

# SPAWANIE I CIĘCIE METALI

ORGAN STOWARZYSZENIA DLA ROZWOJU  
SPAWANIA I CIĘCIA METALI W POLSCE.

MIESIĘCZNIK.

WYCHODZI 15-GO.

REDAKCJA I ADMINISTRACJA  
HORTENSJI 6. Tel. 209-73.  
Konto czekowe P.K.O. Warszawa 16.408.  
PRENUMERATA: 5 zł. kwartalnie.  
Zagranicą 5 fr. szw. kwartalnie.  
Zeszyt pojedynczy 2 zł. (2 fr. szw).  
Członkowie Stow. R. S. C. M. otrzymują czasopismo **bezpłatnie**.

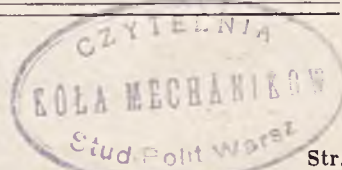
## CENY OGŁOSZEŃ:

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. Ogł. o posad. poszuk. i z. ofiar. dla Członków Stow. — bezpłatnie.

## TREŚĆ ZESZYTU:

	Str.		Str.
1. Suwnica spawana o rozpiętości 15 m.	2	4. Spawanie w atmosferze gazów redukujących.	15
2. Naprawa szyn kolejowych zapomocą spawania.	4	5. Z praktyki spawacza.	21
3. Spawanie (c. d.).	8	6. Kronika.	22



## SOUDURE AUTOGENE ET DÉCOUPAGE DES MÉTAUX

Revue Mensuelle

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

Warszawa, ul. Hortensji 6.

15 JANVIER 1931.

№ 1.

## SOMMAIRE:

	Page		Page
1. Pont roulant soudé de 15 m de portée	2	4. Soudure dans l'atmosphère des gaz reducteurs.	15
2. Rechargement des rails.	4	5. La page du soudeur.	21
3. Soudure autogène (suite).	8	6. Chronique.	22

## SCHWEISSEN UND SCHNEIDEN DER METALLE

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

Warszawa, ul. Hortensji 6.

15 JANUAR 1931.

№ 1.

## INHALT:

	Seite		Seite
1. Geschweisste Laufkran für 15 m Spannweite.	2	4. Das Schweißen in der Flamme der reduzierenden Gase.	15
2. Aufschweißen von abgenutzten Schienenstöße.	4	5. Aus der Praxis des Schweissers.	21
3. Schweißen (Fortsetzung).	8	6. Chronik.	22



## Suwnica spawana o rozpiętości 15 m.

621. 791.7; 621.86  
600 słów + 6 rys.

Napisał Stefan Bryła.

Rozwój żelaznych konstrukcji spawanych sięgnął również w dziale suwnic i dźwigów, gdzie przedstawiają one zupełnie te same walory, co w dziale budownictwa. Podkreślić należy od razu, że i tu Polska nie znalazła się w tyle za innymi państwami Europy. Właściwie nawet jedną z najpierwszych konstrukcji spawanych w Polsce było przedłużenie suwnicy nitowanej w Warsztatach Polskich Kolei Państwowych we Lwowie, wykonane przy pomocy spawania jeszcze w r. 1924<sup>1)</sup>.

Jednakże pierwszą większą, w całości spawaną konstrukcją w tym dziale jest suwnica zbudowana w Hucie Zgoda.<sup>2)</sup>



Rys. 1.

Zewnętrzny dźwigar poprzeczny suwnicy.

Suwnica składa się z dwu podwójnych dźwigarów kratowych o rozpiętości teoretycznej 15,200 m, zaś długości całkowitej 15,540 m. Dźwigary mają wysokość teoretyczną w środku 1200 mm (dźwigar główny), wzgl. 1285 mm zaś na podporach 500 mm, wzgl. 585 mm. Tem sa-

<sup>1)</sup> Gdy naczelnikiem Warsztatów był inż. Tadeusz Gayczak, zasłużony pionier spawalnictwa w Polsce.

<sup>2)</sup> Należy zaznaczyć, że budowa tej suwnicy jako spawanej doszła do skutku dzięki inicjatywie dyr. Huty Zgoda, p. inż. Lucjana Mycińskiego.

mem dźwigar ma kształt dolnotrapezowy. Krata jest równoramienna ze słupami. W kilku wę-



Rys. 2.

Widok suwnicy od strony wewnętrznej.

złach zastosowano mimoosiowość, zresztą bardzo nieznaczną (20 mm). W rzucie poziomym



Rys. 3.

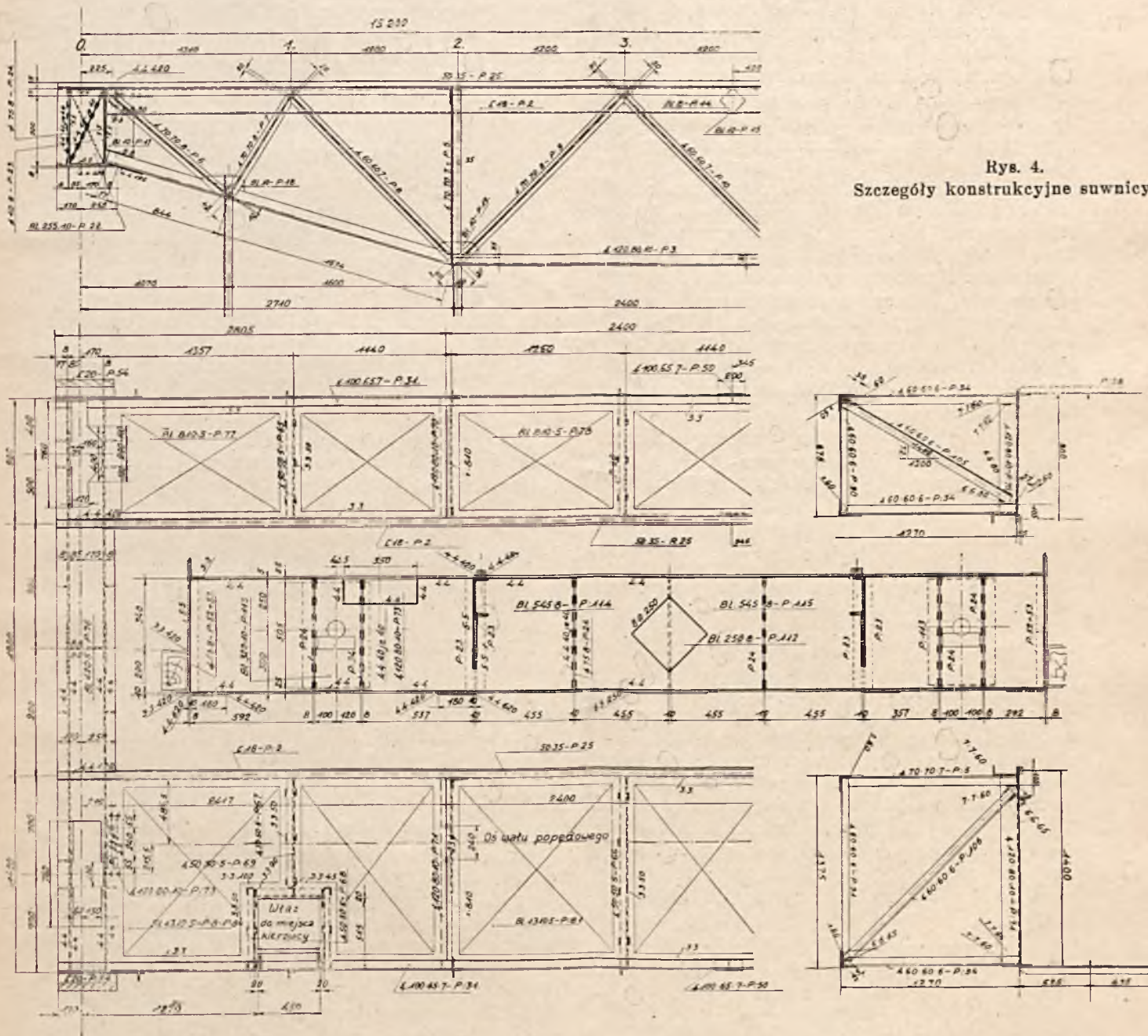
Jeden z węzłów suwnicy.

żuraw składa się z dwu par dźwigarów; jedna o odstępnie 1375 mm, druga 875 mm; odległość

dźwigarów środkowych 1850 mm. Każda para dźwigarów powiązana jest ze sobą przekątniami (tężnikami) poprzecznymi i poziomymi, przez co tworzą się dwie kratownice przestrzenne.

Dźwigary główne mają pas górny z ceówki NP 18, pas dolny z kątowniki nierównoramiennej 120.80.10; dźwigary boczne mają oba pasy z kątowniki. Krzyżulce są z teówek, które

Połączenia wykonano przy pomocy spawania łukiem elektrycznym. Połączenie prętów belek kratowych są prawie wszystkie na szwy krawędziowe; ponieważ jednak w poszczególnych węzłach nie wystarczyło miejsca na szwy, przeto zastosowano w nich blachy węzłowe dodatkowe (patentowane), dospojone do pasów. Połączenie przestrzennej belki kratowej



Rys. 4. Szczegóły konstrukcyjne suwnicy

dają łatwiejsze do wykonania połączenia przy pomocy spawania, słupy zaś z pojedynczych kątowniki. Tężniki są również z kątowniki, wzgl. teówek.

Dźwigary poprzeczne wykonane są jako blaszane belki skrzynekowe o ścianach 505 × 10, umieszczonych w odstępie 255 mm, i o blachach poziomych 425 × 5 mm. Usztywnienie ścianki stanowią żebra z płaskowników.

(belek głównych i tężników) wykonano na styk bezpośredni, oraz na szwy boczne. Specjalnie w tych miejscach uwidoczniły się w wybitnym stopniu walory konstrukcji spawanych, gdyż połączenia wypadły nadzwyczaj proste i eleganckie. W razie zastosowania konstrukcji nitowanych byłyby konieczne kłopotliwe blachy węzłowe w kilku płaszczyznach, tu obeszło się

w wielu miejscach zupełnie bez nich. Dźwigar pionowy kratownicy posiada blachę dospojoną, natomiast wszystkie pręty tężników poziomych utwierdzone są bez blach.

Wszystkie styki kryte są przykładkami ustawionymi przekątniowo, celem wygodniejszego umieszczenia szwów dolnych przy spawaniu we właściwym położeniu. Dotyczy to nietylko styków pasów dźwigarów głównych, ale jeszcze w większym stopniu styków poprzecznych dźwigarów końcowych (blaszanych), które można złączyć dopiero po zmontowaniu całego żurawia. Tembardziej w nich okazała się celowość zastosowania takich przykładek stykowych.

Po wykończeniu suwnica została poddana próbom obciążenia zwiększonego do 10 ton, t. j. dwukrotnie większego od obliczonego. Strzałka (podniesienie) dźwigarów wynosiła przed obciążeniem 25 mm. Po obciążeniu dźwigary poddały się o 13 mm, t. j. strzałka zmniejszyła się do 12 mm. Wszystkie miejsca poddano dokładnym oględzinom i próbom przez ostukanie, przyczem nigdzie nie zauważono najmniejszych zmian.

Waga efektywna suwnicy wynosi 6,200 kg, podczas gdy konstrukcja nitowana tej samej rozpiętości i udźwigu, konstruowana przy tych samych założeniach, waży 7,500 kg, zatem oszczędność na wadze wynosi  $17\frac{1}{2}\%$ .

Oszczędność wagi nie dała w rezultacie spadku kosztów własnych w porównaniu z suwnicą nitowaną, gdyż kosztą robocizny przy suw-

nicy spawanej były większe, niż przy moście nitowanym tak, że w rezultacie kosztą własną suwnicy spawanej wyniosły to samo, co kosztą własną suwnicy nitowanej. Ze względu na to, że była to pierwsza większa spawana konstrukcja Huty Zgoda, gdzie zarówno nadzór, jak i robotnicy musieli dopiero zdobywać doświadczenie, przeto kierownictwo oblicza, że następną suwnicę spawaną tej samej konstrukcji można byłoby wykonać przy kosztach o 10 — 12% niższych, a wówczas także o ten sam procent kosztą byłoby niższe, niż przy konstrukcji nitowanej.

### Resumé.

Un pont roulant entièrement soudé à l'arc a été construit dernièrement par les Aciéries polonaises „Huta Zgoda“ en Haute-Silésie, suivant le projet de Mr. Stefan Bryla. Caractéristiques: portée — 15 m. charge normale — 5 t, poids de la construction — 6,2 t. Pendant les essais, la charge double (10 t) a produit une flèche de 13 mm.

En comparaison avec une construction rivée l'économie en poids a été de 17,5%, pourtant le coût total a été presque le même, car c'était le premier travail de ce genre. On compte que dans les constructions suivantes on pourra réaliser 10 — 12% d'économie sur les dépenses totales.

Sur la couverture du présent N<sup>o</sup>, on a reproduit un des noeuds les plus compliqués qui, exécuté comme soudé, est cependant fort simple.

621.791:625.143  
2000 słów+14 rys.

## Naprawa szyn Kolejowych zapomocą spawania<sup>\*)</sup>.

### (Spawanie elektryczne, czy acetylenowe?)

Ponieważ nakładanie szyn na stykach wyrosło w ostatnich czasach na zagadnienie pierwszorzędnej wagi, poświęca mu się wiele miejsca w amerykańskiej literaturze fachowej kolejowej i spawalniczej. Również w stowarzyszeniach spawalniczych i kolejowych wygłoszono ostatnio szereg odczytów, w których to zagadnienie było roztrząsane bardzo szczegółowo.

Twierdzenia oraz wnioski zawarte w tych publikacjach nie zawsze są oparte na takich danych, które umożliwiłyby dokładną analizę procesu nakładania szyn zapomocą spawania tak pod względem technicznym, jak i ekonomicznym.

W umysłach inżynierów kolejowych niema już obecnie wątpliwości co do skuteczności i ekonomiczności naprawy zniszczonych szyn na stykach zapomocą spawania. Usuwanie wybojów na stykach przedłuża znacznie trwałość szyny, zmniejsza zużycie części łączących styki, oraz usuwa jedną z poważnych przyczyn niszczenia się taboru kolejowego. Istnieje tylko

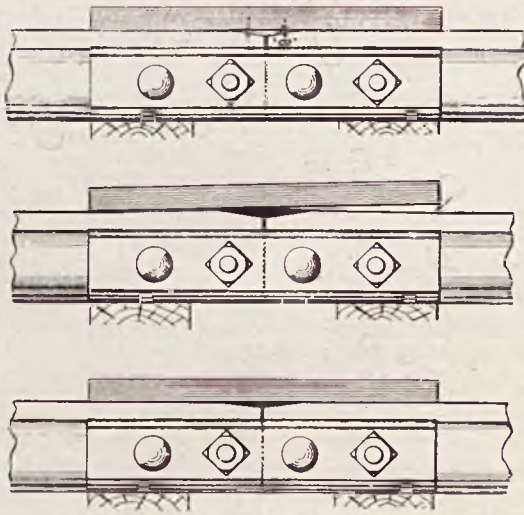
różnica zdań co do tego, jaką metodą lepiej nakładać zużyte szyny: palnikiem acetylenowym, czy łukiem elektrycznym, aby przy możliwie najmniejszych kosztach zapewnić szynom jak najwyższą trwałość i uniknąć wszystkich tych dolegliwości, które są związane z ruchem po torze o wybitych stykach.

Obie metody spawania, acetylenowa i elektryczna, są w użyciu na wszystkich głównych drogach kolejowych amerykańskich i obie okazały się bardzo skuteczne, jeżeli idzie o redukcję kosztów utrzymania toru. Jednak tylko dokładna analiza przebiegu pracy przy spawaniu końców szyn palnikiem i łukiem i określenie granic stosowalności obu tych metod może dać pojęcie o przewadze jednej z nich nad drugą pod względem ekonomicznym.

W wielu rodzajach robót spawalniczych koszty spawania palnikiem i łukiem elektrycznym bardzo się różnią, przytem ta różnica wypada często na korzyść łuku elektrycznego. Wobec braku dokładnego zestawienia kosztów łącznie z wynikami otrzymanymi, fakt, że spawanie łukowe kosztuje na godzinę mniej niż spawanie palnikiem, prowadzi do wielu omyłek przy wyborze metody spawania. I tym sposobem czę-

<sup>\*)</sup> Streszczenie odczytu p. S. E. Tracy p. t. „Saving by Welding Rail Ends“, wygłoszonego w listop. 1930 r. na 31-em Dorocznem Zgromadzeniu Międzynarodowego Stow. Acetylenowego w Chicago.

sto się dzieje, że oszczędności, które można byłoby osiągnąć przy zastosowaniu palnika acetylenowego, nie mogą być urzeczywistnione po prostu dlatego, że z góry przesądzono sprawę na korzyść łuku. Jeden z wybitnych przykładów



Rys. 1, 2, 3.

Nakładanie styku na linii jednotorowej.  
Oba końce szyn zużyte jednakowo.

takiego nieracjonalnego postępowania można obserwować właśnie przy spawaniu szyn kolejowych.

Zadaniem niniejszej pracy jest przedstawić takiego rodzaju dane i fakty, które pozwolą zorientować się co do przydatności obu metod. Ma to wielkie znaczenie, gdyż spawanie zniszczonych końców szyn jest jedną z najważniejszych, jeżeli nie najważniejszą dziedziną spawania w kolejnictwie.

Krótki przegląd warunków, w jakich znajdują się styki potrzebujące naprawy jest konieczny, aby obie metody mogły być porównane.

Względnie rzadkim będzie wypadek, że oba łby na styku będą na równym poziomie. Na rys. 1 widzimy tego rodzaju styk. Dokładne ustawienie szyn względem siebie sprawdza się linją, jak pokazano na rysunku. Przedstawiony tu jest styk na linii jednotorowej, na której ruch odbywa się w obu kierunkach, wskutek tego oba końce szyn są wybite jednakowo. Na obu szynach wyznacza się punkty, gdzie szczelina między linją a powierzchnią szyny przenosi  $\frac{1}{2}$  mm.

Rys. 2 wyobraża styk nałożony, jeszcze gorącej. Miejsce nałożone powinno być lekko wypukłe na gorąco, co można stwierdzić przez przyłożenie linji. Wypukłość ta powinna być bardzo niewielka, aby po ostygnięciu szyny i przykładki, która rozgrzewa się również przy spawaniu, powierzchnia styku była dokładnie równa (rys. 3).

Na rys. 4, 5 i 6 przedstawiony jest schematycznie styk 2-ch szyn, również dokładnie leżących na tej samej wysokości (co — powtarzamy — zdarza się bardzo rzadko) na torze jednokierunkowym. Jeden koniec jest wówczas więcej

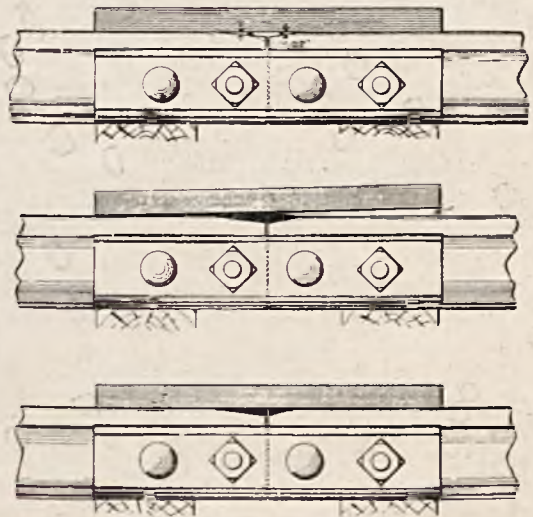
zniszczony, niż drugi. Postępowanie tu jest podobne do poprzedniego wypadku.

Na rys. 7 przedstawiony jest ogólniejszy wypadek: końce są nierówno wybite i jedna szyna jest niższa niż druga. Jeżeli przyłożyć linję w ten sposób, że jeden koniec przylega do niższej szyny, a środek znajduje się nad stykiem, wówczas drugi koniec linji, znajdujący się na wyższej szynie, odstaje od powierzchni łba (rys. 8). Jeżeli teraz przyłożymy koniec linji do wyższej szyny, to koniec linji znajdujący się nad niższą szyną, również idzie do góry, przytem w obu wypadkach punktem początkowym odstawania linji jest punkt krańcowy wyboju na wyższej szynie. Widzimy to, porównując rys. 7 i 8.

W obu pozycjach linji oznacza się na szynach punkty, gdzie szczelina między linją a szyną wynosi  $\frac{1}{2}$  mm. Punkty te stanowią granice nakładanej warstwy i odpowiednio do tego wykonywa się nakładanie wybitych końców.

Sposób spawania jest wyobrażony na rys. 9 i 10. Na rys. 9 — styk po spawaniu, w stanie rozgrzanym, rys. 10 — po ostygnięciu. Jak wskazuje rys. 10, styk po spawaniu nie przedstawia teraz idealnej płaszczyzny, jak to było na rys. 3 i 6. Między linją przyłożoną do styku naprawionego a szynami jest szpara (rys. 10). Tak jednak być powinno. Celem nakładania styków nie jest bynajmniej tworzenie idealnej płaszczyzny, lecz umożliwienie przeniesienia toczącego się ciężaru z jednej szyny na drugą bez poważnego wstrząśnienia. W tym celu wystarczy tylko wypełnić rowek między punktami zaznaczonymi i wykonać łagodne przejście z wysokiej szyny na niską szynę (rys. 10).

Z amerykańskich doświadczeń wynika, że przynajmniej 90% szyn, które potrzebowałyby nałożenia, miało końce lekko zgięte ku dołowi, prócz



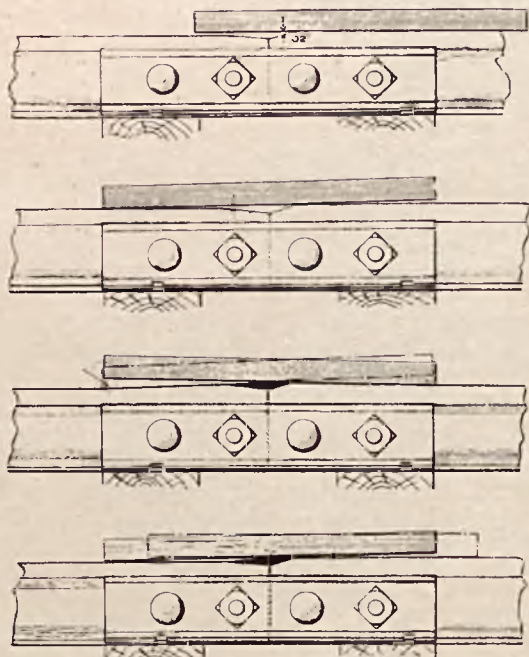
Rys. 4, 5, 6.

Nakładanie styku na linii jednokierunkowej.  
Zużycie końców szyn niejednakowe.

tego, że powierzchnie były wybite. Przykładając linję do tego rodzaju styków, stwierdzamy, że linja nie tylko odstaje w okolicach samego styku, ale na przestrzeni znacznie dłuższej. Jednak fałszywym byłoby całą szczelinę między linją

a szynami nakładać aż do dokładnego poziomu. Jest to fakt bardzo ważny, który będzie miał duże znaczenie przy dalszych rozważaniach.

Właściwy sposób naprawy styku, gdzie obie szyny mają końce wybite i wygięte ku dołowi,



Rys. 7, 8, 9, 10.

Nakładanie styku, gdy jedna szyna jest wyższa od drugiej.

jest pokazany na rys. 12 i 13. Granice nakładanej warstwy oznacza się, jak poprzednio.

Rys. 14 pokazuje nam styk po naprawie, — widać lekkie wklęsnięcie na środku (na rysunku zaznaczono to w sposób przesadzony).

Przy spawaniu acetylenowym za pomocą linji i przymiarów, rozmiary warstw nakładanych łatwo określić i tylko niezbędna ilość materiału jest nakładana. Ma to wielkie znaczenie przy wykańczaniu powierzchni nakładanej.

Przy spawaniu elektrycznym zaś, ze względu na konieczność szlifowania nałożonej warstwy, metal musi wypełniać z nadmiarem całą przestrzeń pustą między linją a stykiem (rys. 14), w przeciwnym razie, podczas szlifowania, szlifierka, przechodząc z nałożonej warstwy na szynę, zdzierałaby niepotrzebnie łeb szyny poza miejscem nałożonym.

Na odcinku toru, gdzie przeprowadzono specjalne próby, okazało się, że zapomocą spawania elektrycznego trzeba było nakładać powierzchnię o 40% większą, niż to byłoby konieczne przy stosowaniu palnika. Na tym odcinku przeciętnie wypadło po 0,3 kg metalu dodanego na jeden styk naprawiany zapomocą łuku elektrycznego, podczas gdy zapomocą spawania acetylenowego ilość nakładanego metalu przypadającego na jeden styk była 10 krotnie mniejsza.

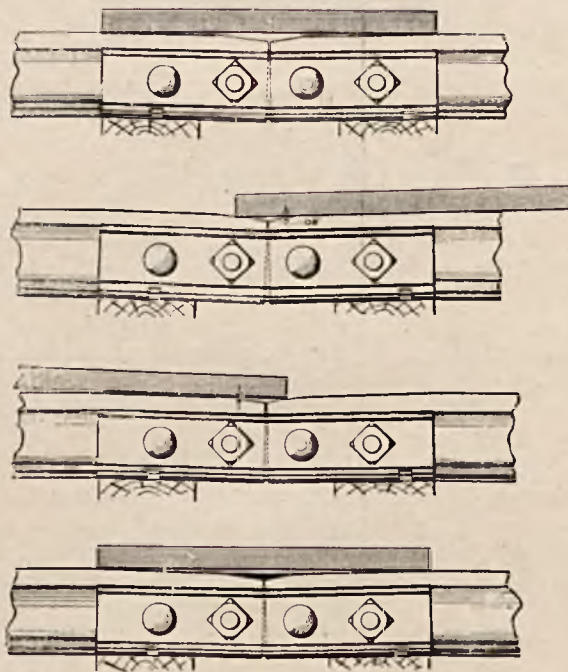
Zwykle używana szlifierka do szlifowania naprawionych styków tak po wierzchu, jak i z boków, składa się, krótko mówiąc, z tarczy szlifierskiej, ustawionej na czterokołowym wózku.

Tarcza szlifierska jest ustawiona na poło-

wie odległości między kołami, koła wózka są prowadzone w czasie szlifowania przez odcinki szyn odległe od naprawianego styku o 0,30—1,0 m. W tej odległości powierzchnia szyn odchodzi od idealnego profilu o kilka setnych cala. Tym sposobem podczas szlifowania konieczne jest podnoszenie i opuszczanie tarczy szlifierskiej. Jak już objaśniono, jeżeli warstwa nałożona nie ma dostatecznej grubości do wyrównania różnicy w konturze szyn, tarcza zagłębi się w główkę szyny na skraju warstwy nakładanej.

Przy spawaniu palnikiem przekuwa się nakładany metal ręcznym młotkiem w miarę, jak spawanie posuwa się naprzód. Następnie rozgrzany styk wygładza się zapomocą młotka. Odstęp dylatacyjny między szynami wycina się po spawaniu na gorąco ścinakiem i młotkiem. Przy tej czynności końce szyn spęczają się przez klinowe działanie ścinaka i nadmiar metalu należy ściąć. Przy spawaniu palnikiem acetylenowym szlifowanie jest zbyt szybkie.

Przy spawaniu łukiem elektrycznym jest oczywiście niemożliwe przekuwać nakładaną warstwę, gdyż nakładany metal stygnie zbyt szybko, aby dobroczynne przekuwanie mogło być możliwe. Również niemożliwe jest podgrzać metal spływający w nadmiarze, który w tym wypadku musi być zeszlifowany i stracony. Żadnych braków w metalu szyny nie można usunąć zapomocą łuku, lecz muszą one pozostać we-



Rys. 11, 12, 13, 14.

Nakładanie styku, gdy końce szyn zwisają.

wnątrz warstwy nałożonej. Odstęp dylatacyjny musi również być wyszlifowany.

Jakość nakładanego metalu ma pierwszorzędne znaczenie, gdyż nakładany koniec jest tem miejscem szyny, które przenosi największe natężenie. Jest konieczne, aby końce były twardsze niż metal rodzimy szyny, a jednocześnie

metal nakładany nie może być bardzo kruchy, gdyż w przeciwnym razie pękałby i wykruszał się. Ze sposobów nakładania metalu obiedwiema metodami widać odrazu, która metoda może dać lepsze wyniki pod tym względem.

Pożądaną jest, aby metal nałożony miał nieco większą twardość, niż materiał rodzimy, jednak ten wzgląd nie decyduje o jakości wykonanej naprawy. Stal o wysokiej zawartości węgla, która daje dość dużą twardość, okazała się nieodpowiednia z powodu braku kujności i dostatecznej elastyczności, wskutek tego końce się łuszczy i pękają. Pewne stopy zawierające chrom okazały się najbardziej odpowiednie do nakładania końców szyn, gdyż dają odpowiednią twardość, a oprócz tego są dostatecznie elastyczne, aby zabezpieczyć styk od pęknięcia pod uderzeniami kół. Te stopy o małej zawartości chromu, odpowiednio skuwane podczas spawania, dają twardość 320° B. Przeciętna twardość zwykłej stali węglistej, używanej do wyrobu szyn, jest 267° B.

Stosunkowa twardość metalu nakładanego obiema metodami była badana w roku 1929 przez Stowarzyszenie Inżynierów Kolejowych<sup>2)</sup> i wyniki tych badań zostały opublikowane. Nie wiadomo, jakimi pałeczkami były robione te próby, jednak z tych danych można wnioskować, że nie używano stopów chromowych, które dałyby wyższe wartości. Z liczb otrzymanych z tych badań widać, że spawanie acetylenowe daje twardszą powłokę, a więc trudniejszą do zużycia niż spawanie elektryczne; jeżeli się przytem zważy większą elastyczność spoiny acetylenowej, porównanie to wypadnie wybitnie na korzyść spawania acetylenowego.

Oszczędności otrzymane przez nakładanie zależą głównie od jakości roboty, zysk na przesunięciu terminu wymiany szyny musi być większy niż koszty nakładania.

Przedłużenie czasu użyteczności szyny, a zatem i zwiększenie oszczędności zależy od ogólnego stanu toru, od jego konserwacji, od gęstości ruchu i t. p. okoliczności, różnych w poszczególnych wypadkach, dlatego przedłużenie życia szyny powinno być wyrażone w procentach czasu jej normalnej służby.

Oszczędności w ten sposób osiągnięte są bardzo duże, niezależnie od metody, jednak wybór odpowiedniej metody pozwala na osiągnięcie maksymalnej oszczędności. Na wspomnianym już odcinku próbnym notowano wszelkie koszty składające się na koszt nakładania szyn. Przeciętny koszt na połączenie wykonane za pomocą łuku elektrycznego wynosił dol. 2,01, podczas gdy analogiczne naprawy na równoległym torze spawanym metodą acetylenową kosztowały tylko przeciętnie 0,81 dol. Koszty te były następujące:

Robocizna . . . . .	1,356 dol.
Benzyna i oliwa . . . . .	0,069 "
Elektrody . . . . .	0,100 "
Procenty, amortyz. i naprawy urz. . . . .	0,310 "
Tarcze szlifierskie . . . . .	0,111 "
Różne narzędzia . . . . .	0,050 "
Nadzór . . . . .	0,018 "
razem . . . . .	2,014 dol.

Koszty zaś spawania acetylenowego wynosiły:

Robocizna . . . . .	0,353 dol.
Gazy i amort. urządzenia . . . . .	0,369 "
Drut . . . . .	0,020 "
Różne narzędzia . . . . .	0,050 "
Nadzór . . . . .	0,018 "
razem . . . . .	0,810 dol.

Powyższe koszty odnoszą się do jednego połączenia i nie zawierają kosztów przewozu materiałów i urządzeń na miejsce pracy.

Trzeba dodać, że urządzenie do elektrycznego spawania nie było najnowszego typu i tym sposobem koszt w tym wypadku mógłby być obniżony. Biorąc to pod uwagę i analizując wyniki otrzymane przez inne koleje, doszliśmy do wniosku, że minimum kosztów na jedno połączenie wykonane za pomocą spawania elektrycznego wynosi dol. 1,17 a mianowicie:

Robocizna . . . . .	0,673 dol.
Benzyna i oliwa . . . . .	0,035 "
Elektrody . . . . .	0,122 "
Procenty, amortyzacja i naprawy . . . . .	0,166 "
Szlifierka . . . . .	0,110 "
Różne narzędzia . . . . .	0,050 "
Nadzór . . . . .	0,018 "
razem . . . . .	1,174 dol.

Obliczenie to wykonano na zasadzie 40 styków na dzień na 1 aparat do spawania.

Najważniejszym punktem przy porównywaniu obydwóch metod jest koszt urządzenia potrzebnego do wypełnienia rocznego programu.

Do wykonania 200 tys. połączeń rocznie potrzebne inwestycje wynoszą:

1) do spawania acetylenowego: przyrządy do spawania, jak węże, łączniki, narzędzia (ścianki i t. d.) linje, okulary, zasłony od wiatru, młotki, końcówki do spawania i cięcia, klucze, zapalniczki, różne drobne narzędzia i przyrządy razem 86,67 dol.

Przy 30 kompletach całkowity koszt wynosi około 2.600 dol.

Palniki do spawania i cięcia, wentyle redukcyjne do tlenu i acetylenu, wózki torowe i różne przyrządy są dostarczane koleji na zasadzie kontraktu na dostawę gazów i obciążenia wynikające z tego tytułu są włączone do kosztów gazów.

2) do spawania elektrycznego: spawalnica, szlifierka do powierzchni szyn, szlifierka do końców szyn, transformatory, wózek, przewodniki i łączniki (na 800 m) i różne narzędzia—razem około 6.330 dol.

17 kompletów do spawania kosztuje więc 107,610 dol.

Od r. 1922-go naprawiono na jednej z linii amerykańskich około 1.100.000 styków, przytem koszt spadł z dol. 1.32 do 76,7 cent. za 1 połączenie.

Spadek kosztów należy zawdzięczać rozmaitym czynnikom, jak np. zmniejszenie się ceny gazów, wzrost wydajności spawaczy, udoskonalenie metody spawania i lepszy stan styków.

<sup>2)</sup> American Railway Engineering Association.

Styki wykazujące zużycie większe niż 3/100 cala (0,75 mm) kwalifikują się do naprawy. Jeżeli szyna jest spawana zaraz po stwierdzeniu wyboju powyższej wielkości, wówczas i koszt utrzymania toru znacznie się obniża, ponieważ małe uszkodzenia nie mogą zamienić się na większe. Właśnie na tych małych naprawach spawanie acetylenowe daje w porównaniu do elektrycznego duże korzyści, gdyż przy spawaniu elektrycznym, nadmiar metalu w tym wypadku jest procentowo większy, niż przy nakładaniu większych wybojów.

Niektórzy mogą być oszukani przez piękny wygląd połączenia nakładanego łukiem i szlifowanego, w porównaniu do nieszlifowanego otrzymanego z palnika, lecz nie piękny wygląd decyduje, ale koszty wykonania i późniejsza trwałość na zużycie.

Ponieważ naprawa szyn na stykach zapomocą spawania jest już zaprowadzona częściowo na Polskich Kolejach Państwowych, referat p. S. E. Tracy niewątpliwie zainteresuje nasze techniczne koła kolejowe. Wyższość spawania acetylenowego nad elektrycznym na naszym gruncie powinna zaakcentować się jeszcze silniej, niż w Ameryce, ponieważ kapitał u nas jest drogi i oprocentowanie kosztownych urządzeń do spawania elektrycznego i szlifowania silniej jeszcze zaważy na kalkulacji u nas niż w Ameryce. Poza to za stosowaniem spawania acetylenowego przemawia u nas jeszcze jedna okoliczność, która ze względu na ciężkie położenie gospodarce ma duże znaczenie, a mianowicie, że spawalnice benzynowo-elektryczne trzeba sprowadzać z zagranicy, podczas gdy wytwornice, palniki, wentyle, karbid i tlen są całkowicie wyrobu krajowego. *lis.*

621.791  
3000 słów + 23 rys.

## S P A W A N I E. \*)

Napisał inż. Z. Dobrowolski.

### Odształcenia termiczne połączeń spawanych.

Spawanie jest to obróbka na gorąco, przytem spoiwo jest metalem lanym i zjawiska rozszerzania się i kurczenia metalu w czasie spawania przedstawiają oczywiście dużo analogii z podobnymi zjawiskami spotykanymi w odlewnictwie. Dlatego dobrze jest, jeżeli personel spawalni posiada praktykę odlewniczą, również ta uwaga dotyczy konstruktora połączeń spawanych. Przy spawaniu sprawa o tyle się komplikuje, że nie cały przedmiot jest zazwyczaj rozgrzany, lecz część jego, gdzie spawanie bezpośrednio się odbywa.

Metale wydłużają się dosyć znacznie pod wpływem tak wielkich różnic temperatury, jakie się stosuje przy spawaniu, następnie podlegają kurczeniu się w czasie stygnięcia, a wszelkie te zmiany odbywają się nie jednocześnie w całym przedmiocie, lecz w nieznaczej jego części, powodując niepożądane odształcenia, które nazywamy „paczeniem się”, „wichrzeniem się” części łączonych, „rzucaniem się”, „fałdowaniem”, lub poprostu skurczem. Części chłodniejsze przedmiotu, okalające miejsce spawane, stanowią jakby sztywną niezmienną ramę, wewnątrz której wszelkie przesunięcia cząstek metalu muszą wywołać naprężenia wewnętrzne materiału. Ta ujemna własność spawania wynika z samej jego istoty. Skutki tej wady należy możliwie ograniczyć przez odpowiednie postępowanie, dostosowane indywidualnie do każdego poszczególnego przypadku.

Strona teoretyczna tego zagadnienia nie jest — niestety — jeszcze dostatecznie wyczerpująco opracowana przez naukę, brak również danych doświadczalnych dostatecznie licznych,

któreby pozwoliły zorientować się, jakiej wielkości są naprężenia wewnętrzne i w jakim stopniu te lub inne okoliczności wpływają na ich wielkość. Wskutek tego przy obliczaniu połączeń spawanych często nie bierze się ich wogóle pod uwagę. A jednak przy projektowaniu połączeń spawanych konstruktor powinien się zastanowić, co będzie się działo z materiałem w czasie spawania, w jakim kierunku pójdą odształcenia, czy będą mogły swobodnie się zaznaczyć, bez wywołania naprężeń szkodliwych?

Każdy spawacz ma w swej praktyce wypadki pęknięcia spoin na skutek właśnie naprężeń skurczonych, co dowodzi, że wielkość ich może wielokrotnie przenosić dopuszczalne naprężenia, na zasadzie których oblicza się połączenie. Cały więc rachunek konstruktora może być w niwecz obrócony przez brak wniknięcia w sam przebieg spawania i zjawiska, które towarzyszą samemu narastaniu spoiny. Zagadnienie to ma pierwszorzędne znaczenie i wymaga bardzo poważnego traktowania. Częstokroć stosuje się elektryczne spawanie zamiast acetylenowego li tylko w celu zmniejszenia skurczu, jak np. przy konstrukcjach żelaznych.

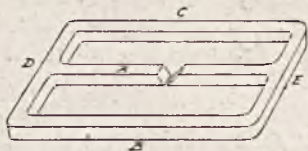
Aby zjawisko skurczu dobrze wyjaśnić, rozpatrzmy przykład spawania poprzeczki w ramce, wyobrażonej na rys. 109. Trudności, jakie z powodu skurczu metalu trzeba przeczyczyć, występują tu dobitnie na jaw, dzięki ujęciu pręta spawanego w sztywną ramkę.

Pręt *A* w czasie spawania rozgrzewa się i wydłuża; temu wydłużeniu nic nie stoi na przeszkodzie, a jedynym jego skutkiem jest zbliżenie się wzajemne krawędzi łączonych. Po spawaniu, na skutek stygnięcia, pręt *A* kurczy się i ciągnie za boki ramki *D* i *E*. Boki te, jeżeli ramka jest z materiału elastycznego (żelazo zlewne) mogą się wygiąć, jak pokazano na rys. 110 i wów-

\*) Dalszy ciąg do Nr. 12 z r. z.



czas wygięcie to wskaże nam na istnienie naprężeń wewnętrznych, równoważących się wzajemnie. Jeżeli tę ramkę poddalibyśmy teraz działaniu sił zewnętrznych, należałoby uwzględnić pozostałe po spawaniu rozciąganie się w pręcie *A*, gięcie w prętach *D* i *E*, oraz ściskanie (wy-

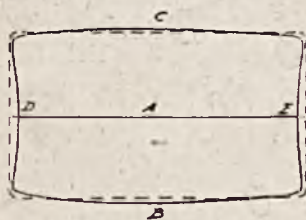


Rys. 109.  
Spawanie poprzeczki w sztywnej ramce.

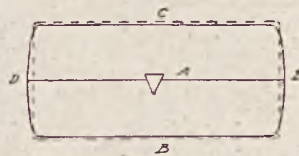
boczenie) w prętach *B* i *C*. W wypadku ramki żeliwnej, z powodu małej elastyczności żeliwa, nastąpiłoby pęknięcie w przecie *A*, w miejscu najsłabszym, najprawdopodobniej w miejscu spawaniem, jeszcze w czasie zastygania, gdy materiał spoiny ma mniejszą wytrzymałość.

Ponieważ te niepożądane zjawiska wynikają z miejscowego zagrzania przedmiotu, można ich uniknąć przez nagrzanie całego przedmiotu. Przedmiot równo ogrzany wydłuża się we wszystkich swych częściach równomiernie, a następnie — stygnąc — również równomiernie kurczy się we wszystkich swych częściach i jeżeli przekroje różnych części niewiele się różnią od siebie i stygnięcie odbywa się równomiernie, wówczas niema powodu, aby powstały szkodliwe odkształcenia i naprężenia. W opisanym wyżej przypadku ramki wystarczyłoby nawet podgrzać tylko pręty *B* i *C*, mniej więcej na środku, odpowiednio do rozgrzania, jakiemu podlega przy spawaniu pręt *A*. Po spawaniu wszystkie 3 pręty: *A*, *B* i *C* skurczyłyby się jednakowo, nie wywołując żadnej zmiany w początkowym kształcie ramki i nie dając pola do powstawania naprężeń wewnętrznych.

Wpływ skurczu można byłoby również zmniejszyć bez podgrzewania, zabijając klin między krawędzie łączone i powodując odkształcenie wstępne przeciwne tym, które wywołuje skurcz po spawaniu, jak przedstawiono schematycznie na rys. 111. Pręty *D* i *E* byłyby więc przed spawaniem wygięte w przeciwnym kie-



Rys. 110.  
Odkształcenie się ramki  
naskutek skurczu pręta  
spawanego.



Rys. 111.  
Zabieganie naprężeniom  
skurcznym.

runku niż poprzednio, a pręty *B* i *C* byłyby rozciągane. Na skutek skurczu pręta *A* po spawaniu, ramka powraca do kształtu normalnego, a jeżeli przyjmuje kształt analogiczny do

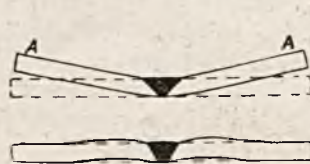
przedstawionego na rys. 110, to naprężenia powstające po spawaniu są w każdym razie zmniejszone o wielkość naprężeń wstępnych. Przy spawaniu materiałów kujnych można usunąć natężenia wewnętrzne przez przekucie spoiny. Przekuwając pręt *A* zwiększa się jego długość i uwalnia się go od natężeń.

Ten prosty przykład najlepiej obrazuje trudności z jakimi trzeba walczyć z powodu rozszerzalności metalu.

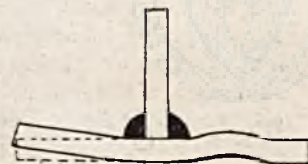
**Odkształcenia połączeń spawanych o niewielkiej długości.**

Na odkształcenie się połączenia pod wpływem skurczu składają się 2 przyczyny: ochłodzenie się przedmiotu spawanego w miejscach przylegających do spoiny i skurcz samego spoina w czasie stygnięcia.

Ponieważ metal na powierzchni spawanego przedmiotu więcej się rozgrzewa niż w warstwach głębszych i sama spoina jest szersza na wierzchu niż od spodu blachy, więc i skurcz będzie największy na powierzchni. Metal sąsiadujący ze spoiną będzie miał tendencję do wygięcia się, jak pokazano na rys. 112. Jeżeli krawędzie blachy *A* są przyginane ku dołowi i ruch ich ku górze jest uniemożliwiony, wówczas otrzymujemy obraz, jak przedstawiono w przesadzony sposób na dolnym szkicu tego rysunku.



Rys. 112.  
Odkształcenie się blach  
spawanych na styk.



Rys. 113.  
Wichrzenie się blach przy  
szwach krawędziowych.

To samo ma miejsce przy szwach krawędziowych. Na rys. 113 przedstawiono odkształcenie się blach w tym wypadku: z lewej strony w razie swobodnej w swym ruchu blachy, z prawej zaś — w wypadku blachy utrzymanej przymusowo w płaszczyźnie danej (np. ścianki naczynia). I tu pod wpływem spawania blacha zostaje jakby wciągnięta ku spoinie.

Mylnym byłoby mniemanie jakoby przez zastosowanie uchwytów, szczęk i tym podobnych przyrządów można było zapobiec odkształceniom skurcznym.

Siły skurczu są to siły elementarne, które muszą wyrzeć swój efekt w postaci odkształcenia, jeżeli materiał jest swobodny, a jeżeli odkształcenia są uniemożliwione, wówczas efekt ten wyrazi się w formie ukrytych naprężeń szkodliwych, które zależnie od ich wielkości powodują pęknięcie, albo w najlepszym razie — osłabienie materiału. Weźmy jako przykład połączenie z rys. 112.

Blacha zagięta ku spoinie o bardzo niewielki kąt ujawni dla oka swoje odkształcenie przez zadarcie ku górze wolnej krawędzi *A*. Chcąc zachować poziome położenie blachy *A* można przygiąć ją z powrotem, lub przed spawaniem zamocować w odpowiednim uchwycie, który pozwoli tylko na lekkie pofałdowanie się blach, a nie pozwoli im stanąć pod kątem. Tak, czy inaczej—blacha musi być odgięta w przeciwnym kierunku, niż się sama zagina pod wpływem skurczu.

Napozór można byłoby powiedzieć, że odkształcenie górnej blachy z rys. 112 jest większe niż dolnej. W istocie rzecz się ma przeciwnie. Zamiast wygięcia blachy w jednym kierunku, które spowodowane jest skurczem, otrzymuje się podwójne faliste wygięcie. Próby usunięcia tego odkształcenia przez sprowadzenie wygięcia do idealnej płaszczyzny środkami mechanicznymi na zimno, niewątpliwie skończyłyby się pęknięciem szwu.

Częściowe usuwanie pofałdowania się blachy zapomocą młotka jest stosowane w praktyce, szczególnie przy blachach cieńszych, ale bić młotkiem po spoinie jest niebezpieczne i dokładne wyprostowanie blach pofałdowanych jest niemożliwe.

Jako zasadę trzeba przyjąć, że przy spawaniu odkształcenia muszą nastąpić i nie należy bynajmniej utrudniać samego skurczu, gdyż przez to wywołuje się szkodliwe naprężenia w materiale. Natomiast przez odpowiednie rozmieszczenie spoin na przedmiocie spawanym, odpowiednią kolejność spawania i zastosowanie przyrządów, można i trzeba tak rozłożyć odkształcenia i tak je pokierować, aby po ostygnięciu połączenie spawane miało kształt pożądany, z możliwie małymi odchyleniami od rysunku, znajdującymi się w tych miejscach, gdzie to nie ma znaczenia.

Jeżeli przedmiot ma mieć ściśle wymiary i podlega późniejszej obróbce, konstruktor musi się liczyć z pewnym pofałdowaniem się materiału i dać taki nadmiar grubości materiału, aby te nierówności znalazły się w warstwie, którą zdejmuje nóż.

Szczególniej poważne trudności zachodzą przy długich szwach, gdzie zjawiska powyższe występują w spotęgowanej formie.

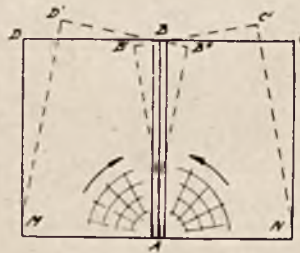
### Spawanie długich blach.

Jeżeli blachy zetknąć równo krawędziami na początku spawania, to — w miarę posuwania się palnika — blachy coraz bardziej będą zachodzić na siebie, jak pokazano na rys. 114, i spawanie stanie się wreszcie niemożliwe. Wyprostowanie tak zwichrzonych blach, gdy spoina jest już częściowo wykonana, jest niemożliwe i robota jest zepsuta. Mechanizm tego zjawiska polega na tem, że materiał, rozgrzany w pewnym promieniu od p. *A*, kurczy się w czasie zastygania, gdy palnik przesuwa się wyżej, i materiał ściąga się ku temu punktowi, powodując obrót blach dokoła punktu *A* w kierunku zaznaczonym strzałkami.

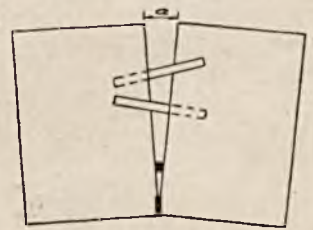
Zaradzić można temu, rozsuwając blachy na początku spawania na pewną odległość *a*, którą określa się doświadczalnie. W miarę spawania, krawędzie blach zamykają się na podobieństwo nożyc. Aby regulować to zbliżanie się krawędzi, spawacz zakłada między blachy klin, który przesuwa przed sobą w miarę postępu roboty. Lepsze są do tego celu 2 pręty, które widzimy na rys. 115, ewentualnie wkładka w kształcie litery *H*, lub zaciski śrubowe, gdyż sam klin nie może przeciwdziałać przesuwanemu się blach pionowo względem siebie, na co również trzeba pilnie zwracać uwagę przy spawaniu długich blach.

Rozstęp blach *a* z rys. 115 zależy od metody spawania, szybkości spawania i mocy palnika. Wynosi on mniej więcej 3 — 5% długości spoiny.

Ponieważ wolne krawędzie blach pozostają zimne, a w środku materiał się kurczy, więc w p. *A* spoiny pozostaną po spawaniu natężenia rozciągające. Jednak nie na całej długości spoiny *AB* będzie panować rozciąganie. Sam fakt, że blachy zamykają się w czasie spawania wskazują na istnienie sił dociskających blachy do siebie i naprężenia w spojeniu pozostają, jako naprężenia ściskające. Zresztą, ponieważ bla-



Rys. 114.  
Zachodzenie blach na siebie podczas spawania.



Rys. 115.  
Spawanie blach rozsuwanych.

chy są swobodne, naprężenia ściskające i rozciągające muszą się równoważyć.

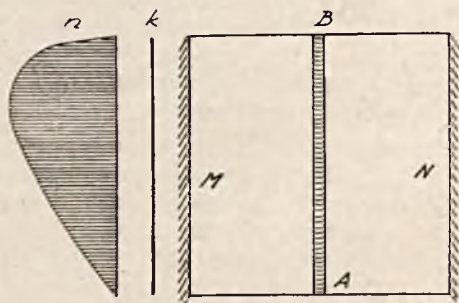
Na rozkład i wielkość naprężeń skurczonych powstających przy spawaniu długich blach rzuciły nieco światła badania inż. Lottmanna\*). Badania te zostały przeprowadzone w ten sposób, że mierzono odkształcenia blach w rozmaitych punktach i na zasadzie proporcjonalności między odkształceniami i naprężeniami (prawo Hooka) określano rozkład i wielkość naprężeń skurczonych. Okazało się, że przy blachach sztywno zamocowanych naprężenia te mogą nawet przekroczyć granicę płynności materiału i wtedy wielkość ich nie da się określić z wielkości odkształceń.

Pomiary Lottmanna obejmują tylko blachy spawane elektrycznie. Przy spawaniu acetylenowym temperatura spawania jest niższa, a ilość ciepła dostarczona blachom — większa, niż przy spawaniu elektrycznym, dlatego i wielkość naprężeń będzie inna, rozkład ich jednak będzie podobny, jak przy spawaniu acetylenowym.

\*) Zeitschrift des V. D. I. № 38, 1930

Na rys. 116—119 przedstawiono wyniki otrzymane przez Lottmanna.

Rys. 116 przedstawia blachy sztywno zamocowane, nie mogące się przesuwać w czasie spawania.



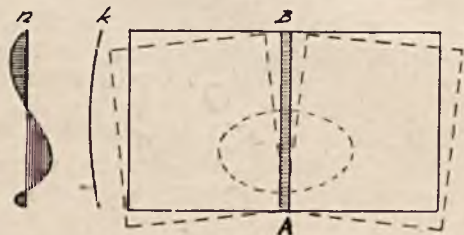
Rys. 116.

Rozkład naprężeń przy spawaniu blach sztywno zamocowanych wzdłuż krawędzi *M* i *N*.

Takie sztywne zamocowanie blach można byłoby urzeczywistnić w ten sposób, że blachy położone na grubej płycie żelaznej zostałyby spojone z tą płytą szwami krawędziowymi, wzdłuż boków *M* i *N*. Przy spawaniu takich blach nie zachodzi zjawisko zachodzenia blach na siebie, zato naprężenia wewnętrzne w spoinie z powodu silnego kurczenia się obu blach osiąga najwyższe wartości. Na całej długości takiego szwu mamy do czynienia tylko z rozciąganiem, które w kierunku spawania — od *A* do *B* — stale wzrasta, schodząc oczywiście w punkcie skrajnym do zera.

Żadnego pofałdowania blach w tym przypadku obawiać się nie należy, gdyż na całej powierzchni blachy są naciągnięte. Przy blachach długości 2 m, skurcz poprzeczny wynosi ok. 2 mm, a naprężenie — 18 kg/mm<sup>2</sup>.

Natomiast przy spawaniu blach swobodnie położonych koło siebie blachy fałdują się tak w kierunku poprzecznym do szwu, jak w kierunku spawania.



Rys. 117.

Rozkład naprężeń przy spawaniu blach, leżących swobodnie.

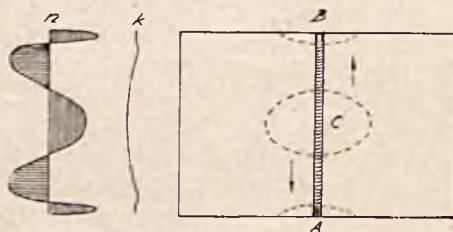
Jeżeli w jakimkolwiek punkcie spoiny utworzy się uwypuklenie, jest to dowodem zbiegania się materiału ku temu punktowi, muszą więc w tym przypadku panować naprężenia ściskające. Z doświadczeń Lottmanna wynika, że przy spawaniu blach swobodnie położonych koło

siebie, na mniej więcej jednej trzeciej długości szwu tworzy się ośrodek wypukłości, której granice przebiegają mniej więcej w sposób zaznaczony na rys. 117.

Na krańcach spoiny w p. *A* i *B* panuje rozciąganie, które na granicach wypukłości schodzi do zera i przechodzi w ściskanie.

Naprężenia te równoważą się wzajemnie. Kształt, do którego dąży spoina przy tego rodzaju spawaniu, jest zaznaczony na rysunku krzywą *k*.

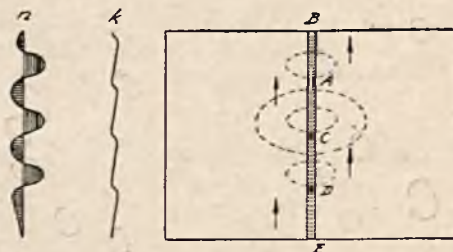
Jak wspomniano w rozdziale o przygotowaniu spoin, długie blachy są szczipane punktami rzadziej lub gęściej położonymi wzdłuż spoiny, a następnie poszczególne odcinki między punktami szczipnymi są spawane.



Rys. 118.

Rozkład naprężeń przy spawaniu blach szczipanych w 2 punktach.

Najprostszy wypadek tego rodzaju spawania przedstawia rys. 118, gdzie szczipa się 2 krańcowe punkty *A* i *B*, a następnie wykonuje



Rys. 119.

Rozkład naprężeń przy spawaniu krótkimi odcinkami blach szczipanych.

się spawanie, zaczynając od środka *C*. Wyobraźmy sobie, że odcinki *CB* i *CA* są spawane jednocześnie, przez 2-ch spawaczy.

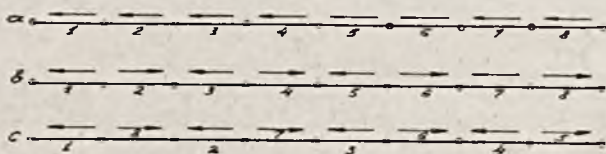
Ustalenie linii szwu w p. *A*, *B* i *C* przed spawaniem, musi wywołać w konsekwencji pofałdowanie się blach, a punkty *A*, *B* i *C* stają się ośrodkami tego pofałdowania, jak zaznaczono na rys. 118. W częściach przejściowych spoiny powstają naprężenia rozciągające, równoważące naprężenia ściskające.

Analogicznie przedstawia się rzecz, jeżeli punktów szczipnych mamy więcej (rys. 119). Mamy tu 3 punkty szczipne, przytem skrajne punkty spoiny pozostają wolne. Spawacz rozpoczyna robotę w p. *A* i wykonywa odcinek *AB*. Blachy w p. *B* same się zamykają i naprężenia na tym odcinku są mniejsze niż przy spawaniu

odcinka  $CA$ , gdy punkt końcowy  $A$  jest stały. Wskutek skłonności blach do zachodzenia na siebie, w p.  $A$  powstaną naprężenia ściskające i utworzy się fałda. Tak samo spawanie następnego odcinka od  $D$  do  $C$  wywoła na odcinku  $CA$  ściskanie i wypuklenie blachy. Poszczególne pofałdowania blachy zachodzą na siebie, wzajemnie znosząc się lub powiększając. Krótsze odcinki szczipne pozwalają zmniejszyć efekt miejscowy fałdowania się blachy, przez rozbitcie jednej dużej fałdy, jak w rys. 118 na szereg drobnych. Stosownie do tego i naprężenia szkodliwe zmniejszają się, dzięki wielokrotnej ich zmianie ze ściskania na rozciąganie i odwrotnie.

Przy dobrym spawaniu blach szczipionych, już powyżej 5 mm grubości pofałdowanie powinno być niewidoczne. W każdym razie trzeba pamiętać o tem, że naprężenia ściskające, dające wypukłości na blasze, są wprawdzie niepożądane, bo psują wygląd roboty, ale nie są niebezpieczne, daleko zaś niebezpieczniejsze są naprężenia rozciągające, ukryte dla oka.

Spawanie odcinkami może się odbywać w różny sposób, jak wskazuje rys. 120, a mianowicie poszczególne odcinki można spawać wszystkie w jednym kierunku (szkic  $a$ ) i spoina, traktowana jako całość, jest tu spawana w jed-



Rys. 120.

Schemat spawania blach szczipionych. Cyfry oznaczają kolejność spawania poszczególnych odcinków, strzałki zaś — kierunek ich spawania.

nym kierunku, lub też poszczególne odcinki są spawane w różnych kierunkach, a spawacz posuwa się wcióż w jednym kierunku (szkic  $b$ ), albo wreszcie kierunek spawania poszczególnych odcinków zmienia się i spoina jako całość jest spawana w dwu kierunkach; raz spawacz idzie z lewej strony ku prawej, spawając co drugi odcinek, a potem z prawej ku lewej wypełniając resztę szwu. Ten ostatni sposób jest najlepszy.

Można uniknąć zachodzenia blach na siebie przez odpowiednie przekuwanie szwu w czasie spawania na gorąco. Ten sposób nie jest jednak godny polecenia. Przekuwanie szwu musi odbywać się bardzo krótkimi odcinkami, a więc robotę trzeba często przerywać, co ujemnie wpływa na jakość spawania i podraża robotę. Przekuwanie to nie przenika nawskroś pozostaje z natury rzeczy powierzchniem i może wywołać pęknięcie w materiale, niewidoczne dla oka, bardzo niebezpieczne. Młotkowanie blachy w zimnym stanie nie jest szkodliwe, tak samo jak w stanie rozżarzonej. Ale bicie młotkiem po metalu zastygającym przedstawia duże niebezpieczeństwo i lepiej już z prostowaniem fałd zaczekać, aż metal

ostygnie do temperatury, pozwalającej na dotyknięcie blachy ręką.

Przekuwanie w czasie spawania jest jednak konieczne, jeżeli obie części łączone są zamocowane w sposób stały, analogicznie do schematu z rys. 117. Niema bowiem innego sposobu na usunięcie, lub przynajmniej zmniejszenie naprężeń rozciągających, które osiągają w tym wypadku nadzwyczaj wysokie wartości. Jedyne wyżarzanie całego przedmiotu mogłoby usunąć szkodliwe naprężenia.

Wyżarzanie należy przeprowadzać w bardzo ścisłych granicach temperatur w przeciwnym razie może przynieść więcej szkody niż pożytku. Należy możliwie szybko doprowadzić przedmiot do temperatury  $925^{\circ} - 950^{\circ}\text{C}$ , ale nie wolno jej przekraczać, gdyż w temperaturze powyżej  $950^{\circ}$  kryształki metalu mają tendencję dołączenia się w grube ziarna. Również przy powolnym studzeniu tworzy się struktura gruboziarnista, która zmniejsza wytrzymałość materiału i czyni go kruchym. Jeżeli więc stosuje się wyżarzanie, należy się starać, aby temperatura wyżej podana nie została przekroczona, a po skończonej operacji należy szybko studzić przedmiot\*). Ta skłonność do tworzenia grubych ziaren przy powolnym ostudzaniu jest tem większa, im więcej nieczystości zawiera spoina.

Jeżeli więc wyżarzanie wykonuje się niefachowo, jest więcej niż prawdopodobne, że uwalniając metal od naprężeń szkodliwych nada się mu strukturę niepożądaną. Należy dodać, że wyżarzanie jest zabiegiem kosztownym, a przy większych przedmiotach częstokroć trudnym lub niemożliwym do przeprowadzenia.

### Zapobieganie niepożądanym skutkom skurczu.

Wspomniano już wyżej, że kurczeniu się spawanego przedmiotu zapobiec nie można. Należy jednak tak połączenie zaprojektować, tak je przygotować i tak przeprowadzić spawanie, aby przy możliwie swobodnym skurczu rzeczywisty kształt przedmiotu różnił się możliwie mało od projektowanego, a naprężenia wewnętrzne były usunięte, względnie tak umieszczone, aby nie były niebezpieczne.

Na szeregu przykładów pokażemy różne sposoby zapobiegania niepożądanym odkształceniom.

Rys. 121 przedstawia skrzynkę prostokątną spawaną. Przesuwając spoinę z rogu na boczną powierzchnię skrzynki, zmniejszamy jej odkształcenie, gdyż blacha z łatwością pociągnie się na zaokrągleniu, bez widocznych skutków.

Na rys. 122 widzimy rury spawane na styk. Ponieważ po spawaniu szew się kurczy, więc rura w tem miejscu zostaje wciągnięta do środka. Aby temu zapobiec należy dodać materiału w to miejsce, gdzie następuje skurcz. W tym celu wywija się na zewnątrz koniec rury, jak pokazano na rys. 122 (szkic dolny) wówczas spojenie może się swobodnie kurczyć, nie wywołując natężeń szkodliwych.

\*) H. Gerbeaux. Contribution à l'étude de la structure des soudures des aciers doux.

Inne wykonanie wskazuje szkic dolny rys. 124, tu mamy 2 fałdy, t. zw. fałdy skurczone, których zadaniem jest unieszkodliwić naprężenia występujące po spawaniu. Jedynym efektem

kazano na rysunku. Jednak tego rodzaju sposoby nie są godne polecenia.

Dobrym sposobem jest wywiniecie kołnierza



Rys. 121.

Właściwe (na prawo) i niewłaściwe umieszczenie szwu na skrzynce spawanej.

skurczu w tym wypadku będzie spłaszczenie się fałdy. Przy długich rurociągach tego rodzaju fałdy nie tylko daje się ze względu na spawanie, ale również w celu umożliwienia rozciągania się i kurczenia rurociągu na skutek różnic temperatury atmosfery otaczającej.

Na rys. 125 przedstawiono przedmiot spawany wzdłuż. Z powodu skrócenia się linii szwu, przewód wygnie się, jak to pokazano w sposób przesadzony na rysunku. Aby więc otrzymać kształt prosty po spawaniu trzeba przed spawaniem wygiąć rurę w przeciwnym kierunku (szkic dolny). Należy jednk zaznaczyć, że po spawaniu powstają w materiale naprężenia szkodliwe.

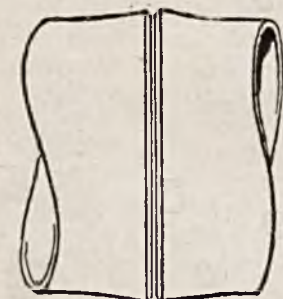


Rys. 124.

Połączenia rur umożliwiające swobodny skurcz po spawaniu.

rza na przewodzie. Wówczas skurcz wyprostuje nieco zaokrąglenie kołnierza nie wywołując poważniejszych naprężeń.

Przy wykonywaniu szwów podłużnych na rurach i ciałach walcowych, trudno otrzymać przekrój dokładnie okrągły. Przy blachach cienkich skurczenie się obwodu wywołuje zniekształcenie, jak pokazano na górnym szkicu rys. 123 na dolnym zaś szkicu przedstawiono znie-



Rys. 122.

Odształcanie się rur przy spawaniu na styk i sposób zapobiegania temu odształceniu (szkic dolny).

Rys. 123.

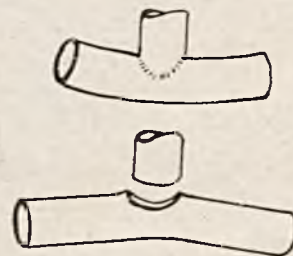
Zniekształcenie przekroju rury spawanej wzdłuż. U góry — rura z blachy cienkiej, u dołu — rura o ściance grubej.



Rys. 125.

Odształcanie się rur spawanych wzdłuż.

kształcenie przy blachach grubszych. Jest to szczególnie niedogodne, gdy jeden bęben łączy się z drugim. Ponieważ szwy podłużne nie mogą do siebie pasować, następuje uciążliwe prostowanie i przewalcowywanie bębnow na możliwie dokładny kształt. Szczególnie trudne jest postępowanie przy łączeniu kilku



Rys. 126.

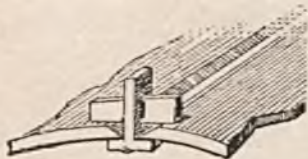
Odształcanie się rur przy spawaniu odgałęzień.

Podobnie na rys. 126 — z powodu nagrzanego głównego przewodu przy spawaniu sztućca, przewód ten wygnie się. Można sobie poradzić w ten sposób, aby wygiąć ten przewód przed spawaniem w przeciwnym kierunku, jak to po-

bębnów ze sobą, z grubej blachy, którą trudno prostować. W zakładach B-ci Sulzer w Winterthur wprowadzono inny sposób postępowania. Nie stosuje się wcale szepienia blach przed spawaniem, lecz spawa się krawędzie swobodnie



rozsunięte, przytem spawacz przesuwając przed sobą przyrząd wyobrażony na rys. 127, który ma za zadanie utrzymywać krawędzie w małej odległości od siebie i na tym samym poziomie.



Rys. 127.

Przyrząd do spawania bębnow nieszczepionych.

Po spojeniu dłuższego szwu na jednym bębnie przechodzi się do szwu poprzecznego, łączącego pierwszy bęben z drugim, nie wykonując jeszcze podłużnego szwu na drugim bębnie (rys. 128). Ten sam przyrząd z rys. 127 służy do wykonania tego szwu. Tu blacha może swobodnie się odkształcać, dopasowanie obu bębnow nie przed-

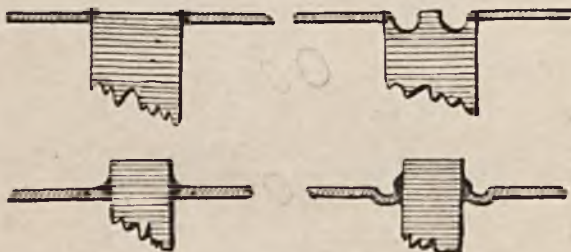


Rys. 128.

Sposób łączenia bębnow nieszczepionych. Szw poprzeczny, łączący oba bębny, wykonywany jest przed szwem podłużnym drugiego bębna.

stawia trudności. Dopiero po wykonaniu tego szwu, spawa się wzdłuż bębna drugi i t. d. Sposób ten — podobno — daje znacznie lepsze wyniki, niż zwykła metoda wykonywania poszczególnych bębnow oddzielnie i spawania ich razem przy użyciu szepnych punktów.

Przy spawaniu palnikiem w sposób wyżej



Rys. 129 i 130.

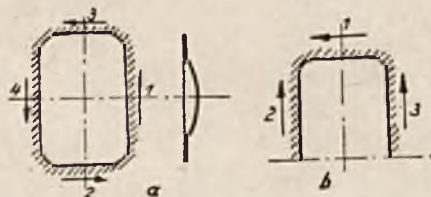
Spawanie blach cienkich z grubszą ścianką.

opisany poleca się stosować metodę spawania w prawo.

Spawanie blachy cienkiej z grubą ścianką daje pole do powstania niebezpiecznych naprężeń. Po spawaniu, podczas gdy gruba ścianka jest jeszcze gorąca, cienka blacha już jest zimna, i dalsze kurczenie się grubej ścianki wywołuje naprężenia w cienkiej blasce. Tym sposo-

bem przy łączeniu ścianek o nierównej grubości siły skurczu przenoszą się na ściankę o mniejszym przekroju. Te szkodliwe następstwa można osłabić przez wyłobienie grubszej ścianki, jak pokazano na rys. 129, — lub jeśli to jest niemożliwe — przez wykonanie fałdy skurcznej na cieńszej blasce, jak to wskazuje rys. 130.

Przy spawaniu łaty na pełnej blasce (rysunek 131 szkic a) uniknięcie natężeń jest kwestią bardzo ważną, gdyż wówczas mamy wypadek analogiczny do przedstawionego na rys. 117.



Rys. 131.

Spawanie łaty.

Aby łata mogła się ciągnąć we wszystkich kierunkach, musi być wypukła i kąty powinny być zaokrąglone. Po spawaniu, jeżeli łata pozostaje jeszcze wypukła, można uderzając po niej młotkiem wyprostować ją, przytem wywołując ściskanie w spoinie, uwalnia się ją od naprężeń szkodliwych, które mogły pozostać po spawaniu. Kolejność spawania zaznaczono na rysunku. Lepiej jest takiego rodzaju łaty unikać. Jeżeli łata można doprowadzić do krawędzi, i tym sposobem spawać tylko 3 boki, wykonanie jest dużo łatwiejsze (szkic b).

Przy spawaniu pęknięcia wskazane jest wywiniecie krawędzi (rys. 132). Sciąganiu się materiału do miejsca spawanego i powo-



Rys. 132.

Spawanie pęknięcia.

stawianiu naprężeń rozciągających można wówczas przeciwdziałać przez sklepanie spoiny wykonanej nieco nad powierzchnią blachy.

W powyższym wypadku, jak i w analogicznych wypadkach skurczu, zasada jest ta sama: należy skompensować w jakikolwiek sposób skurcz, przez „poddanie” materiału do miejsca stygnącego; w tym celu należy mieć pewien „zapas” materiału w postaci fałdy, uwypuklenia koło spoiny, nadmiaru materiału w spoinie, który się później rozklepuje i t. p., a wówczas materiał, który w czasie stygnięcia staje się „za krótki” może swobodnie się przesunąć, bez wywoływania naprężeń szkodliwych. (d. c. n.)

# Spawanie w atmosferze gazów redukujących.

podał inż. Józef Biernacki, Warszawa.

Przy spawaniu, gdy metale są podgrzewane do temperatury topienia, spotykamy te same zjawiska, jakie zachodzą w piecach do wyrobu i przeróbki metali. Gazy używane do spawania, a więc tlen i wodór, gaz świetlny, pary benzyny i benzolu, acetylen i inne, wraz ze swymi zanieczyszczeniami, jak również i powietrze, w skład którego obok tlenu wchodzi, azot, para wodna i inne gazy, będą każdy w inny sposób oddziaływać na stapiane, a następnie zastygające metale.

Również przy spawaniu łukiem elektrycznym roztopiony metal elektrody styka się z powietrzem z atmosfery, więc tlen i azot mogą oddziaływać na metal. Poniżej rozpatrzemy pokrótce działanie niektórych gazów pod kątem widzenia spawania.

Tlen chciwie łączy się z metalami i ich przymieszkami, tworząc tlenki, które w ogromnej mierze przeszkadzają zlanemu się poszczególnych stref topionego metalu, a pozostając uwięzione w spoinie, zmniejszają wybitnie własności mechaniczne spoiny. Poza to tlen może się rozpuścić w metalach, a według badań Ledebura 0,1% tlenu w żelazie powoduje kruchość na gorąco i uniemożliwia zgrzewanie<sup>1)</sup>.

W połączeniu z miedzią, tlen daje tlenki miedzi, które w temperaturze bliskiej topienia przechodzą w stan eutektyczny, powodując kruchość i łamliwość miedzi. Przy spawaniu stali o wyższej zawartości węgla, zachodzi zjawisko wypalania się węgla, przez co stale te są uważane za niespawalne. Przy spawaniu zaś stali specjalnych, z domieszką chromu, niklu i t. p., stwierdzono, iż niespawalność powodują tlenki, które przeszkadzają łączeniu się poszczególnych stref stopionego metalu i nie dają się łatwo zredukować.

Tlen więc jest b. szkodliwy, przeto też nie należy spawać płomieniem, w którym wolny tlen może istnieć. Jedynie spawanie płomieniem utleniającym mosiądzu i stopów, w których skład wchodzi cynk, daje dobre wyniki, gdyż tlenki cynku tworzą skorupę, która ochrania metal od utleniania, oraz przeciwdziała wyparowaniu cynku.

Inne gazy, jak tlenek węgla, wodór, dwutlenek węgla, azot, wykazują większą lub mniejszą rozpuszczalność w zależności od metalu i temperatury. Gazy te przy stygnięciu wydzielają się, lecz gdy stygnięcie jest szybkie, pozostają uwięzione w spoinie, powodując jej porowatość, ew. część gazów zostaje po stężeniu w roztworze stałym.

W żelazie znaleziono najwięcej rozpuszczonego tlenku węgla, następnie wodoru, azotu, i w końcu dwutlenku węgla.

Wodór rozpuszczony w żelazie zwiększa

jego wytrzymałość na rozciąganie, natomiast zmniejsza ciągliwość; przez wyżarzenie można go z żelaza wydzielić.

Azot natomiast wywiera bardzo ujemny wpływ na żelazo i aczkolwiek zwiększa wytrzymałość na rozciąganie, to znacznie zmniejsza ciągliwość. Ciszewski podaje, iż zmniejszenie ciągliwości wynosi 15% przy zwiększeniu zawartości azotu od 0,1 do 0,13%<sup>2)</sup>.

Wpływ azotu nie jest jednak dostatecznie stwierdzony i niektórzy badacze przypisują ujemny wpływ domieszkom, w których rozpuszcza się azot i pośrednio wpływa na własności żelaza. Szczególnie azot rozpuszcza się w krzemie i manganie. Tem też należy przypuszczać nie tłumaczyć twardość spoin żeliwnych, spawanych pałeczkami z większą zawartością krzemu, o ile stygnięcie jest zbyt szybkie. Przy spawaniu możemy zauważyć, że jeżeli raptownie oderwiemy palnik (w bok), to powstanie krater i metal w tym miejscu jest aż do spodu porowaty. O ile odrywamy palnik powoli (do góry), to możemy zaobserwować jakby gotowanie się przez pewien czas metalu, które w końcu ustaje i metal posiada gładką powierzchnię.

Należy jeszcze podkreślić tę okoliczność, iż płomień używany do spawania, o mniejszych lub większych własnościach redukujących, ochrania tylko niewielką płaszczyznę topionego metalu i przy przesuwaniu się naprzód odsłania zastygający metal, który w tej temperaturze pochłania tlen i azot z powietrza. W celu uniknięcia powyższych zjawisk opracowano metodę spawania o podwójnym płomieniu, opisaną przez dr. A. Sznerra w Nr. 11 niniejszego czasopisma z r. z.

## Charakterystyka płomieni używanych do spawania.

Badania nad spawalnością metali wykazały, iż niespawalność, ewentualnie mierne własności mechaniczne, są spowodowane w głównej mierze utlenianiem się metalu lub składników, które dany metal zawiera.

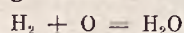
Przy spawaniu więc metali w pierwszej mierze należy unikać zetknięcia się rozgrzanego do wysokiej temperatury metalu z tlenem, bądź to z powietrza, bądź to z płomienia, nie posiadającego własności redukujących.

Poniżej pokrótce rozpatrzemy własności różnych płomieni używanych do spawania. Znaczący należy, iż wszystkie niżej wymienione płomienie były po kolei zastosowane w początkach spawania, aż do chwili zastosowania płomienia acetyleno-tlenowego, który dzięki swoim wybitnie redukującym własnościom dziś wyłącznie do spawania jest używany.

<sup>1)</sup> Anczyc „Żelazo“.

<sup>2)</sup> Schmelzschweissung Nr. 10. Rok 1928. Str. 170.

Płomień wodorotlenowy. Dwie części na objętość wodoru zmieszane z jedną częścią tlenu, zapalone przy wylocie palnika spalają się według wzoru:



Jako produkt spalania otrzymuje się więc parę wodną, która w wysokich temperaturach rozkłada się z powrotem na tlen i wodór. Rozkład ten następuje już poniżej 1000°C, zaś w temperaturze 1100—1200°C rozkład pary jest energiczny i coraz bardziej się zwiększa, aż do temperatury 2500°C, powyżej której istnienie pary jest niemożliwe.

Rozpad pary z jednej strony pochłania ciepło, przez co temperatura płomienia zostaje obniżona, oraz — co najgorsze — wolny tlen działa na roztopiony metal, powodując silne utlenianie. Rys. 1 przedstawia płomień wodorotlenowy, który — nie posiadając wyraźnych konturów — jest trudny do uregulowania. W celu nadania temu płomieniowi własności redukujących, dodaje się nadmiar wodoru w ilości 4-krotnej ilości tlenu. Okoliczność ta wpływa ujemnie na ekonomiczność spawania wodorem. Poza to z powodu stosunkowo niskiej temperatury, okre-



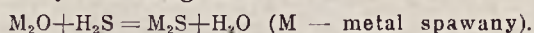
Rys. 1.  
Płomień wodorotlenowy.

ślonej praktycznie na około 2000°C, spawanie większych grubości żelaza jest utrudnione, a tembardziej innych metali o wysokim przewodnictwie cieplnym. Zbyt długie nagrzewanie ułatwia tylko utlenianie metalu, oraz rozpuszczanie się gazów. Wadę tę posiadają wszystkie płomienie o stosunkowo niskiej wartości cieplnej.

Płomień gaz świetlny-tlen. Gaz świetlny składa się z całego szeregu różnych gazów, których procent zawartości jest zmienny. Średnio dobry gaz świetlny zawiera:

CO—10%, H<sub>2</sub>—45%, CH<sub>4</sub>—35%, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>—4%, CO<sub>2</sub>—3%, N<sub>2</sub>—3%.

Pozatem gaz świetlny zwykle zawiera resztki siarkowodoru, który łączy się z metalem spawanym według wzoru:



Jako produkt spalania gazu świetlnego w tlenie otrzymuje się przeważnie parę wodną (ze spalenia 1 m<sup>3</sup> gazu świetlnego otrzymuje się około 0,91 kg pary wodnej), która w najgorętszej sferze płomienia rozkłada się z powrotem na tlen i wodór. Tlen powoduje utlenianie metalu, pochłaniając wielkie ilości ciepła. Aby więc otrzymać płomień redukujący, należy przy regulacji dać nadmiar gazu świetlnego, jak w wypadku wodoru.

Temperatura płomienia w praktyce nie przekracza 1800°C. Wobec b. dużych strat ciepła przy rozpadzie pary wodnej, spawanie tym płomieniem większych grubości i metali o większym przewodnictwie ciepła jest niemożliwe.

Płomienie innych gazów (metan, etylen, pary benzyny i benzolu).

Wobec istnienia olbrzymich źródeł gazu ziemnego, który jest prawie w 100% metanem, o dużej wartości opałowej, koła przemysłowe w Polsce zainteresowały się kwestją przydatności tego gazu do spawania. Poza to gazy wysokich pieców i inne gazy przemysłowe, jako produkty uboczne, również były proponowane do spawania. Zastosowanie par benzolu lub benzyny do spawania<sup>3)</sup> interesowałoby nasz przemysł naftowy. Niestety brak nam dokładnych badań laboratoryjnych płomieni tych gazów, więc ograniczymy się do omówienia strony praktycznej tych płomieni.

Na zasadzie prób dokonanych można stwierdzić, iż:

1) temperatura tych płomieni jest znacznie niższa, niż płomienia acetyleno-tlenowego i wynosi około 2000°C.

2) brak im wybitnych własności redukujących i pod tym względem absolutnie nie mogą konkurować z płomieniem acetyleno-tlenowym, natomiast pod tym względem są lepsze od wodoru i gazu świetlnego;

3) płomienie te dają spoiny mniej lub więcej utlenione i porowate;

4) sposób użycia i regulacja jest przy tych gazach utrudniona, szczególnie przy aparatach benzolowych.

Niska temperatura płomienia wpływa na zwiększenie czasu spawania, zaś długotrwałe nagrzewanie metalu ułatwia utlenianie stopionego metalu i pochłanianie gazów. Szczególnie trudno jest spawać większe grubości i metale o większym przewodnictwie ciepła.

Przy przeprowadzonej próbie spawania miedzi o grubości 15 mm płomieniem benzolowym okazało się, iż pomimo uprzedniego nagrzania miedzi ilość doprowadzonego ciepła przez płomień palnika była niewystarczająca i spawacz nie mógł zakończyć spawania. Spoina zaś przy takim długotrwałym nagrzewie okazała się bardzo krucha.

Jak zaznaczyliśmy, utlenianie pochodzi z długotrwałego nagrzewu, a oprócz tego może istnieć wolny tlen, pochodzący z rozkładu pary wodnej, jak w wypadku gazu świetlnego, który zawiera również metan w ilości 35%.

Pary benzolu przy przepuszczaniu przez rozżarzoną rurkę rozkładają się na wodór, acetylen i różne inne aromatyczne węglowodory, czemu towarzyszy wydzielanie węgla i z tego też powodu własności płomienia nie są ściśle określone i należy przypuszczać, iż nie są stałe.

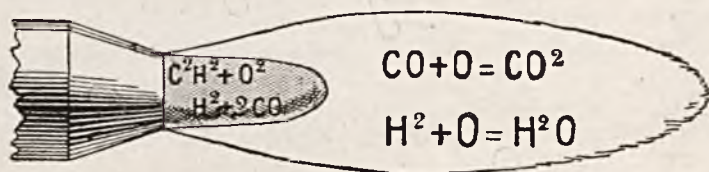
Konieczność parowania benzolu utrudnia wielce obsługę aparatu i zwiększa niebezpieczeństwo. Mianowicie przed przystąpieniem do spawania należy ogrzać końcówkę palnika do temperatury parowania benzolu, gdyż w przeciwnym razie wytryskuje płonący płyn, który może poparzyć spawacza lub też spowodować

<sup>3)</sup> Spawanie płomieniem mieszanki par benzyny i benzolu spalanej w tlenie było stosowane w początkach spawania, jednak następnie zostało zarzucone na skutek zalet płomienia acetylenowego.



pożar. W czasie spawania końcówka musi być stale nagrzewana zapomocą dodatkowego płomienia, gdyż ochłodzenie końcówki prowadzi do wytryskiwania płynu.

Podgrzewanie to jest utrudnione na wolnym powietrzu, a niemożliwe przy silnych wia-

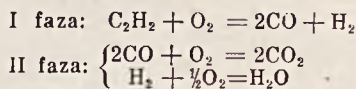


Rys. 2.  
Płomień acetyleno-tlenowy.

trach, wobec czego aparaty te nie nadają się do prac na montażu, aczkolwiek są małych rozmiarów. Wszelkie przerwy spawania prowadzą do ochładzania końcówki i powtórnego nagrzewania, co trwa stosunkowo długo.

**Płomień acetyleno-tlenowy.**

Acetylen zmieszany w równych objętościach z tlenem spala się w dwóch fazach, a mianowicie:



Przyczem tlen do spalania w drugiej fazie dopływa z powietrza.

Na rys. 2 widzimy schemat płomienia, przyczem pierwszą fazę stanowi jasny języczek płomienia, (zwany inaczej osierdziem płomienia lub jądrem), zaś drugą fazę — kita płomienia.

Gazy CO i H jako produkty spalania pierwszej fazy, nim połączą się z tlenem powietrza, tworzą strefę o wybitnych własnościach redukujących, która rozciąga się od jasnego języczka na długości około 20 mm. Strefę tę można odróżnić gołym okiem; ma ona kolor szarawy na tle kity płomienia. Własności redukujące poza innymi zostały stwierdzone przez p. Le Grix<sup>4)</sup>, który na 8 Kongresie Acetyleny i Spawania przedstawił próbki żelaza, ołowiu, niklu i miedzi otrzymanych przez działanie płomienia acetyleno-tlenowego na tlenek żelaza, ołowiu, niklu i miedzi. Rys. 3 przedstawia kawałek rudy żelaznej z powierzchnią zredukowaną za pomoca płomienia acetylenowego. Widać wyraźnie zewnętrzną warstwę żelaza na tlenku żelaza.

Strefa redukująca nie jest wszędzie jednokowa i w miarę oddalania się od języczka procent gazów redukujących zmienia się.

Dokładne badania przeprowadził p. Pothmann w Niemczech, pobierając próbki gazów z różnych odległości od jasnego języczka przy płomieniu normalnie uregulowanym i stosunku

$$\text{gazów } \frac{O_2}{C_2H_2} = 1,15$$

P. Pothmann znalazł przy końcu jasnego języczka:

tlenku węgla 60%, wodoru 31%, azotu 8%

oraz 1% związków azotu z tlenem ( $N_2O_3$ ).

Na pewnej odległości od języczka spotyka się dwutlenek węgla i parę wodną. W odległości 15 mm od jasnego języczka analiza wykazała istnienie:

tlenku węgla 33%, wodoru 15%, azotu 33%, dwutlenku węgla 9%, pary wodnej 6%.

Resztę tworzą wolny tlen z powietrza i związki azotu z tlenem.

W odległości 30 mm znaleziono:

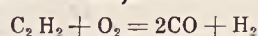
tlenku węgla 3,7%, wodoru 2,5%, azotu 58%, dwutlenku węgla 22,2%, pary wodnej 2,6%, tlenu 8%.

W dalszych odległościach nie ma już gazów redukujących, natomiast zwiększa się ilość azotu i tlenu.

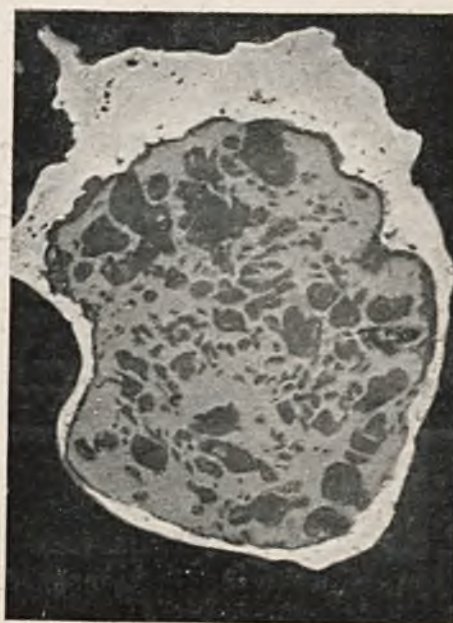
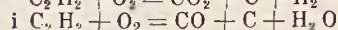
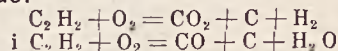
Wykres na rys. 4 daje obraz zmian procentu gazów w miarę oddalania się od jasnego języczka.

Przy płomieniu uregulowanym z nadmiarem acetyleny rozmiar strefy redukującej nieco się zwiększa.

Większy procent tlenku węgla tłumaczy p. Le Chatelier, że w miarę wzrostu nadmiaru acetyleny reakcja



dąży do:



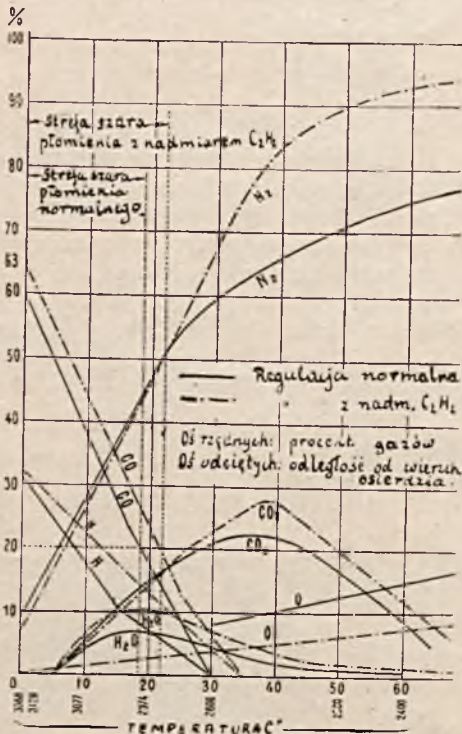
Rys. 3.  
Ruda żelazna zredukowana na powierzchni zapomocą płomienia acetyleno-tlenowego.

Wydzielający się węgiel łączy się z metalem powodując nawęglanie metalu. Odwrotnie, jeżeli będziemy dawać więcej tlenu, to otrzymamy płomień utleniający, który — jak wiemy — daje dobre wyniki jedynie przy spawaniu mosiądzu.

<sup>4)</sup> Revue de la Soudure Autogène, listopad 1929.

Pomiary temperatury według Henninga są podane w zależności od odległości od jasnego języczka w drugim wierszu na rys. 4. Najwyższa temperatura panuje w odległości 1,5 do 2 mm od jasnego języczka i wynosi 3128° C przy płomieniu acetyleno-tlenowym normalnie uregulowanym.

Teoretycznie temperatura płomienia acetyleno-tlenowego wynosi 3480°C. Ta wysoka temperatura i wielkie ilości ciepła (1 m<sup>3</sup> acetyleny spalonego w tlenie teoretycznie daje 14000 kal) zawdzięcza się endotermiczności acetyleny, który rozpada się łatwo przy wydzielaniu ogromnych ilości ciepła.



Rys. 4.

Wykres, przedstawiający procenty gazów w kicie płomienia acetyleno-tlenowego w różnych odległościach od wierzchołka osierdzia.

Skoncentrowana w płomieniu acetylenowym wielka ilość ciepła umożliwia spawanie wszelkiego rodzaju metali i w większych grubościach, co przy wybitnych właściwościach redukujących zdecydowało o rozpowszechnieniu tego gazu do spawania. Właściwości redukujące zostały zwiększone przez wprowadzenie dodatkowego płomienia i spawając tą metodą<sup>5)</sup> otrzymuje się spokojne topienie bez iskrzenia.

Reasumując, należy podkreślić wyższość płomienia acetyleno-tlenowego nad innymi płomieniami pod kątem widzenia spawania. W pewnych wypadkach specjalnych, gdy np. wodór, jako produkt uboczny jest tani, a gaz ziemny znajduje się na miejscu, można używać je do

spawania cienkich blach żelaznych, mosiężnych lub glinowych i przy stosowaniu właściwych metod otrzymać wystarczające wyniki.

Gazem świetlnym można spawać jedynie ołów.

Do robót odpowiedzialnych oraz do spawania metali łatwo utleniających się zasadniczo należy stosować acetylen i to dokładnie oczyszczony (acetylen rozpuszczony).

Prócz ochrony płomienia przy spawaniu używa się jeszcze proszków i past, które mają za zadanie zredukowanie powstających tlenków. Materiały te, po odtlenieniu metalu, wpływają na wierzch spoiny w postaci szlaki.

### Ochrona metalu przy spawaniu łukiem elektrycznym.

Przy spawaniu łukiem elektrycznym, elektrodą gołą, zjawiska utleniania i pochłaniania gazów zachodzą w większym stopniu, gdyż topienie metalu odbywa się w bezpośrednim zetknięciu się z atmosferą. Ponieważ źródłem ciepła przy spawaniu łukowym jest neutralna metalurgicznie energia elektryczna, przeto kwestję ochrony metalu rozwiązano na innej drodze. Sposoby te pokrótce poniżej rozpatrzemy.

#### Elektrody powlekane.

Powłoka elektrody ma za zadanie:

- 1) przez spalanie się utworzyć strefę gazów ochronnych,
- 2) przez stapianie się otoczyć cienką błonką spadającą kroplę stopionego metalu elektrody i po spadnięciu kropli utworzyć ochronną powłokę, która nie dopuści do zetknięcia się metalu z powietrzem.
- 3) zredukowanie tlenków.

Powłoka winna się topić nieco później niż elektroda, lecz z jednakową szybkością; warunki te stanowią b. poważną trudność przy fabrykacji elektrod powlekanych, co wpływa na ich wysoką cenę.

Jako środków redukujących używa się aluminium, tytan, krzem, mangan, magnez, azbest, sole wapna, boraks, krzemian wapnia itp. Jako materiałów tworzących szlakę używa się palone wapno, czystą glinę, krzemionkę, bezwodnik kwasu borowego, sól kuchenną, sodę i chlorek wapnia.

#### Spawanie łukowe w atmosferze wodoru.

Strefa redukująca płomienia acetyleno-tlenowego zapewne inspirowała wynalazców przy poszukiwaniach sposobów ochrony topionego metalu w łuku elektrycznym.

Strumień gazów o właściwościach redukujących, otulający elektrodę i otaczający miejsce spawane ochraniałby dostatecznie metal topiony od zetknięcia z powietrzem, a więc od utleniania.

Jako jeden z pierwszych gazów zastosowano wodór, który można dostać b. łatwo na rynku. I tak powstała metoda Langmuir'a,

<sup>5)</sup> Dr. A. Sznerr „Spawanie i Cięcie Metali“ Nr. 11, 1930.

rozpowszechniona w Ameryce. Istota spawania w atmosferze wodoru różni się jednak od zasady wyżej wypowiedzianej, a to ze względu na własności wodoru, który w łuku elektrycznym ze stanu molekularnego  $H_2$  zmienia się na stan atomowy  $2H$  przy pochłanianiu ciepła. Przy zetknięciu się z blachą wodor ze stanu atomowego z powrotem przechodzi w stan molekularny wydzielając ciepło, które topi przedmiot spawany.

Łuk elektryczny żarzy się pomiędzy dwiema elektrodami wolframowymi w strumieniu wodoru, przez co napięcie prądu jest wyższe, niż w wypadku normalnego spawania łukowego i wynosi 80 V.

Proces sam raczej jest podobny do spawania płomieniem palnika, niż do spawania łukowego metodą Sławianowa. Łuk elektryczny pomiędzy elektrodami wolframowymi służy do zamiany wodoru molekularnego na atomiczny oddając mu swoją energję cieplną, którą następnie wodor przy powrotnym rozkładzie oddaje blasze.

Topienie się metalu przy tym sposobie spawania odbywa się bardzo spokojnie. Stosuje się go szczególnie do spawania blach cienkich. Sposób ten jednak jest b. kosztowny.

#### Spawanie w atmosferze par metanolu.<sup>6)</sup>

W Niemczech zaczęto stosować jako gaz ochronny pary metanolu  $CH_3OH$ , które w temperaturze około  $700^{\circ}C$  rozkładają się na  $2H_2 + CO$ , a więc dwa gazy o własnościach redukujących. Spawanie tą metodą przedstawia nam rys. 5.



Rys. 5.

Spawanie w atmosferze par metanolu. Na prawo parownica metanolu.

Metanol paruje w parownicy, ogrzewanej parą wodną i w tej temperaturze ( $100^{\circ}C$ ) otrzymuje się gaz o ciśnieniu 2,5 at, co w zupełności wystarcza do doprowadzenia gazu do dyszy.

W zetknięciu z łukiem elektrycznym, który jarzy się między elektrodą, a przedmiotem spawanym, następuje rozkład metanolu na wodor i tlenek węgla, które tworzą strefę redukującą. Niebezpieczeństwa zatrucia tlenkiem węgla



Rys. 6.

Jarzenie się łuku w atmosferze par metanolu.

nie należy się obawiać, gdyż tlenek węgla spala się na  $CO_2$  z tlenem z powietrza. Napięcie prądu wynosi około 23 do 30 V.

Zamiast metanolu używano również amoniaku, który lepiej się nadawał do spawania miedzi i aluminium przy zastosowaniu elektrody węglowej.

Otrzymane wyniki spawania były znacznie lepsze niż przy zwykłym spawaniu łukowym, spoiny wykazywały zwiększoną ciągliwość, oraz były bez tlenków i por. Rys. 6 przedstawia jarzenie się łuku w atmosferze metanolu.

#### Spawanie łukowe w atmosferze strefy redukującej płomienia acetyleno-tlenowego.

Poszukując atmosfery redukującej dla ochrony metalu topionego łukiem elektrycznym<sup>7)</sup>, w końcu poszukiwania te musiały być uwieńczone „odkryciem“ płomienia acetylenowego. I rzeczywiście, znając zalety płomienia acetylenowego, można łatwo przewidzieć jakie dodatnie wyniki da połączenie tych dwóch metod. Zasługa ogłoszenia tej metody i przeprowadzenia pierwszych prób przypada niemieckiej firmie Grishheim.

Przy spawaniu łukiem elektrycznym i płomieniem acetyleno-tlenowym zalety obydwóch tych sposobów są zachowane, a mianowicie: strefa redukująca płomienia acetylenowego, ciągliwość spoin acetylenowych i metalurgicznie neutralne, silnie skoncentrowane ciepło łuku elektrycznego, jak również towarzysząca spawaniu łukowemu mała strefa nagrzewu, a tym samym mniejsze natężenie spowodowane skurczem metali. Do spawania metodą acetyleno-łukową używa się normalnego płomienia acetyleno-tlenowego i łuku elektrycznego (rys. 7),

<sup>6)</sup> Die Methanol—Schutzgasschweissung, Schmelzschweissung № 11, 1928, str. 201.

<sup>7)</sup> Oprócz wymienionych gazów próbowano stosować gaz wodny, mieszaninę wodoru i tlenku węgla azot, argon i inne, lecz bez powodzenia.

przyczem stosuje się prąd zmienny o niższym natężeniu, a o wyższym napięciu, w porównaniu do normalnego spawania łukowego.

Próbki wykonane tą metodą badano pod względem wytrzymałości, granic gięcia na gorąco i na zimno, ciągliwości i t. p. Okazało



Rys. 7.  
Spawanie elektryczno-acetylenowe.  
(na prawo elektroda).

się, iż szybkość spawania przewyższa dwukrotnie normalne spawanie płomieniem acetyleno-tlenowym, oraz osiągnięto pewną oszczędność, co do kosztów wykonania. Rys. 8 obrazuje spawanie elektryczno-acetylenowe.



Rys. 8.

Sposób trzymania palnika i elektrody przy spawaniu elektryczno-acetylenowym.

Obok żelaza spawano z powodzeniem miedź i glin. Szczególnie przy spawaniu miedzi metoda ta ma duże widoki powodzenia.

Połączenie metod spawania łukowego i acetylenowego potwierdza wielokrotnie ogłaszane na łamach czasopisma „Spawanie i Cięcie Metali” zapatrywanie, iż obie te metody uzupełniają się i nie zwalczają, jak to niektóre sfery przemysłowe chciałyby widzieć.

Z chwilą otrzymania dokładniejszych wyników podamy je niezwłocznie do wiadomości naszych czytelników.

## Daszki spawane.

Do robót spawanych budowlanych galanteryjnych można zaliczyć daszki nad wejściem frontowym i nad wejściem kuchennym, wykonane przez fabrykę Tow. Akc. „Perun” dla jednej z willi na Saskiej Kępie w Warszawie.

Daszek większy nad wejściem frontowym trójspakowy długości 3480 mm i wyciągu 900 mm posiada ramkę wykonaną z żelaza kąтового, zaś 3 spady z żelaza normalnego okiennego. Wszystkie połączenia były wykonane przy pomocy płomienia acetyleno-tlenowego.



Daszek nad wejściem wykonany zapomocą spawania.

Waga daszku wynosiła 140 kg, zużyto do spawania tlenu 5 m<sup>3</sup>, karbidu 29 kg i drutu 2 kg.

Mniejszy daszek nad wejściem kuchennym jednospakowy długości 1500 mm i wyciągu 800 mm został wykonany w podobny sposób jak większy. Wagu tego daszku wyniosła 57 kg przyczem zużyto: tlenu 3 m<sup>3</sup>, karbidu 12 kg i drutu 1 kg.

Ramy od strony ściany obu daszków zostały zaopatrzone w odpowiednie wąsy w celu umocowania daszków w murze.

Inż. K. Nadolski.

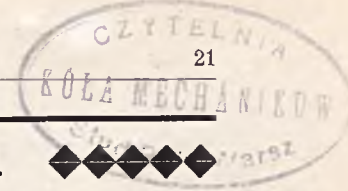
## Przegląd Prasy.

### Spawalność stopów glinu.

W artykule tym autor omawia spawalność różnych stopów glinu, a mianowicie: stopu miedzi i glinu, miedzi, cynku i glinu, krzemu i glinu. Autor wyjaśnia dlaczego najlepiej spawa się stop glinu i krzemu. Ponadto podaje wyniki prób na rozciąganie, strukturę, krzywe krzepnięcia i wyniki prób na gięcie w temperaturze bliskiej temperatury topienia. *Die Schmelzschweissung*, wrzesień 1930.

### Zużycie tlenu w stocznjach marynarki amerykańskiej

W ciągu jednego roku t. j. od 30 czerwca 1928 do 30 czerwca 1929 stocznice amerykańskie w liczbie 29 zużyły 1 200.000 m<sup>3</sup> tlenu w celach cięcia i 170.000 m<sup>3</sup> tlenu w celach spawania. *Acetylene Journal*, lipiec 1930.

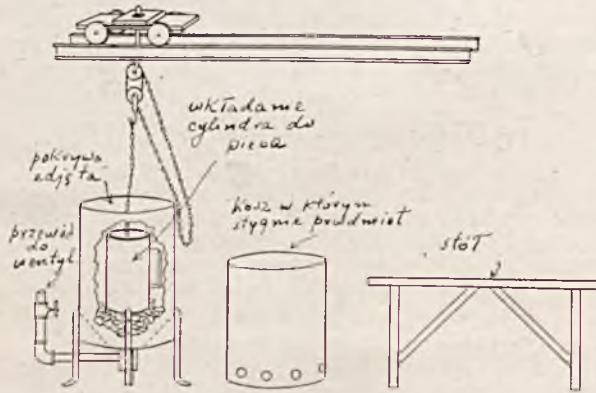


# ◆◆◆◆ Z PRAKTYKI SPAWACZA ◆◆◆◆

## Urządzenia do napraw przedmiotów żeliwnych.

Przy spawaniu żeliwnych części robota zasadniczo składa się z trzech części: 1) podgrzewania przed spawaniem, 2) samo spawanie i 3) studzenie przedmiotu po spawaniu.

Do podgrzewania przedmiotu robi się zwykle ognisko z cegieł dostosowane do wielkości przedmiotu



Rys. 1.

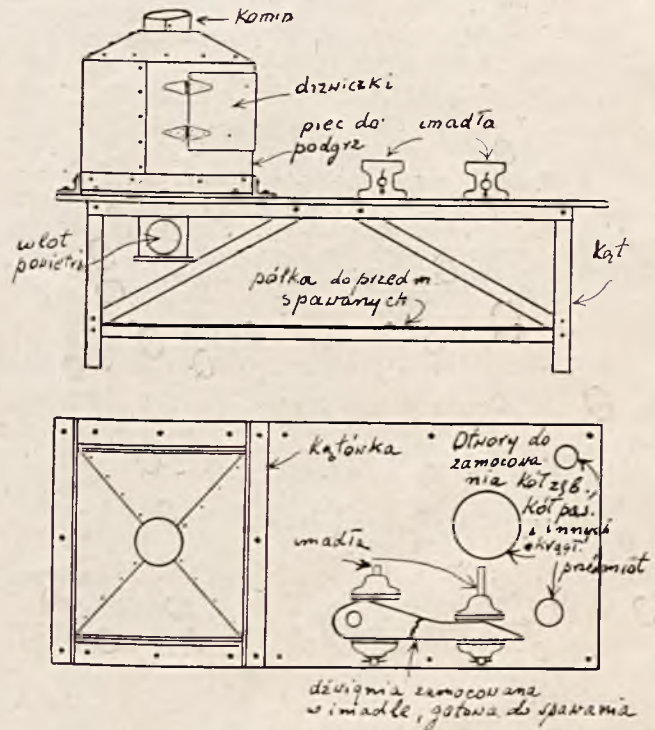
i nagrzewa się przedmiot, okładając go koksem lub węglem drzewnym. Do mniejszych przedmiotów można użyć bębna po karbidzie, w który wkłada się koks; bęben ustawia się na ceglach, a w dolnej części bębna robi się wokoło szereg otworów dla dostępu powietrza.

Na rys. 1 przedstawione jest bardziej wygodne urządzenie. Składa się ono z piecyka żelaznego wyłożonego cegłą 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 przesuwa się mały dźwig, zapomocą którego opuszcza się i wyciąga przedmiot z piecyka. Po nagrzaniu przedmiotu przesuwa się go na stół spawacza, a po skończeniu spawania wkłada się przedmiot do żelaznego kosza, zrobionego również ze starej 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 zasłania się paskiem blachy, aby nie było ciągu i przedmiot mógł powoli ostygnąć. Aby żar z pieca nie dokuczał spawaczowi, ustawiono kosz między piecem i stołem, a nie za stołem, jakby to wypadło z kolejności roboty.

Szyny nad stołem można również zużytkować do zawieszenia samego palnika. Zwykle bowiem do spawania żelaza 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 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. 2 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. Niewielki piecyk jest tu ustawiony bezpośrednio na przedłużeniu stołu i przymocowany do niego zapomocą kątowniki spawanej naokoło szwem przerywanym. Na stole widzimy dwa imadła, w których można zamocować podłużne przedmioty, jak np. dźwignie (patrz rysunek). Oba imadła mogą się przesuwać 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 po-



Rys. 2.

wrotom do pieca, zamyka się dopływ powietrza i pozwala mu się stygnąć powoli.

Błat 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.

# KRONIKA

## II Kurs Spawania dla Inżynierów w Katowicach.

W dniach od 1. — 19. grudnia 1930 roku odbył się w Katowicach II kurs Spawania i Cięcia metali dla Inżynierów i Techników, który ukończyło 35 absolwentów. Ćwiczenia i wykłady odbywały się codziennie w godzinach popołudniowych od 3—6 lub od 5—8-mej.

Wykłady teoretyczne wygłosili pp: inż. Dobrowolski Zygmunt, redaktor czasopisma Spawanie i Cięcie Metali, prof. inż. F. C. Keel, dyrektor Szwajcarskiego Związku Acetylenowego, inż. Piotr Tułacz, dyrektor Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce.

## I Kurs spawania i cięcia metali dla inżynierów i techników w Łodzi.

Staraniem Łódzkiego Towarzystwa Kursów Technicznych i przy współdziałaniu Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce odbył się pierwszy Kurs spawania i cięcia metali dla inżynierów i techników w Łodzi w dn. od 28/XI do 20/XII 1931 r.

Wykłady objęli pp. dr. A. Sznerr, inż. Z. Dobrowolski, inż. P. Tułacz i inż. J. Biernacki. Ćwiczenia prowadził p. inż. M. Bogdanowicz dyrektor Ł. T. K. T. przy pomocy dwóch instruktorów. W czasie ćwiczeń zademonstrowano najnowsze metody spawania acetylenowego i łukowego.

## II Kurs Spawania i Cięcia Metali dla inżynierów i techników w Warszawie.

Na skutek licznych zapytań ze strony przemysłu warszawskiego Stowarzyszenie dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce organizuje II Kurs Spawania i Cięcia Metali w Warszawie dla inżynierów i techników w czasie od 16-go lutego do 19 marca 1931 r. Kurs obejmuje 20 godzin wykładów i 40 godzin ćwiczeń.

Wykłady objęli pp.: dr. A. Sznerr, inż. Z. Dobrowolski, inż. K. Nadolski i inż. J. Biernacki.

Zgłoszenia przyjmuje oraz bliższych informacji udziela Stowarzyszenie dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce, Warszawa, ul. Hortensji 6, telefon Nr. 209-73.

## Kurs dokształcający dla spawaczy w Katowicach.

W celu zapoznania spawaczy z nowymi zdobyczami techniki spawania Stowarzyszenie dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce organizuje kursy dokształcające krótkoterminowe. Pierwszy taki kurs odbył się w Katowicach w dn. 12 stycznia b. r. Kurs dokształcający obejmuje 8 godzin wykładów i 16 godzin ćwiczeń. Opłata wynosi 40 zł. od uczestnika.

## Dalekosiężne rurociągi spawane.

Dn. 27 stycznia p. inż. Zygmunt Dobrowolski wygłosił pod powyższym tytułem odczyt w Kole Mechaników przy Stow. Techn. w Warszawie.

Po wyszczególnieniu licznych zalet spawania w porównaniu do innych sposobów łączenia rur, prelegent zanalizował rozmaite typy połączeń rurowych, spawanych, wykazując ich zalety i wady. Następnie prelegent zobrazował poszczególne etapy budowy rurociągów dalekosiężnych, służących do transportu ropy naft., gazów i wody oraz urządzenia i przyrządy używane przy tego rodzaju robotach, czerpiąc przykłady z praktyki amerykańskiej i europejskiej.

Między innymi zostały zilustrowane: rurociąg naftowy 1000 km. długi, z Kalifornii do Chicago, rurociąg naftowy Baku-Batum długi 900. km., rurociąg ga-

zowy Daszawa—Lwów, długi 80 km., rurociągi Gazowni Warszawskiej i t. p.

Po odczycie odbyła się dyskusja, w której podnoszono nadzwyczajną dogodność spawania i wybitne zalety, jakie posiadają spawane połączenia w porównaniu do dotychczas stosowanych połączeń uszczelnianych.

## Prace X Kongresu w Zurichu.

Komitet Kongresu przygotowuje sprawozdanie z prac Kongresu, które będzie zawierało wszystkie wygłoszone referaty na Kongresie.

## Stowarzyszenie Inżynierów-Spawaczy.

We Francji powstało pierwsze tego rodzaju Stowarzyszenie Inżynierów-Spawaczy. Stowarzyszenie organizuje miesięczne wieczory dyskusyjne, na których omawiane są różne zagadnienia z tej nowej dziedziny przemysłu. Ogromne zainteresowanie spawaniem zjednało stowarzyszeniu licznych członków.

## Posiedzenie Stałej Komisji Międzynarodowej.

XII posiedzenie stałej komisji Acetylenowej, które odbędzie się 22 i 23 stycznia b. r., poświęcone jest omówieniu i zrealizowaniu wniosków X Kongresu.

## Francuskie domy o szkieletu stalowym<sup>1)</sup>.

L'Office Technique pour L'Utilisation de L'Acier Paris (Otua) została założona w r. 1928, w czasie, gdy kwestja zastosowania stali w budownictwie stała się aktualną również we Francji.

Pierwszy wysiłek tej poradni szedł w kierunku wprowadzenia szkieletu stalowego do budownictwa małego, aby na podstawie tego zbierać dalsze doświadczenia.

Aby móc przeprowadzić ten nowy system budowania, trzeba było przeprowadzić pewne zasadnicze normalizacje. W tym celu „Otua” utworzyła specjalną komisję, składającą się z architektów, która ustaliła następujące charakterystyczne cechy szkieletu żelaznego.

1) Domy szkieletowe mogą zawierać tylko pewne ograniczone kwantum stali; stal powinna służyć przedewszystkiem dla usztywnienia całości.

2) Różne elementy stosowane do konstrukcji trzeba fabrykować seryjnie w fabrykach, pozatem powinny one być standaryzowane.

3) Prace na placu budowy muszą zostać zredukowane do zwykłego montażu przygotowanych elementów.

4) Na placu budowy należy zatrudniać jak najmniej drogich wykwalifikowanych pracowników, gdyż wystarczają w tym wypadku zwykłe siły robocze.

5) Czas budowy nie powinien trwać dłużej jak dwa miesiące, wliczając do tego już wszelkie roboty wewnętrzne.

Pomiędzy typami domków opracowanych przez „Otua” są też domki o konstrukcji spawanej, jak system Coanda i Fillod.

System Coanda należy do kategorii budynków o ścianach złożonych bez szkieletu. Ściana zbudowana sposobem nadzwyczaj pomysłowym, podtrzymuje się sama.

Do budowy tym systemem stosuje się elementu standaryzowanego, który służy nie tylko do ścian, ale

<sup>1)</sup> Wyjątek z referatu wygłoszonego na Międzynarodowym Kongresie Zastosowania Konstrukcji stalowych w Liège 1930 r. przez Arch. M. Cassan.

także do podłóg. Ten element standaryzowany jest rodzajem belki rurowej, składającej się z dwóch belek o przekroju  $4/10$  cm odległych od siebie 0,30 cm. Pomiędzy temi blachami wbudowane jest usztywnienie trójkątne z tej samej blachy. Stosowane blachy modeluje się przez wypuklenie i spawa się elektrycznie. Faliistość ta, nietylko, że nadaje blasze wielką sztywność, ale daje jej również wielką możliwość rozciągania się.

Dla montażu każdy element posiada na bokach i na końcach przyczepki z blachy, dzięki którym elementy można ustawiać prostopadle jeden na drugim i spawać później prądem elektrycznym. Elementy przeznaczone dla dachu, otrzymują na stronach rynny blaszane, przymocowane przyczepkami.

Uszczelnienie osiąga się przez warstwę porowatą asfaltową, która jest chroniona powłoką nieprzepuszczającą wodę.

Budynek syst. Filloed jest cały z blachy żelaznej bez szkieletu żelaznego. Ściany złożone tworzy się z 2 blach żelaznych. Montaż odbywa się bez stworznii i nitów dzięki pomysłowości urządzeń.

Element składowy przedstawia blachę żelazną szerokości 0,5 m i wysokości 1 piętra. Boki dłuższe tej blachy są gięte pod kątem  $60^\circ$ . Elementy się łączą zapomocą spawania elektrycznego.

Ściana składa się z rodzaju belek równoległych, utworzonych przez nałożenie części blachy.

Dach składa się również z blachy żelaznej.

Ściany zewnętrzne pokrywa się specjalną farbą, która stanowi dobrą ochronę przeciw rdzewieniu. Przestrzeń pomiędzy blachami pozostaje albo próżną i umieszcza się tam kanalizację, albo wypełnia się ją materiałami izolującymi, jak np. trocinami.

### Drapacze chmur o 200 piętrach.

Na Międzynarodowym Konkursie budownictwa Metalowego, który się odbył w Liège w pierwszych dniach września, szczególne zainteresowanie wzbudził odczyt znanego specjalisty budowania drapaczy chmur — p. inż. G. E. Pistora, Dyrektora Tow. „American Institute of Steel Construction”. Prelegent omówił szczegółowo doświadczenia, jakie poczyniono w Stanach Zjednoczonych przy budowie drapaczy chmur, opartych na szkieletach żelaznych.

Powstanie budownictwa żelaznego przypada według jego wywodów na rok 1854, kiedy udało się Henrykowi Bessemerowi, właścicielowi małej odlewni w Pancras w Anglii, wytworzyć przez wtlaczanie do płynnego żelaza powietrza pewien gatunek żelaza, nadający się do walcowania t. zw. stal.

Przed 40 laty nazywano drapaczem chmur gmach 10-piętrowy. Dziś Stany Zjednoczone posiadają 4788 budynków o 10 i więcej piętrach z tego 2479 przypada na New York. Więcej niż 20 pięter posiada 377 budynków, z czego 188 w New York City. Skupienie działalności bandlowej w miastach amerykańskich i ceny gruntu w City, prowadzą do tego, że dąży się do osiągnięcia powierzchni użytkowej 100 razy większej

niż powierzchnia placu pod budowę. Da się to osiągnąć przy wysokości budynku ok. 200 pięter.

Zdaniem amerykańskich inżynierów budowa 200 piętrowych drapaczy chmur o wysokości 2000 stóp, t. zn. 610 m nie nasuwa dziś już żadnych trudności technicznych.

Możliwość budowania tak wysokich domów zawdzięczać należy jedynie stosowaniu stali, materiału o dużej wytrzymałości i pewności przy stosunkowo małej wadze i objętości.

Rozwój budownictwa wielkiego uzależniony był w dużej mierze od rozwiązania problemu budowania fundamentów. Obecnie każdy filar żelazny stoi na osobnym niezależnym fundamencie, izolowany od wstrząśnień przez płyty ołowiane. Windy elektryczne są już tak udoskonalone, że mogą osiągnąć bez przeszkód dla jadących szybkość 305 m na minutę. Obecnie dozwolona jest szybkość 210 m na minutę. Dziś najwyższe gmachy nie przekraczają 80-ciu pięter.

Wobec celowości drapaczy chmur umilkły już dawno w Stanach Zjednoczonych liczne z początku głosy opozycji. Zarzut niedostatecznego oświetlenia jest uzasadniony jedynie przy niższych piętrach, a i to wtedy, jeżeli się buduje w zbyt małych odstępach, a zresztą istnieje dziś oświetlenie elektryczne, wyższe piętra przeciwnie zalane są światłem. Przewietrzanie zaś nie sprawia wobec wysokiego poziomu techniki żadnych większych trudności. Według opinii Tow. Ubezpieczeniowych ryzyko pożaru jest mniejsze przy drapaczach chmur niż przy budynkach starego typu, dzięki ogniotrwałej budowie oraz przeważnie wyłącznie stalowym meblom i urządzeniom. Także zarzut, że drapacze chmur powodują trudności komunikacyjne, nie wytrzymuje krytyki, gdyż mają one miejsce również w miastach nieposiadających specjalnie wysokich domów, n. p. Paryż. Rozwiązanie tego problemu jest już zadaniem nie budownictwa żelaznego, ale nowoczesnej urbanistyki.

### Przegląd prasy.

#### Statek motorowy spawany z rur.

Statek ten o długości 9 m i szerokości 1,50 m posiada szkielec z rur spawanych. Powłoka również była spawana. Statek skonstruowany tytułem próby wykazał tak wielką sprawność, że przedsiębiorca postanowił fabrykować tego rodzaju statki serjami. *The Welding Engineer*, wrzesień 1930.

#### Spawane prasy ze stali.

Liczne typy pras zostały wykonane z blach i kształtowników stalowych zapomocą spawania zamiast stosowania odlewów. W czasie próby prasy spawane wykazały większą sztywność niż prasy wykonane z odlewów. *The Welding Engineer*, wrzesień 1930.

## II KURS SPAWANIA I CIĘCIA METALI DLA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW W WARSZAWIE

rozpoczyna się  
dn. 16 lutego b. r.

Informacji udziela Stowarzyszenie dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce, Warszawa  
ul. Hortensji 6, tel. 209-73.

# H. CEGIELSKI

SPÓŁKA AKCYJNA W POZNANIU

B u d u j e **KONSTRUKCJE ŻELAZNE** wszelkiego rodzaju

Hale fabryczne — Kotłownie. — Maszynownie. — Hangary — Wiązary dachowe.

Maszy i wieże antenowe.

Słupy kratowe dla sieci napowietrznych.

Urządzenia przeładunkowe, transportowe dla masowego przewozu i przeładunku wszelkiego rodzaju materiałów, dla największych rozpiętości i wydajności.

Wyładowywacze.

Podnośniki kubelkowe do węgla, buraków, wylóków i t. p.

Przeñośniki taśmowe z taśmami stalowymi, gumowymi i t. p.

Przeñośniki ślimakowe.

Mosty przesuwne do obsługi placów składowych węgla.

Żórawie wszelkich typów. Sawnice. Przesuwnice.

Wyciągi z napędem ręcznym.

Zasypy (bunkry) węglowe. Instalacje do mechan. zasilania węglem kotłowni.

Zbiorniki żelazne do największych pojemności dla wszelkich celów.

Zbiorniki do magazynowania ropy (nitowane i spawane).



Rok zał. 1846

Roczna produkcja około 4.000 tonn.

**Ostatnio fabryki zbudowały:**

Wielką halę montażową o wadze 2.000.000 kg.

**Najwyższą konstrukcję żelazną w Polsce:**

2 maszty antenowe dla Radjostacji Warszawskiej o wysokości 200 mtr.

Urządzenia wyładunkowe i transportowe dla węgla o rozpiętości 95 mtr. i wydajności 100 tonn/godz.

## Wydawnictwa Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce:

Dr. Alfred Sznerr: „**Podręcznik Spawania i Cięcia Metali przy pomocy płomienia acetyleno-tlenowego**” Tom I. Materiały i Urządzenia.

334 str. 152 rys. **Cena 5 zł. 50 gr.**

Nakład własny, Warszawa 1929.

inż. Piotr Tułacz: „**Spawanie i Cięcie Metali**”

203 str. 98 rys. 6 tab. **Cena 9 zł. 50 gr.**

Nakładem księgarni Ludwika Fiszera. Łódź—Katowice, 1928.

J. Biernacki i K. Nadolski: „**Podręcznik Spawacza**”

260 str. 206 rys. **Cena 6 zł.**

Nakład własny, Warszawa 1930.

Roczniki czasopisma „**Spawanie i Cięcie Metali**”.

Rocznik I — 1928 i II — 1929.

**Cena rocznika w oprawie 20 zł.**

„ „ bez oprawy 15 zł.

Nabyć można w biurach Stowarzyszenia w Warszawie — Mazowiecka 7, w Katowicach — Zielona 7, we Lwowie — Bourlarda 5, w Poznaniu — Stary Rynek 59/60, oraz w Księgarni Technicznej w Warszawie—ul. Czackiego 3/5.



**STAŁE POPOŁUDNIOWE**

# **Kursy Spawania i Cięcia Metali**

płomieniem acetyleno-tlenowym i łukiem elektrycznym, zorganizowane przez

**STOWARZYSZENIE DLA ROZWOJU  
SPAWANIA I CIĘCIA METALI W POLSCE**

## **w KATOWICACH**

odbywają się w Hucie „Marta“, przy ulicy Zamkowej L. 10. Program obejmuje 24 godzin wykładów i 48 godzin ćwiczeń praktycznych. Czas trwania Kursu 4 tygodnie. Opłata za kurs wynosi 100 złotych, płatnych w 4-ch ratach. Zgłoszenia i korespondencje należy kierować pod adresem: Stowarzyszenie dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce, Katowice, ul. Zielona 7, tel. 29-21.

## **w SOSNOWCU**

zorganizowane przy współdziałaniu Towarzystwa dla Popierania Szkolnictwa Zawodowego w Zagłębiu Dąbrowskiem, odbywają się w warsztatach Szkoły Rzemieślniczo-Przemysłowej, przy ul. 1 Maja 25. Program obejmuje 24 godzin wykładów i 48 godzin ćwiczeń. Czas trwania kursu 4 tygodnie. Opłata za kurs wynosi 100 złotych. Zgłoszenia i korespondencję należy kierować pod adresem: Stowarzyszenie dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce, Katowice, ulica Zielona 7, lub: Towarzystwo Popierania Szkolnictwa Zawodowego w Zagłębiu Dąbrowskiem, Sosnowiec, ul. Wawel L. 13.

## **w WARSZAWIE**

odbywają się w sali, odstąpionej na ten cel Stowarzyszeniu przez fabrykę „Perun“, w budynkach fabrycznych przy ul. Grochowskiej 52. Program obejmuje 20 godz. wykładów i 40 godz. ćwiczeń. Czas trwania kursu 4 tygodnie. Opłata za kurs wynosi 75 zł. Zgłoszenia i korespondencję należy kierować pod adresem Stowarzyszenia — Warszawa, ul. Hortensji 6, tel. 209-73.

## **w L W O W I E**

zorganizowane przy współdziałaniu Izby Przemysłowo-Handlowej odbywają się w salach odstąpionych na ten cel Stowarzyszeniu przez Izbę Przemysłowo-Handlową we Lwowie przy ulicy Bourlarda 5. Program obejmuje 24 godz. wykładów i 48 godz. ćwiczeń. Czas trwania kursu 4 tygodnie. Opłata za kurs wynosi 75 zł. Zgłoszenia i korespondencję należy kierować pod adresem: Kierownictwo Kursów Spawania i Cięcia Metali we Lwowie, ul. Bourlarda 5, parter.

## **w POZNANIU**

odbywają się w sali szkolnej przy ul. Dąbrowskiego 81 (ubikacja Habill). Program obejmuje 20 godzin wykładów i 40 godzin ćwiczeń. Opłata za kurs wynosi 75 zł. Zgłoszenia i korespondencję należy kierować pod adresem: Kierownictwo Kursów Spawania i Cięcia Metali w Poznaniu, ul. Stary Rynek 59/60, tel. 55-78.

---

**KURSY STOWARZYSZENIA SĄ ZATWIERDZONE**  
przez Ministerstwo Oświaty z prawem wydawania świadectw. Świadectwa  
wydawane są na podstawie egzaminu przed komisją.

# STOWARZYSZENIE DLA ROZWOJU SPAWANIA I CIĘCIA METALI W POLSCE

Zarząd: Katowice, ul. Zielona 7. P. K. O. Nr. 305.475; Telefon Nr. 29-21  
Oddział: Warszawa, Hortensji 6. P. K. O. Nr. 16408. Telefon Nr. 209-73

P. T.

Jeżeli stosują WP. w swoich zakładach **acetylenowe lub elektryczne spawanie** — powinni W Panowie współpracować z instytucją, **której jedynym celem jest rozwój spawania i cięcia metali w Polsce**. Współpraca ta przyniesie W Panom **realne korzyści** przy rozwiązaniu **następujących zagadnień:**

Czy **urządzenia** do spawania w zakładach W Panów i **metody pracy** są celowe i odpowiadają dzisiejszym wymaganiom techniki, **pod względem zużycia materiałów, dobroci wykonania i bezpieczeństwa?**

Czy **personel** W Panów posiada dostateczne **wiedomości praktyczne** i czy nadąża za stałym postępowaniem techniki w tej dziedzinie?

**W jaki sposób zracjonalizować spawanie i cięcie metali** w zakładach, ażeby zmniejszyć koszty produkcji?

**Jakie korzyści** dałyby się osiągnąć w zakładach W Panów, **gdyby inne, mniej rentowne metody obróbki metali zastąpiono spawaniem?**

---

W WALCIE KONKURENCYJNEJ  
ZWYCIĘŻA PRZEDSIĘBIORSTWO NAJBARDZIEJ POSTĘPOWE —

## SPAWANIE — TO POSTĘP

— **Spawanie wymaga jednak specjalizacji,**  
której nie można osiągnąć w ramach jednego przedsiębiorstwa.

---

**STOWARZYSZENIE NASZE**, którego członkami są zakłady, stosujące spawanie, **zależy do wszechstronnego rozwoju spawania i cięcia metali w Polsce i tak:**

1. Udziela **bezpłatnie porad** zakładom, w **sprawach celowości urządzeń do spawania, racjonalizacji pracy, przepisów ruchu i przepisów bezpieczeństwa**, na życzenie i za mierną opłatą opracowuje plany urządzeń, przepisy ruchu, przeprowadza prace, studia i obliczenia konstrukcji wzgl. fabrykatów spawanych.
2. Dyrektor Stowarzyszenia, jako zaprzysiężony rzeczoznawca urządzeń do spawania i prac spawalnych przeprowadza wszelkie **ekspertyzy** w sprawach autogenicznej obróbki metali.
3. **Czasopismo** Stowarzyszenia t.j. miesięcznik p.t.: „Spawanie i Cięcie Metali“ — publikuje źródłowo opracowany podręcznik o spawaniu i podaje w swych artykułach najnowsze zdobycze techniki spawania.
4. Stowarzyszenie prowadzi stałe **Kursy spawania i cięcia metali** w Katowicach, w Warszawie, we Lwowie, w Poznaniu i w Łodzi, oraz **Kursy lotne** w większych miastach przemysłowych lub większych przedsiębiorstwach, organizuje **Kursy wyższe, mistrzowskie** dla inżynierów.
5. Stowarzyszenie dostarcza **prelegentów** i pomoc naukową dla **odczytów, kursów i szkół zawodowych**, organizowanych lub utrzymywanych przez przedsiębiorstwa.
6. Stowarzyszenie prowadzi **bezpłatnie dział pośrednictwa pracy** dla spawaczy wyszkolonych.

Przy wszystkich płatnych świadczeniach Stowarzyszenia —  
członkowie wspierający korzystają z 20% zniżki

WE WSZYSTKICH SPRAWACH, DOTYCZĄCYCH

## SPAWANIA ACETYLENOWEGO I ELEKTRYCZNEGO

PROSIMY ZWRACAĆ SIĘ DO NAS,