bez stosowania tak spoiwa, jak i proszku redukującego.

Urządzenia do naprawy przedmiotów żelaznych palnikiem acetylenowym.

Jak wyżej wspomniano, przy spawaniu żeliwa w bardzo licznych wypadkach zachodzi konieczność uprzedniego podgrzewania przedmiotu, ażeby uniknąć powstawania pęknięć, albo wewnętrznych naprężeń.

Do podgrzewania przedmiotu robi się zwykle ognisko z cegieł dostosowane do wielkości przedmiotu i nagrzewa się przedmiot, okładając go koksem lub węglem drzewnym. Do mniejszych przedmiotów można użyć bębna po karbidzie, w który wkłada się koks; bęben ustawia się na ceglach, a w dolnej części bębna robi się wokoło szeregu otworów dla dostępu powietrza.

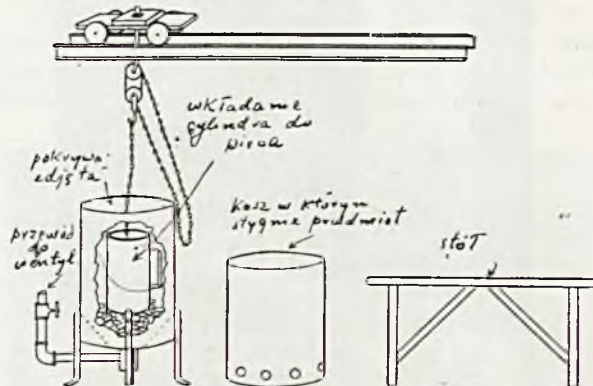
Jeżeli nie stosuje się ogrzewania gazowego, najodpowiedniejszy do podgrzewania jest węgiel drzewny, ponieważ nie wymaga wzmocnionego ciągu powietrza i daje przy spalaniu się ciepło równomierne bez dymu lub sadzy, któreby pokrywały przedmiot i utrudniały spawanie. Koks mniej się do tego celu nadaje, ponieważ daje wysoką temperaturę i ciepło zbyt umiejscowione.

Niezależnie od urządzenia podgrzewanie należy przeprowadzać tak, ażeby przedmiot nie był wystawiony na działanie zimnych prądów powietrza; po ukończeniu spawania powinno się zwrócić największą uwagę na to, ażeby przedmiot stygł bardzo powoli. Przy wielkich przedmiotach stygnięcie może czasem trwać do 48 godzin. W tym celu pozostawia się przedmiot w ognisku, w którym był podgrzewany i spawany, obsypując go popiołem i węglem i pokrywając całe ognisko osłoną z cegieł, tektury azbestowej, blachy lub t. p.

Przy mniejszych przedmiotach, podgrzewanych w piecykach, zamyka się szczelnie piecyki i pozostawia się w nich przedmiot aż do zupełnego ostygnięcia.

Na rys. 29 przedstawione jest bardzo wygodne urządzenie. Składa się ono z piecyka żelaznego wyłożonego ceglą ogniotrwałą, do którego od dołu doprowadza się przewodem powietrze, pędzone wentylatorem elektrycznym, używanym do małych kuźni. Piecyk zrobiony został ze starego szmelcowego zbiornika. Trzy takie piecyki różnej wielkości są ustawione jeden za drugim, każdy jest połączony przewodem z wentylatorem. Zapomocą kurka można dowolnie regulować dopływ powietrza do każdego z pieców. Górą na szynach przesuwają się mały dźwigi, zapomocą którego opuszcza się i wyciąga przedmiot z piecyka. Po nagraniu przedmiotu przesuwają się go na stół spawacza, a po skończeniu spawania wkładają się przedmiot do żelaznego kosza, zrobionego również ze sta-

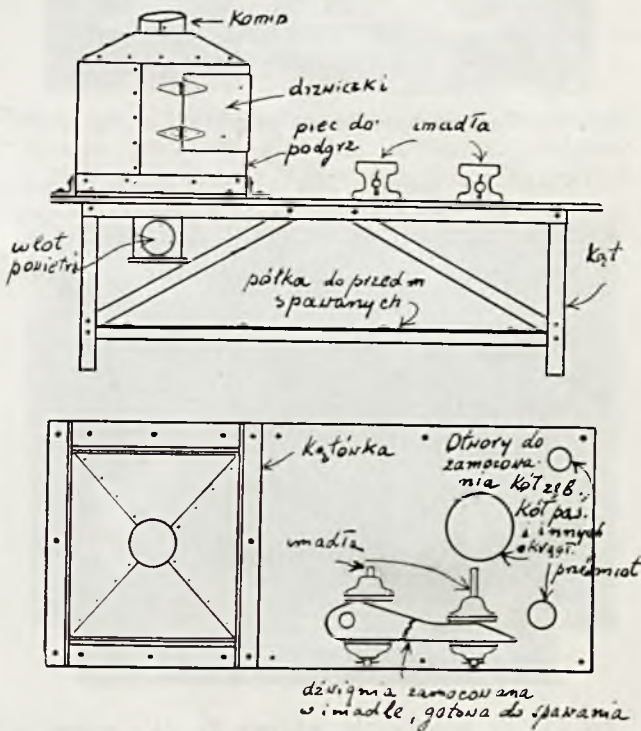
rej blachy, z otworami u dołu, aby można było rozżarzyć w nim koks lub węgiel drzewny. Po włożeniu przedmiotu do kosza zakrywa się go pokrywą, a dolne otwory zasuwa się paskiem blachy, aby nie było ciągu i przedmiot mógł



Rys. 29.

powoli ostygnąć. Aby żar z pieca nie dokucał spawaczowi, ustawiono kosz między piecem i stołem, a nie za stołem, jakby to wypadło z kolejności roboty.

Szyny nad stołem można również używać do zawieszenia samego palnika. Zwykle bowiem do spawania żeliwa używa się palnika o dużej końcówce, aby spawanie szybko przeprowadzić i rączka palnika musi być długa, aby spawacz mógł nieco dalej stać od żaru. Palnik

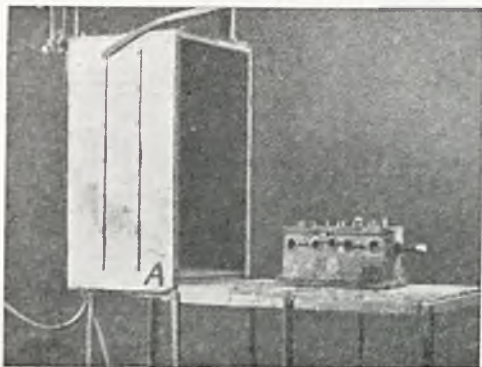


Rys. 30.

więc jest ciężki i ręka łatwo się męczy, dlatego dobrze jest go sobie zawiesić. To zawieszenie musi być takie, aby pozwalało na swobodny ruch palnika.

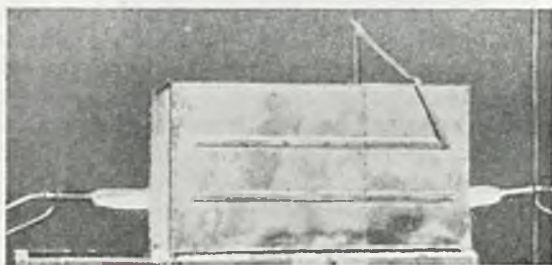
Na rys. 30 widzimy innego rodzaju urządzenie w jednej z amerykańskich wytwórni, gdzie

dużo trzeba naprawiać przedmiotów stosunkowo niewielkich, ale trudnych do dobrego uchwycenia i zamocowania na stole spawacza.



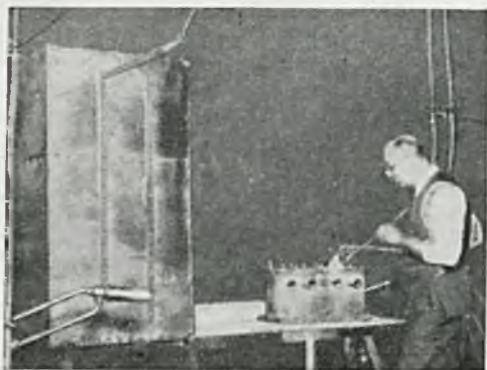
Rys. 31. Piecyk do nagrzewania odlewów.

Blat stołu jest zrobiony ze szmelcowej blachy grub. 10 mm, pozatem cała konstrukcja jest zrobiona ze spawanych kątownek. W dolnej części stołu zrobiono skład na przedmioty wykonane, aby nie zabierały miejsca obok stołu.



Rys. 32. Podgrzewanie dwoma palnikami z obu stron.

Niewielki piecyk jest tu ustawiony bezpośrednio na przedłużeniu stołu i przymocowany do niego zapomocą kątownki spawanej naokoło szwem przerywanym. Na stole widzimy dwa



Rys. 33. Po podniesieniu pokrywy do góry wykonywa się spawanie.

imadła, w których można zamocować podłużne przedmioty, jak np. dźwignie (patrz. rysunek). Oba imadła mogą się przesuwac w poprzek stołu, w wyciętych na stole kanalikach, aby można było dostosować się łatwo do różnych wygiętych

kształtów części naprawianych. Co zaś do przedmiotów okrągłych, jak koła zębate, pasowe i t. p., to w celu łatwiejszego zamocowania ich na stole, porobiono w nim szereg otworów okrągłych różnej wielkości, tak aby można było umieścić w nich piastę, a wieniec wówczas opiera się na stole.

W piecyku znajduje się ruszt, na który kładzie się przedmiot. Piecyk jest wyłożony szamotką, a w górnej części umocowana jest rura, która łączy się z przewodem kominowym. Od dołu rurą dopływa powietrze, ciąg daje zwykły wentylator kuzienny pędzony przez silnik elektryczny 1/4 konia. Do rozgrzania przedmiotu używa się węgla drzewnego lub dobrego koksu, po spawaniu wkłada się przedmiot z powrotem do pieca, zamyka się dopływ powietrza i pozwala mu się stygnąć powoli.

Również ciekawe urządzenie tego rodzaju przedstawia rys. 31—33.

Jest to piecyk, który ma formę pokrywy bez dna, obracającej się na zawiasach około krawędzi A (rys. 31). Piecyk umieszczony jest bezpośrednio na stole do spawania. Pokrywa zawieszona na bloku u sufitu może być podnoszona i opuszczana ze stanowiska spawacza.

Rys. 31 przedstawia położenie odlewu przed nagrzewaniem. Po opuszczeniu pokrywy, spawacz przysuwa dwa palniki, które przez otwory w pokrywie średnicy 100—150 mm nagrzewają przedmiot (rys. 32).

Pokrywa jest to pudło o podwójnych ściankach żelaznych, przestrzeń między którymi jest wypełniona lekkim materiałem izolującym od straty ciepła (np. wełną mineralną).

Po odpowiednim zażraniu, spawacz odstawia palniki; ciągnąc za linkę, podnosi on pokrywę piecyka, która siada na jednym boku na przedłużeniu stołu, i przystępuje natychmiast do spawania (rys. 33). Jeżeli spawanie trwa długo i przedmiot nieco ostygnie, trzeba na nowo opuścić pokrywę na przedmiot i zapalić palniki ogrzewające. Tym sposobem przez cały czas spawania przedmiot ma odpowiednią temperaturę, nie będąc ruszanym ze stołu. Po zakończeniu spawania jeszcze raz równomiernie podgrzewa się przedmiot do koloru ciemno wiśniowego i wkłada się do skrzynki wypełnionej mączką azbestową, zasypuje całkowicie mączką i nie wyjmuje się go póty, póki nie ostygnie całkowicie, co trwa kilkanaście godzin. Tym sposobem przedmiot po naprawie jest pozbawiony wszelkich naprężeń wewnętrznych.

Przy zwykłym ogrzewaniu na koksie, czy węgla drzewnym, trudniej jest osiągnąć równomierne nagrzanie wszystkich części odlewu i zawsze istnieje niebezpieczeństwo „rzucania się” przedmiotu, co przy blokach cylindrowych np. może mieć jako skutek zowalizowanie cylindrów. Spawanie na ognisku jest niewygodne, popiół przeszkadza czystemu spawaniu, obracanie przedmiotu jest utrudnione; tych wszystkich niedogodności niema, gdy się posiada urządzenie wyżej opisane *).

(dok. nast.).

*) The Welding Review, November 1931.

Korozja łopatek turbinowych i ich naprawy przy pomocy lutospawania.

621.79 : 620.191
5000 słów + 3 rys.

Na łopatkach turbomaszyn wszelkiego rodzaju, jak turbiny, pompy odśrodkowe i t. d., po pewnym czasie użytkowania występują dość liczne oznaki korozji, na co została zwrócona uwaga inżynierów zwłaszcza od czasu budowy pierwszych turbin morskich (doświadczenia z „Daring” i „Turbinia” w roku 1894), które posiadały znaczną szybkość obrotową.

Zauważono, że przy szybkościach obrotowych przekraczających pewną granicę i nieznacznych wielkościach ciśnienia wody, t. j. przy niewielkich głębokościach zanurzenia (przy łodziach podwodnych głębiej zanurzonych korozja nie powstaje) na powierzchni grzbietów łopatek śrub tworzyły się wydrążenia, gdzie zbierało się wydzielane z wody powietrze i gdzie występowały nadzwyczaj silne objawy korozji.

Przeprowadzone badania teoretyczne i doświadczalne wykazały, że w granicach wielkich szybkości i ciśnień odpowiednio małych, by mogły się wydzielać gazy, zaczynają tworzyć się próżnie, które nie są stałe, lecz znikają i występują okresowo, jak podczas gry na harmonji. Ta okresowość wytwarzania się i znikania próżni wywołuje uderzenia wody o ścianki metalowe z siłą o wielkości do kilku tysięcy kg na cm², powodując gwałtowną korozję, a równocześnie znaczne straty energii, zmniejszające wydajność turbiny.

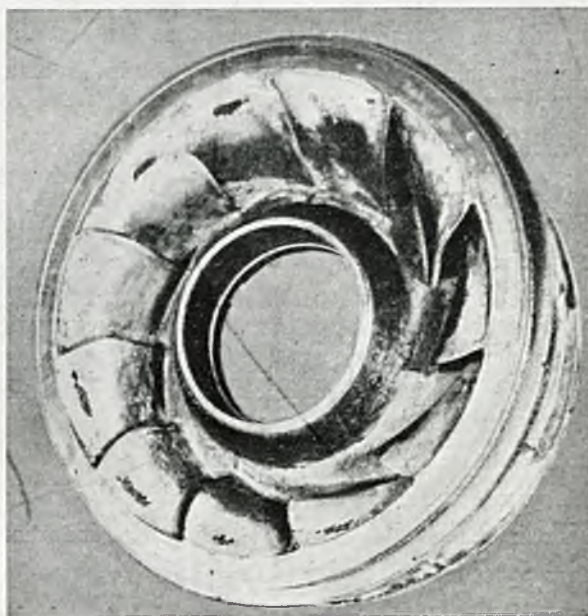
Tow. Brown-Bovery badało uszkodzenia powstające od cienkich strumieni wody na metalowych prętach umocowanych na obwodzie koła, obracającego się z wielką szybkością (szybkość na obwodzie 200 m na sek.), przy czym ustalono, że silne objawy korozji występują już po stosunkowo małej ilości uderzeń (200.000).

Innego rodzaju doświadczenia, przeprowadzone przez Fottinguer'a, dotyczyły zjawiska próżni przy ściankach szklanych; badania te wykazały, że po pewnym czasie zawsze zaczyna występować korozja. W niektórych wypadkach ścianki szklane były nawet przedziurawione w czasie krótszym od godziny.

Badania powyższe udowodniły, że korozja występuje przeważnie wskutek działania mechanicznego, ponieważ szkło nie podlega tu żadnej reakcji chemicznej. Wnioski Fottinguer'a są następujące: próżnie i w następstwie korozja wytwarzają się w miejscach, gdzie ciśnienie jest małe a szybkość bardzo wielka.

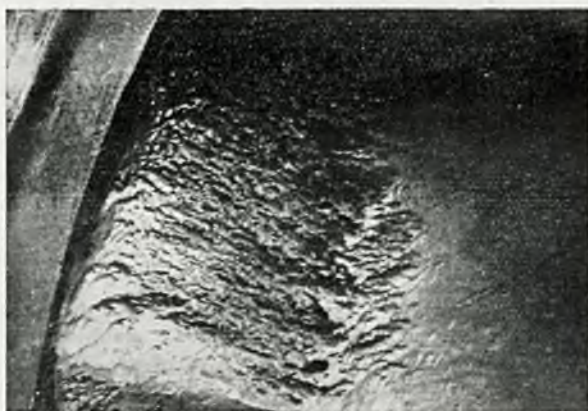
Od chwili, gdy hydrotechnicy znaleźli w technicznych metodach spawalnictwa wygodny i szybko działający środek pomocniczy, naprawa turbomaszyn sprowadza się przeważnie do nakładania na łopatkach wyżartych miejsc. Najdogodniej jest zastosować w tym celu lutospawanie. Łopatki w ten sposób naprawione pracują doskonale. Zamieszczone poniżej zdjęcia ilustrują ciekawy przykład tego rodzaju pracy wykonanej ostatnio we Francji.

W danym wypadku szło o naprawę kół turbiny Francisa, łopatki których były mocno nadwężone przez korozję. Rys. 1 przedstawia jedno z kół turbinowych, które było w ruchu



Rys. 1. Koło turbinowe z wyżarciami na łopatkach po 2.400 godz. ruchu.

w ciągu 24.000 godzin; jak widać, wszystkie łopatki posiadały głębokie wyżarcia, niektóre z nich przechodziły nawet nawylot. Na rys. 2

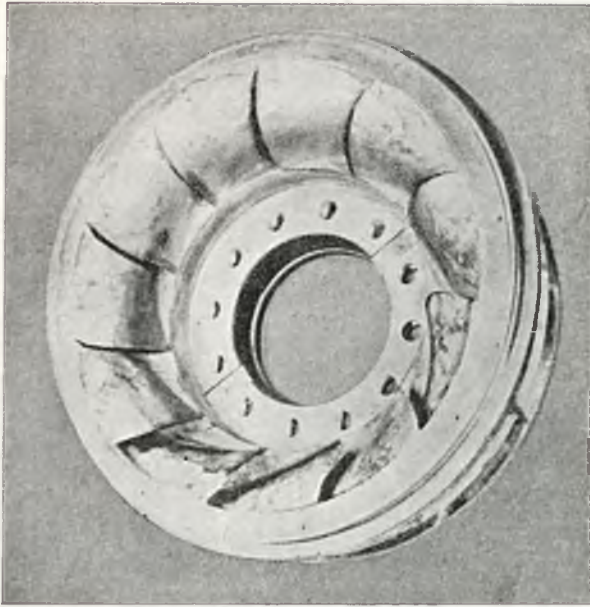


Rys. 2. Charakterystyczny wygląd wyżarcia.

pokazano zbliżony charakterystyczny wygląd wyżarcia o powierzchni ziarnistej, poprzecinanej głębokimi rowkami.

Naprawa przy pomocy lutospawania nie wymaga specjalnych przygotowań lub środków ostrożności; poprostu nakłada się odpowiedniej grubości warstwę metalu, którą następnie wyrównuje się przekuwaniem. Pracę należy powierzyć doświadczonemu spawaczowi, zaopa-

trzonemu w odpowiednie narzędzia, między innymi potrzebne są szablony dla sprawdzenia



Rys. 3. Koło turbinowe po naprawie.

krzywizny łopatek. Koszt wykonania jest niewielki, naprawione zaś koło może pracować w ciągu takiego samego czasu jak nowe, niezależnie od tego, czy było wykonane z szarego żeliwa, lub też ze stali lanej.

Rys. 3 przedstawia koło turbinowe po naprawie, poniżej są umieszczone niektóre dane dotyczące wykonania wskazanej pracy,

Wydajność palnika	1000 ltr. ac. na godz.
Srednica spoiwa	6 mm
Czas pracy	25 godz. (22 łopatki)

Koszt naprawy przedstawiał się następująco:

Robocizna	150 fr. fr.
Tlen i acetylen	150 " "
Spoivo	300 " "
Przygotowanie-wygładzanie i t. d.	200 " "

Razem 800 fr. fr.

Jeśli wziąć pod uwagę, że koszt nowego koła wynosi około 10.000 fr., to oczywiście jest, że wydatek na naprawę koła zapomocą lutowania jest całkiem usprawiedliwiony i opłaca się sownie. (Le Soudeur-Coupeur Nr. 5, 1935).

Słownik spawalniczy.

Dążąc do ustalenia słownictwa, rozpoczynamy druk najważniejszych nazw i wyrażeń, używanych obecnie w naszej literaturze spawalniczej, i prosimy naszych czytelników o przysyłanie nam swoich uwag i proponowanych zmian. Materiały te posłużą naszemu Stowarzyszeniu do ostatecznego ustalenia terminów spawalniczych, poczem będzie można przystąpić do wydania słowniczka polsko-niemiecko-francuskoangielskiego.

Uważamy za wystarczające porównanie nazw polskich i niemieckich, ponieważ literatura techniczna niemiecka jest bardziej rozpowszechniona w kraju. Dodanie następnie obok terminów niemieckich, również terminów francuskich i angielskich, nie będzie przedstawiało trudności wobec istnienia już słowników w tych językach.

Abbreuschweissung - Abschmelzschweissung—	Abreissen (des Lichtbogens)—	absatzweise Schweissung—	abschmelzen—	abschrägen—	Absperrhahn—	aluminothermische Pressschweissung—	„ Giessschweissung—	Apparategas—	Arcatom-Schweissung—	Atemschutz-Atmungsmaske—	Spawanie elektryczne iskrowe, sp. iskrowe przerywanie, przerwanie łuku spawanie przerywane topić ukosować kurek zgrzewanie aluminotermi-towe, zgrzewanie termi-towe spawanie termi-towe gaz z wytwornicy spawanie atomowe (wodorowo-łukowe) maska oddechowa
---	------------------------------	--------------------------	--------------	-------------	--------------	-------------------------------------	---------------------	--------------	----------------------	--------------------------	---

413 = 43 = 491.85
500 słów

aufschweissen-auftrag-schweissen—	ausbrennen—	Ausgangswerkstoff—	ausglühen—	ausixen—	auskreuzen-ausvauen—	ausschneiden—	Auto-gen—	Autogengerät—	Azetylen—	„ gelöstes—	„ - sauerstoffschneid-brenner—	Azetylen-sicherheitsvorlage—	napawać wyciąć tlenem materiał rodzimy, macierzysty wyżarzać ukosować, zukosować na X (obustronnie) ukosować na V (jednostronnie) wyciąć (nie tłomaczy się) sprzęt acetylenowy, do spawania acetylenowego acetylen acetylen rozpuszczony palnik acetylenowo-tlenowy do cięcia bezpiecznik wodny
-----------------------------------	-------------	--------------------	------------	----------	----------------------	---------------	-----------	---------------	-----------	-------------	--------------------------------	------------------------------	---

*) Dawniej „autogene Schweissung” tłomaczono przez nazwę „samorodne”, wzgl. „autogeniczne” spawanie w celu zaznaczenia, że spawanie odbywa się bez użycia siły mechanicznej. O ile w niemieckim języku tego rodzaju odróżnienie było konieczne, ponieważ wyraz Schweissung oznaczano, przed wprowadzeniem spawania, zgrzewanie kuzienne, o tyle w polskim języku wyraz „samorodne”, ew. „autogeniczne” jest zbędny i niewłaściwy, gdyż sam termin „spawanie” zawiera w sobie pojęcie łączenia przez stapianie krawędzi, bez stosowania siły mechanicznej. Ostatnio i Niemcy zmieniają to wyrażenie na Schmelzschweissung.

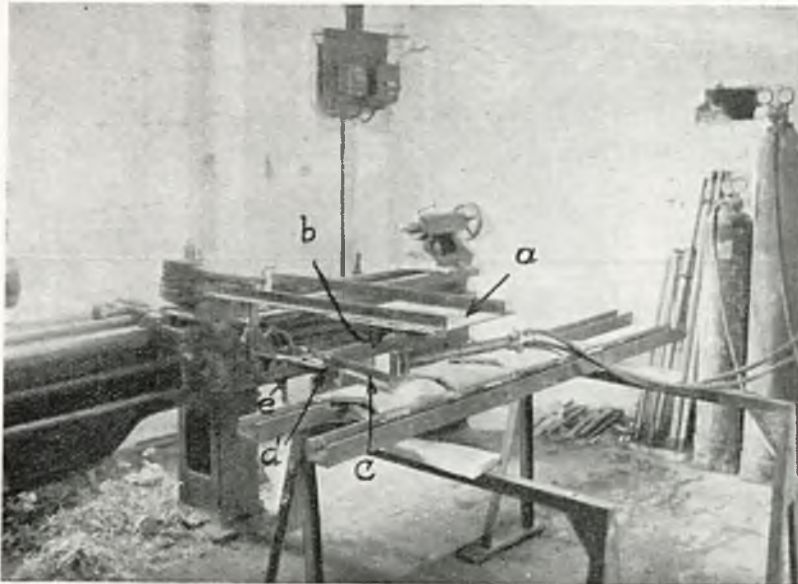
W potocznym języku technicznym „autogene Schweissung” oznacza spawanie acetylenowe w przeciwstawieniu do „elektrische Schweissung”; w tych wypadkach wyraz „autogen” znajduje swój odpowiednik w wyrazie „acetylenowy”.

Bindung—	związanie, przenikanie	entzünden—	zapalić
Blasenbildung—	tworzenie się pęcherzy	Fehlstelle—	miejsce wadliwe
blasenfrei—	wolny od pęcherzy	Festigkeitsschweissung—	spawanie wytrzymałe
Bogen (Lichtbogen)—	łuk	Festnaht—	spoina wytrzymała
Brenner—	palnik	Feuerschweissung—	zgrzewanie ogniskowe
Einzel- —	palnik o 1 końcówce (dziobie)	Flachnaht—	spoina płaska
Gleichdruck- —	palnik o równomiernem ciśnieniu (gazów)	Flamme—	plomień
Heiz- —	palnik podgrzewający	" neutrale—	" neutralny
Injektor- —	palnik niskiego ciśnienia, inżektorowy, smoczkowy	" oxydierende—	" utleniający
" kopf—	kończówka (dziób)	" reduzierende—	" redukujący
" mundstück—	dysza	Flammeneinstellung—	nastawienie (regulacja płomienia)
" Schweiss- —	palnik do spawania	Flammenrückschlag—	powrót płomienia (gazów)
" spitze—	dysza	Flankenkehlnaht—	spoina pachwinowa boczna
Wechselschweiss- —	palnik o zmiennych końcówkach (dziobach)	Flansche—	kołnierz, kryza
Brenngas—	gaz palny	Flasche—	butla
Brennschneiden—	cięcie tlenowe, cięcie tlenem	Flaschenazetylen—	acetylen rozpuszczony (z butli)
Brennschnittspalt—	szczelina	Flaschengaz—	gaz z butli
Brille—	okulary	fliessen—	płynąć, topić się
Brillenglas—	szkło okularów	Fluss—	płynięcie
Bruchdicke—	grubość spoiny w przekroju niebezpiecznym	Flussmittel—	środek redukujący, topnik
Bruchquerschnitt—	przekrój niebezpieczny	Fuge—	szczelina
Deckglas—	szkło ochronne	Füllmasse, Füllmaterial—	masa porowata, materiał do napełnienia butli acetylenowych
Dicht-und Festnaht—	spoina szczelna i wytrzymała	Funke—	iskra
Dichtnaht—	spoina szczelna	Gaz—	gaz
Dichtungsschweissung—	spawanie uszczelniające	Gasblase—	pęcherz gazowy
Dicke der Schweissnaht—	grubość spoiny	Gasbrennschnitt—	cięcie gazowe
Dissousgas—	acetylen rozpuszczony	Gaserzeuger—	wytwornica, generator
Doppeldruckminderventil —	reduktor (rozprężacz) dwustopniowy	Gasflasche—	butla gazowa
Draht—	druk	" glocke—	dzwon gazowy
Druckminderventil—	rozprężacz (reduktor)	" mantel—	plaszcz gazowy
Dübelschweissung—	spawanie brózdowe (szczelinowe)	" pore—	pora gazowa
durchbrennen—	przebrać tlenem	" schmelzschweissung—	spawanie gazowe
durchlaufende Naht—	spoina ciągła	" schweissapparat—	urządzenie do spawania gazowego
durchschmelzen—	przetopić	" schweissverfahren—	sposób spawania gazowego
durchschweissen—	spawać nawyłot	" überschuss—	nadmiar (nadprodukcja) gazu
Düse—	dysza	" verbrauch—	spożycie (rozchód) gazu
eben—	płaski	Gesichtsmaske —	maska
Einbrand—	wtopienie	Gleichdruck—	równomierne ciśnienie
Einbrandtiefe —	głębokość wtopienia	Grund (einer Schweissnaht)—	wierzchołek spoiny
einbrennen—	wtopić	Grundmaterial-werkstoff—	materiał podstawowy, macierzysty, rodzimy
einfache Abschrägung—	ukosowanie jednostronne	Gusseisenkaltschweissung—	spawanie żeliwa na zimno
eingeschweisstes Material—	materiał dodany, wtopiony	Gusseisenwarmschweissung—	spawanie żeliwa na gorąco
Einschluss—	domieszka	Haarriss—	włoskowate pęknięcie, rysa
einschrumpfen—	skurczyć się	hämmern (die Schweissnaht)—	przekuwać (spoinę)
Einspannbacke—	szczęka zaciskowa	Hammerschweissung —	zgrzewanie kuzienne
Einwurfapparat - Einwurfentwicker—	wytwornica wrzutowa	Handschuhe—	rękawice
Elektrode—	elektroda (pałeczka)	Handschweissung—	spawanie ręczne
" blanke —	elektroda goła	hartlöten—	lutować na twardo
" getauchte-umhüllte—	elektroda powlekana	heften—	szczepiać
" umwickelte—	elektroda owijana	Heftschweissung—	spawanie ze szczepianiem
Elektrodenhalter—	uchwyt do elektrod	Heizflamme—	plomień podgrzewający
entschlammern—	odszlamować	Injektorbrenner—	palnik inżektorowy, smoczkowy
Entwickler—	wytwornica	Kalkschlamm—	szlam wapienny

Z PRAKTYKI SPAWACZA

Przystosowanie tokarki do maszynowego cięcia tlenem.

W zeszytcie 9-ym r. b. „Spawanie i Cięcie Metali” znajdujemy bardzo pouczający artykuł o cięciu tlenem,



Z artykułu tego wynika, że cięcie tlenem wtedy dopiero wykazuje pełne swoje zalety, kiedy stosuje się urządzenia maszynowe, ponieważ po cięciu ręcznym wymagana jest zazwyczaj, wskutek nierówności powierzchni ciętych, dodatkowa obróbka, natomiast przy cięciu maszynowym powierzchnia cięcia jest dostatecznie równa i w większości wypadków dalszej obróbki nie wymaga.

Warsztat mniej zasobny, który nie może sobie pozwolić na zakup specjalnych maszyn do cięcia, może tem niemniej stosować cięcie maszynowe, gdyż w wielu wypadkach może do tego celu służyć zwyczajna tokarka, która znajduje się w każdym prawie warsztacie ślusarskim. Wprawdzie cięcie na tokarni nie jest tak wygodne, jak na normalnej maszynie do cięcia, jednak jest ono równie dokładne i czyste. Tam więc, gdzie budżet nie pozwala na zakup maszyny do cięcia, odpowiednie przystosowanie tokarni przedstawiać będzie specjalnie cenną możliwość.

Na rysunku u góry widzimy, w jaki prosty sposób możemy przystosować tokarnię nie tylko do cięcia podłużnego, ale również do cięcia szablonowego. Na rysunku tym widzimy blachy ułożone na specjalnych kształtkach, w znacznej odległości od tokarni, ażeby uniknąć bezpośredniego oddziaływania palnika na materiał tokarni. Palnik zamocowany jest na ramieniu *c*, które umocowane jest w drugim swoim końcu, na miejscu noża tokarskiego. Dzięki temu ramię *c* odbywać może nie tylko ruchy podłużne, wraz z głównym suportem, ale ruchy poprzeczne wraz z górnym suportem. Ramię *c* posiada w środku przegub *d* i zapomocą sprężyny *e*, przyciskane jest w górnej swej części, zaopatrzonej w małą rolkę miedzianą do szablonu *b*, umocowanego na płycie *a*. Płyta *a* umocowana jest dwoma kątownikami do głównego suportu tokarni. Przy takim urządzeniu ruch poprzeczny suportu przesuną palnik po obrzeżu szablonu *b*, dzięki czemu otrzymujemy odpowiedni wykrój w dolnej blasze. Po wykonaniu cięcia wzdłuż obrzeży szablonu wystarczy nam przesunąć suport główny o odpowiedni wymiar, aże-

by znaleźć się w miejscu następnego cięcia szablonowego. Urządzenie takie ułatwia więc również równoległe ustawienie cięć szablonowych.

Dla cięcia podłużnego ruch poprzeczny suportu jest naturalnie wyłączony, możemy natomiast suportem poprzecznym ustalać szerokość podłuż nie ciętych pasów.

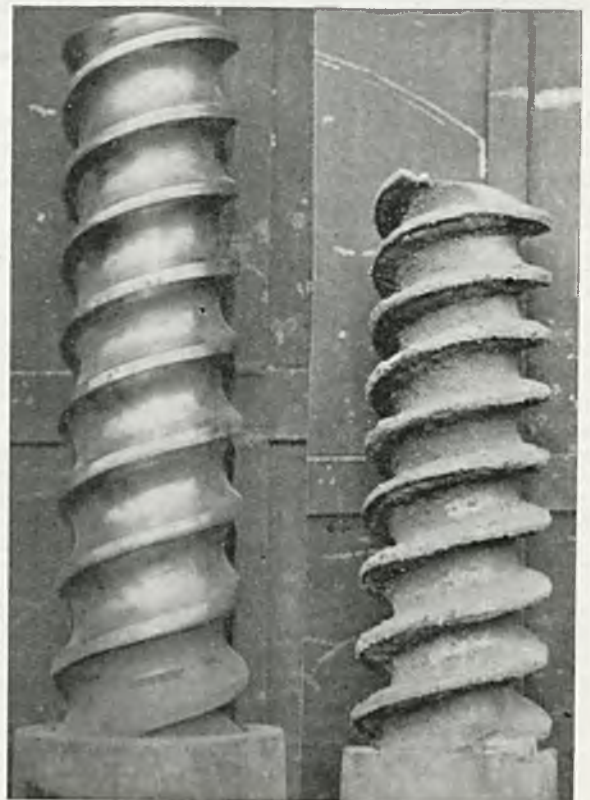
Całkowite to urządzenie zostało wykonane w Katowickim warsztacie szkolnym Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia metali z odpadków materiałów, odpowiednio przyciętych i spojonych palnikiem acetylenowo-tlenowym, koszt jego jest więc bardzo niski i każdy warsztat ślusarski może go sobie wykonać we własnym zakresie, o ile posiada palnik do spawania i cięcia.

Zastosowano przytem palnik normalny typu kombinowanego, to znaczy — palnik do spawania o wymiennych końcówkach, posiadający specjalną końcówkę do cięcia.

Urządzenie to funkcjonuje, przy odpowiednim ustawieniu szybkości, pod każdym względem bez zarzutu.

Naprawa ślimaka.

Rysunek obok załączony przedstawia silnik o średnicy 180 mm, długości 1200 mm i wadze 60 kg., którego zwoje przez długotrwałe zużycie zostały silnie wytarte na grzbiecie. W celu uzupełnienia brakującego materiału nawi-



nięto na grzbiet silnika płaskownik 10×15 mm, odpowiednio zukosowany i spojono go za pomocą spawania łukowego wzdłuż linii śrubowej, z obu stron. Do spawania użyto 2 kg elektrod Forflex Nr. 19, średnicy 4 mm. Spawanie wraz z przygotowaniem zajęło 5 godz. (2 ludzi).
(Z praktyki warsztatów Sp. Akc. Perun).

K R O N I K A

Pomnik Marszałka Józefa Piłsudskiego w Warszawie.

Naczelny Komitet Uczczenia Pamięci Marszałka Józefa Piłsudskiego uchwalił wystawienie pomnika ku czci Marszałka na placu na Rozdrożu przy Al. Ujazdowskiej w Warszawie, zwiększonym przez część terenu Szpitala Ujazdowskiego. Pomnik ten, po usunięciu gmachów szpitalnych, za tło swoje mieć będzie przywrócony w przeszłości do swego dawnego wyglądu Zamek Książąt Mazowieckich z XII wieku, oraz rozciągająca się za nim perspektywę kanału Piaseczyńskiego, Wisły i lasów wawerskich. Zamek po rekonstrukcji przeznaczony będzie na muzeum.

Przewiduje się wybudowanie nowej wielkiej arterji pod nazwą Alei Józefa Piłsudskiego, łączącej tę dzielnicę z nową Warszawą, której zabudowanie stanowić będzie epokę Józefa Piłsudskiego w architekturze Warszawy. Aleja ta od pomnika ku czci Marszałka przecinać będzie ulicę Marszałkowską, Polną, tereny wyścigowe i Pole Mokotowskie aż do Świątyni Opatrzności i dalej poza Aleję Żwirki i Wigury; kierunek tej Alei jest identyczny z linią defilad wojskowych, a w szczególności ostatniej defilady pośmiertnej. Aleja ta służyć będzie i nadal jako teren defilad wojskowych; zaś szaniec, na którym stała armata z trumną, znajdujący się przy tej Alei, utrwalony zostanie jako wielka pamiątka narodowa. Obok Alei pozostaną odpowiednie, co do wielkości, wolne tereny częściowo przeznaczone na rewje oraz na trybuny. Na tej Alei stanąć mógłby Łuk Tryumfalny w pobliżu przecięcia z arterją N—S. Aleja będzie odpowiednio architektonicznie ukształtowana.

Projekt pomnika Marszałka w Warszawie uzyskał aprobatę wszystkich powołanych do tego czynników i uznany został jako jeden z celów Naczelnego Komitetu Uczczenia Pamięci Marszałka Józefa Piłsudskiego, noszących charakter ogólnonarodowy. Sfinansowanie tego projektu objęte jest ogólną zbiórką pieniężną, jaką Naczelny Komitet w całym kraju przeprowadza, a jednocześnie na mocy uchwały Wydziału Wykonawczego Stołecznego Komitetu uprawniony jest do zbierania ofiar odrębnie na konto swoje w P. K. O. Nr. 1414.

Redakcja naszego czasopisma wzywa Swych Czytelników do składania ofiar na ten wzniosły cel.

I-szy Kurs Spawania w Gdyni.

W dniach 19 i 20 września b. r. w Warsztatach Stoczni Gdynskiej odbył się egzamin dla uczestników I Kursu Spawania w Gdyni, zorganizowany przez nasze Stowarzyszenie. Egzamin, przed Komisją złożoną z pp.: B. Bodziągi, przedstawiciela Cechu Ślusarskiego, J. Dziembowskiego,

delegata naszego Stowarzyszenia, oraz p. H. Pogorzelskiego, wykładowcy kursu, złożyło z wynikiem dodatnim 26 absolwentów.

37-y Kurs Spawania w Katowicach.

W dniach od 2 września do 3 października r. b. prowadzony był w Katowicach 37-my kurs spawania i cięcia metali. Wykłady prowadził p. dyr. Tułacz, ćwiczenia praktyczne instruktor Stowarzyszenia p. Kunik.

Egzamin końcowy odbył się w dniu 4 października. W skład Komisji Egzaminacyjnej wchodził pp.: dyrektor Śląskiego Instytutu Rzemieślniczo-Przemysłowego, p. inż. Zygmunt Łabędzki, oraz dyrektor Stowarzyszenia, p. inż. Tułacz.

Kurs powyższy ukończyło 52 absolwentów z wynikiem dodatnim.

Fotografia na dole zamieszczona przedstawia uczestników tego Kursu.

Dnia 15 października rozpoczął się w Katowicach następny, 38 kurs spawania.

Walne Zgromadzenie Niemieckiego Stowarzyszenia Acetylenowego i Niemieckiego Związku Spawania i Cięcia Metali w Hamburgu.

W związku z Kongresem Technicznym w Hamburgu, który był zorganizowany przez szereg technicznych i naukowych związków w dniach od 5 do 9 sierpnia 1935 r. celem uczczenia 25-cio lecia organizacji odczytów technicznych, odbyło się wspólne Walne Zgromadzenie Niemieckiego Stow. Acetylenowego i Niemieckiego Związku Spawania i Cięcia Metali.

Program Kongresu przewidywał, obok zebrań charakteru społecznego i towarzyskiego, szereg odczytów znanych specjalistów o najnowszych zdobyczach wiedzy w dziedzinie spawalniczej obróbki metali.

Poniżej podajemy treść poszczególnych odczytów.

1. Inż. Zorn. Obecny stan i widoki rozwoju hartowania przy pomocy płomienia acetylenowo-tlenowego.

Hartowanie stali węglistych o zawartości węgla od 0,4% — 0,6%, hartowanie stali chromo-niklowych, chromowych i molibdenowych; hartowanie żeliwa szarego. Palniki jedno i kilkopłomieniowe. Maszyny do hartowania wogóle. Maszyny do hartowania wałów i kół zębatych. Opłacalność postępowania w zależności od wagi przedmiotu. Widoki dalszego rozwoju.



37-y Kurs Spawania w Katowicach.

2. Dr. Inż. Kleiner. Hartowanie przy pomocy płomienia acetylenowo-tlenowego przedmiotów cienkościennych, ze specjalnem uwzględnieniem bębnow hamulcowych.

Badania możliwości zastawiania płomienia acetylenowo-tlenowego do hartowania przedmiotów cienkościennych, między innymi — samochodowych bębnow hamulcowych.

Teoretyczne rozważania co do granic zastosowania tego postępowania. Konieczność stosowania dwóch palników w celu uniknięcia wchruzenia się cienkich blach. Wpływ składu gazu palnego na powierzchnię przedmiotu i na zmianę jego twardości. Określenie ilości tlenu. Straty przez promieniowanie. Kalkulacja kosztów.

Badania korozji stanowią końcowe rozdziały tej treściwej pracy.

3. Dr. Inż. Hunsicker, Knapsack. *Spawanie płomieniem acetylenowo-tlenowym miedzi elektrolitycznej i odporność jej na korozję pod wpływem kwasu octowego.*

Metalograficzne badania spawanych i przekutych próbek miedzi elektrolitycznej. Wpływ przekuwania na zmianę ziarnistości materiału rodzimego w pobliżu spoiny. Metalograficzne badania na powierzchni próbek miedzi, spawanych i wyżarzonych przy różnych temperaturach. Badania spawanych próbek miedzi elektrolitycznej na korozję pod wpływem kwasu octowego. Wpływ pasty oraz srebra i niklu, jako składników stopowych spoiwa, na odporność przeciwko korozji.

4. Dr. Inż. Holler i Inż. Frankenbusch. *Zależność wyników spawania acetylenowo-tlenowego od metody spawania i następnej obróbki.*

Wyszczególnienie czynników wywierających wpływ na jakość spoin, wykonanych przy pomocy płomienia acetylenowo-tlenowego, i sposobów badania najczęściej w tym celu stosowanych. Wpływ spoiwa, zwłaszcza drutów stopowych. Ze sposobów obróbki omawia się drugostronne spawanie (wierzchołka spoiny), normalizowanie i przekuwanie w temperaturze żaru czerwonego. Badania przeprowadzone na stalach St. 34, 37, 42, 50, 52, 60, oraz na blasze kotłowej MJ. Wyniki doświadczeń dają jasny obraz stopnia doskonałości, osiągniętego dotychczas przy wykonaniu prac spawalniczych.

5. Inż. Kohrs. *Zastosowanie spawania płomieniem acetylenowo-tlenowym przy budowie maszyn i ich naprawie.*

Spawanie gazowe przy budowie wirówek. Spawanie na gorąco żeliwnych cylindrów parowych. Spawanie płomieniem acetylenowo-tlenowym pękniętych ram parowozowych bez rozbiórki. Spawanie przy budowie kotłów. Korektura konstrukcji żelaznych przez wytwarzanie zapomocą palnika wstępnych naprężeń rozciągających.

6. Prof. Graß. Stuttgart. *Próby prętów stalowych ciętych zapomocą tlenu na rozciąganie i gięcie.*

Części konstrukcyjne, otrzymane zapomocą cięcia, należy według obowiązujących przepisów poddać obróbce lub wyżarzaniu w wypadku, jeśli mają pracować na zwykłe stosowane naprężenia dopuszczalne. Powstała myśl sprawdzić drogą doświadczalną celowość istniejących przepisów lub też ustalić zasady przepisów nowych. Pierwsza seria doświadczeń, wykonanych ze stalą o wytrzymałości 49 kg/mm², wykazała, że nie jest potrzebne, aby warstwy metalu, które znajdowały się pod wpływem cięcia, były usuwane; należy tylko zdjąć z powierzchni ciętej tyle materiału, aby znikły karby powstałe podczas cięcia. Twierdzenia powyższe są szczegółowo umotywowane.

7. Dr. Inż. Dorn. *Spawanie i cięcie metali przy budowie i naprawie statków.*

Coraz szersze stosowanie spawania i cięcia tlenem, lutowania oraz prostowania zapomocą palnika są najlepszym dowodem tego, że technika spawalnicza zajmuje poważną pozycję wśród innych działów technicznych współpracujących przy budowie statków. Przytoczony przykład stoczni, zatrudniającej ok. 8.000 pracowników, zawiera opis instalacji spawalniczej. Dalej podano przykłady zastosowania spawania i cięcia przy wykonaniu rozmaitych robót związanych z budową statków.

BIBLIOGRAFJA.

Dr. inż. D. Séférian. Etude de la formation des nitures de fer par fusion et du système fer-azote. Wyd. Institut de Soudure Autogène, 32, bould. de la Chapelle. Paris XVIII. Str. 104, rys. 52 i 2 zdjęcie spektograficzne. Cena 20 fr.

Książka, przedstawiająca pracę doktorską p. Séfériana, podaje przebieg badań przeprowadzonych w doświadczalniach Instytutu Spawania w Paryżu nad wchłanianiem azotu przez żelazo topione podczas różnych procesów spawania.

Autor poddaje szczegółowemu badaniu przy pomocy metody spektograficznej proces tworzenia się podczas topienia azotków żelaza i wyświetla sprawę obecności w łuku elektrycznym azotu atomowego.

Badania próbek sposobami termofizycznymi (dylatometrja, termomagnetyzm) prowadzą do ustalenia nowego wykresu dla układu żelazo-azot. Zbadano również dla tego układu warunki hartowania i odpuszczania, oraz połączenia żelaza z azotem pod względem mikrograficznym i mechanicznym.

Oprócz tego p. Séférian wykazuje również wpływ azotu na wytrzymałość na zmęczenie połączeń wykonanych na stali.

PRZEGLĄD PRASY

Nowe rodzaje stali. Każda z amerykańskich hut produkuje teraz, według artykułu, conajmniej jeden rodzaj stali specjalnej o podwyższonych granicach sprężystości, wytrzymałości na rozrywanie i ciągliwości. Stale te doskonale dają się spawać, jak to wykazał szereg doświadczeń. Autor podaje przykłady wykonania części spawanych, jak to: podwozia wagonowe, kosze pogłębiarek i inne. *The Welding Engineer*, Marzec 1935 r.

Sposób przygotowania do spawania i cięcia zbiorników, które zawierały materiały palne. Przytacza się sposób postępowania opracowany i polecony przez „The American Welding Society”, stosowany specjalnie przy małych zbiornikach na benzynę, na ropę i t. d., które nie można oczyścić wewnątrz. Artykuł podaje szczegółowe wskazówki wykonania robót. *Journal of the American Welding Society*, Luty 1935 r.

Rozwój spawania w Z. S. R. R. Jest to powtórzenie odczytu wygłoszonego w Rzymie, w którym scharakteryzowano rozwój spawania w Rosji. Olbrzymi ten rozwój tłumaczy się tem, iż Rosja nie posiadała rozbudowanego przemysłu maszynowego, a tworząc nowy, stosuje najnowsze zdobycie techniki, a więc i spawanie. Obecnie w Rosji przy spawaniu zatrudnionych jest 60.000 ludzi. *Awtogennoje Dieło*, Nr. 9 1934.

Własności spoin wykonanych w niskich temperaturach. Sprawozdanie prób, które miały oznaczyć wpływ wielkich mrozów, w czasie których wykonano spawanie, na wytrzymałość połączeń spawanych. Próby wykonano na stal o zawartości 0.12 % C i na belkach dwuteowych. Stwierdzono, że wytrzymałość próbek nie zależy od temperatury, w której wykonano spawanie. Dopiero przy temperaturze poniżej 20° należy unikać wykonania połączeń narażonych na znaczniejsze siły. *Awtogennoje Dieło*, Nr. 9, 1934.

Wytrzymałość spoin na korozję. Jest to odczyt wygłoszony na XI Kongresie w Rzymie. Autorzy w szczególności sposób charakteryzują istotę korozji, warunki, jakie powinien spełniać metal odporny na korozję, i sposoby jego spawania. *Revue de la Soudure Autogène*, marzec 1934.

STAŁE POPOŁUDNIOWE

KURSY SPAWANIA I CIĘCIA METALI

Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali

Adres kursu	Zgłoszenia należy kierować p. a.
Warszawa , Grochowska 52 (fabryka Perun)	Stow. dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali, Warszawa, Mazowiecka 7
Katowice , Zamkowa 20 (Huta Marta)	Stow. dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali, Katowice, Zamkowa 20
Lwów , Bourlarda 5 (Instytut Przemysłowy)	Kierownictwo kursów spawania i cięcia metali, Sp. Akc. „Perun” Lwów, Pełczyńska 32
Bydgoszcz , Puławska 18 (fabryka Perun)	Kierownictwo kursów spawania i cięcia metali, Sp. Akc. „Perun” Bydgoszcz, Gdańska 34
Poznań , Bergera 5 Wyższa Szkoła Budowy Maszyn	Poznańskie Towarzystwo Kursów Technicznych, Poznań, Bergera 5
Łódź , Żeromskiego 115 Państwowa Szkoła Włókiennicza w Łodzi	Łódzkie Towarzystwo Kursów Technicznych, Łódź, Żeromskiego 115

WYDAWNICTWA

Ceny niższe!

STOWARZYSZENIA DLA ROZWOJU
SPAWANIA I CIĘCIA METALI W POLSCE

Dr. Alfred Szner: **Podręcznik Spawania i Cięcia Metali** przy pomocy płomienia acetylenowo-tlenowego. Tom I. Materiały i Urządzenia 334 str. 152 rys., 2 tabl. Cena 4 zł. 50 gr.

Dr. Alfred Szner i inż. Zygmunt Dobrowolski: **Podręcznik Spawania i Cięcia Metali**. Tom II. Technika Spawania. 273 str. 163 rys. Cena 4 zł. 50 gr.

Tom III. Zeszyt I. Zastosowania. Spawanie w kotłarstwie, ogrzewnictwie i kanalizacji. 241 stron, 175 rys. Cena 4 zł. 50 gr.

S. Bryła: **Objaśnienia do „Przepisów projektowania i wykonywania stal. konstrukcyj spawanych w budownictwie”** (łącznie z tekstem Przepisów) 53 stron, 29 rys. Cena 2 zł. 50 gr.

Inż. Piotr Tułacz: **Atlas konstrukcyj spawanych**. Część I. Spawanie Autogeniczne. 51 stron, 111 tablic. Cena 20 zł.—

Inż. Zygmunt Dobrowolski: **Cięcie metali zapomocą tlenu**. 196 stron, 139 rys. Cena 2 zł. 50 gr.

Kurs spawania i cięcia metali w pytaniach i odpowiedziach. 45 str. Cena 50 gr.

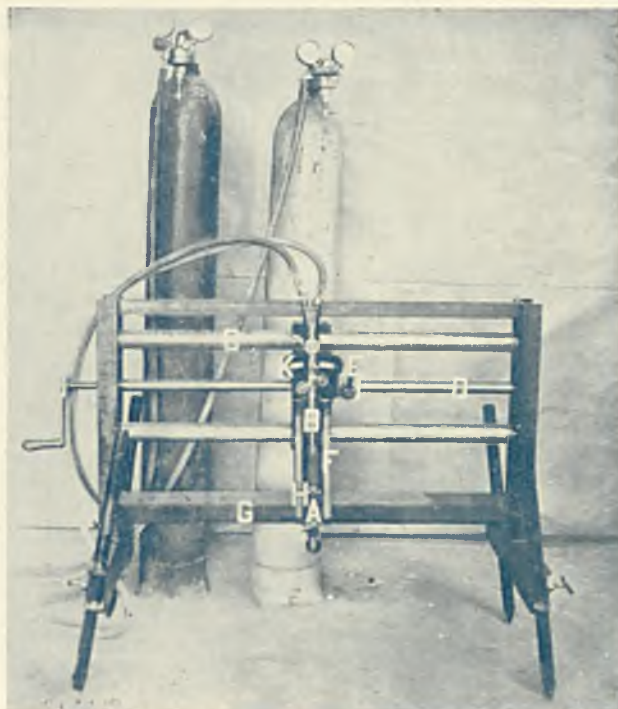
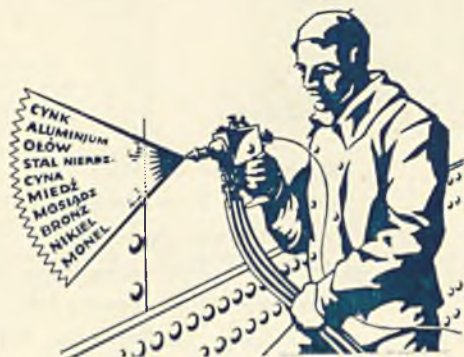
Lutospawanie — najnowsza metoda łączenia metali zapomocą płomienia acetylenowego 73 stron. rys. 70. Cena 2 zł. 50 gr.

SP. AKC.



WARSZAWA, MAZOWIECKA 7.

URZĄDZENIA
MATERIAŁY
DO METALIZOWANIA
NATRYSKOWEGO



MASZYNA DO CIĘCIA

grubych bloków, szyn, kształtowników

niezbędna

dla KUŹNI, SKŁADÓW, WARSZT. KOLEJ.

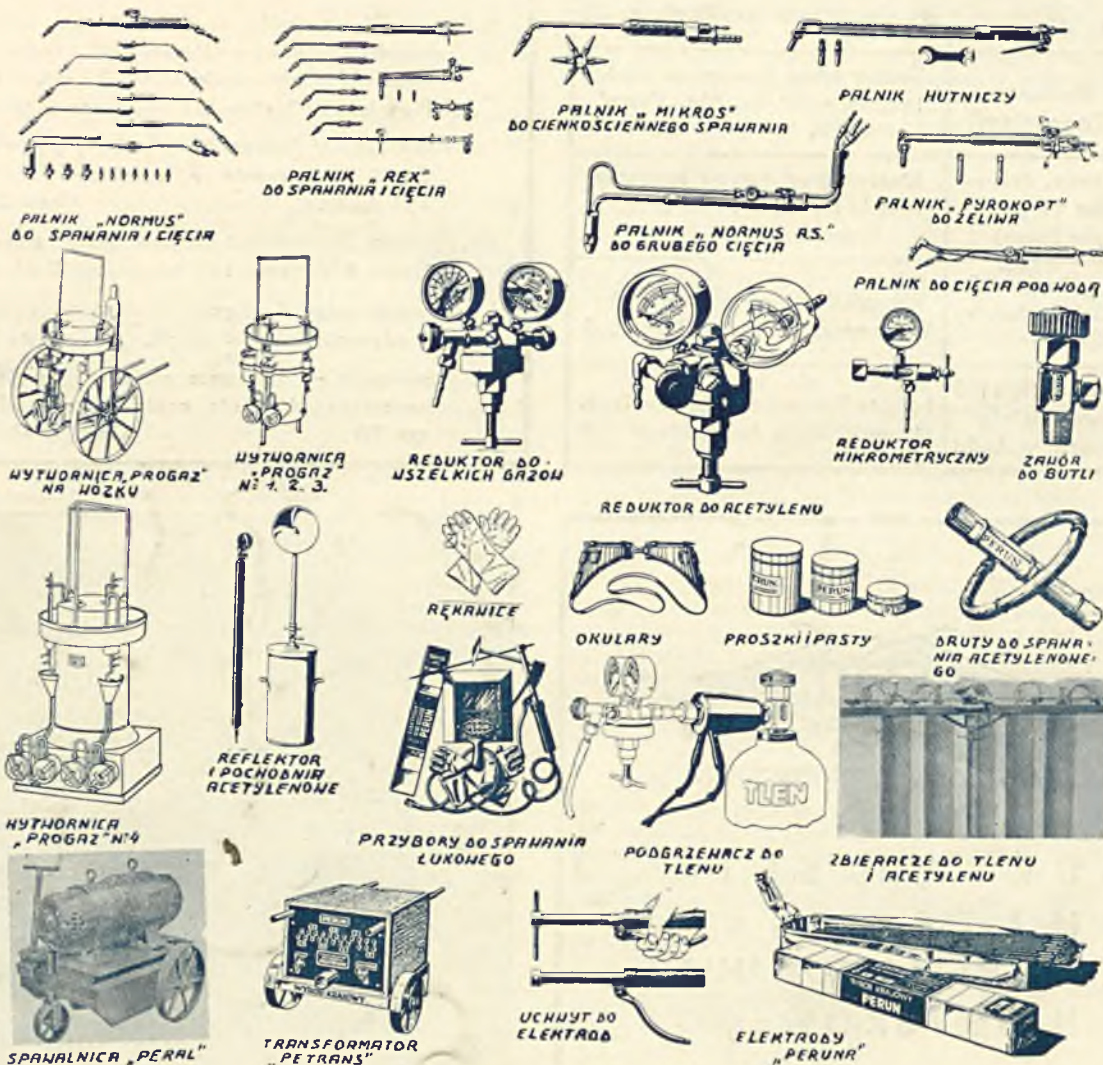
WYRÓB KRAJOWY SP. AKC. **PERUN**

WARSZAWA, MAZOWIECKA 7
TEL. 5.60-47



Warszawa, Skarżysko, Dąbrówka Mała (G. Śląsk), Trzebina, Lwów, Poznań, Bydgoszcz

WYRABIA W KRAJU WSZELKIE URZĄDZENIA I MATERJAŁY
DO SPAWANIA ACETYLENOWEGO I ŁUKOWEGO



BIURO SPRZEDAŻY i SKŁADY:

Warszawa, Mazowiecka 7
Warszawa, Leszno 101
Skarżysko Kam., Obywatelska 23
Dąbrówka Mała (k. Katowic)
Lwów, Pełczyńska 32
Poznań, Marszałka Focha 4

Bydgoszcz, Gdańska 34
Kraków, Batorego 17
Łódź, Kilińskiego 85
Gdynia, Starowiejska
Wilno, Zawalna 45
Katowice, Mickiewicza 44

Bielsko, 3-go Maja 31
Sosnowiec, 3-go Maja 13
Częstochowa, Ogrodowa 3
Chorzów I, Św. Jacka 2
Borysław, 11 Listopada 1/4
Grudziądz, 23 Stycznia 8/10