

SPAWANIE I CIĘCIE METALI

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

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

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

Cena zeszytu 2 zł.

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

CENY OGŁOSZEŃ:

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

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

TREŚĆ ZESZYTU:

	Str.		Str.
1. Wyższa Szkoła Spawania w Paryżu	114	4. Kronika	125
2. 25-letni Jubileusz Szwajcarskiego Związku Acetylenowego	115	5. Przegląd prasy technicznej	125
3. Na drogach rozwoju spawania	117	6. Z praktyki spawacza	126

SOUDURE AUTOGENE ET DÉCOUPAGE DES MÉTAUX

Revue Mensuelle

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

Warszawa, Zgoda 10.

JUILLET 1936

Nr. 7

SOMMAIRE:

	Page		Page
1. Ecole supérieure de Soudure Autogène à Paris	114	4. Chronique	125
2. 25-ième Anniversaire de la Société Suisse de l'Acétylène	115	5. Revue de la presse technique	125
3. Sur les voies du progrès de la soudure	117	6. La page du soudeur	126

SCHWEISSEN UND SCHNEIDEN DER METALLE

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

Warszawa, Zgoda 10.

JULI 1936

Nr. 7

INHALT:

	Seite		Seite
1. Hochschule für Schweissung in Paris	114	4. Chronik	125
2. 25-Jahr-Feier des Schweizerischen Acetylen-Vereins	115	5. Technische Umschau	125
3. Auf der Wegen der Fortschritte der Schweissung	117	6. Aus der Praxis des Schweissers	126

Wyższa Szkoła Spawania w Paryżu

658.386 + 621.791 (Paryż)

Wyższa Szkoła Spawania w Paryżu jest jedynym zakładem naukowym, który specjalnie i wyłącznie kształci inżynierów spawaczy i dlatego na studia w tej szkole zjeżdżają się inżynierowie z całego świata. Ponieważ w Polsce już daje się odczuć zapotrzebowanie na inżynierów wyspecjalizowanych w dziedzinie spawania, a nasze politechniki nie posiadają jeszcze osobnych katedr tego przedmiotu, byłoby nader pożądane, aby również i polscy inżynierowie wyjeżdżali na studia do Wyższej Szkoły Spawania w Paryżu.

Niejednokrotnie jesteśmy zapytywani o informacje o tej Szkole; chcąc ułatwić osobom zainteresowanym zorientowanie się w zakresie studiów, warunkach przyjęcia i t. p., podajemy poniżej najważniejsze dane z programu Szkoły*).

Wyższa Szkoła Spawania została założona w r. 1931 przez Instytut Spawania w Paryżu i jest uznana oficjalnie za Wyższy Zakład Naukowy dekretem franc. Minist. Oświaty z dn. 18. XI 1931 r. i 4. XII 1932 r.

Szkoła mieści się w gmachu Instytutu Spawania, Boulevard de la Chapelle Nr. 32 w Paryżu.

Celem Szkoły jest kształcenie wyższych kadr technicznych niezbędnych do racjonalnego stosowania w przemyśle spawania acetylenowego, spawania elektrycznego, cięcia tlenowego i innych działów techniki z nimi związanych.

Czas studiów wynosi normalnie 8 miesięcy. Rok akademicki rozpoczyna się 1 listopada i kończy się 30 czerwca. Każdy kurs ma od 15 do 25 słuchaczy. Każdego roku administracja Szkoły ustala ilość miejsc wolnych.

Do Szkoły są przyjmowani kandydaci narodowości francuskiej, dyplomowani przez Wyższe Zakłady Naukowe, według listy zatwierdzonej przez administrację Szkoły.

Pewna ilość miejsc jest corocznie rezerwowana:

1) dla kandydatów narodowości francuskiej, nieposiadających dyplomów Wyższych Zakładów Naukowych, lecz mogących wykazać się posiadaniem wiadomości technicznych w stopniu wystarczającym, aby z pożytkiem przejść kurs Wyższej Szkoły Spawania;

2) dla inżynierów cudzoziemców, kierowanych do Szkoły przez Instytucje publiczne lub prywatne, a mających następnie pracować jako inżynierowie spawacze w swych krajach.

Granica wieku słuchaczy jest ustalona na 30 lat, z wyjątkiem specjalnych wypadków, podlegających każdorazowemu rozpatrzeniu Administracji Szkoły.

Zgłoszenia kandydatów przyjmuje się corocznie, poczynając od 15 czerwca. Do podania we-

dlug ustalonych form należy dołączyć dane personalne i inne informacje, stosownie do żądania Komitetu Dyrekcyjnego.

Podania rozpatrywane są ostatecznie około 15 października; Komitet Dyrekcyjny ustala wtedy listę kandydatów przyjętych lub też zarządza dla wszystkich kandydatów, albo tylko dla niektórych, egzamin uzupełniający lub też konkursowy.

Oplata szkolna wynosi dla słuchaczy narodowości francuskiej 1500 fr. fr., a dla obcokrajowców 3000 fr. fr. Wpis należy wpłacać zgóry w dwóch ratach: przed 1 listopada i 1 marca.

Przy szkole istnieją stypendja, ufundowane przez samą Szkołę lub też przez zapisy, dary i t. p. osób trzecich. Warunki udzielania stypendjum ustala Rada Administracyjna.

Materiałów potrzebnych przy nauce Szkoła udziela bezpłatnie.

Program Wyższej Szkoły Spawania obejmuje wyłącznie materiał naukowy bezpośrednio związany lub mający styczność z łączeniem metali zapomocą wszelkich sposobów spawania. Kurs Szkoły ma charakter naukowy, techniczny i przemysłowy, zachowując jednocześnie kierunek wybitnie praktyczny; celem Szkoły jest wykształcenie inżynierów-spawaczy, mających stanowić kadry wyższego personelu przemysłowego i posiadających o tyle gruntowne przygotowanie techniczne, ażeby mogli sprostać różnorodnym zagadnieniom, związanym z praktycznymi zastosowaniami procesów technologicznych, wykładanych w Szkole.

Po ukończeniu Rada Administracyjna przyznaje słuchaczom, na wniosek Komisji Egzaminacyjnej, dyplom Inżyniera Spawacza Wyższej Szkoły Spawania, zatwierdzony przez Ministra Oświecenia Publicznego.

Uzyskanie dyplomu jest uzależnione od następujących warunków:

a) przesłuchanie całego kursu Szkoły ze średnim wynikiem (minimum 14 punktów na 20) egzaminów ustnych, ćwiczeń praktycznych, prac laboratoryjnych, projektów i egzaminu dyplomowego, przyczem żaden poszczególny stopień nie może być niższy niż 8;

b) posiadanie dyplomu inżyniera, wydanego przez jeden z Wyższych Zakładów Naukowych państwowych lub prywatnych, uznanych przez Radę Administracyjną.

Słuchacze odpowiadający warunkom punktu „a”, lecz nie posiadający dyplomu inżyniera, wymaganego przez punkt „b”, otrzymują świadectwo technika-spawacza.

Teoretyczna część kursu Szkoły obejmuje następujące przedmioty:

1. Fizyka w zastosowaniu do spawalnictwa.
2. " " " "
3. Metalografia, fizyko-chemja i metalurgia.
4. Własności i badania mechaniczne spoin, spawalność, kontrola spoin.

*) Program Wyższej Szkoły Spawania można otrzymać w Stow. dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali, Warszawa, Zgoda 10. m. 3.

5. Statyka konstrukcji spawanych.
 6. Przygotowanie do biura studjów: zagadnienia konstrukcyjne, obliczenie naczyń pracujących pod ciśnieniem, zbiorników spawanych, rurociągów; obliczenie naprężeń wewnętrznych, wpływ obciążeń dynamicznych etc.
 7. Spawanie acetylenowe.
 8. Spawanie elektryczne.
 9. Zgrzewanie elektryczne oporowe.
 10. Lutospawanie.
 11. Cięcie metali.
 12. Naprężenia wewnętrzne i odkształcenia przy spawaniu.
 13. Teoria i praktyka spawania różnych metali i stopów.
 14. Przygotowanie i spawanie ustrojów przemysłowych.
 15. Podział zastosowań różnych metod spawania.
 16. Zastosowania spawania w przemyśle.
 17. Metalizowanie natryskowe.
 18. Ustawodawstwo techniczne, higijena, bezpieczeństwo, psychotechnika i psychologia.
 19. Terminologia, normalizacja, znakowanie.
 20. Naukowa organizacja pracy w spawaniu.
 21. Organizacja warsztatów spawalniczych, kontrola spoin, nadzór techniczny, kalkulacja kosztów.
 22. Sporządzanie raportów z wyników badań, projektów. Sprawozdania, korespondencja. Sprawozdania ustne, dyskusje, odczyty.
 23. Badania szczególnych wypadków zastosowań spawania, wziętych z konkretnej praktyki przemysłowej.
- Poza salami wykładowymi i pomieszczeniami, gdzie odbywają się zajęcia praktyczne, słuchacze mają dostęp również do lokalów biura studjów i warsztatów zainstalowanych w tymże gmachu, gdzie mogą poświęcić swój czas do-

świadceniom, badaniom i zajęciom praktycznym w kierunkach wskazanych przez personel pedagogiczny.

Szkoła jest czynna w godzinach: 9—12 i 13—17.30, z wyjątkiem sobotnich wieczorów.

Kurs Szkoły składa się z wykładów teoretycznych i zajęć praktycznych w warsztatach, laboratorjach i biurze studjów.

Słuchacze są obowiązani do uczęszczania do Szkoły w ustalonych godzinach i do zachowania porządku szkolnego, stosownie do wymagań ustalonych przez Komitet Dyrekcyjny i zatwierdzonych przez Radę dyrekcyjną.

Komitet Dyrekcyjny ma prawo, jako Rada Dyscyplinarna, zastosować wszelkie środki, jakie uzna za niezbędne, celem zapewnienia należytego biegu zajęć w Szkole, włącznie do usunięcia słuchaczy bez zwrotu wpisu.

Przy Szkole jest czynny cały szereg pracowni naukowych (fizyczna, chemiczna, mechaniczna, metalograficzna) i praktycznych (warsztaty spawalnicze), w których słuchacze są zatrudnieni w godzinach popołudniowych, t. j. od 13 do 17,30.

Jak widać z powyższych pobieżnych informacji, Wyższa Szkoła Spawania jest zakrojona na szeroką skalę i daje słuchaczom w ciągu stosunkowo bardzo krótkiego okresu czasu jednocześnie z gruntownym wykształceniem teoretycznym również znajomość praktycznej strony wszystkich zagadnień spawalniczych.

Personel wykładowy Szkoły składa się z dwudziestu kilku profesorów, wśród których spotykamy szereg wybitnych osób, jak: A. Portevin, prof. Ecole Centrale; M. Panthenier, prof. Faculté des Sciences w Paryżu; M. Guichard, prof. Sorbony; R. Granjon, A. Goelzer, J. Brillié etc., znanych zaszczytnie ze swych prac w dziedzinie spawania.

25-letni Jubileusz Szwajcarskiego Związku Acetylenowego

621.791 (062)

23 kwietnia r. b. Szwajcarski Związek Acetylenowy święcił 25-tą rocznicę swego założenia. Uroczystość miała miejsce w Bazylei, jednocześnie z dorocznym Walnym Zgromadzeniem Związku oraz posiedzeniem Stałej Międzynarodowej Komisji Acetylenowej, dzięki czemu w obchodzie tym, zakrojonym początkowo w ramach dość skromnych, wzięli udział przedstawiciele większości krajów europejskich.

Walne Zgromadzenie Związku odbyło się w godzinach rannych w Błękitnej Sali gmachu Targów Bazylejskich. Po przemówieniu powitalnym p. prezesa Gandillon'a i krótkim sprawozdaniu, wygłoszonym przez p. prof. Keel'a, członkowie Związku udali się na zwiedzenie Targów, zwłaszcza zaś tych stanowisk, gdzie były wystawione eksponaty, mające związek z przemysłem acetylenowym i ze spawalnictwem.

Podczas Walnego Zgromadzenia p. prezes Gandillon oznajmił, że Komitet Związku uchwa-

lił zamianować członkami honorowymi Związku Panów:

A. Tzaut'a — dyr. Federalnej Kasy Ubezpieczeń,

G. Tofani'ego — Senatora, Prezesa Włoskiego Biura Karbidowego,

Dr. Rimarski'ego — Prezes Niemieckiego Zw. Acetylenowego.

P. B. Liversidge'a — Dyr. Brytyjskiego T-wa Tlenowego.

R. Granjon'a i P. Rosemberg'a — Dyr. Centralnego Biura Acetylenu i Spawania we Francji.

Każdy z wymienionych panów wyraził Prezesowi Związku i Komitetowi podziękowanie za zaszczyt, okazany przedstawicielom zagranicznych związków.

W południe odbył się bankiet jubileuszowy.

Serję przemówień rozpoczął prezes Gandillon, przedstawiając historyczny zarys działalności Szwajcarskiego Związku Acetylenowego,

przyczem podkreślił prace i zasługi p. C. F. Keel'a, któremu wręczył w imieniu Związku wspaniały zegar ścienny.



A. Gandillon.
Prezes Szwajcarskiego Związku Acetylenowego

P. Radca Brechbul złożył w imieniu Zarządu m. Bazylei wyrazy uznania Związkowi, jego Prezesowi i oddanemu swemu powołaniu Dyrektorowi, podnosząc wszechstronne i dodatnie wyniki 25-letniej pracy.

P. Tzaut omówił wspólne prace Związku i Federalnej Kasy Ubezpieczeń nad bezpieczeństwem w przemyśle acetylenowym i w spa-



C. F. Keel.
Dyrektor Szwajcarskiego Związku Acetylenowego

walnictwie, w wyniku których wprowadzono badania i oględziny instalacji acetylenowych oraz zaczęto wymagać przestrzegania dokładnie przemyślanych i dobrze opracowanych przepisów.

P. Frey-Furst, dyrektor Berneńskich Zakładów Elektro-chemicznych, złożył p. Gandillon'owi, w imieniu szwajcarskich karbidowni, uznanie jako jednemu z pierwszych karbidziarzy, twórcy międzynarodowych syndykatów karbidowych, który zawsze znajduje się w pierwszych szeregach pionierów we wszystkich dziedzinach przemysłu acetylenowego. W imieniu szwajcarskich karbidowni p. Frey-Furst wręczył p. Gandillon'owi srebrny puchar z wyrytą na nim dedykacją.

Dr. Rimarski, który na wstępie składa Szwajcarii i jej Rządowi pozdrowienie od narodu niemieckiego, a następnie Szwajcarskiemu Związkowi Acetylenowemu życzenia Niemieckiego Związku Acetylenowego, przypomina, że pomiędzy obu organizacjami już oddawna istnieją bardzo bliskie stosunki; kończąc swoje przemówienie p. Rimarski dziękuje za zaszczyt obrania go honorowym członkiem Związku i doręcza p. prezesowi Gandillon'owi symbolicznego orła, wykonanego z porcelany według modelu prof. Hesse.

Z kolei zabiera głos major Raikes z Brytyjskiego T-wa Tlenowego i dziękuje w imieniu p. Liversidge'a, dyr. Brytyjskiego T-wa Tlenowego, i swoim, za zaszczytne obranie ich członkami honorowymi Związku. Następnie p. major Raikes wyraża p. dyr. Keel'owi w imieniu angielskich Stowarzyszeń Acetylenowych uznanie za Jego liczne prace i doręcza Mu dyplom Honorowego Członka Brytyjskiego Stowarzyszenia Acetylenowego.

P. R. Granjon składa Związkowi życzenia w imieniu p. L. de Seynes, Prezesa Komitetu Centralnego Biura Acetylenowego i Instytutu Spawania oraz wszystkich organizacji spawania. W ciągu dalszym swego przemówienia p. R. Granjon przypomina, że Centralne Biuro Acetylenowe było utworzone przez Szwajcara Ernesta Sautter'a, który był jego pierwszym prezesem. Następnie p. Granjon dziękuje w imieniu obecnego na bankiecie p. P. Rozemberga i swoim za zaszczytne obrania ich honorowymi członkami Związku Szwajcarskiego i w końcu doręcza p. Gandillon'owi medal Instytutu Spawania, zaznaczając, iż jest to pierwszy wypadek przyznania tego odznaczenia poza granicami Francji.

P. V. Caris, dyr. Tow. „L'Air Liquide” w Belgji, zwracając się specjalnie pod adresem pp. Gandillon'a i Keel'a, składa uznanie za ich działalność, z której korzyści odniosła nie tylko sama Szwajcaria.

W końcu przemawia p. prof. Dr. Schlaepfer, przedstawiciel Zuryskiego Laboratorium badania wytrzymałości materiałów, z którym Związek jest w bliższej styczności, i składa p. Gandillon'owi uznanie w wyrazach pełnych uczucia.

Na zakończenie uroczystości p. C. F. Keel demonstrował film, przedstawiający Bazyleję i jej osoblność, a pozątem własne zdjęcia filmowe z Kongresu Rzymskiego.

W uroczystości jubileuszowej Związku wzięli udział liczni przedstawiciele szwajcarskich i zagranicznych Stowarzyszeń i Związków, między innymi: Stała Międzynarodowa Komisja Acetylenowa, Niemiecki Związek Acetylenowy, Niemieckie Stowarzyszenie Spawania i Cięcia Metali, Izba Synd. Acetyleny i Spawania, Centralne Biuro i Instytut Spawania, Włoski Związek Karbidowy, Austriacki Związek Acetylenowy i inne.

Nasze Stowarzyszenie, nie mogąc niestety delegować swych przedstawicieli na tę uroczystość, wysłało telegram z serdecznymi gratulacjami i życzeniami jaknajlepszemu rozwojowi w przyszłości.

Inż. ZYGMUNT DOBROWOLSKI.

621.791 + 620.17

Na drogach rozwoju spawania

Wstęp.

Nadzwyczajny rozwój prac badawczych w spawalnictwie i zgromadzenie już dość obfitego materiału doświadczalnego, pozwala stopniowo ustalać pewne reguły, których brak tak dobitnie odczuwa każdy konstruktor lub warsztatowiec, mający do czynienia z urządzeniami spawanymi. Te reguły znajdują swój wyraz w przepisach i normach spawania. Inżynierowie, którzy chcą gruntownie zapoznać się ze spawaniem, powinni, po przesłuchaniu oczywiście kursu spawania, rozpocząć studjowanie literatury właśnie od tych licznych już dzisiaj norm spawania i przepisów, gdyż te odrazu zorientują ich w możliwościach spawania i w wymaganiach, jakie można stawiać urządzeniom spawanym.

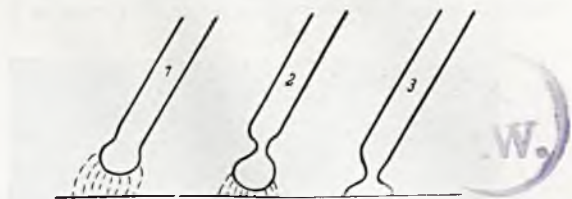
W Polsce wydano dotychczas przepisy dotyczące urządzeń acetylenowych, oraz przepisy spawania w konstrukcjach budowlanych; w innych krajach przemysłowych istnieją już ponadto przepisy spawania kotłów, zbiorników wysokoprężnych, rurociągów, okrętów, jak również normy drutów i elektrod do spawania, przepisy odbioru spawalnic elektrycznych i t. p. Nie podając bliższych szczegółów tych prac, uważałem jednak za konieczne zwrócić uwagę czytelnika na ich istnienie, gdyż zawierają one zasadnicze wiadomości i podstawowe wskazówki, najniezbędniejsze dla praktyki.

O wielkiem natężeniu prac badawczych w spawaniu świadczą najlepiej dwa Kongresy Spawania, które odbyły się ostatnio w rocznym zaledwie odstępie: XI Kongres Acetyleny i Spawania w Rzymie w r. 1934 (100 referatów poświęconych przeważnie spawaniu acetylenowemu) i I Kongres Spawania Żelaza i Stali w Londynie w r. 1935 (150 ref. dotyczących przeważnie spawania łukowego¹⁾). Nader cenne prace tych Kongresów odzwierciedlają w pełni nadzwyczajny postęp w dziedzinie spawania.

Zagadnienie płomienia i metod spawania.

Ponieważ spawanie jest dość młode, wszelkie zagadnienia w spawaniu są jeszcze wdzięcznym tematem do badań. Sam płomień acetylenowo-tlenowy i płomień łuku elektrycznego nie są jeszcze dostatecznie zbadane. Jedną z ostatnich zdobyczy jest np. ustalenie przez uczonych francuskich Portevin'a i Seferiana temperatury płomienia acetylenowego i składu chemicznego w poszczególnych jego strefach. Dotychczas temperaturę tę oceniano na 3500°, obecnie ta cyfra została obniżona do 3100°. Również tajemnica przechodzenia metalu przez łuk elektryczny z topiącej się elektrody na przedmiot nie jest dokładnie wyjaśniona. Już kilka lat temu, dzięki zastosowaniu zdjęć kinematograficznych, przy szybkości od 1600 do 2400 obrazów na sekundę, udało się ustalić, że metal prze-

chodzi kroplami, przytem przy spawaniu gołym drutem tworzy się na końcu drutu kropła w kształcie grzybka, który chwieje się na wszystkie strony i wreszcie spada do kąpieli metalu na przedmiocie. Przy spawaniu elektrodami powlekanymi obserwuje się spokojniejsze spływanie kropeł w sposób ciągły (rys. 1).



Rys. 1. Schemat przechodzenia metalu z elektrody na przedmiot; w fazie 3 następuje krótkie spięcie.

Ostatnio zastosowano do tych zdjęć kinematograficznych promienie Roentgena (J. Sack*, Holandja). Dzięki temu otrzymuje się dokładniejsze obrazy, gdyż żużel otaczający metal wychodzi jako jasna powłoka otaczająca ciemniejsze jądro metalu.

Badania te ustaliły, że niektóre elektrody topią się jeszcze inaczej, a mianowicie: wyrzucają kropelki, zaostrome na końcu. Ten kształt, przeciwny naturalnemu kształtowi tworzącej się kropli, przypisuje się działaniu elektrodynamicznemu prądu. Najlepszym dowodem tego, że takie działanie istnieje i to dość silne, jest fakt, iż podczas spawania nad głową, metal, przechodząc z pałeczki na przedmiot, musi pokonywać siłę ciężkości.

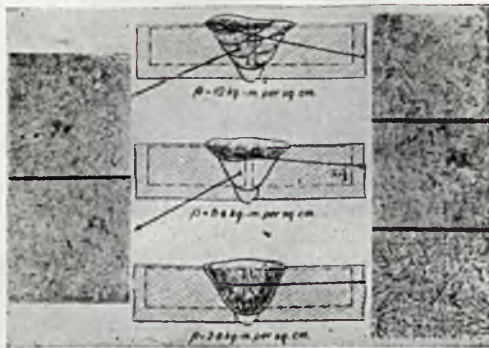
Z dotychczasowych badań wynika, że przy grubopowlekanym elektrodach przechodzi 5 — 10 kropeł, a przy gołym drucie 20 — 40 kropeł na sek. Duża ilość kropeł przy gołym drucie jest szczególnie niekorzystna, gdyż tem łatwiej następuje zanieczyszczenie spoiwy azotem i tlenem.

Często podnoszona jest kwestja, czy lepiej jest spawać prądem stałym, czy prądem zmiennym. Badania porównawcze, przeprowadzone przez Legrand'a* (Francja), wykazały, że prąd zmienny dogodniejszy jest do spawania, dlatego, że daje mniejsze wahania długości łuku, czas topienia spoiwa jest krótszy i oddzielanie się żużla jest łatwiejsze. Pozatem nieobojętne jest okoliczność, że koszt transformatora jest przeciętnie ok. 3 — 4 razy mniejszy niż przetwornicy obrotowej do spawania prądem stałym.

Bardzo ciekawe doświadczenie wykonano w Anglii nad wpływem sposobu układania spoiwa na wytrzymałość dynamiczną. Jak wiadomo, można układać paski szerokie (grubsza elektroda, ruchy poprzeczne) albo wąskie „gąsienice“ (el. cieńsza, tylko ruch posuwisty). Okazało się, że ruchy poprzeczne obniżają wytrzymałość na uderzenie (Bibber*). Można to wytłómaczyć większym ogrzewaniem metalu przy szerokich spoiwach, oraz szybszym jego stygnięciem, co pogarsza strukturę. Lepiej jest więc używać elektrod mniejszej średnicy.

¹⁾ Symposium on the Welding of Iron and Steel. London 1935. Nazwiska autorów cytowanych tu z tej publikacji są zaopatrzone w gwiazdki.

Także za cienkimi elektrodami przemawia znane wszystkim zjawisko, bardzo korzystne przy spawaniu łukowym, że przy wielowarstwowej spoinie ciepło górnych warstw odzarcza dolne warstwy, dzięki czemu wewnątrz spoiny uzyskuje strukturę drobnoziarnistą, a tylko górna warstwa pozostaje w stanie surowego odlewu. Dlatego wielowarstwowe spoiny, wykonane cienkimi elektrodami, wykazują lepsze wydłużenie i wytrzymałość na uderzenie, niż jednowarstwowe wykonane grubą elektrodą, jak to zostało przedstawione na rys. 2 (Guerra*).



Rys. 2. Wpływ ilości warstw na strukturę i wytrzymałość na uderzenie spoin łukowych (Guerra).

To zjawisko nie zachodzi całkowicie w 100%, jak wykazały badania Townsenda* (rys. 3). Przeważnie otrzymuje się spoinę o strukturze heterogenicznej, niekorzystnej, szczególnie przy obciążeniach dynamicznych. Sprawa ta wymaga więc jeszcze dodatkowych studjów i ścisłego określenia takiego stosunku natężenia prądu do grubości elektrod i do grubości warstwy topionego metalu, aby wydzielane ciepło wystarczyło do całkowitego wyżarzenia dolnych warstw przez górne.

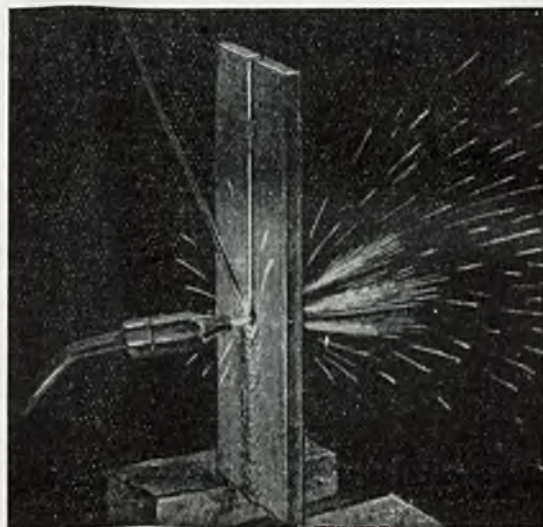


Rys. 3. Miejsca wyżarzone (strzałki z lewej strony) i niewyżarzone (strzałki z prawej strony) w spoinie łukowej wielowarstwowej (Townsend).

Jedną z bolączek spawania, tak acetylenowego, jak łukowego, jest trudność dobrego „przetopienia” i wypełnienia dolnej części rowka między blachami. Na tle dążenia do usunięcia tej trudności powstała metoda spawania acetylenowego „w górę nawskroś” (Meslier). Przy tej metodzie otrzymuje się spoinę prawie jednakowej szerokości z obu stron (rys. 4).

Metodą tą wykonano już we Francji przeszło milion butli na gazy ziemne, butan i propan, które używane są w okręgach wiejskich tego kraju do tych samych celów, co gaz miejski w miastach. Może interesujące będzie tu wspomnieć, że do napędu motorów na Zeppelinie w czasie pierwszej jego wielkiej podróży do Ameryki był stosowany propan i właśnie butle spawane były użyte do magazynowania tego gazu. Do masowego wykonywania metodą „w górę nawskroś” zastosowano we Francji specjalne maszyny, o zupełnie zautomatyzowanym posuwie (rys. 5).

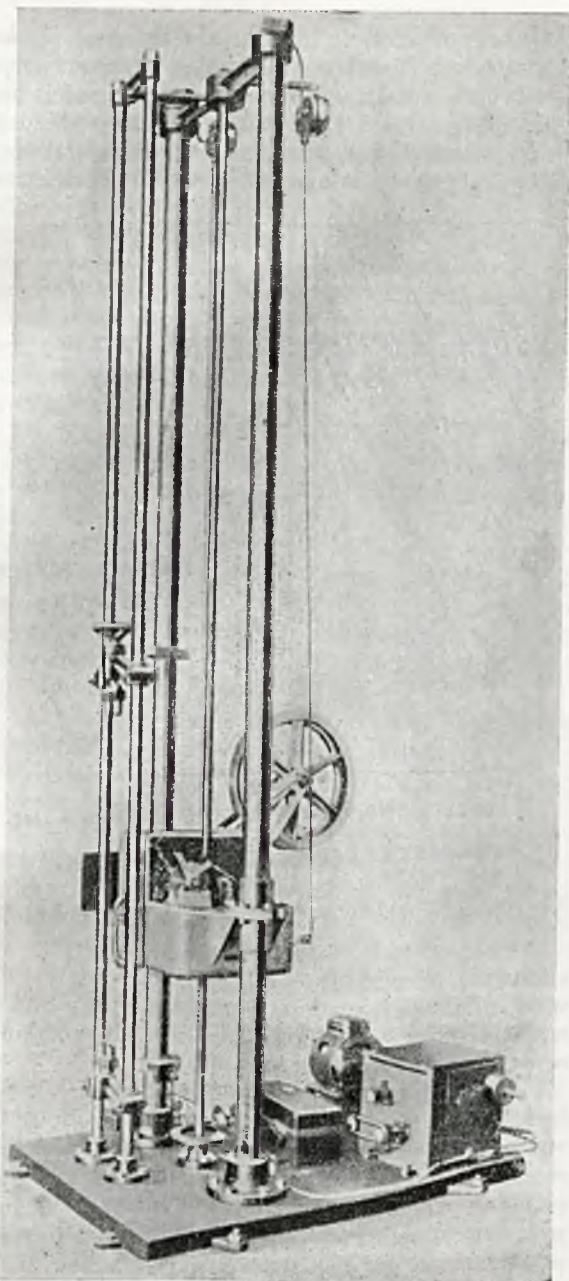
Spawanie acetylenowe maszynowe nie jest nowością, gdyż stosowane jest oddawna przy masowym wyrobie cienkościennych (do 2,5 mm) bębnow i rur (rys. 6). W tym wypadku nie dodaje się materiału do spoiny, a stosując palniki wielopłomienne (rys. 7) można osiągnąć nader wielkie szybkości spawania, np. 500 m na godzinę (t. j 1 metr w 7 sek!).



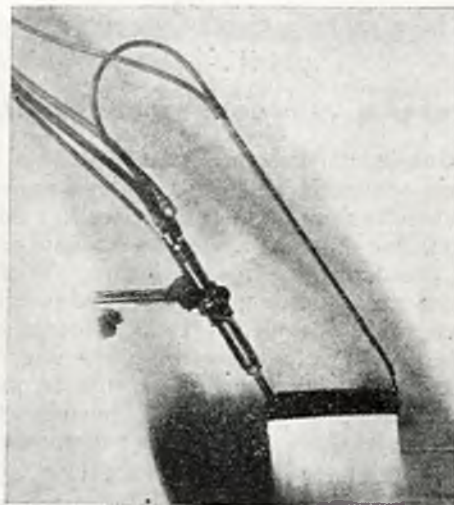
Rys. 4. Spawanie acetylenowe metodą „w górę” (Meslier).

Przy spawaniu masowym wielkie usługi oddaje mechaniczne spawanie elektryczne. Przy cienkich blachach stosuje się elektrodę węglową, bez dodawania materiału, jednak maszyny do automatycznego spawania łukowego elektrodą metalową są bardziej rozpowszechnione. Na rys. 8 widzimy nowoczesną tego rodzaju maszynę.

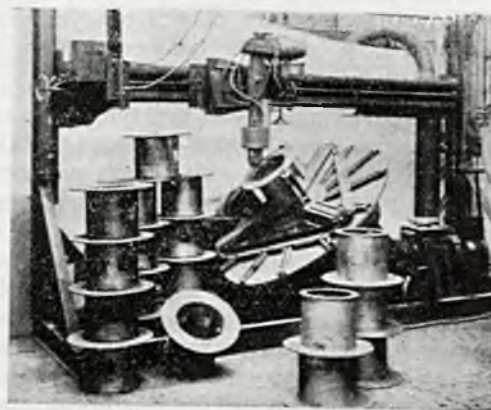
Coraz częściej również stosuje się spawanie atomowe (syst. Langmuira). Ta metoda daje spoiny najwyższej jakości, niestety, jest ona dosyć droga, gdyż elektrody wolframowe, między którymi jarzy się łuk w atmosferze wodoru, spalają się z szybkością 25 do 75 mm na godz., zależnie od natężenia prądu (Carpenter i Guest*). Koszt ich ogranicza zastosowanie tej metody do wysokowartościowych stali. Ostatnio stworzono nowe palniki do spawania atomowego o 3-ch elektrodach do spawania prądem zmiennym trójfazowym (rys. 9). Wysokie własności mechaniczne spoin, otrzymywanych tą metodą, zawdzięcza się atmosferze ochronnej wodoru,



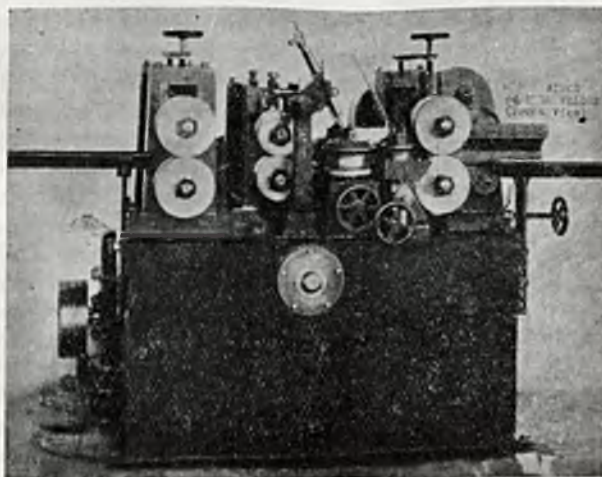
Rys. 5. Maszyna francuska SAFRAP do automatycznego spawania „w górę” palnikiem acetylenowym.



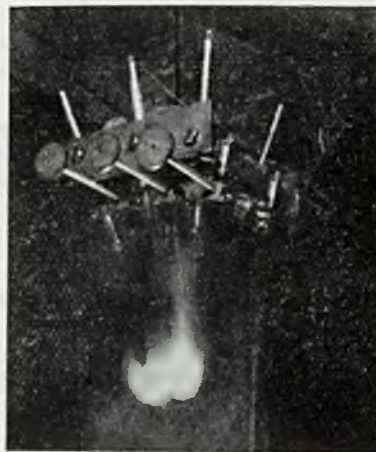
Rys. 7. Palnik wielopłomienny do fabrykacji rur, chłodzony wodą (St. Zi.).



Rys. 8. Maszyna do automatycznego spawania łukowego typu „Elin” (Austria).



Rys. 6. Maszyna do fabrykacji rur zapomocą spawania acetylenowego typu „Air Reduction Co”.



Rys. 9. Uchwyt o trzech elektrodach na prąd trójfazowy do spawania atomowego (Metropolitan-Vickers).

który jako czynnik redukujący nie ma równego sobie.

Naprężenia wewnętrzne i odkształcenia.

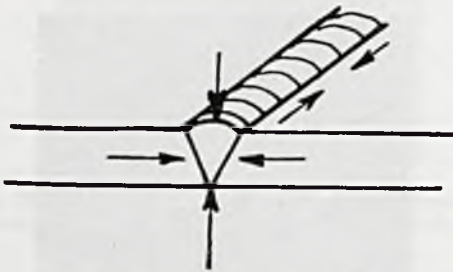
Jedną z największych trudności na drodze rozwoju spawania jest obawa przed naprężeniami wewnętrznymi i konieczność walki z odkształceniami. Nic dziwnego więc, że badania naukowe w tej dziedzinie są nader liczne. W dyskusji nad tem zagadnieniem trzeba przede wszystkim zdawać sobie sprawę, że odkształcenia są świadectwem wywołanych naprężeń, więc w odkształconym połączeniu naprężenia są mniejsze, niż w połączeniu, w którym te odkształcenia zostały w jakikolwiek sposób zahamowane.

Odształcenia są tylko przykre, gdy wymagają prostowania lub dodatkowej obróbki mechanicznej, natomiast naprężenia mogą być niebezpieczne dla całości ustroju pracującego. Zależnie od funkcji i przedmiotu spawanego, będziemy się starali unikać albo odkształceń, albo naprężeń. Np. przy wykonywaniu szablonów, od których nie wymaga się pracy, tylko odkształcenia są ważne, a kwestję naprężeń można pominąć. Natomiast, przy spawaniu zbiorników na ciśnienie chodzi o wyeliminowanie naprężeń, a drobne różnice w wymiarach nie grają roli.

Przy spawaniu części maszyn, gdy chodzi o dokładność i o wytrzymałość, szczególnie dynamiczną, spawanie w sztywnych przyrządach i następne wyżarzenie przedmiotu będzie wskazane.

Trzeba również rozróżnić naprężenia w samym metalu i naprężenia w elementach łączonych. Jeżeli w przecie spawanym wskutek skurczu powstaną naprężenia, wystarczy czasem wydłużyć go o setne czy dziesiąte części milimetra, lekko stuknąwszy w środku młotkiem, aby naprężenia w nim spadły do zera. Także występujące podczas pracy minimalne odkształcenia trwałe, przechodzące granicę elastyczności materiału, powodują już zanulowanie naprężeń wewnętrznych.

Tem się wyjaśnia zjawisko, że naprężenia wewnętrzne w ustroju znikają po pewnym czasie.

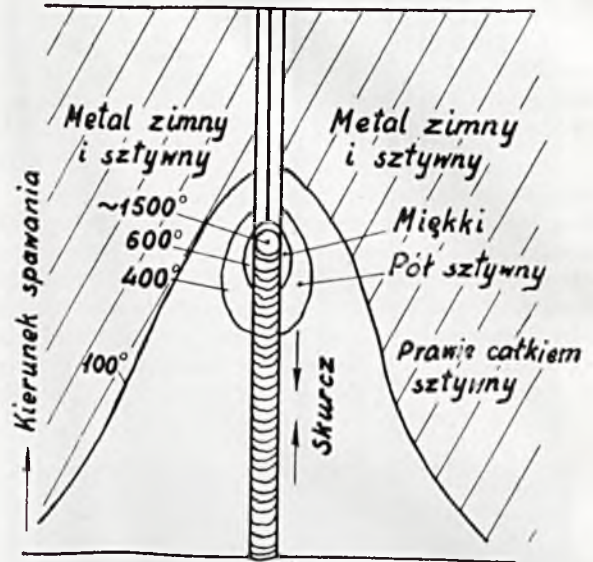


Rys. 10. Kierunki skurczu w spoinach.

Dlatego właśnie miliony konstrukcji spawanych pracują bez zarzutu, pomimo, że naprężeń wewnętrznych w nich nie usuwano; można tu choćby zacytować spawane kadłuby samolotów.

Wysokość naprężeń skurczowych konstrukcji można zmniejszyć przez odpowiednie zabie-

gi, jak „poddawanie” materiału ku spoinie, wywołanie naprężeń wstępnych, przeciwnych skurczowi, dobór odpowiedniej kolejności spawania i t. d. Do tych zabiegów nie należy jednak zaliczać szepiania (łączenia punktami), które — przeciwdziałając swobodnemu odkształ-



Skurcz w kierunku spoiny odbywa się w warunkach prawie sztywnego zamocowania

Rys. 11. Schemat kurczenia się metalu w kierunku spoiny

eniu się przedmiotu podczas spawania — daje w wyniku zwiększenie naprężeń, przy równomierniejszym — jednocześnie — ich rozkładzie w połączeniu spawanym.

Z trzech zasadniczych kierunków skurczu (rys. 10) w spoinie, tylko skurcz na grubości jest swobodny, skurcz podłużny jest zupełnie zahamowany przez zimny materiał, otaczający spoinę, a poprzeczny — w znacznej mierze. Jasnym jest, że największe naprężenia są w kierunku podłużnym (rys. 11), natomiast mniejsze znacznie od nich naprężenia poprzeczne są o tyle niebezpieczne, że osłabiają przekrój podłużny spoiny (Buchholz, Spaw. i Cięcie Met. 10, 1935).

A teraz 3 pytania: 1) do jakich wielkości dochodzą te naprężenia, 2) czy są większe przy spawaniu łukowym, czy acetylenowym — i 3) jak je usunąć?

O wielkości tych naprężeń możemy mieć pewne wyobrażenie, przypomniałszy sobie, że ogrzanie stali miękkiej o ca 4 stopnie powoduje wydłużenie takie, jakie daje obciążenie 1 kg/mm².

Przy stygnięciu więc pręta sztywno zamocowanego spadek temperatury o 100° może wywołać w skrajnym wypadku absolutnie sztywnego zamocowania naprężenie do 25 kg/mm². Jasnym więc jest, że przy spadku temperatury o kilkaset stopni naprężenia skurczowe muszą wywołać już odkształcenia plastyczne. Zdawałoby się, że naprężenia te nie mogą być większe niż granica sprężystości, jednak znane badania Bollenratha, przeprowadzone w Niem. Inst. Ae-

rodynamicznym w Aachen, wykazały, że mogą one nawet przekraczać granicę wytrzymałości materiału bez wywołania pęknięć, a to dzięki temu, że przy zahamowanych odkształceniach następować może znaczne podwyższenie granicy sprężystości. Tak np. dla zwykłej stali Bollenrath otrzymał naprężenia w kierunku podłużnym dochodzące do 90 kg/mm^2 . Badania te były przeprowadzone metodą Mathara przez nawiercanie otworków i mierzenie ich odkształceń. Aczkolwiek wyniki cyfrowe tych badań są z różnych stron kwestjonowane, tem niemniej te badania wniosły wiele światła w to trudne zagadnienie.

Na drugie pytanie należy odpowiedzieć, że naprężenia przy obu metodach spawania są podobne, jednak tak Bollenrath i cały szereg niemieckich badaczy, jak i angielscy badacze Shaw* i Percival* otrzymali cyfry wyższe dla spawania łukowego niż dla acetylenowego. Nie ilość bowiem ciepła doprowadzonego do przedmiotu decyduje o wysokości tych naprężeń, tylko stromość spadku temperatury od spoiny do zimnego metalu przedmiotu.

Im większa strefa nagrzania, tem naprężenia są mniejsze, a przy zagrzaniu całkowitem przedmiotu i powolnym stygnięciu po spawaniu naprężenia wogóle nie powstają.

A teraz trzecie pytanie: jak usuwać powstałe naprężenia skurczowe? Często można się spotkać z poglądem, że można to uczynić przez przekuwanie spoiny na gorąco. Jest to jednak mało prawdopodobne, gdyż w metalu plastycznym nie mogą powstać naprężenia; powstają one dopiero począwszy od temp. ok. 600° . Przekuwanie na gorąco może tylko strukturę ulepszyć. Ponieważ jednak przy spawaniu łukowym metal stygnie natychmiast, przekuwanie przy tej metodzie nie może dać i tego efektu, natomiast może wywołać pęknięcie, jeżeli podczas przekuwania materiał przechodzi przez strefę kruchości. Tylko przekuwanie dostatecznie zastygłej spoiny może usunąć naprężenia, ale z powodu znanych złych skutków kucia na zimno, tego zabiegu polecać nie można, choć w praktyce dość często jest stosowany.

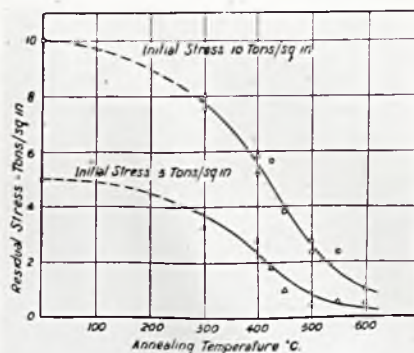
Przy spawaniu acetylenowym, gdzie dopływ ciepła nie jest ograniczony, można stosować przekuwanie, ale nie może to mieć poważniejszego wpływu na wielkość naprężeń.

Tak samo wyżarzanie miejscowe może tylko niewiele zmniejszyć naprężenia, a przy nieumiejętnym postępowaniu efekt może być nawet wprost przeciwny. Tylko przez całkowite zagrzanie przedmiotu do temp. $600 - 650^\circ$ i powolne studzenie można prawie usunąć naprężenia wewnętrzne, przytem trzeba dbać o równomierny spadek temperatury we wszystkich częściach przedmiotu, w przeciwnym razie podczas stygnięcia znowu powstaną naprężenia.

Do jakiego stopnia można obniżyć naprężenia przez wyżarzanie wykazuje wykres (rys. 12) sporządzony przez ang. badaczy Bensona i Allisona*. Wynika z tego wykresu, że 90% naprężeń może być usunięte.

Oczywiście, wyżarzanie wpływa także na polepszenie i ujednostajnienie struktury metalu

w spoinie i polepsza własności mechaniczne połączenia. Nie dotyczy to jednak spoin wykonanych łukiem przy użyciu gołych drutów. Duże zawartości w nich zanieczyszczeń w postaci



Rys. 12. Krzywe ilustrujące spadek naprężeń wewnętrznych przy wyżarzaniu od $300 - 600^\circ$ (Benson i Allison).

azotu, tlenu i tlenków żelaza są przyczyną, że wyżarzanie pogarsza tylko strukturę i własności mechaniczne (Rofle*).

Ogólnie można przyjąć, że naprężenia wewnętrzne w przedmiotach wykonanych z metali ciągliwych, jak stal miękka, nie mają wpływu na wytrzymałość statyczną połączeń, o czym łatwo się przekonać, badając próbki spawane, wykonane w zupełnie sztywnym zamocowaniu, a więc z maksymalnymi naprężeniami wewnętrznymi. W chwili bowiem, gdy materiał zaczyna płynąć, naprężenia wewnętrzne redukują się i nie mogą mieć wielkiego wpływu na wynik ostateczny.

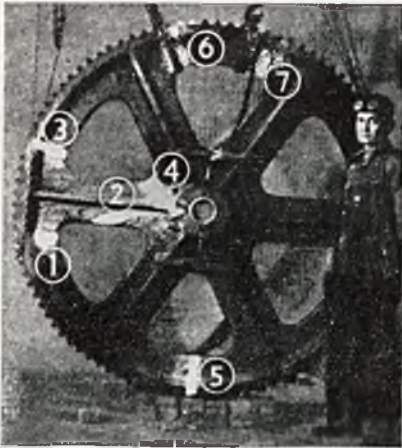
Zupełnie inaczej przedstawia się sprawa, jeżeli idzie o wytrzymałość na zmęczenie. Tu naprężenia wewnętrzne mają duży wpływ ujemny, i dlatego można jako regułę przyjąć, że wyżarzanie po spawaniu jest godne polecenia tylko w tych wypadkach, gdy przedmiot pracuje na obciążenie zmienne; przy obciążeniach zaś statycznych jest to zbyt szkodliwe.

Ta reguła nie dotyczy, oczywiście, spawania metali mało ciągliwych, jak żeliwo. Naprężenia wewnętrzne mogą w tym wypadku już przy spawaniu wywołać pęknięcia, dlatego w praktyce żeliwo spawa się na gorąco, z powolnym studzeniem. Niezawsze całkowite ogrzewanie żeliwa jest konieczne, jeżeli używamy do spawania żeliwa spoiw bardzo ciągliwych, jak metal monel przy spawaniu elektrycznym, a specjalnych stopów mosiężnych przy t. zw. lutospawaniu żeliwa (rys. 13), wówczas niewielkie podgrzanie wystarcza. W tych wypadkach skurcz żeliwa wyrównuje się wysoką ciągliwością metalu dodatkowego i unika się powstawania naprężeń w kruchym metalu rodzimym.

Reasumując, należy stwierdzić, że kwestji naprężeń wewnętrznych nie można traktować ogólnie, zależnie bowiem od ciągliwości metalu spawanego i warunków pracy ustroju, zapobieganie naprężeniom wewnętrznym i eliminowanie ich musi być traktowane w różny sposób.

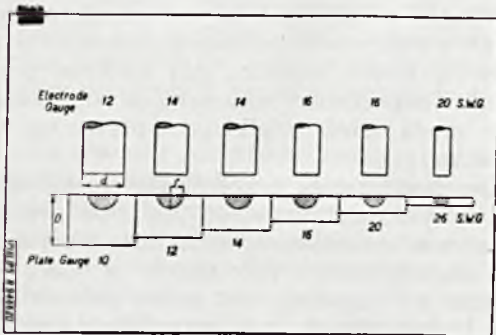
Skoro mowa o naprężeniach i odkształceniach, nie można pominąć pewnego zagadnienia ściśle z tem związanego, które spędza sen z po-

wiek niejednego inżyniera spawacza, a mianowicie — spawania blach cienkich o grub. 1 mm lub mniej. Jeżeli idzie o spawanie elektryczne, to trudności wyjaśni nam odrazu schemat rys. 14.



Rys. 13. Koło zębate pęknięte w 7 miejscach, naprawione zapomocą lutospawania.

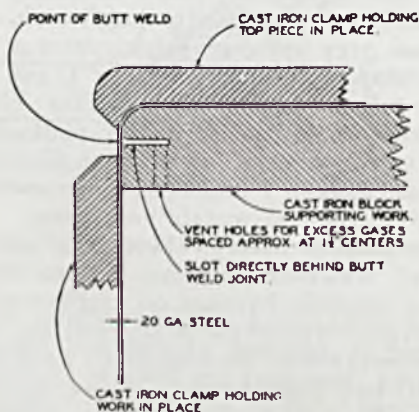
Przedstawiono tu głębokość wtopienia na blachach od 3,5 do 0,5 mm, przy zastosowaniu elektrod od 3 mm średnicy do 1 mm średnicy. Głębokość wtopienia jest prawie proporcjonal-



Rys. 14. Schemat przedstawiający stosunek grubości blachy do grubości elektrod i głębokości wtopienia — dla blach cienkich od 3 1/2 do 1 mm.

na do średnicy drutu, stąd wielka łatwość przepalania blachy przy małych grubościach.

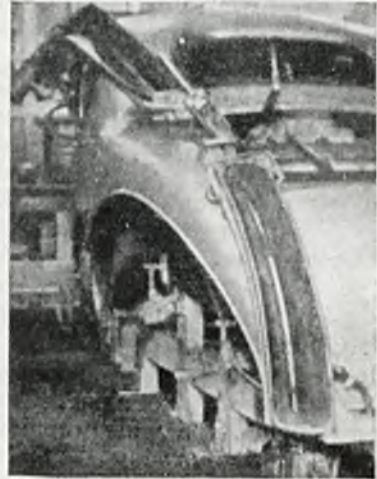
Przy spawaniu acetylenowym zaś wielkie odkształcenia wymagają bardzo kosztownych za-



Rys. 15. Spawanie cienkich blach palnikiem acetylenowym w masywnych uchwytach z żeliwa (Blaha).

biegów prostowania, które niezawsze mogą być wykonane. W tym wypadku godnym polecenia jest stosowanie bardzo silnych przyrządów, które utrzymują blachy w ściśniętym położeniu i równocześnie odprowadzają bardzo energicznie ciepło, nie dopuszczając do nagrzania się poza miejscem spawania blach łączonych.

Przykład takiego przyrządu, wykonanego z grubych płyt żeliwnych¹⁾ widzimy na rys. 15. W tym samym celu w jednej z firm kanadyj-



Rys. 15a. Uchwyt do spawania karesorji samochodowych z obiegiem chłodzeniem wodą.

skich zastosowano chłodzenie wodą blach karesorji samochodowych, spawanych acetylenem (rys. 15a).

Spoiwa.

W kwestji doboru spoiwa, które jest najważniejszym elementem przy spawaniu, należy zaznaczyć, że z drutami do spawania acetylenowego niema wiele kłopotu, gdyż dzięki atmosferze redukującej w płomieniu acetylenowym otrzymuje się bez specjalnych zabiegów spoiwo o wysokiej czystości. W tym dziale bardzo ważną pracę ogłosili ostatnio Niemcy Streb i Kemper*. Ustalili oni granice zawartości elementów wchodzących w skład drutów, nadających się do spawania; dość szerokie granice wpływają na łatwość doboru drutu o właściwym składzie.

Trafiająca się porowatość w spoinach acetylenowych oraz pryskanie przypisują ci badacze działaniu wodoru na tlenek żelaza i tworzeniu się pary wodnej, dlatego druty powinny być wolne od zanieczyszczenia przez FeO i O. Dla stali wyższej wytrzymałości druty o zawartości 3,5% niklu oraz druty ze stali manganowych są najodpowiedniejsze, przy zawartości węgla ograniczonej do 0,20 — 0,25%.

Dużo kłopotu przedstawia wciąż spawanie stali twardych. Doświadczenia wykazały, że granicą spawalności tych metali jest 0,30% węgla, a przy stalach stopowych ta granica leży jesz-

¹⁾ Blaha. The American Welding Society Journal, Nr. 11, 1935.

cze niżej. Wogóle dla stali stopowych trzeba raczej dobierać spoiwa indywidualnie, na podstawie odpowiednich prób. Ostatnie, nader liczne badania, nad wpływem różnego rodzaju powłok elektrodowych na wytrzymałość spoin, w porównaniu do spawania gołym drutem, potwierdziły w całej rozciągłości znany zresztą fakt o nieprzydatności do spawania gołych drutów, szczególnie, jeżeli chodzi o ciągliwość, wytrzymałość na uderzenie i zmęczenie.

Z badań Lincolna* wynika, że przeciętnie wytrzymałość na zmęczenie spoin wykonanych gołym drutem wynosi 7 kg/mm^2 , a elektrodami grubo powlekanymi 21 kg/mm^2 . Cyfry te dotyczą spawania stali miękkiej.

Co do powłok panuje zgodność, że najważniejszym ich zadaniem jest niedopuszczenie do spoiny tlenu i azotu z powietrza, oraz redukcja tlenków żelaza (poza znanymi innymi ich zadaniami). Zawartość tych szkodliwych domieszek decyduje w większym stopniu o jakości połączenia spawanego, niż zawartość składników dodatnich (C, Mn).

Bardzo interesujące są doświadczenia z elektrodami powlekanymi związkami organicznymi, które spalają się prawie całkowicie, nie dając żuźla, a tylko zapewniają topiącemu się metalowi atmosferę redukującą, składającą się głównie z CO i H. Elektrody te nie ustępują w wynikach najlepszym elektrodom grubopowlekanym, o powłokach mineralnych, dającym obfity żuźel. Jedyną niedogodnością jest tworzenie się obfitych gazów, co wymaga dobrej wentylacji. Tego rodzaju elektrody polskie właśnie wchodzi na nasz rynek.

Ciekawe jest, że dodawanie specjalnych składników do spoiny za pośrednictwem powłok jest naogół krytykowane, choć niewątpliwie pewne straty mogą być na tej drodze kompensowane, np. straty na Mn, który tak korzystnie wpływa na ciągliwość i wytrzymałość spoin.

Spawanie stali specjalnych, jak wyżej wspomniano, przedstawia nieraz duże trudności. Z tych stali na pierwszym miejscu należy postawić stale nierdzewiejące ze względu na ich wielkie zastosowanie w przemyśle chemicznym, do różnego rodzaju urządzeń, przy których spawanie jest absolutnie niezbędne.

Najpospolitsze stale nierdzewiejące typu 18/8 o zawartości ok. 0,1 C przedstawiały przez dłuższy czas duże trudności w spawaniu, a to z tego powodu, że w strefie stygnięcia od 900° do 500° następuje wydzielanie się węglików, które powodują korozję międzykrystaliczną. Ciekawy przykład tego rodzaju zjawiska z praktyki angielskiej (Inglis i Andrews*) przedstawia boja morska, zilustrowana na rys. 16.

Oczywiście zjawisko to występuje niezależnie od metody spawania, gdyż również przy spawaniu łukowym metal rodzimy przechodzi przez tę samą niebezpieczną strefę temperatur. Sama zaś spoina na rys. 16 jest nietknięta przez korozję, gdyż przy spawaniu płomieniem acetylenowym normalnie uregulowanym nie występuje nawęglanie, które mogłoby zmniejszyć odporność na korozję samego metalu spoiny.

Tego rodzaju stale muszą być po spawaniu hartowane, aby wprowadzić węgliki z powrotem w roztwór stały. Ponieważ obróbka termiczna po spawaniu przeważnie jest niemożliwa, stale



Rys. 16. Boja morska wykonana ze stali nierdzewiejącej 18/8 spawana acetylenem, zniszczona wskutek korozji międzykrystalicznej w metalu spawanym (spoina nietknięta).

te trudno nazwać spawalnymi, jednak trudności te zostały przezwyciężone. Przy zmniejszeniu zawartości węgla już do 0,07% względnie przez domieszki niewielkiej ilości tytanu, stale typu 18/8 pomimo spawania nie tracą swej odporności na rdzewienie. Ostatnio amerykanie stosują zamiast tytanu domieszki columbium w ilości ok. 1%. Jako spoiw używa się materiałów o tym samym składzie.

Stale nierdzewiejące, których spawalność osiąga się przez obniżenie zawartości węgla do 0,07 i niżej, nadają się raczej do spawania elektrycznego, gdyż nieznaczne nawet nawęglanie spoiny przez płomień acetylenowy jest w tym wypadku nader niepożądane, a przy małej zawartości węgla i konieczności zabezpieczenia się przed utlenianiem się chromu w płomieniu palnika, niewielkie nawęglanie jest zawsze możliwe.

Wytrzymałość.

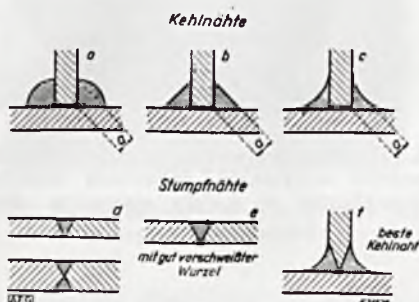
Przechodząc teraz do kwestji wytrzymałości połączeń spawanych i sposobów badań tej wytrzymałości musimy sobie uprzytomnić, że połączenie spawane jest pod każdym względem niejednorodne.

Mamy zasadniczo 4 strefy metalu: materiał rodzimy niezmienny, materiał rodzimy o zmiennej strukturze, materiał na połączeniu metalu rodzimego z metalem dodanym i wreszcie— czysty metal dodawany.

Wzdłuż tych stref zmieniają się własności mechaniczne i chcąc mieć właściwy obraz całości trzeba byłoby badać połączenie punkt za punktem. Taka metoda stała się istotnie możliwa przy zastosowaniu mikromaszyny Chevenarda do rozrywania mikroprobek, o średnicy 1 mm pobranych w szeregu punktach (Spawanie i Cięcie Metali Nr. 2, 1936).

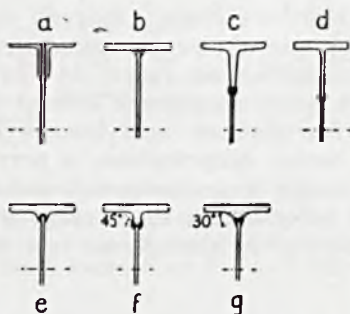
Stosowanie spawania do ustrojów części maszyn narażonych na obciążenia dynamiczne jest powodem, że coraz więcej spotyka się w literaturze prac nad zmęczeniem spoin. Z badań tych okazuje się, że drobne zanieczyszczenia: FeO, N, O oraz niedokładności w wykonaniu w postaci pęcherzyków, wtrąceń żużla etc., mają ogromny wpływ na wyniki (Reeve*). Sam kształt połączeń odgrywa tu też poważną rolę, nie tak wielką jednak, jak jakość wykonania.

Kształt połączenia powinien być tak zaprojektowany, aby nie było gwałtownych zmian w przekrojach, karbów etc. Ilustruje to rys. 17 (Bobek, Elektroschweissung 1935).



Rys. 17. Z różnego kształtu spoin pachwinowych. kształt f jest najwytrzymalszy na zmęczenie; przy spoinach stykowych duży wpływ na tę wytrzymałość ma dobre przetopienie (szkic e) wierzchołka spoiny (bobek).

Spoiny pachwinowe wklęsłe (rys. 17c) są wytrzymalsze na zmęczenie, niż wypukłe (a) (karb), a najlepsze są te, które są wykonane,



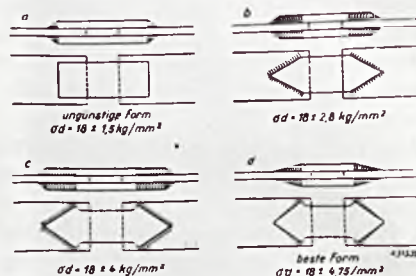
Rys. 18. Różne fazy rozwoju spawanych belek blaszanych dwuteowych (Bondy).

jak spoiny stykowe. Dobre przetopienie w dolnej części (c) gra ogromną rolę z tych samych względów.

Spoina stykowa odnosi w tych badaniach tryumf na całej linii, co odbiera spawaniu łukowemu jego bardzo poważny atut w stosunku do spawania acetylenowego, a mianowicie łatwość wykonywania spoin krawędziowych i pachwinowych, nie wymagających obróbki części łączonych. Na rys. 18 (Bondy*) widzimy ciekawą ewolucję, jaką przeszły belki blaszane spawane w ciągu tych kilku lat, odkąd są stosowane w konstrukcjach mostowych. Od

dwóch kątówek (naśladownictwo nitowania) i zwykłych spoin pachwinowych (szkic b) przeszło się do spoin stykowych przy stosowaniu teówki (c), a potem — znacznie dogodniejszej dwuteówki przeciętej na pół (d), ostatnim wynalazkiem w tej dziedzinie są profile specjalne, a więc profile „nosowe“ (e) i płaskie żelazo „wygarbione“ (f i g). Ostatni z tych profili został zastosowany do jednego z mostów w Niemczech.

Jakie znaczenie ma łagodny przebieg linii sił na wytrzymałość na zmęczenie, wskazuje rys. 19 (Thun*): rysunek ten wskazuje również na ten ważny fakt, że przez odpowiednią konstrukcję można znacznie podnieść wytrzymałość, najlepiej jednak i najprościej jest ominąć wszelkie trudności tego rodzaju, tak dobierając pro-



Rys. 19. Sposoby polepszenia wytrzymałości na zmęczenie połączeń z nakładkami przez odpowiednie ukształtowanie nakładek (Thun).

file, aby móc stosować spoiny wyłącznie stykowe. Połączenie na styk mają jeszcze i tę zaletę, że nadają przedmiotowi charakter „monolityczny“ i zapewniają mu maximum estetycznego wyglądu.

Na tem kończymy ten bardzo niekompletny „rzut oka“ na kierunki rozwoju nauki o spawaniu, uwzględniający głównie prace badawcze zebrane na Symposium'ie londyńskim. Bardzo ciekawe prace z tego Kongresu, omawiające różne praktyczne zastosowania spawania, musiały być tu z powodu braku miejsca zupełnie pominięte.

Sur les voies du progrès de la soudure.

En s'appuyant sur la documentation du Symposium de la Soudure du fer et de l'acier, à Londres (1935), ainsi que sur d'autres travaux parus dernièrement dans la littérature technique, l'auteur fait un court résumé de quelques-uns des problèmes les plus importants concernant les théories modernes de la soudure.

Auf den Wegen der Fortschritte der Schweißung.

Auf Grund der Arbeiten die im Zusammenhang mit dem zu London (1935) gehaltenen „Symposium“ sowie der Arbeiten die letztere in der Literatur erschienen sind, gibt der Verfasser eine Kurze Uebersicht einiger wichtigeren die modernen Theorien der Schweißung betreffenden Fragen.

KRONIKA

36 kurs spawania w Warszawie.

W dniach 11 i 13 lipca b. r. odbyły się w Warszawie egzaminy słuchaczy 36 kursu spawania w Warszawie, który trwał od 15 czerwca do 10 lipca b. r. przy udziale 23 uczestników.



Uczestnicy 36-go Kursu Spawania w Warszawie.

Egzamin przed Komisją Egzaminacyjną, w skład której wchodził: P. Dzisiław Rudzki — Dyrektor Instytutu Przemysłowo-Rzemieślniczego, p. inż. Henryk Jastrzębowski — z f. „Perun”, oraz p. inż. B. Szupp — Kierownik kursu, złożyło z wynikiem dodatnim 20 absolwentów.

I-szy Zjazd Ogrzewników Polskich

odbędzie się w Warszawie w dniach 5—8 września r. b. w lokalu Stowarzyszenia Techników Polskich w Warszawie przy ulicy Czackiego 3/5.

Zgłoszenia przyjmuje i informacji udziela Sekretariat Zjazdu w Warszawie, Krucza 44 m. 15, tel. 9-79-53.

II Kongres

Międzynarodowego Związku Mostów i Konstrukcji Inżynierskich

Tegoroczny II Międzynarodowy Kongres Mostów i Konstrukcji Inżynierskich obradować będzie w dniach 1—11 października b. r. w Berlinie i Monachjum.

Uroczyste otwarcie Kongresu odbędzie w dniu 1.X.1936 w sali Reichstagu. Posiedzenia fachowe, poświęcone poszczególnym tematom, odbywać się będą w salach Politechniki Berlińskiej. Zamknięcie obrad, na którym uchwalone zostaną rezolucje i wnioski, przewidziano na dzień 8.X.1936. Czas wolny przeznaczono na zwiedzanie ciekawszych obiektów i wycieczki. Wieczory zarezerwowane są dla całego szeregu przyjęć oficjalnych. Po zakończeniu obrad nastąpi wyjazd samochodami lub koleją przez Drezno do Monachjum, gdzie dnia 11.X.1936. odbędzie się uroczyste zamknięcie Kongresu w salach Deutsche Museum.

Językami oficjalnymi Kongresu są: francuski, angielski i niemiecki. Specjalne urządzenia telefoniczne umożliwią uczestnikom Kongresu jednoczesne śledzenie obrad we wszystkich trzech językach, przyczem dyskusje będą natychmiast tłumaczone do mikrofonów.

Poszczególne fachowe tematy będą opracowane przez referentów różnych krajów. Referaty te zostaną rozesłane wcześniej uczestnikom Kongresu w pełnym tekście i trzech językach oficjalnych. Obrady w czasie posiedzeń naukowych zagajają będzie odnośny referent generalny a dyskusja częściowo przygotowana, częściowo wolna — toczyć się będzie pod przewodnictwem specjalnej komisji.

Zgłoszenia do dyskusji, w której zarezerwowany jest udział dla członków Międzynarodowego Związku przyjmuje Stała Delegacja Międzynarodowego Związku Mostów i Konstrukcji Inżynierskich przy Polskim Związku Inżynierów Budowlanych, Warszawa, Czackiego 1 m. 1.

Skład oficjalnej delegacji polskiej na Kongres nie jest jeszcze ustalony.

Spośród spisu tematów zgłoszonych z zakresu konstrukcji stalowych, cytujemy zagadnienia dotyczące zastosowań spawania:

Zagadnienia praktyczne w stalowych konstrukcjach spawanych.

a) Wpływ szybkozmiennych obciążeń dynamicznych na konstrukcje stalowe spawane.

b) Projektowanie i wykonywanie konstrukcji spawanych, ze specjalnym uwzględnieniem naprężeń termicznych (jednym z referentów jest p. prof. Bryła).

c) Badanie i kontrola spoin.

d) Doświadczenia zebrane na podstawie wykonanych już konstrukcji spawanych (jednym z referentów tego zagadnienia jest p. prof. Bryła).

Zagadnienia teoretyczne i badania doświadczalne w konstrukcjach stalowych spawanych i nitowanych.

a) Zastosowanie stali w budownictwie ogólnym.

b) Zastosowanie stali w budownictwie wodnym.

Termin zgłoszeń na Kongres upływa z dniem 1 sierpnia b. r. Oplata za uczestnictwo wynosi: dla członków A. I. P. C. Fr. szw. 40,—, dla pozostałych Fr. szw. 60,—, do czego jeszcze dochodzi opłata za sprawozdanie, ogłoszone drukiem w trzech językach do wyboru, w wysokości fr. szw. 15,—. Panie towarzyszące uczestnikom płać Fr. szw. 20,—. Opłaty powyższe obejmują uczestnictwo w zwiedzaniach, przyjęciach i wycieczkach, za wyjątkiem wycieczki przez Drezno do Monachjum, koszt której obliczony jest na RM 50,—, oraz uprawniają do bezpłatnego otrzymania Księgi wstępnej oraz innych druków Kongresowych. Karta uczestnictwa uprawnia równocześnie do zniżki kolejowej na terenie Niemiec. W razie dostatecznej ilości zgłoszeń, projektuje się zorganizowanie po Kongresie wspólnej, kilkodziwnej wycieczki po Niemczech, której koszt skalkulowany będzie możliwie tanio.

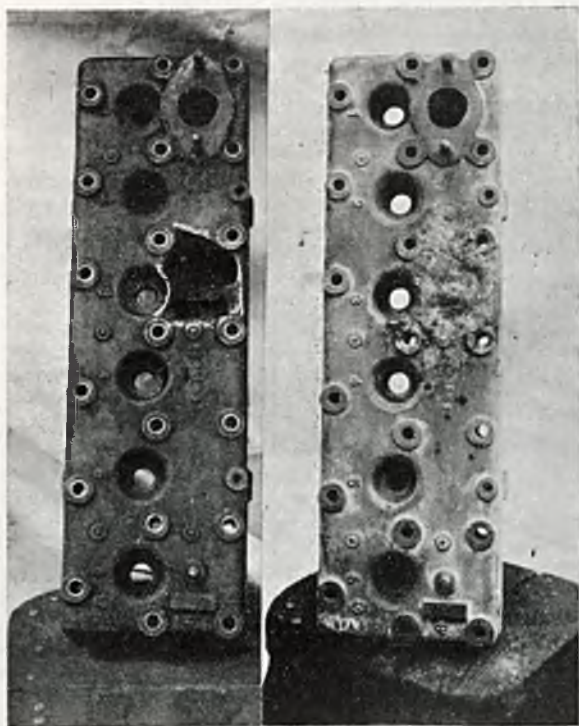
Przegląd prasy polskiej

Spawane dachy peronowe na stacji Kraków—Osobowa. Dla stacji Kraków — Osobowa, będącej obecnie w stanie gruntownej przebudowy, zaprojektowano urządzenie całego szeregu nowych wyspowych peronów osobowych. W miejscu dawnej hali i nad nowymi peronami, przewidziała Dyrekcja Kolejowa w Krakowie dachy peronowe konstrukcji sfałowej, pokryte blachą falistą ocynkową.

Do peronów wyspowych zastosowano dwa typy więzarów: jednosłupowy i dwusłupowy. Typem zasadniczym jest więzar jednosłupowy. Składa się z dwóch oddzielnych elementów konstrukcyjnych, wykonanych całkowicie w warsztatach. Pierwszym elementem to słup umieszczony w środku peronu, skonstruowany z dwóch teowników N 14 zestawionych obok siebie w odstępnie 420 mm. Drugim — to dwa wsporniki wznoszące się po obu stronach słupa lekko ku górze, a skonstruowane z dwóch teowników N 14. Teowniki słupa i wsporników połączono ze sobą co pewien odstęp spawaniami łącznikami i żeberkami z blachy 15 mm grubej. Na montażu pozostaje złożyć wsporniki ze słupem i wykonać kilka krótkich spoin montażowych.

Więzar dwusłupowy zastosowano tam, gdzie nie można było ustawić w środku peronu jednego słupa. Konstrukcyjnie składa się z trzech oddzielnych elementów: dwóch słupów z dwuteowników N 22, wykształconych

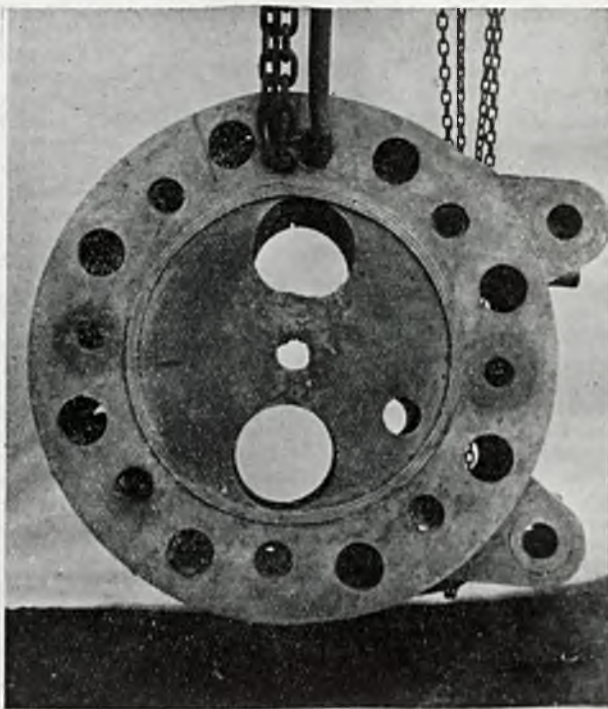
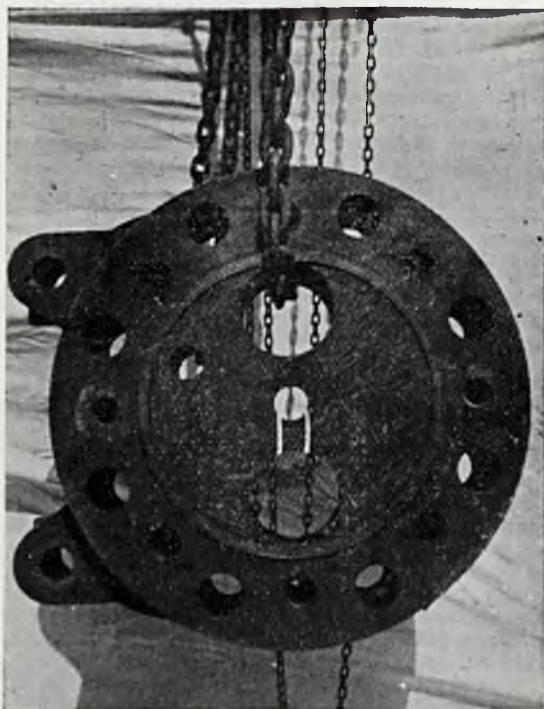
Z PRAKTYKI SPAWACZA



Głowica silnika samochodowego z wypchniętą ścianką wskutek zamarznięcia wody, została naprawiona zapomocą spawania acetylenowego. Do naprawy zużyto: tlenu — 0,25 m³, karbidu — 1 kg, pałeczek żeliwnych — 0,2 kg, proszku do żeliwa — 0,05 kg, węgla drzewnego — 10 kg.

Czas pracy: 2½ godziny (1 spawacz z pomocnikiem).

(Z praktyki Warsztatów Sp. Akc. Perun w Warszawie).



Głowica silnika Diesla o mocy 60 K.M., wagi ok. 600 kg, średnicy ok. 900 mm, pęknięta na gnieździe wentyla, naprawiona zapomocą spawania acetylenowego.

Do naprawy zużyto: tlenu — 3 m³, karbidu — 12 kg,

pałeczek żeliwnych — 3 kg, proszku do żeliwa — 0,15 kg, węgla drzewnego — 50 kg.

Czas pracy: 8 godzin (1 spawacz z pomocnikiem).

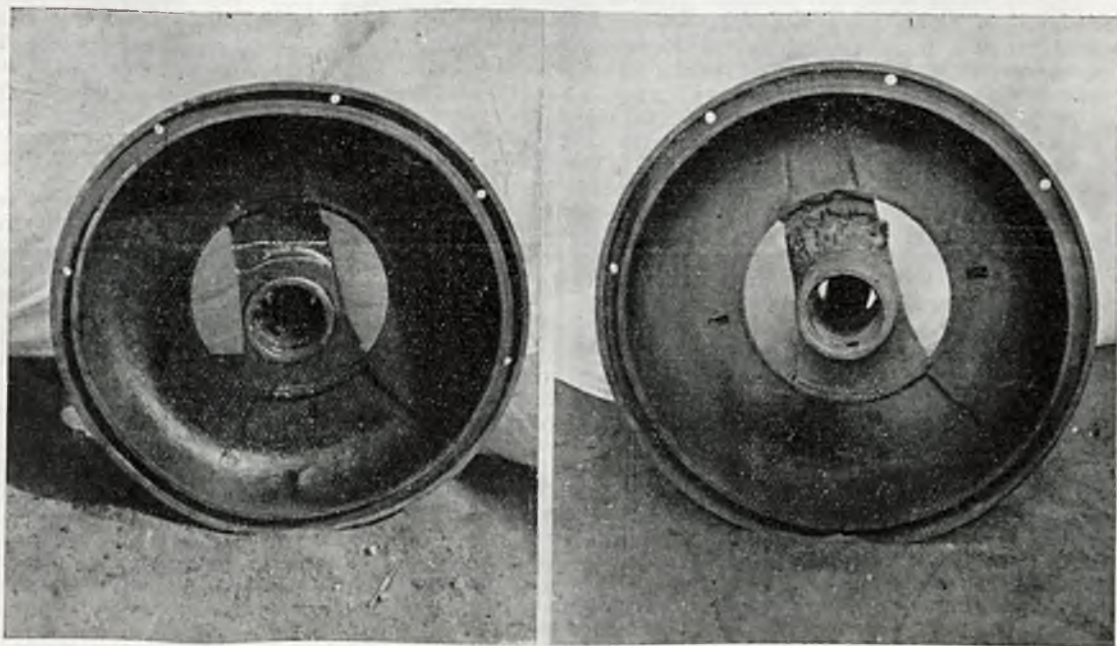
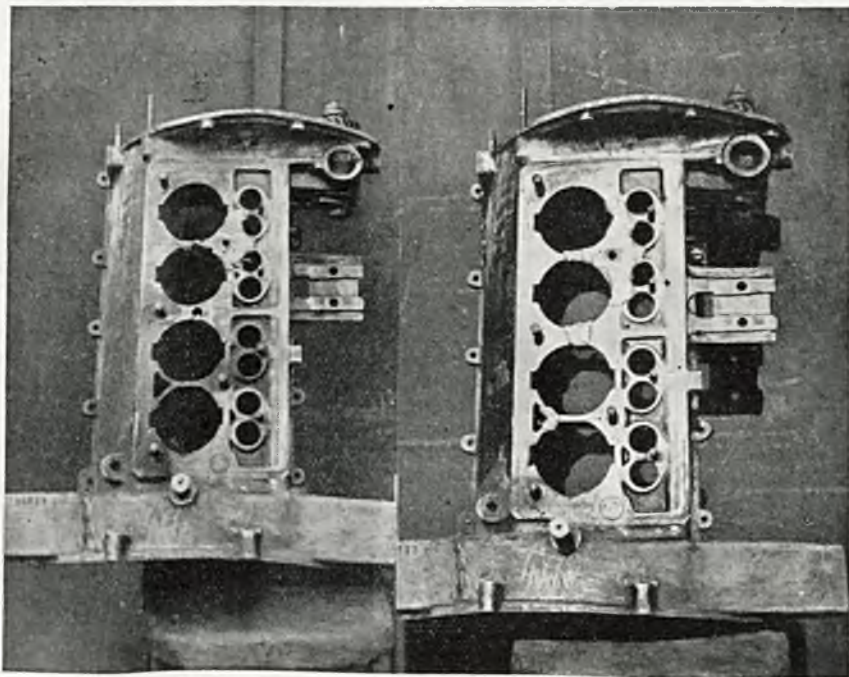
(Z praktyki Warsztatów Sp. Akc. Perun w Warszawie).

Blok samochodowy pęknięty w wielu miejscach na gniazdach wentylowych i na tulejach, naprawiony zapomocą spawania acetylenowego.

Do naprawy zużyto: tlenu — 0.5 m³, karbidu — 2 kg, pałeczek żeliwnych — 0.2 kg, proszku do żeliwa 0.05 kg, węgla drzewnego — 20 kg.

Czas pracy: 5 godzin (1 spawacz z pomocnikiem):

(Z praktyki Warsztatów Sp. Akc. Perun w Warszawie).



Pokrywa boczna motoru elektrycznego o mocy 100 K.M., średnicy ok. 1 m, grub. ścianki — 20 mm, pęknięta przy wsporniku łożyska, naprawiona zapomocą spawania acetylenowego.

Do naprawy zużyto: tlenu — 1 m³, karbidu — 4 kg,

pałeczek żeliwnych — 1 kg, proszku do żeliwa — 0.05 kg, węgla drzewnego — 20 kg.

Czas pracy: 3½ godz (1 spawacz z pomocnikiem).

(Z praktyki Warsztatów Sp. Akc. Perun w Warszawie).

u dołu w odpowiednie podstawy, i dwóch wsporników przechodzących w łączącą je rozporę wykonaną, z teowników N 10 odpowiednio wygiętych i połączonych przy pomocy łączników i żeberk z blachy 11 mm.

Więc i przy tym typie montaż ogranicza się do ustawienia słupów, założenia na nie wsporników z rozporą i wykonania niewielkiej ilości spoin montażowych.

Płatwie łączące ze sobą więzary są z dwuteowników N 16, 18 i 20. Do dwóch środkowych płatwi przymocowane są haki na ryny z blachy cynkowanej. Pokrycie wykonane jest z blachy falistej ocynkowanej 100×40×1.

Przy statycznych obliczeniach dla obu typów więzarów uwzględniono działanie wiatru, obciążenie śniegiem i ciężar własny. Ze względów estetycznych wykonano spoiny warsztatowe, jakoteż montażowe odpowiednio silniejsze, a następnie je strugano i wygładzano. (Inż. K o l. Nr. 3, 1936).

Naprawa nawierzchni kolejowej zapomocą spawania. Dobra nawierzchnia kolejowa odgrywa dla polepszenia warunków ruchu i zmniejszenia kosztów przewozu bardzo ważną rolę. Na szczególną uwagę zasługują styki, od których zaczyna się najczęściej niszczenie szyn. Należy zatem zmniejszyć ich ilość. Uskutecznia się to przez spawanie styków, co można przeprowadzić termitem, acetylenem lub elektrycznie. Rozważania dotyczące spawania termitem, stosowanego w Dyrekcji P. K. P. w Poznaniu, gdzie w okresie od 1931 r. do 1935 r. wykonano 6634 styków spawanych termitowo. Zaletą ich jest zmniejszenie się ilości styków wolnych, co pociąga za sobą zmniejszenie się kosztów utrzymania, korzystne oddziaływanie na tabor, a jazdę czyni mniej przykłą, wskutek braku wstrząsów.

Na torze między stacjami Miłosław i Zerków zespanowano po 5 szyn typu 8b, długości 12 m, tworząc 60-cio metrowe jednolite odcinki. Szyny uregulowano przy temperaturze 0° C. Badania nad zachowaniem się szyn spawanych, w czasie zmian temperatury wykazały, iż wewnątrz szyn powstają naprężenia, które należy zrównoważyć, przez dokładne łączenie szyn z podkładkami. Zaobserwowano również wpływ działania promieni słonecznych, powodującego różnicę temperatur szyn i otoczenia.

Oprócz temperatury, na wielkość luzów w szynach spawanych ma wpływ jakość podsypek, która winna zapewnić mniejszą przesuwalność torów. Również sposób przytwierdzenia szyn spawanych do podkładów odgrywa bardzo ważną rolę.

Na badanych torze szyny przymocowano wkretami, a dla zahamowania wydłużenia się szyn, wskutek zmian temperatury, założono oporki Rembachera. Z dokonanych obserwacji nasuwa się wniosek, że używanie operek przeciw wydłużaniu się szyn nie odpowiada celowi. Oporki mogą służyć tylko do powstrzymania wędrówki szyn. Stwierdzono, że wydłużenie się szyn przy niedostatecznym uregulowanych luzach i nieopanowanej wędrówce może powodować wyginanie się śrub łubkowych.

Po odpowiednim przygotowaniu styków następuje spawanie termitem, które można wykonać w dwojaki sposób, bez wkładki w styku lub z wkładką z miękkiego żelaza o grubości 6—8 mm, wyrobioną w kształcie główki. Sposób drugi wymaga frezowania czołowych płaszczyń główek szyn. Sposób ten stosowany jest przez Państwową Wytwórnę Prochu w Pionkach. Po dokładnym wykonaniu wstępnych robót przygotowawczych, zakłada się aparat zaciskowy i przeprowadza się gruntowne czyszczenie styków przy pomocy osobnej gryzarki. Skolei po zaciśnięciu szyn tak, by wkładka nie wypadła, zakłada się formy. Przy pomocy grzejnika benzynowego rozgrzany do czerwoności styk spawa się przygotowanym w tyglu termitem. Po powolnym ostygnięciu, oczyszcza się styk.

Wydajność dzienna pracy wynosiła, przy użyciu jednego aparatu, 6 styków, a całkowite koszty jednego styku około 44.— zł.

Przy przeprowadzeniu spawania styków należy stosować się do odpowiednich wskazań praktycznych. Dodatkowo na wydajność pracy przy spawaniu wpłynęło premjowanie robotników i naturalnie — zatrudnianie stale tych samych robotników. (Inż. K o l., Nr. 4, 1936).

Przegląd prasy zagranicznej

Spawanie ręczne cienkich blach zapomocą elektrody węglowej. Zaznacza się, że metodę tę można stosować przy blachach o grubości do 3 mm tylko wtedy, gdy pracuje się bez spoiwa i stapia się tylko krawędzie (łączenie krawędzi wygiętych, w zakładkę, w kącie zewnętrzny). Podano najważniejsze dane, dotyczące wykonania tego rodzaju spoin. Die Elektroschweissung, styczeń 1936.

Spawanie w kolejnictwie. Specjalny numer, zawierający między innymi opis wagonu, o spawaniem podwoziu, dla przewożenia szyn, dostarczony w il. 6 sztuk jednemu z angielskich towarzystw kolejowych. Wspomina się również spawane podwozia i półwozaki wagonów pociągu „Silver Jubilee”. W artykule, poświęconym spawaniu taboru kolejowego, podaje się, że 2 spawane cylindry parowozowe po rocznej pracy znajdują się w doskonałym stanie. Blisko 100 tenderów wykonywa się w większej części zapomocą spawania. The Welder, grudzień 1935.

Gazometry ze spiralnymi przewodnikami, spawane lukiem elektrycznym. Po zaznaczeniu, że dwa gazometry tego rodzaju już są w użytku, opisuje się szczegółowo trzeci, którego pojemność obecnie wynosi 4.250 m³. Blachy, które tworzą kłosz zbiornika, jak również przewodnice szynowe, kierujące ruchy kłosza przy jego wznoszeniu się i opuszczaniu, są ustawione pod kątem 45°. Szkielet, powłoka i przewodnice szynowe są całkowicie spawane. Autor podkreśla szybkość i dokładność montażu oraz zmniejszenie naprężeń wewnętrznych wskutek zastąpienia nitowania przez spawanie. The Welding Industry, luty 1936.

Trwałość spoeń acetylenowych. Podaje się wyniki obserwacji dokonanych na kilku spawanych palnikiem rurociągach, pracujących w ciągu dłuższego czasu: minimalne koszty utrzymania, odporność na korozję i t.d. Różnego rodzaju wypadki, jak kra lodowa i trzęsienie ziemi, udowodniły doskonałą wytrzymałość mechaniczną rurociągów spawanych palnikiem. The Welding Industry, luty 1936.

Spawany styk szynowy. Styk wykonano w postaci litery X, przyczem przypawano czworokątną nakładkę z obu stron stopki. Autor wyjaśnia sposób przeprowadzania spawania i przytacza wyniki obserwacji nad 18 stykami tego typu przy różnego rodzaju szynach, jak również i rezultaty licznych prób wytrzymałościowych. Autogene Metallbearbeitung, 15 styczeń 1936.

Nowe niemieckie przepisy, dotyczące gazów sprężonych, ciekłych i rozpuszczonych. Przytoczone rozporządzenie ministerjalne, z datą 2 grudnia 1935, podaje także tryb wprowadzenia w życie nowych przepisów, dotyczących fabrykacji, transportu, użycia i przechowywania przenośnych zbiorników gazowych. Co do strony technicznej — jest powołanie się na „Ministerialblatt für Wirtschaft und Arbeit”, Nr. 19-1935. Autogene Metallbearbeitung, 15 styczeń 1936.

Specjalne metody spawania Kruppa. Metoda ta została zatwierdzona oficjalnie, ze współczynnikiem obliczeniowym 0,9, do spawania zbiorników i kotłów wysokopięnych. Jako spoiwa stosuje się elektrody powlekane z austenitycznej stali chromo-niklowej. Artykuł podaje bardzo różne próby, mające na celu określenie wytrzymałości różnych sfer spoin na rozerwanie, na korozję, na zmienne obciążenia i t.d. Technische Mitteilungen Krupp, Nr. 4-1935.

Wartości wytrzymałościowe a struktura spoin acetylenowych. Autor artykułu dąży do tego, ażeby udowodnić, że własności fizyczne spoin są uzależnione od ich struktury metalograficznej w znacznie większym stopniu, niż od czynników innych. Wpływ struktury występuje najwyraźniej przy próbach na udarność, które lepiej uwypuklają skutki nagrzewania i skurczu spoin, niż próby na rozerwanie. Autogene Metallbearbeitung, 1 luty 1936.