

# 9

1937

# SPAWANIE i cięcie metali

ORGAN STOWARZYSZENIA DLA ROZWOJU SPAWANIA I CIĘCIA METALI W POLSCE

## W tym zeszycie:

Zmiany strukturalne i wytrzymałościowe w strefie przejściowej stali węglowych spawanych łukiem elektrycznym

Puste profile spawane w zastosowaniu do lekkich konstrukcji

Spawanie łukowe i łodzie podwodne przepowiedziane w połowie XVI wieku przez Nostradamusa

## NA OKŁADCE

Naprawa samochodowej skrzynki biegów za pomocą spawania acetylenowego

RSC  
UM



Warszawa  
Zgoda 10  
telefon 5.60-47

R o k  
Z e s z y t  
Wrzesień 19



# ZEISS



## MIKROSKOP DO BADANIA SPOIN

potrzebny w każdej fabryce konstrukcyjnej żelaznych, zbiorników, przy budowie mostów, okrętów i t. p.

Wygodny uchwyt w pobliżu środka ciężkości.

Duże pole widzenia przy 16-krotnym powiększeniu.

Oświetlenie osobną żarówką 8 lub 6 voltową.

Prąd z sieci lub z osobnej przenośnej baterii.

BEZPŁATNE INFORMACJE

w firmie **Carl ZEISS Jena**

lub

W GENERALNYM PRZEDSTAWICIELSTWIE NA POLSKĘ



## Inż. WŁADYSŁAW LEŚNIEWSKI

WARSZAWA 22, ul. TOPOŁOWA 2

TELEFONY: 8-16-06, 8-16-46

# FRANCISZEK WAGNER i S-ka

ZAKŁADY MECHANICZNE i FABRYKA TLENU

założona w 1878

ŁÓDŹ, ul. Żeromskiego 94

telefon 198-29

**P o l e c a :**

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

BUTLE stalowe do tlenu, acetyleny i powietrza.

PALNIKI do spawania i cięcia metali płomieniem acetylenowo-tlenowym.

ZAWORY REDUKCYJNE do tlenu, acetyleny i innych gazów.

WĘŻE gumowe i OKULARY ochronne dla spawaczy.

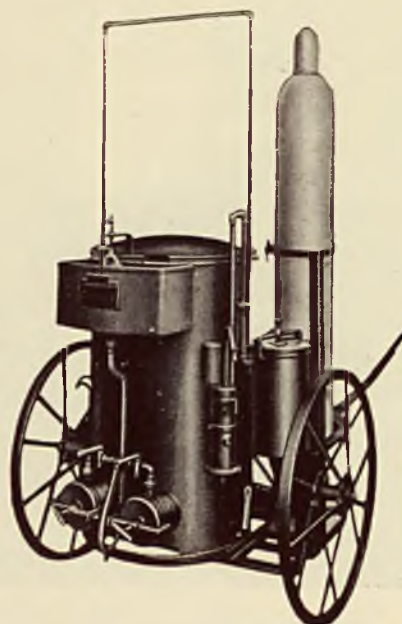
TLEN techniczny i medyczny o 99<sup>1</sup>/<sub>2</sub>% czystości.

ACETYLEN-DISSOUS

KARBID

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

POCHODNIE ACETYLENOWE „BLASK” do oświetlania przy robotach nocnych.



Wytwornica „Acetor” z butlą na wózku

Cenniki ilustrowane i oferty na żądanie.

# SPAWANIE I CIĘCIE METALI

MIESIĘCZNIK

ORGAN STOWARZYSZENIA DLA ROZWOJU  
SPAWANIA I CIĘCIA METALI W POLSCE.

REDAKCJA I ADMINISTRACJA  
ZGODA 10, telefon 5-60-47.  
otwarta w godz. 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> — 15<sup>1</sup>/<sub>2</sub>  
Konto czek. P.K.O. Warszawa 16.480  
PRENUMERATA: 3 zł. kwartalnie.  
Dla Członków stowarzyszeń technicz-  
nych i spawaczy — 2 zł. kwartalnie.  
Zagranicą 4 zł. kwartalnie  
Cena zeszytu 1 zł. 25 gr.  
Członkowie Stow. R. S. C. M. otrzy-  
mują czasopismo bezpłatnie.

CENY OGŁOSZEŃ:

Ceny jednostkowe w zł.	STRONY		
	fazy		
	1	1/2	1/3
1	300	190	120
3	250	155	100
6	210	130	85
12	175	110	70

Członkowie  
wspierający  
otrzymują 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub>  
zniżki. Ogłosze-  
nia o posad. po-  
szukiw. i zaofiar.  
dla Czł. Stow.  
— bezpłatnie.

## TREŚĆ ZESZYTU:

	Str.		Str.
1. Zmiany strukturalne i wytrzymałościowe w strefie przejściowej stali węglistych spawanych łukiem elektrycznym . . . . .	176	4. Z praktyki spawacza . . . . .	191
2. Puste profile spawane w zastosowaniu do lekkich konstrukcji . . . . .	185	5. Kronika . . . . .	193
3. Spawanie łukowe metali i łodzie podwodne przepowiedziane w połowie XVI w. przez Nostradamusa . . . . .	190	6. Bibliografia . . . . .	194
		7. Przegląd prasy technicznej . . . . .	194

## 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.

SEPTEMBRE 1937

Nr. 9

## SOMMAIRE:

	Page		Page
1. Changements de la structure et de la résistance dans la zone de fusion des aciers au carbone soudés à l'arc électrique . . . . .	176	4. La page du soudeur. . . . .	191
2. Application des profils creux dans les constructions métalliques légères . . . . .	185	5. Chronique . . . . .	193
3. La soudure à l'arc et les sous-marines prédites par Nostradamus . . . . .	190	6. Bibliographie . . . . .	194
		7. Revue de la presse technique . . . . .	194

## SCHWEISSEN UND SCHNEIDEN DER METALLE

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

Warszawa, Zgoda 10.

SEPTEMBER 1937

Nr. 9

## I N H A L T:

	Seite		Seite
1. Struktur- u. Festigkeitsänderungen in der Übergangszone bei elektrisch geschweissten Kohlenstählen . . . . .	176	4. Aus der Praxis des Schweissers . . . . .	191
2. Der geschweisste Hohlträger als Leichtbauelement . . . . .	185	5. Chronik . . . . .	193
3. Lichtbogenschweissung und Unterseeboote in den Prophezeiungen von Nostradamus . . . . .	190	6. Bücherschau . . . . .	194
		7. Technische Umschau . . . . .	194



Inż. metal. W. CZYRSKI, Katowice, Huta Baildon.

621.791.7 : 620.1  
2750 słów+19 sys.+7 tabl.

## Zmiany strukturalne i wytrzymałościowe w strefie przejściowej stali węglowych spawanych łukiem elektrycznym.\*)

Dążenie do znalezienia prostych, oszczędnych a zarazem lekkich i pięknych rozwiązań w konstrukcjach stalowych zmusiło konstruktorów do stosowania elektrycznego spawania i użycia stali o wyższej wytrzymałości. Wyłoniło się zatem pytanie, czy i w jakim stopniu są spawalne te stale, jaki materiał dodatkowy należy stosować do spawania oraz jaką drogę należy obrać przy ustaleniu gatunku stali stosowanej do wykonania danego obiektu — czy brać pod uwagę istniejące gatunki i do nich dobierać elektrody i sposoby spawania, czy też opracować nowe, dobrze spawalne gatunki stali o wysokiej wytrzymałości, stosując do spawania odpowiednio dobrane elektrody. W obecnym stadium zdaje się ostatecznie zwyciężył drugi kierunek i szczególnie na rynku zagranicznym, a ostatnio i krajowym, ukazał się cały szereg specjalnych niskostopowych dobrze spawalnych stali konstrukcyjnych o wysokiej wytrzymałości. Stale te są nieco droższe w porównaniu do zwykłych niskowęglowych dobrze spawalnych stali konstrukcyjnych, lecz wykazując większą wytrzymałość na rozciąganie i szczególnie silnie podwyższoną granicę płynności, pozwalają stosować mniejsze profile i otrzymywać lekkie konstrukcje.

Nasuwa się więc pytanie, dlaczego w tych wypadkach nie można stosować zwykłych stali węglowych o większej wytrzymałości, które również pozwalałyby na stosowanie mniejszych profilów, a zarazem byłyby tańsze?

Badania nad określeniem górnej granicy spawalności stali węglowych, przeprowadzane niejednokrotnie w kraju i za granicą<sup>1)</sup> dawały na ogół różne wyniki. K. Zeyen podaje, że stal węglowa o zawartości węgla do 0,65%, z zachowaniem pewnych ostrożności przy spawaniu, może być stosowana do wykonywania konstrukcji, przy czym otrzymane połączenie jest wystarczająco elastyczne i wytrzymałe. Nasze badania pozwoliły stwierdzić, że granica ta znajduje się znacznie niżej i stale węglowe o zawartości węgla powyżej ok. 0,4%, praktycznie biorąc, nie mogą być stosowane do spawanych konstrukcji bez następnego termicznego ulepszania wykonanych połączeń. Rozbieżność wyników w tym wypadku została wywołana prawdopodobnie różnym podejściem do zagadnienia określenia spawalności stali.

\* ) Odczyt wygłoszony podczas Zjazdu Inż. Mech. Polskich w Warszawie w dn. 9 — 12.X.37 r.

<sup>1)</sup> Inż. J. Obrębski i Dr. inż. W. Szymanski: „O spawaniu elektrycznym twardych stali“. *Mechanik* Nr. 3, 1934 r.

Dr. K. Zeyen: „Das Schweissen von Stählen grosser Festigkeit“. *Maschinenbau* — wrzesień 1935 r.

Inż. W. Czyrski: „Spawanie stali konstrukcyjnych o różnej wytrzymałości“. Wydawnictwo II Zjazdu Pol. Inż. Budowlanych — luty 1936 r.

K. Zeyen zastosował do swoich badań specjalny gatunek elektrod i badał zachowanie się spoiny w miarę podwyższenia zawartości węgla w spawanej stali; natomiast do naszych badań zostały użyte powszechnie stosowane gatunki elektrod i przede wszystkim badano również zmiany własności wytrzymałościowych spoiny w miarę podwyższania zawartości węgla w spawanej stali. Oczywiście, wyniki otrzymane tymi drogami nie mogły idealnie pokrywać się.

Zagadnienie spawalności stali węglowych, o którym mowa będzie w niniejszym referacie, zostało ujęte z punktu widzenia zachowania się samej stali (a nie spoiny) podczas spawania elektrycznego, innymi słowy próbowano określić zmiany wytrzymałościowe i strukturalne, zachodzące w spawanej stali w pobliżu spoiny, czyli w t. zw. „strefie przejściowej“, i na podstawie tych zmian określić przybliżoną górną granicę spawalności stali węglowych. Takie podejście do rozważanego zagadnienia wydaje się bardziej słusznym, gdyż zmiany zachodzące w czasie spawania w samej stali, prowadzące do zmniejszenia wydłużalności tworzywa w strefie przejściowej, dadzą się usunąć jedynie drogą dodatkowej obróbki termicznej; natomiast przy zastosowaniu do spawania wysokowartościowych elektrod możemy otrzymać spoinę o wystarczająco wysokiej wytrzymałości i wydłużalności nawet przy spawaniu stali węglowych o bardzo wysokiej wytrzymałości (elektrody ze stali austenitycznej).

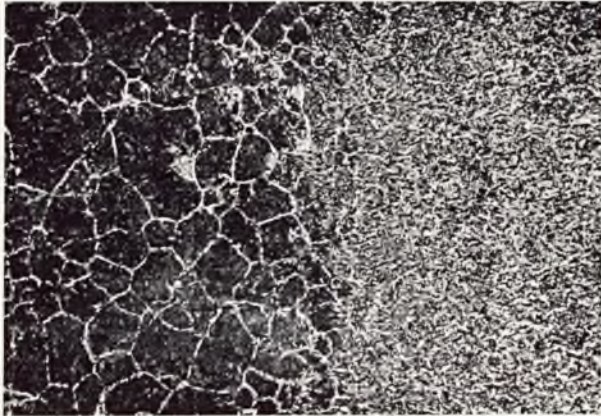
Celem uniknięcia niejasności, należy sprecyzować pojęcie „strefy przejściowej“. A więc jest to wąski pas materiału, znajdujący się po obydwóch stronach spoin, względnie pod spoiną, w którym pod wpływem ciepła wytworzonego przy spawaniu zachodzą zmiany strukturalne i wytrzymałościowe. Zmiany te nie są wywołane dyfuzją płynnych składników spoiny w kierunku spawanej stali, gdyż na to przede wszystkim nie pozwala zbyt krótki czas pozostawiania spoiny w stanie płynnym.

Utarło się powszechnie mniemanie, że spawane stale węglowe o wysokiej wytrzymałości wykazują zwiększoną kruchość w strefie przejściowej, wywołaną silnym przegrzaniem podczas spawania i powstaniem gruboziarnistej budowy. A. Fry<sup>2)</sup>, badając spawalność stali St 52, zauważył, że udarność stali spawanej łukiem elektrycznym w strefie przejściowej wzrosła z 9,9 kgm/cm<sup>2</sup> do 12,0 kgm/cm<sup>2</sup>, mimo że równocześnie stwierdzono dość znaczny rozrost ziarna w bezpośrednim sąsiedztwie spoiny, co autor specjalnie podkreśla. Taki wynik badania nie zgadza się z teoretycznymi rozważaniami, gdyż wiemy,

<sup>2)</sup> A. Fry: „Probleme der Lichtbogenschweissung von Stahl“. *Die Elektroschweissung*, listopad 1933 r.

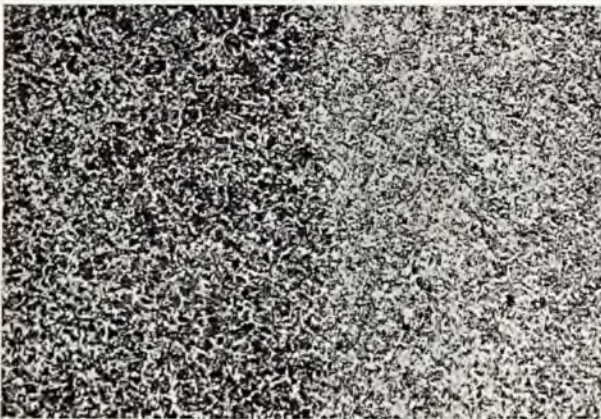


że powstawanie gruboziarnistej budowy, noszącej nieraz ślady przegrzania, co częstokroć ma miejsce przy spawaniu, pociąga za sobą zawsze utratę udarności. Nie oznacza to, że w ten sposób chcielibyśmy zakwestionować wiarygodność wyników badań wspomnianego autora, gdyż nasze badania całkowicie je potwierdzają. Przyczyna wztostu udarności leży w rozdrobnieniu



Rys. 1. Mikrobudowa górnej części strefy przejściowej przy jednowarstwowym spawaniu stali o  $C = 0,42\%$ .  
Pow.  $\times 75$ .

ziarna w strefie przejściowej, gdyż gruboziarnista budowa nawet w wypadku jednowarstwowego spawania występuje tylko w bardzo wąskim pasie tuż obok spoiny, i to tylko w górnej części strefy przejściowej (rys. 1, 2 i 3), a natomiast próbka na udarność podaje udarność całego przekroju strefy przejściowej, który w większej części wykazuje właśnie rozdrobnienie ziarna.



Rys. 2. Mikrobudowa środkowej części strefy przejściowej przy jednowarstwowym spawaniu stali o  $C = 0,42\%$ .  
Pow.  $\times 75$ .

Szerokość strefy przejściowej w stalach węglowych i charakter zachodzących w niej zmian zależy od całego szeregu czynników, mianowicie:

1<sup>o</sup> — od zawartości węgla w stali; w miarę zwiększania się zawartości węgla nieznacznie zęwa się strefa przejściowa, natomiast jej mikrobudowa i własności wytrzymałościowe coraz więcej różnią się od własności stali spawanej;

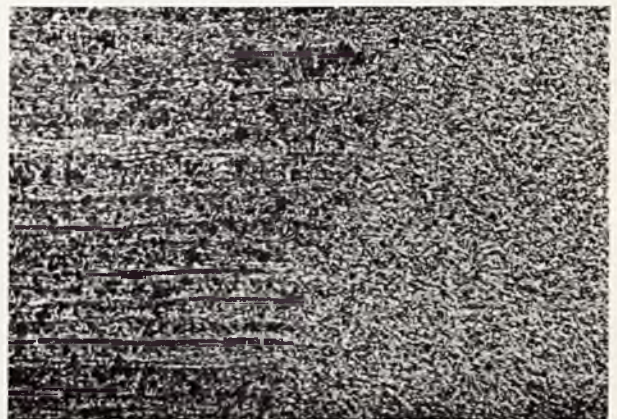
2<sup>o</sup> — od sposobu spawania; przy układaniu cienkich i wąskich spoin zakres intensywnego działania ciepła jest nieduży, lecz równocześnie zwiększa się szybkość chłodzenia, co szczególnie w stalach o zwiększonej zawartości węgla wywołuje znaczne utwardzenie tworzywa strefy przejściowej; w miarę zwiększania szerokości i grubości układanych spoin zwiększa się zasięg działania ciepła, natomiast zmniejsza się szybkość chłodzenia; stosowanie spawania wielowarstwowego wprowadza element obróbki termicznej, radykalnie ulepszając własności wytrzymałościowe strefy przejściowej, nie powiększając zbytnio jej szerokości;

3<sup>o</sup> — od wielkości spawanego obiektu; przy spawaniu i napawaniu cienkościennych obiektów szybkość chłodzenia w początkowym stadium jest nieduża, natomiast zachodzi obawa przegrzania materiału; przy grubościennych obiektach, na skutek zwiększonej przewodności cieplnej, zwiększa się szybkość chłodzenia.

Ze względu na tak znaczną ilość czynników, mających wpływ na zasięg i własności strefy przejściowej, można tylko w pewnym przybliżeniu określić jej własności i to tylko w ściśle określonych warunkach, a następnie, chcąc zastosować dane wskazówki w praktyce, należy za każdym razem uwzględnić wszystkie dodatkowe czynniki, mogące w ten lub inny sposób wpłynąć na zmianę własności strefy przejściowej.

#### A. Zmiany strukturalne zachodzące w strefie przejściowej stali węglowych.

Mikrobudowa strefy przejściowej stali węglowych o zawartości do ok.  $0,2\%$  C, spawanych



Rys. 3. Mikrobudowa środkowej części strefy przejściowej przy jednowarstwowym spawaniu stali o  $C = 0,42\%$ .  
Pow.  $\times 75$ .

jedno lub wielowarstwowo, nie wykazuje śladów przegrzania lub skłonności tworzywa do rozrostu ziarn. Idąc od spoiny w kierunku materiału macierzystego (rys. 4), widzimy drobnoziarnistą budowę ulepszonego tworzywa strefy przejściowej tuż obok spoiny, nieco dalej znajduje się pas materiału o niewyraźnej krystalizacji, gdzie stopień nagrzania był za mały dla



całkowitego ulepszenia materiału, i następnie niezmienną budowę stali.

Zwiększenie zawartości węgla sprzyja tworzeniu się grubego ziarna, nieraz noszącego wyraźnie ślady przegrzania. Takie ziarno obserwujemy przy jednowarstwowym spawaniu stali o zawartości 0,42% C (rys. 1), lecz tylko w bardzo wąskim pasie—o szerokości od 0,5 do 1 mm—

dzimy troostyt ( $H_B = 355$ ), następnie kolejno troosto-sorbit ( $H_B = 326$ ), sorbit ( $H_B = 290$ ), perlit + ferryt ( $H_B = 252$ ), zakres niewyraźnej krystalizacji i nienaruszoną strukturę stali ( $H_B = 259$ ). Podobnie stal o zawartości 0,54% C, po ułożeniu jednej wąskiej spoiny o szerokości 10 mm, dość silnie hartuje się, wykazując w strefie przejściowej budowę martenzytowo-troosty-



Rys. 4. Mikrobudowa strefy przejściowej przy spawaniu stali o C = 0,08%. Pow.  $\times 50$ .

tuż obok spoiny w górnej części strefy przejściowej. Nieraz spotykamy podobną gruboziarnistą budowę przy spawaniu wielowarstwowym również w górnej części strefy przejściowej przy górnej spoinie. Dolne warstwy strefy przejściowej tuż obok spoiny i cała pozostała szerokość tak przy spawaniu jednowarstwowym, jak również przy spawaniu wielowarstwowym, wykazuje drobne ziarno (rys. 5), zapewniające znaczne podwyższenie niemal wszystkich własności tworzywa

Po przekroczeniu granicy ok. 0,50% C mi-

nową (rys. 7 i 8) o twardości  $H_B = 514$ . Po natychmiastowym ułożeniu drugiej, „wyzarzającej” warstwy uzyskuje się drobnoziarnistą ulepszoną budowę (rys. 9) o twardości  $H_B = 252$  (twardość stali wynosi  $H_B = 214$ ).

Przy dalszym wzroście zawartości węgla w spawanej stali, na skutek obniżenia przewodności cieplnej, zwęża się nieco strefa przejściowa, lecz równocześnie następuje silniejsze podhartowanie i utworzenie coraz większych ilości martenzytu. Spawanie wielowarstwowe usuwa objawy podhartowania, lecz przy stalach



Rys. 5. Mikrobudowa środkowej części strefy przejściowej przy wielowarstwowym spawaniu stali o C = 0,42%. Pow.  $\times 50$ .

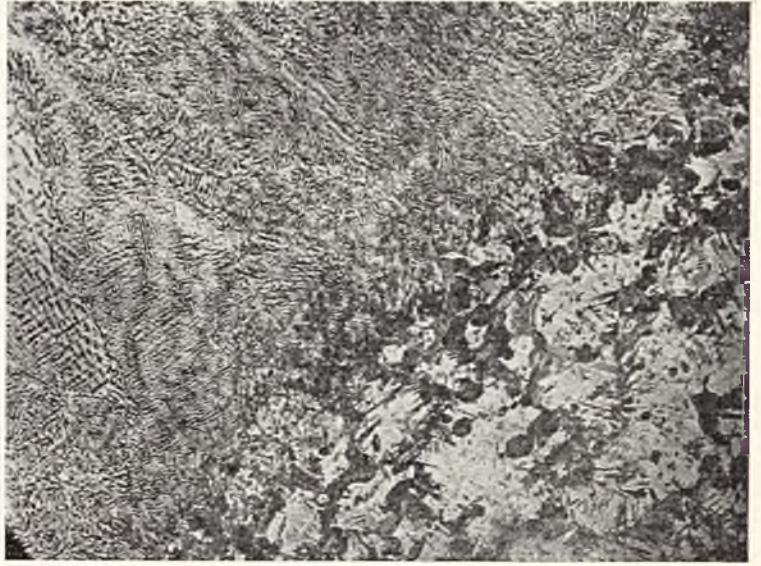
krobudowa strefy przejściowej w okolicy ostatniej spoiny zaczyna wykazywać ślady podhartowania. Na załączonym rys. 6 uwidoczniono mikrobudowę strefy przejściowej stali o zawartości ok. 0,60% C, na której została ułożona spoina o szerokości 18 mm i grubości 2 — 3 mm. W górnych warstwach strefy przejściowej wi-

o zawartości węgla ponad 1%, skutkiem coraz mniejszego zasięgu działania ciepła i zmniejszenia krytycznej szybkości chłodzenia, pozostają gdzieś twarde, nieulepszone lub nowo utworzone wysepki troostytowe, będące dużą przeszkodą przy obróbce mechanicznej miejsc napawanych.





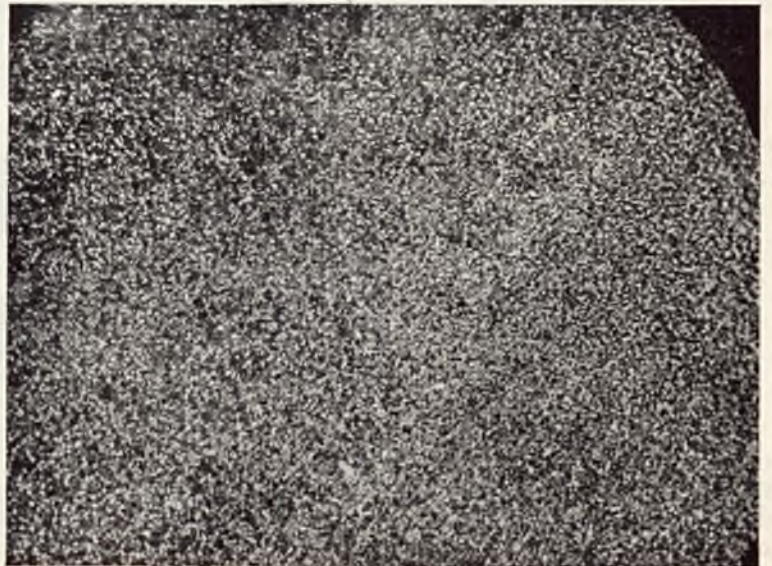
Rys. 6. Mikrobudowa strefy przejściowej przy jednowarstwowym spawaniu stali o  $C = 0.60\%$ . Pow.  $\times 100$ .



Rys. 7. Mikrobudowa górnych warstw strefy przejściowej przy jednowarstwowym napawaniu stali o  $C = 0.54\%$ . Pow.  $\times 100$ .



Rys. 8. Szczegół budowy strefy przejściowej do rys. 7 Pow.  $\times 500$ .



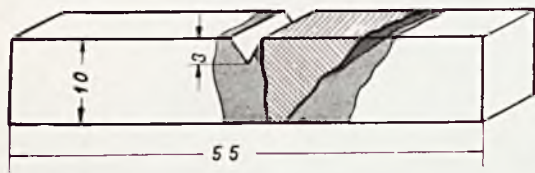
Rys. 9. Mikrobudowa strefy przejściowej przy wielowarstwowym spawaniu stali o  $C = 0.54\%$ . Pow. = 200.



## B. Własności wytrzymałościowe strefy przejściowej przy spawaniu połączeniowym i napawaniu stali węglowych.

Badanie zmian własności wytrzymałościowych w strefie przejściowej poprowadzono w dwóch kierunkach, mianowicie:

I—w kierunku określenia zmian zachodzących przy spawaniu połączeniowym, celem ustalenia górnej granicy spawalności stali węglowych;

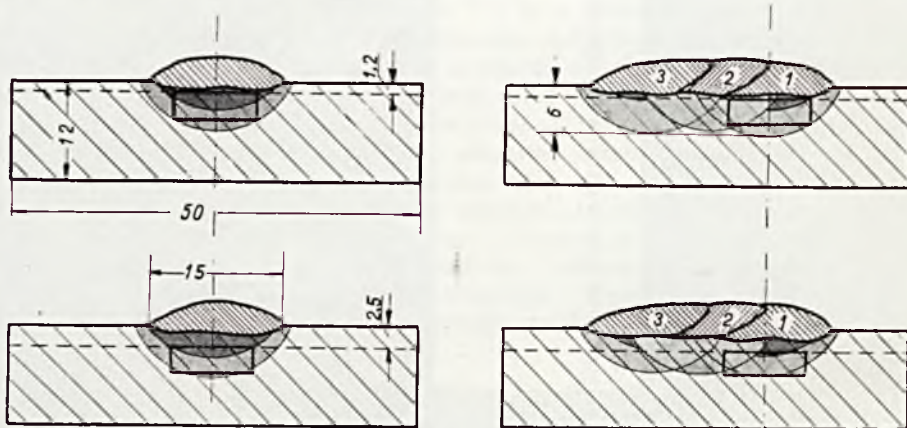


Rys. 10. Próbka do badania udarności wg D.M.V.S.

II—w kierunku określenia wzrostu twardości strefy przejściowej przy napawaniu stali węglowych i opracowaniu sposobu, zapewniającego najmniejsze utwardzenie.

### I.

Celem określenia zmiany własności wytrzymałościowych tworzywa strefy przejściowej użyto do badań 8 gatunków stali węglowych o zawartości węgla od 0,08% do 0,70% (tab. 1) oraz dwu rodzajów próbek: 1) na udarność wg D. V. M. S. o przekroju 0,7 cm<sup>2</sup> i ostrym karbie o kącie nachylenia 45° i promieniu zaokrąglenia  $r=0,25$  mm, wycinanej z płyty o grubości 12 mm spawanych na styk po zukosowaniu na V tylko jednej płyty (rys. 10) oraz 2) na rozciąganie — dla określenia wytrzymałości, granicy płynności i wydłużenia.



Rys. 11. Schemat pobierania próbek do wyznaczania  $R$ ,  $Q$  i  $A$ .

Ciemne miejsca oznaczają znacznie utwardzoną część strefy przejściowej, słabo zaciemnione — zmienne tworzywo o mniejszej twardości.

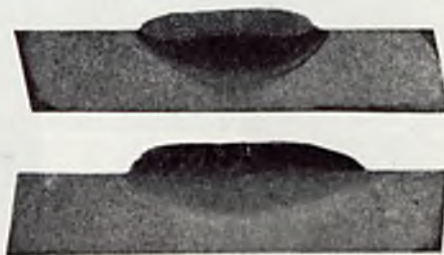
TABELA 1.

Oznaczenie Nr.	Analiza chemiczna					
	C	Mn	Si	P	S	Cu
1	0,08	0,40	—	0,017	0,025	0,110
2	0,15	0,59	0,22	0,031	0,028	0,150
3	0,20	0,60	0,27	0,024	0,031	0,139
4	0,30	0,63	0,26	0,032	0,027	0,142
5	0,42	0,71	0,23	0,024	0,026	0,167
6	0,50	0,80	0,21	0,021	0,030	0,138
7	0,60	0,53	0,36	0,028	0,030	0,150
8	0,70	0,72	0,29	0,021	0,025	0,145

Próbki na rozciąganie wycinano z płytek o wymiarach 200×50×12 mm, w sposób podany na rys. 11, po ułożeniu na powierzchni wzdłuż dłuższej osi jednej, względnie trzech spoin (rys. 12) o długości 150 mm. Oczywiście, w tym wypadku nie jest to spawanie połączeniowe, lecz wyko-

nanie podobnych próbek dla spawania połączeniowego nie dało dodatnich wyników w praktyce ze względu na wytrzymałościową niejednorodność połączenia: stal—strefa przejściowa—spoina—strefa przejściowa—stal. Wyniki otrzymane przy zastosowaniu wyżej podanych próbek są zupełnie zadowalające i z dużym prawdopodobieństwem pozwalają wnioskować o własnościach strefy przejściowej. Oprócz tego, przy wielowarstwowym spawaniu zastosowano specjalny sposób układania spoin, przy którym otrzymywano strefę przejściową podobną do tej, jaką obserwujemy przy spawaniu stykowym, a mianowicie: z jednej strony znajduje się pas podany tylko jednokrotnemu działaniu ciepła (rys. 13, pas A), natomiast reszta strefy przejściowej jest ulepszona przez kilkakrotne układanie spoin (rys. 13, pas B). Próbki na rozciąganie wycinano w ten sposób, że jednocześnie obejmowały obydwie pasy. Jak widać z rys. 11, za każdym razem wykonywano po dwie kategorie próbek, mianowicie po zebraniu górnej warstwy stali o grubości 1,2 mm i 2,5 mm. Chodziło w tym wypadku o zbadanie własności strefy przejściowej tuż pod spoiną — gdyż grubość warstwy 1,2 mm uszło praktycznie, tyle bowiem przeciętnie wynosiło wpalenie spoin—i warstw położonych nieco głębiej.

W próbkach na udarność ukosowano tylko jedną płytę i stosowano próby o ostrym karbie

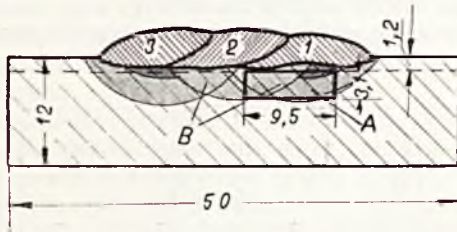


Rys. 12. Makrofotografia napawanych próbek do wyznaczania  $R$ ,  $Q$  i  $A$ .

ażebym złomy następowały możliwie równolegle do bocznej płaszczyzny spoiny, by w ten sposób umożliwić określenie udarności warstw położonych tuż obok spoiny i nieco dalej.



Wszystkie próbki, tak na rozciąganie, jak i na udarność, zostały wykonane przy zastosowaniu spawania jedno i wielowarstwowego. Oczywiście, jednowarstwowe spawanie blachy o grubości 12 mm nie ma żadnego zastosowania w praktyce, a na skutek dłuższego nagrzewania w czasie spawania może zająć częściowe termiczne ulepszenie tworzywa strefy przejściowej, chcąc jednak mieć wyniki porównawcze i wykonać normalne próbki należało wykonać wszystkie próbki o jednakowych wymiarach.

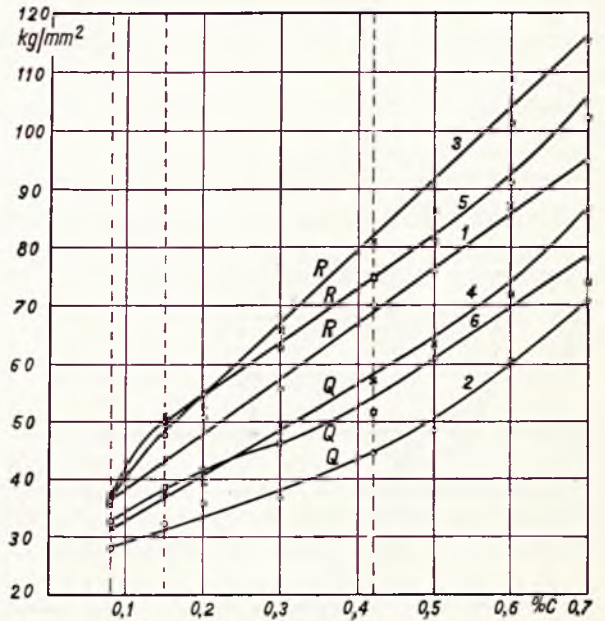


Rys. 13. Schemat pobrania pojedynczej próbki na R, Q i A; pas A — tworzywo poddane jednokrotnemu działaniu ciepła, pas B — tworzywo poddane wielokrotnemu działaniu ciepła.

Wszystkie próbki przed spawaniem znormalizowano, celem uniknięcia ewentualnych różnic, wywołanych kierunkowością stali.

Analizując wyniki badań własności wytrzymałościowych zestawione w tab. 2 i 3 i porównując własności niespawanej stali oraz strefy przejściowej przy spawaniu jedno i wielowarstwowym, dochodzimy do wniosku, że podczas spawania stali o zawartości węgla ponad 0,15% w tworzywie strefy przejściowej zachodzą nieraz daleko idące zmiany.

w porównaniu do udarności niespawanej stali (tab. 3 i rys. 16). Wzrost udarności został wy-



Rys. 14. Zależność wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenia od zawartości węgla w stali.

Krzywa 1 i 2 — stal niespawana,  
 „ 3 i 4 — spawanie jednowarstwowe,  
 „ 5 i 6 — spawanie wielowarstwowe.

wolany rozdrobnieniem ziarna na znacznej przestrzeni strefy przejściowej, gdyż gruboziarnista budowa występuje tylko w górnej części tuż obok spoiny.

TABELA 2.

Oznaczenie stali Nr.	% C	1. Stale niespawane			Spawanie jednowarstwowe						Spawanie wielowarstwowe					
		R	Q	A <sub>10</sub> <sup>0/0</sup>	2. Głębokość 1,2 mm			3. Głębokość 2,5 mm			4. Głębokość 1,2 mm			5. Głębokość 2,5 mm		
					R	Q	A <sub>10</sub> <sup>0/0</sup>	R	Q	A <sub>10</sub> <sup>0/0</sup>	R	Q	A <sub>10</sub> <sup>0/0</sup>	R	Q	A <sub>10</sub> <sup>0/0</sup>
1	0,08	36,0	28,0	25,5	36,4	31,4	26,9	37,1	32,6	27,1	37,5	32,7	25,6	36,5	28,6	26,2
2	0,15	47,7	32,7	21,7	50,8	37,8	19,7	49,9	37,5	21,4	50,0	38,2	24,0	48,1	35,9	25,6
3	0,20	50,3	35,6	20,7	52,3	39,9	18,5	52,5	42,5	20,5	53,7	42,7	22,3	53,6	43,0	21,9
4	0,30	55,8	36,7	16,0	66,7	49,2	13,7	63,8	46,2	15,6	63,5	47,0	15,5	60,2	45,3	16,7
5	0,42	70,7	44,1	13,0	81,7	56,0	9,6	80,4	54,7	11,3	74,0	52,0	13,0	72,8	52,5	14,5
6	0,50	75,8	48,5	12,1	87,0	63,5	2,2	86,2	63,0	8,4	81,5	61,1	8,9	81,5	61,7	13,3
7	0,60	91,0	60,8	10,3	109	87,0	1,7	104	84,0	5,0	102	72,5	7,8	97,0	67,5	10,2
8	0,70	94,5	70,5	12,0	115	86,7	2,2	106	82,0	4,3	103	74,5	8,5	100	68,5	13,0

U w a g a: rubryki 2 i 4 podają wyniki otrzymane przy badaniu próbek wyciętych w odległości 1,2 mm od powierzchni napawanej stali, rubryki 3 i 7 — to samo w odległości 2,5 mm.

Przy spawaniu jednowarstwowym w miarę wzrostu w stali zawartości węgla wzrasta wytrzymałość na rozciąganie i granica płynności tworzywa strefy przejściowej, natomiast wydłużenie maleje (rys. 14 i 15). Szczególnie silny spadek wydłużenia obserwujemy w stalach o zawartości ponad 0,42% — 0,50% C, i to spadek sięgający dość daleko w głąb spawanego materiału (tab. 2 — próby spoin jednowarstwowch o odległości 2,5 mm od powierzchni), co pozwala wnioskować, że do tych stali nie może być stosowane spawanie jednowarstwowe.

Udarność tworzywa strefy przejściowej przy jednowarstwowym spawaniu jest nieco wyższa

Spawanie wielowarstwowe wnosi dodatni wpływ obróbki termicznej tworzywa strefy przejściowej, która w dalszym ciągu wykazuje nieco podwyższoną wytrzymałość na rozciąganie i granicę płynności, lecz spadek wydłużenia jest stosunkowo nieduży, i to wyłącznie w stali o zawartości ponad 0,42% C (tab. 2 i rys. 14 i 15). Natomiast głębsze warstwy strefy przejściowej wszystkich badanych stali zostały znacznie ulepszone i wykazują wzrost wszystkich własności wytrzymałościowych. Również udarność tworzywa strefy przejściowej przy spawaniu wielowarstwowym jest z reguły znacznie wyższa w porównaniu z udarnością stali niespawanej (tab. 3, rys. 16).



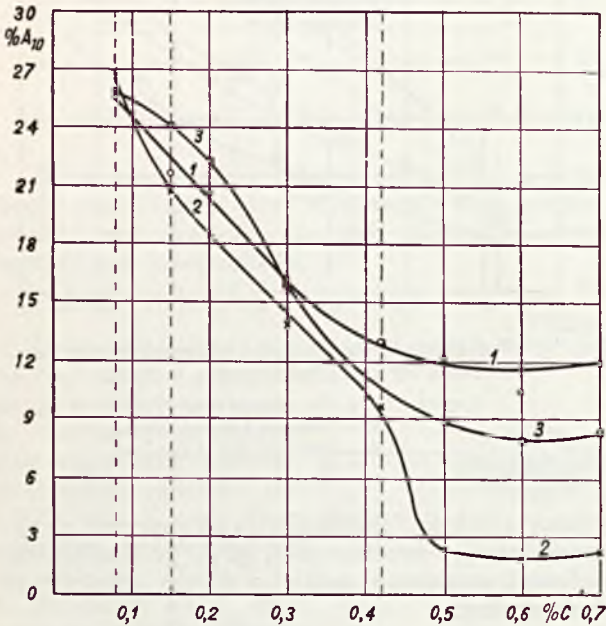
TABELA 3.

Gatunek stali	Udarność w $\text{kgm/cm}^2$							
	Nr.1	Nr.2	Nr.3	Nr.4	Nr.5	Nr.6	Nr.7	Nr.8
Stal niespawana . .	16.3	10,7	8.7	5.5	2.0	1,72	1,28	0,98
Strefa przejściowa przy spawaniu jednowarstwowym .	14.5	12,0	10,0	7.5	3.0	2,14	1,57	1,13
Strefa przejściowa przy spawaniu wielowarstwowym . .	20.2	14,2	11,1	10,0	4,1	3,28	2,98	2,53

Stosunki udarności tworzywa niespawanej stali i strefy przejściowej przy spawaniu jedno i wielowarstwowym poglądowo ilustruje rys. 17. Stal

chowaniem pewnych ostrożności, natomiast 2) do łączenia stali węglowych o zawartości 0,45—0,70% C (0,75% C) musi być stosowane spawanie wielowarstwowe, przy czym ostatnia warstwa nie powinna być zbyt gruba. Podwójną górną granicę spawalności stali węglowych należy rozumieć w ten sposób, że dla stali o większej zawartości manganu (powyżej ok. 0,7%) należy przyjąć jako górną granicę 0,75% C, gdyż mangan wpływa dodatnio na wydłużenie stali (tab. 1 i 2, stale Nr. 7 i 8), natomiast dla stali o niskiej zawartości manganu—0,70% C.

Przyczyną skłaniającą do przypuszczenia, że stale o zawartości węgla ponad 0,75% nie mogą

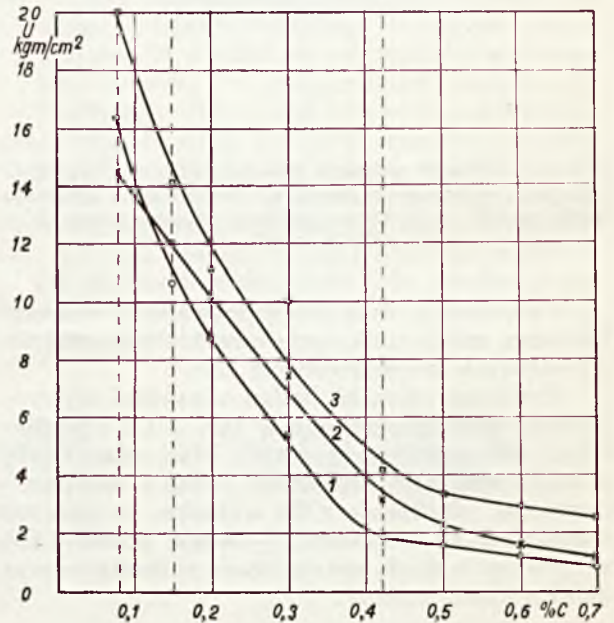


Rys. 15. Zależność wydłużenia ( $A_{10}$ ) od zawartości węgla w stali.

Krzywa 1 — stal niespawana, 2 — spawanie jednowarstwowe, 3 — spawanie wielowarstwowe.

o zawartości 0,50% C wykazuje na przełomie grube ziarno (próbki 1) o udarności 1,72  $\text{kgm/cm}^2$ . Spawanie jednowarstwowe nieco rozdrabnia ziarno (próbki 2 i 3) i wywołuje nieduży wzrost udarności tuż obok spoiny (próbka 2, złom w odległości 0,5—1 mm od bocznej płaszczyzny spoiny, udarność 2,02  $\text{kgm/cm}^2$ ), jak również w strefach położonych nieco dalej (próbka 3, złom w odległości 2—3 mm, udarność 2,28  $\text{kgm/cm}^2$ ). Zastosowanie wielowarstwowego spawania wybitnie ulepsza tworzywo strefy przejściowej i zwiększa udarność do 3,25  $\text{kgm/cm}^2$  przy próbie 4 (przełom w odległości 1—2 mm od spoiny) a do 3,28  $\text{kgm/cm}^2$  przy próbie 5 (przełom w odległości 2—4 mm od spoiny).

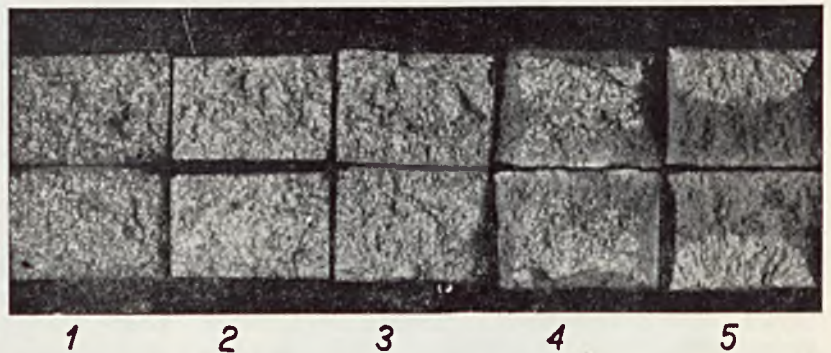
Te wyniki, zdaje się, przeczyłyby utartemu mniemaniu, że wysokowęglowa stal jest po spawaniu krucha. Kruchość w tym wypadku zależy w dużej mierze od sposobu spawania i możnaby zaryzykować ogólny wniosek, że: 1) do stali węglowych o zawartości węgla poniżej 0,45% może być stosowane spawanie jednowarstwowe, z za-



Rys. 16. Zależność udarności od zawartości węgla w stali.

Krzywa 1 — stal niespawana 2 — spawanie jednowarstwowe, 3 — spawanie wielowarstwowe.

być stosowane do konstrukcji spawanych jest ich niskie wydłużenie (stal o  $C = 0,80\%$   $A_{10} = 6-7\%$ ), które uległoby dalszemu obniżeniu w strefie przejściowej, skutkiem czego połączenie spawane byłoby mało elastyczne.



Rys. 17. Przełomy próbek na udarność.

Przechodząc do zagadnienia spawania cienkich blach, o grubości poniżej 4—5 mm, należy obniżyć górną granicę spawalności stali węglowych do ok. 0,40% C, z uwagi na łatwe przegrzewanie się materiału i stosowanie prawie wyłącznie spawania jednowarstwowego.



II.

Dalszą charakterystyczną cechą tworzywa strefy przejściowej jest twardość, nieraz znacznie różniąca się od twardości napawanej stali, wywołana zmianami strukturalnymi w tej strefie. Charakter tych zmian zależy od gatunku stali, sposobu napawania i wielkości obiektu. Ten ostatni czynnik, trudny zresztą do gruntownego opracowania, ze względu na olbrzymią różnorodność wypadków spotykanych w praktyce, został w omawianych badaniach uwzględniony tylko częściowo. Natomiast na podstawie ogólnych wskazówek można z łatwością przewidzieć kierunek działania tej lub innej grubości i kształtu przedmiotu.

Dokładna znajomość rozkładu twardości w strefie przejściowej ma duże znaczenie przy naprawianiu przedmiotów poddawanych następnie obróbce mechanicznej przez piłowanie (lub skrawanie). Duże twardości, nieraz spotykane na brzegu napawanej płaszczyzny, psują noże przy skrawaniu, a wywołując niejednorodność powierzchni kaleczą w pracy inne przedmioty (naprz. napawanie kół wagonowych i parowozowych).

Celem tej części badań jest stwierdzenie, w jakim stopniu utwardza się tworzywo strefy przejściowej różnych gatunków stali węglowych, oraz próba opracowania sposobu napawania, zapewniającego uzyskanie najmniejszej twardości. W tym celu, oprócz pomiaru twardości stref przejściowych stali poprzednio użytych (tab. 1 stale Nr. 1 — 8), zbadano jeszcze inne gatunki, o składzie chemicznym podanym w tab. 4.

Zasadnicze badania nad opracowaniem sposobu napawania, zapewniającego uzyskanie naj-

tu podanego na załączonym rys. 18. Przy napawaniu próbek Nr. 6 i 7 mogłoby zajść silniejsze nagrzanie i zniekształcić otrzymane wyniki. Ażeby temu zapobiec, od czasu do czasu chłodzono wystające końce napawanej płyty, która w ten sposób intensywniej odprowadzała ciepło, gromadzące się w okolicy napawanej powierzchni, imitując działanie dużego, grubościennego obiektu.

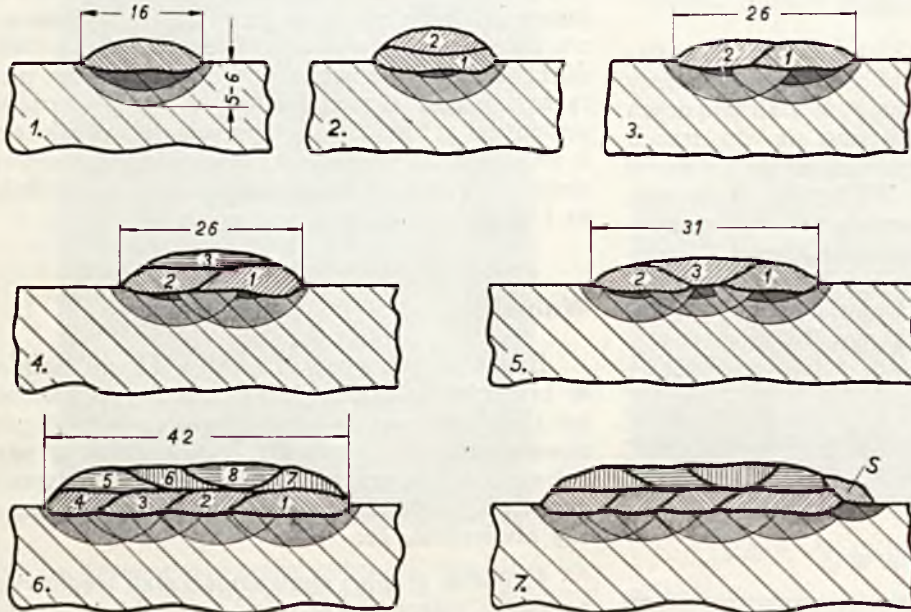
TABELA 4.

Oznaczenie stali Nr.	Analiza chemiczna					
	C	Mn	Si	P	S	Cu
9	0,54	0,75	0,46	0,015	0,020	0,150
10	0,69	0,72	0,29	0,030	0,029	0,157
11	0,84	0,49	0,41	0,012	0,027	0,163
12	1,01	0,25	0,34	0,015	0,027	0,217
13	1,21	0,40	0,28	0,019	0,019	0,153

Pomiary twardości tworzywa strefy przejściowej omawianej serii próbek (stal Nr. 9 próbki rys. 18), wykonane na aparacie Vickersa, dobitnie przekonywują, w jakim stopniu twardość tej strefy zależy od sposobu spawania (tab. 5).

TABELA 5.

Nr. próbki wg. rys. 18.	Twardość w jednostkach Brinella	
	Strefa A	Strefa B
1	445 — 514	321 — 358
2	302 — 336	254 — 268
3	340 — 403	318 — 344
4	278 — 315	234 — 270
5	315 — 332	261 — 291
6	289 — 299	235 — 267
7	551 — 590	pod spoiną S
niespawana stal	206	—



Rys. 18. Schemat wykonywania próbek przy badaniu utwardzenia napawanej stali o 0.54% C.

mniej utwardzenia strefy przejściowej, zostały przeprowadzone na stali Nr. 9, stosowanej do wyrobu obręczy na koła wagonowe o twardości 206 jedn. Brinella. Do napawania stosowano płytki o wymiarach 300 × 100 × 30 mm i wykonano cały szereg próbek według schema-

żenie drugiej spoiny (próbka 2) znacznie obniża twardość; tak samo działa ułożenie trzech spoin, przy czym sposób podany przy próbce 4 prowadzi do mniejszego utwardzenia w porównaniu do sposobu wykonania próbki 5. Tworzywo strefy przejściowej w próbce 6 (rys. 19), napa-

W tym wypadku wszystkie inne czynniki zostały wyeliminowane, ponieważ do wszystkich prób stosowano elektrody o 4 mm, i układano pojedyncze spoiny o szerokości ok. 15 mm, a dostatecznie gruba płyta we wszystkich wypadkach jednako odprowadzała ciepło.

Jak widzimy, układanie pojedynczych spoin wywołuje zaharowanie stali w strefie przejściowej (rys. 7 i 8) i uniemożliwia obróbkę mechaniczną przy pomocy narzędzi skrawających. Nało-



wanej w kolejności wskazanej na rys. 18, wykazuje najmniejszą twardość. Układanie trzeciej warstwy spoin nie wpływa zasadniczo na zmianę twardości strefy przejściowej.

Ciekawe zjawisko obserwujemy w próbce 7 (rys. 18), Skutkiem nieuwagi spawacza, co bardzo często się zdarza w praktyce, na linii styku ostatniej z brzegu spoiny z powierzchnią napawanej płyty pozostało nieduże zagłębienie. Po-



Rys. 19. Makrofotografia przekroju napawanej płyty wg pr. 6. rys. 18. Traw.  $HNO_3$ .

wodów ku temu może być bardzo dużo, na przykład: zbyt wysokie natężenie prądu, wywołujące nadtopienie płyty, przypojony kawałek żużla, zboczenie z wytyczonej linii itp. Po ostudzeniu i oczyszczeniu napawanej powierzchni spawacz zauważył tę usterkę i naprawił ją układając wąską spoinę (na rys. 18 spoina S), skutkiem czego nastąpiło siłne zahartowanie zarówno samej spoiny, jak i strefy przejściowej (tab. 5). Przykład ten poucza, że chcąc otrzymać łatwo obrabialną strefę przejściową przy napawaniu twardych stali należy natychmiast naprawiać wszystkie zauważone usterki.

W podobny sposób, jaki w stali Nr. 9, została oznaczona twardość stref przejściowych przy napawaniu pozostałych gatunków stali podanych w tab. 4, z tym, że ograniczono się do trzech zasadniczych kategorii próbek wykonywanych na płytach o wymiarach  $300 \times 100 \times 30$  mm, mianowicie: 1) układano wąskie pojedyncze spoiny o szer. ok. 5 mm i grubości ok. 3 mm, 2) układano szerokie pojedyncze spoiny o szerokości ok. 15 mm i grubości ok. 3 mm i 3) wykonywano napawanie wg próby 6, rys. 18.

Uzyskane wyniki (tab. 6) znów podkreślają, że dominujący wpływ na twardość strefy przejściowej wywiera szybkość chłodzenia, czyli szerokość układanych spoin i wielkość napawanego obiektu oraz sposób napawania.

TABELA 6.

Rodzaj spawanej stali	Twardość strefy przejściowej w jednostkach Brinella			
	Nr. 10	Nr. 11	Nr. 12	Nr. 13
Stal niespawana	259	272	291	304
Pojedyncze wąskie spoiny	665—671	640—678	640—652	625—650
Napawanie wg. próby 6, rys. 18	497—572	446—558	470—558	470—560
Pojedyncze szerokie spoiny	291—348	272—349	276—363	289—403

Jednakowoż przy napawaniu stali o zawartości węgla ponad 1% krytyczne szybkości chłodzenia są tak małe, że nawet po wtórnym nagrzaniu próbki przy układaniu drugiej warstwy spoina, kiedy stygnięcie nagrzanej próbki jest znacznie wolniejsze, następuje podhartowanie strefy przejściowej.

Dalszym dowodem decydującego wpływu szerokości układanych spoin i grubości spawanych, względnie napawanych płyt na twardość strefy przejściowej są pomiary twardości, wykonane na próbkach do wyznaczenia wytrzymałości na rozciąganie i udarność stali Nr. 1—8 (tab. 7).

TABELA 7.

	Twardość strefy przejściowej w jednostkach Brinella							
	1	2	3	4	5	9	7	8
Twardość stali . . .	102	142	157	161	189	208	259	289
Najwyższa twardość przy spawaniu jednowarstwowym . . .	104	153	167	199	291	329	391	438
Przeciętna twardość przy spawaniu jednowarstwowym . . .	100	145	156	170	248	258	347	389
Najwyższa twardość przy spawaniu wielowarstwowym . . .	103	151	165	184	240	248	340	385
Przeciętna twardość przy spawaniu wielowarstwowym . . .	98	143	156	162	208	232	287	303

Wspomniane próbki były wycinane z płyt o wymiarach  $200 \times 50 \times 12$  mm napawanych jedno i trójwarstwowo, przy czym szerokość pojedynczych spoin wynosiła ok. 15 mm. Podobnie płyty spawane na styk, celem pobrania prób na udarność, były silnie nagrzewane przy spawaniu jednowarstwowym. Stąd też szczytowe twardości strefy przejściowej, otrzymywane przy tych próbach, znacznie odbiegają od poprzednio podanych w tab. 5 i 6 i pozwalają wnioskować o tym, jak decydujący wpływ na stopień utwardzenia wywiera grubość napawanego przedmiotu i szerokość układanych spoin.

## Wnioski

Badania, przeprowadzone w Hucie Baildon w kierunku ustalenia górnej granicy spawalności stali węglowych oraz stwierdzenia stopnia utwardzenia tworzywa strefy przejściowej przy napawaniu i opracowania sposobu napawania, zapewniającego najmniejsze utwardzenie, pozwoliły stwierdzić, że:

1) górna granica spawalności stali węglowych w dużej mierze zależy od sposobu spawania i grubości spawanych części;

2) przy zastosowaniu jednowarstwowego spawania można spawać stale o zawartości węgla ok. 0,45 %;

3) do łączenia stali węglowych o zawartości 0,45 % do 0,70 % C (0,75 % C) należy wyłącznie stosować wielowarstwowe spawanie;



4) podwójną górną granicę spawalności stali węglowych należy rozumieć w ten sposób, że dla stali o zawartości ponad 0,70% Mn można przyjąć jako górną granicę 0,75% C;

5) utwardzenie strefy przejściowej, połączone z częściowym zahartowaniem jej tworzywa, zależy od zawartości węgla w stali, grubości i wielkości napawanego obiektu, szerokości układanych spoin i sposobu napawania;

6) największe utwardzenie otrzymuje się przy znacznej grubości napawanego przedmiotu i układaniu wąskich, pojedynczych spoin;

7) najmniejsze utwardzenie uzyskujemy przy układaniu szerokich spoin wielowarstwowych i małych grubościach napawanych obiektów;

8) przy napawaniu stali węglowych o zawartości węgla ponad 1% naogół trudno uchronić tworzywo strefy przejściowej od lokalnego znacznego utwardzenia.

Changements de la structure et de la résistance dans la zone de fusion des aciers au carbone soudés à l'arc électrique.

Problème de soudabilité des aciers au carbone. Zone de fusion près de la soudure. — Le matériel de cette zone en cas des aciers au carbone à teneur en C plus, geléré, n'est pas trop fragile, peu ductile, surchauffé, comme on le croit en général. — Changements structuraux dans la zone de fusion — Résultats des essais effectués à l'usine métallurgique Huta Baildon (Haute Silésie) sur la soudure des aciers à divers teneur en C (0,08—0,70%). Soudure à une et plusieurs couches. — Dureté de la zone transitoire. Conclusions (limite supérieure de soudabilité des aciers au carbone).

Struktur — u. Festigkeitsänderungen in der Übergangszone bei elektrisch geschweissten Kohlenstählen.

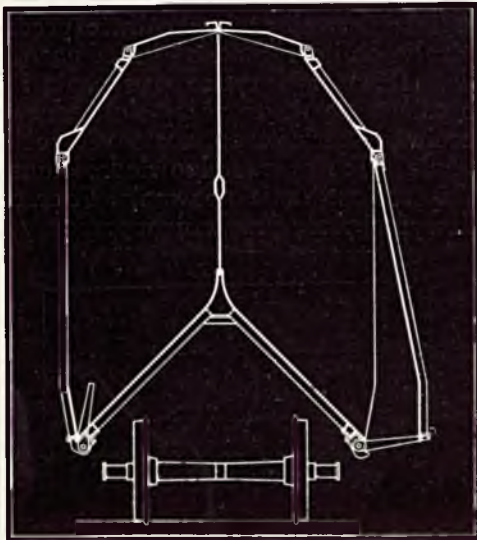
Das Problem der Schweissbarkeit von Kohlenstählen. Übergangszone in der Nähe der Schweissnaht. Der Werkstoff der Übergangszone ist nicht — wie man es allgemein glaubt — bei Stählen mit grösserem Kohlenstoffgehalt brüchig, im geringen Masse dehnig, überhitzt. Struktur-Änderungen in der Übergangszone. Ergebnisse der Versuche der Baildon-Hütte (Oberschlesien) mit Schweißen von Stählen mit verschiedenem Kohlenstoffgehalte (0,08-0,70%). Schweissungen in einer und mehreren Lagen. Härte der Übergangszone. Schlussfolgerungen (höhere Grenze der Schweissbarkeit von Kohlenstählen).

ERNEST KREISSIG, Uerdingen n. Renem.

621.791+66 .46  
1500 słów+18 rys

## Puste profile spawane w zastosowaniu do lekkich konstrukcyj. \*)

Rys. 6 przedstawia przekrój pierwowzoru konstrukcyj wykonanych ze spawanych profili pustych; jest to wagon towarowy o objętości 100 m<sup>3</sup> do transportu odpadków. Jak widać z rysunku, wszyst-

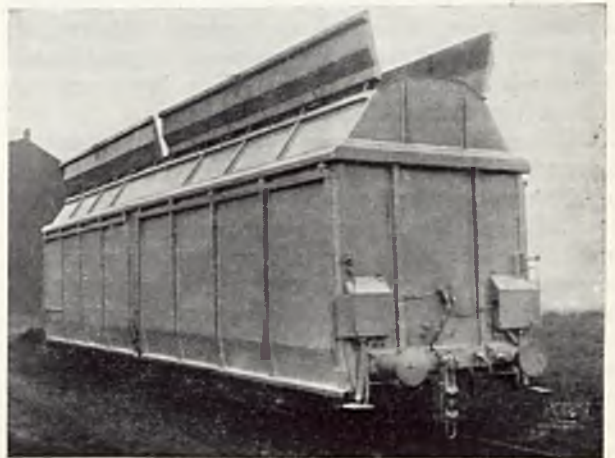


Rys. 6. Konstrukcja wozu do transportu odpadków, wykonana z profili pustych.

kie dźwigary główne wykonano z profili pustych, przy zastosowaniu ścian bocznych z blachy z prasowanymi profilami korytkowymi. W ten sposób można było pogodzić odpowiednie ukształtowanie ze specjalnymi wymaganiami konstrukcyj-

\*) Dok. do art. w Nr. 8. Odczyt wygłoszony dnia 27.4.1937 r. podczas „Polsko - Niemieckiego Dnia Spawania” w Warszawie.

nymi. Od strony zewnętrznej przekrojom nadano kształty daszkowe, ażeby możliwie szybko odprowadzać wodę opadową. Poza tym profile puste umożliwiają osiągnięcie ukształtowania opływowego, dzięki czemu unika się ośrodków rdzewienia. Punkty zaczepienia sił, jak zawiasy, prze-



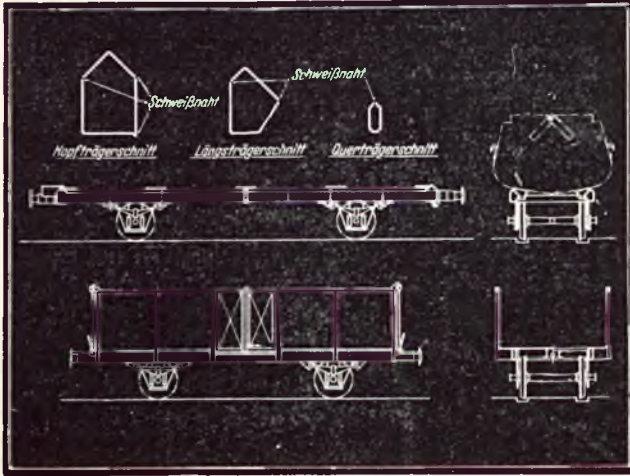
Rys. 7. Widok boczny wagonu z rys. 6.

guby i t. d., można rozstawić bez żadnych ograniczeń, ponieważ jest rzeczą obojętną, jakie punkty obwodu profilu pustego obieramy za punkty zaczepienia sił, gdyż profil pusty jest odporny tak na działanie sił zginających, jak i skręcających.

Rys. 7 podaje widok boczny tego wagonu. Ponieważ profile puste stosowano też częściowo przy wykonywaniu kłap, udało się otrzymać sto-



sunkowo sztywną konstrukcję, tak że w końcu ograniczono się do wykonania tylko 2 klap. Skutkiem tego znów można było znacznie uprościć mechanizm zamykający pod względem konstrukcji, jak również co do obsługi i utrzymania. Osiągnięto poza tym pewne oszczędności na ciężarze konstrukcji. Wozy te, które w znacznej ilości znajdują się już 8 lat w użytku, pracują z wynikiem zupełnie zadowalającym, zwłaszcza zaś podkreślano nieraz ich dogodność w ruchu i nieznaczne koszty utrzymania. Zmniejszenie ciężaru



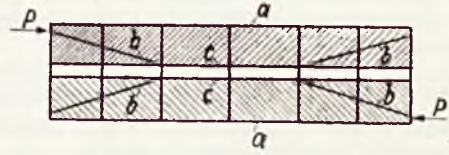
Rys. 8. U dołu—otwarty wóz towarowy, wykonany z profili pustych. U góry—wóz skrzyniowy, przeznaczony do transportu produktów kopalnianych; na przekrojach belki czołowej, belki podłużnej i belek poprzecznych miejsca spawane są zaznaczone strzałkami.

uzyskane dzięki spawaniu wynosi ok. 2 t. Zasadniczo oszczędność ta, gdyby uwzględniono tylko wymagania statyki, mogłaby być znacznie większa, klient domagał się jednak stosowania blach tej samej grubości, co przy wagonach nitowanych, nie można było więc wykorzystać całkowicie wszystkich zalet spawania.

Dalsze spawane konstrukcje są zobrazowane na rys 8, gdzie w dolnej części widzimy otwarty wagon towarowy, wykonany z profili pustych. Lewa strona przekroju ukazuje wóz wykonany całkowicie ze stali, strona zaś prawa—ten sam wóz, lecz z podłogą drewnianą ułożoną pomiędzy podłużnicami. Te ostatnie utworzono również z profili korytkowych i powiązano razem z blachami podłogowymi w konstrukcję pustą. Wręgi i poprzecznice, jak również i krawężniki ścian bocznych wykonano jako dźwigary puste. Zmniejszenie ciężaru przy tym wagonie wynosiło ok. 2,2 t, co jest zyskiem bardzo znacznym, ponieważ odnosi się ono wyłącznie do samej ramy, z pominięciem mechanizmu tocznego (kół, mechanizmu pociągowego, zderzaków).

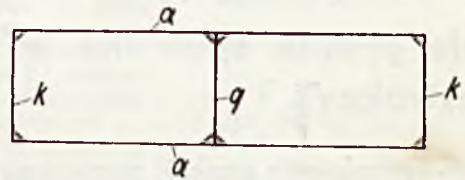
Obrazek górny na rys. 8 przedstawia wóz skrzyniowy. Konstrukcja ta jest bardzo interesująca pod wielu względami. Wozy skrzyniowe służą do transportu produktów kopalnianych do portów. W kopalni węgiel zostaje naładowany do skrzyń, które następnie w porcie za pomocą dźwigów zdejmują się z wagonów, nachyla nad kadłubem statku i otwiera blisko dna w sposób

możliwie powolny. Jest to najszybszy, najoszczędniejszy i najkorzystniejszy dla węgla sposób ładowania na okręty. Oba rzędy skrzyń muszą jednak podczas transportu kolejowego bardzo ściśle przylegać do siebie, ażeby nie powodować zanieczyszczenia torowiska wysypującym się pyłem i drobnymi kawałkami węgla. Taki wzajemny na-



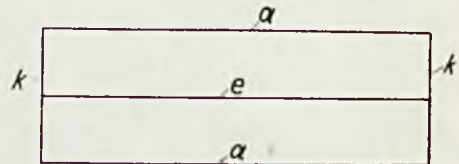
Rys. 9. Schemat nitowanej konstrukcji podwozia dwuosiowych wagonów towarowych.

cisk skrzyń na siebie osiąga się najprościej w ten sposób, że powierzchnie skrzyń, ukształtowane klinowo, opierają się o odpowiednie powierzchnie klinowe na podwoziu i wywołują niezbędny nacisk boczny. Siła reakcji wywołuje jednak w podłużnicach zginanie i skręcanie, tak że i w tym wypadku profil pusty daje najkorzystniejsze rozwiązanie konstrukcyjne. Jak widać z poszczególnych przekrojów dźwigarów, t. j. podłużnic



Rys. 10. Schemat podwozia, sprężystego w kierunku przekątnym.

i poprzecznic, są one wszystkie ukształtowane w postaci daszkowej, ażeby możliwie prędzej odprowadzały obfitą i mocno korodującą wodę z węgla. Dźwigary szybko wysychają i w ten sposób osiąga się nadzwyczaj skuteczną ochronę przeciwko korozji, co zostało umożliwione przeważnie tylko przez odpowiednie ukształtowanie i zastosowanie spawania. Poprzecznic ma nadzwyczaj mały przekrój poprzeczny w po-



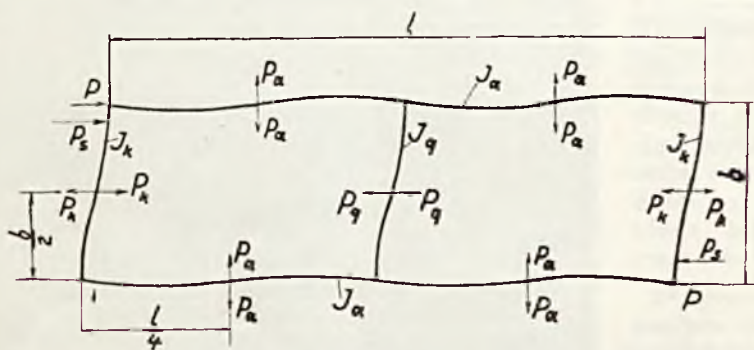
Rys. 11. Inne rozwiązanie podwozia, sprężystego w kierunku przekątnym.

równaniu z dźwigarem czołowym i podłużnicą, ponieważ ma pracować jako element przenoszący raczej siły rozciągające niż zginające. Taki układ był niezbędny dlatego, że podwozie pierwotne było wykonane jako elastyczne w kierunku przekątnym. Ten specjalny rodzaj konstrukcji będzie rozpatrzony nieco dokładniej, jako bardzo pouczający przykład stosowania spawanych profili pustych.

Nitowana konstrukcja podwozia dla dwuosiowych wagonów towarowych w postaci ogólnie przyjętej jest przedstawiona schematycznie na rys. 9. Takie podwozie składa się z podłuż-



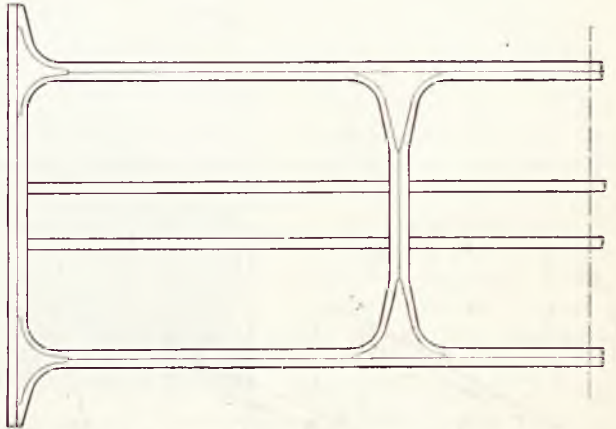
nic  $a$ , tężników środkowych  $c$ , przekątnic  $b$  i z dźwigarów łączących poprzednie ze sobą, t. j. dźwigarów czołowych i poprzecznic. Każda z podłużnic, tężnik środkowy  $c$  i dwie przekątnice  $b$  tworzą układ nośny pracujący w płaszczyźnie poziomej. Dwa takie układy (powierzchnie zakreskowane na rysunku) tworzą podwozie. Jeśli na tę konstrukcję będzie działało uderzenie w kierunku przekątnym, jak to jest zaznaczone za pomocą siły  $P$ , to te dwa układy dążyć będą do wzajemnego przesunięcia się. Ponieważ przy tworzeniu tej konstrukcji wzięto za podstawę siły, a nie pracę, odporność jej na niesymetryczne obciążenia jest stosunkowo nieznaczna, tak że już przy niewielkim nawet impulsie występuje odkształcenie stałe. Uderzenie w kierunku przekątnym nie jest bynajmniej wypadkiem wyjątkowym. Można byłoby raczej przyjąć tego rodzaju obciążenie za regułę, ponieważ zderzaki wagonów mają różne długości. W stanie nowym dopuszczalna jest tolerancja 3 mm. Tolerancja ta jednak zwiększa się podczas eksploatacji — wskutek spęcznienia się tłuczków, osiadania dźwigarów czołowych i t. d. — do 10 mm i więcej, tak że przy zetknięciu się 2 długich zderzaków podczas przetaczania wagonów może zająć wypadek stałego odkształcenia w kierunku przekątnym. Ma to oczywiście bardzo niekorzystny wpływ na bieg wagonów. Jeśli np. podłużnice podwozia wagonowego są przesunięte względem siebie, to wtedy osie ustawiają się ukośnie względem torów, z czego podczas ruchu powstają dodatkowe opory znacznej wielkości. Gdy taki przesuw wynosi np. 10 mm, to dla wagonu o wadze brutto 30 t oznacza to przy szybkości 60 km/godz. dodatkową pracę 7—11 KM, zależnie od tego, czy zetknięcie zachodzi w jednym, czy też w dwu punktach. Ta praca dodatkowa jest bardzo niepożądana, po pierwsze — ponieważ jest to strata, a po drugie — dlatego, że idzie na niszczenie torów i zestawów kołowych. Tego rodzaju uszko-



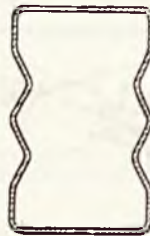
Rys. 12. Schemat odkształcania się podwozia z rys. 10 przy uderzeniu.

dzeniom można zapobiec tylko w ten sposób, że podwozie wykonywa się jako sprężyste w kierunku przekątnym, t. j. możliwie wytrzymałe przy jednostronnym uderzeniu na zderzak. Przykład takiej konstrukcji jest przedstawiony schematycznie na rys. 10. Podwozie w takim wykonaniu składa się z podłużnic  $a$ , dźwigarów czołowych  $k$  i poprzecznic  $q$ , które są usztywnione w miejscach połączenia ze sobą. Jeśli podłużnice  $a$  i dźwigary czołowe  $k$  są wystarczająco sztywne, to poprzecznic  $q$  może być usu-

nięta, w razie potrzeby jednak można zastosować nawet kilka poprzecznic. Inne możliwości konstrukcyjne przedstawia rys. 11, na którym zamiast poprzecznic  $q$  widzimy tężnik podłużny  $e$ . W zależności od wymagań konstrukcyjnych mogą być stosowane jednocześnie poprze-



Rys. 13. Praktyczne rozwiązanie podwozia z rys. 10.



cznic  $q$  i tężniki  $e$ . Istnieje więc sporo możliwości konstrukcyjnych, z których w każdym poszczególnym wypadku należy wybrać najlepszą. Ważne jest, że nie stosuje się żadnych tężników przekątnych, ponieważ one przy danym ukształtowaniu stoją w sprzeczności z zasadniczą ideą konstrukcji.

Jeśli na takiego rodzaju podwozie, jak przedstawione na rys. 10, skierowane jest uderzenie w kierunku przekątnym, podwozie odkształca się odpowiednio do rys. 12, z którego widać, że wszystkie dźwigary biorą równomierny udział w odkształcaniu. Największą odporność uzyskuje się, jeśli dźwigary czołowe zostały obrane o takim samym profilu jak podłużnice, podczas gdy dla poprzecznic należy użyć profile o 2 razy większym momencie wytrzymałości lub bezwładności.

Praktyczny przykład takiego podwozia jest zobrazowany na rys. 13, który przedstawia zresztą tylko samą ramę podwozia, składającą się zasadniczo z podłużnic, dźwigarów czołowych i 2 dźwigarów poprzecznych. Dźwigary środkowe służą tylko jako oparcie dla podłogi i nie biorą w odkształcaniu się podwozia żadnego udziału lub też bardzo mały. Dźwigary podłużne, czołowe i poprzeczne są wykonane jako dźwigary puste, przy czym — jak to jest widoczne z przedstawionego na rysunku przekroju poprzecznego — składają się one z 2 połówek kształtu korytkowego, połączonych ze sobą za pomocą spawania w kształtownik pusty; spoina leży więc wzdłuż środka węższych ścian kształtownika. Cienkie linie na rysunku oznaczają spoiny. Podłużnice są przy końcach rozdwojone na zew-

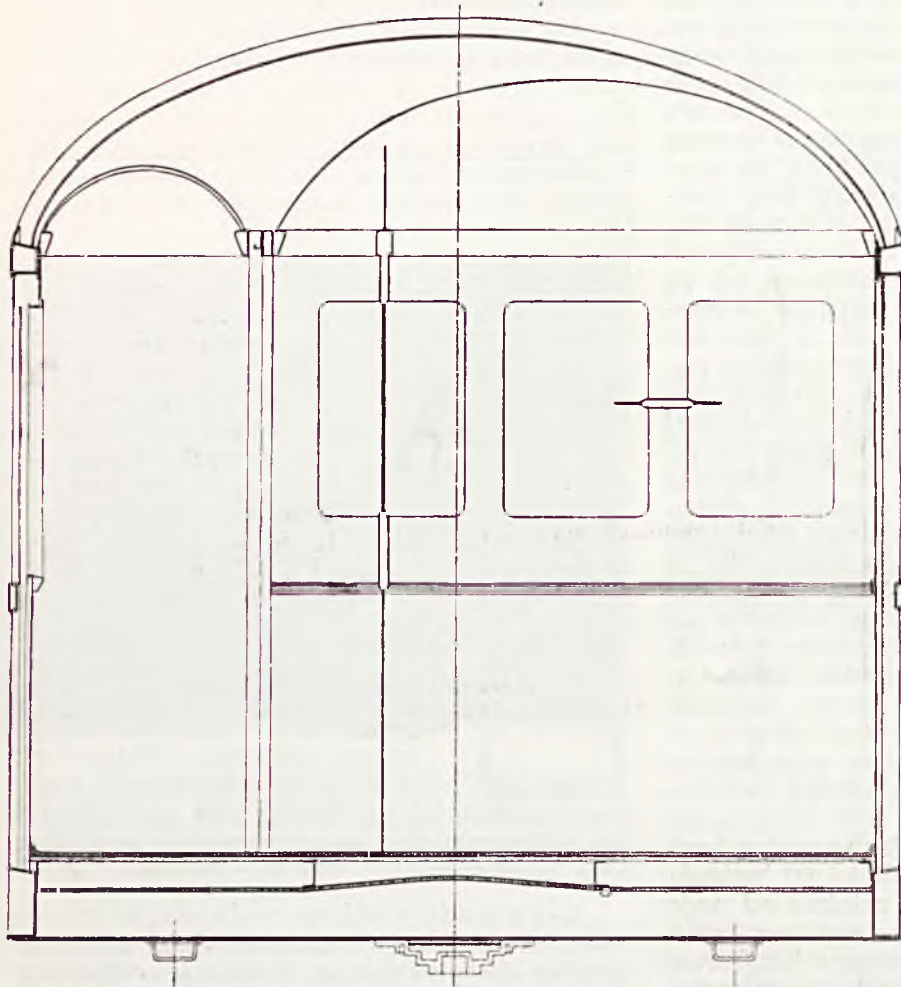


nątrz i tworzą w miejscu łączenia się z dźwigarami czołowymi, wzgl. dopawanymi blachami węzłowymi, mocny węzeł o charakterze wspor-

wytrzymałości, jednak z profili pustych. Zwłaszcza interesujący jest przekrój *A—B* przez główną poprzecnicę. Górny pas—jako narażony na rozciąganie — jest znacznie mocniejszy niż

ułożony niżej pas ściskany, ponieważ wytrzymałość na ściskanie, tak statyczne jak i dynamiczne, jest większa, niż na rozciąganie. Stosując spawanie, można bez żadnych trudności uwzględnić tego rodzaju okoliczności i zmniejszyć ogólny ciężar konstrukcji przy jednoczesnym podniesieniu jej jakości. Przez zastosowanie spawania profili pustych i użycie stali St 52, przy tych wagonach osiągnięto do 40% oszczędności na ciężarze, a poza tym jeszcze podniesiono odporność konstrukcji na skręcanie w porównaniu z konstrukcją wykonaną z profili otwartych. Ponieważ wytrzymałość wagonu na skręcanie posiada bardzo ważne znaczenie dla jego pracy ruchowej, powstała myśl ukształtowania całego wagonu w postaci rury, jako układu usztywnionego na skręcanie. Można to osiągnąć w ten sposób, że wszystkie ściany są usztywnione, czy to za pomocą przekątnych, czy też przez dodatkowe wzmocnienia.

Wagon, w którym całkowicie wykorzystano wytrzymałości blach na ścianie, wykonany wg. patentu dr. H. Crosecka,



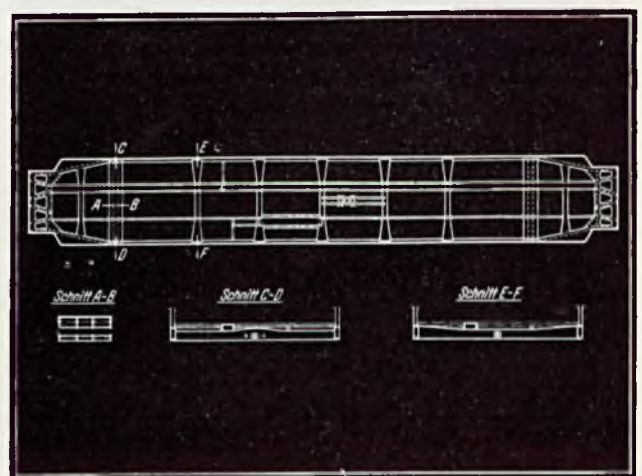
Rys. 14. Przekrój poprzeczny podwozia wagonu, wykonanego za pomocą spawania z profili pustych.

nikowym. Po stronie wewnętrznej podłużnicy wraz z dźwigarami czołowymi i poprzecznymi tworzą ramy w postaci pół portali, za pomocą dospawanych blach węzłowych. W ten sposób otrzymuje się ukształtowanie o charakterze nadzwyczaj płynnym, które zezwala na dokładne wyznaczenie kierunku działania sił w punktach ich zaczepienia i usuwa wskutek braku spoin poprzecznych wszelkiego rodzaju działanie karbów w połączeniach spawanych.

Rys. 14 podaje przekrój poprzeczny wagonu pociągu pośpiesznego, wykonanego za pomocą spawania z profili pustych. Na rysunku są widoczne puste dźwigary podłużne podwozia jak również odpowiednie podłużnice dachowe, poza tym dźwigary poręczowe, słupki i t. d., które zostały również wykonane jako dźwigary puste. Dźwigary te utworzono z profili korytkowych, które spojono razem z blachami ścian bocznych w profile puste. Wszystkie te dźwigary ukształtowano daszkowo, ażeby ułatwić odprowadzanie wody.

Rys. 15 przedstawia podwozie tego wagonu. Godną uwagi jest konstrukcja jego poprzecznic, które są ukształtowane jako dźwigary o równej

wytrzymałości, jednak z profili pustych. Zwłaszcza interesujący jest przekrój *A—B* przez główną poprzecnicę. Górny pas—jako narażony na rozciąganie — jest znacznie mocniejszy niż



Rys. 15. Podwozie wagonu z rys. 14.

przedstawiono na rys. 16. Na rysunku tym uwi- doczniono podział ścian bocznych wagonu za pomocą nakładanych pasków wypukłych.



Na rys. 17 przedstawione są różnego rodzaju części, na których są widoczne nadzwyczaj korzystne ze względu na ciężar zastosowania spawania profili pustych. Obrazek w górnej części



Rys. 16. Widok wagonu o bardzo lekkiej konstrukcji, pracującej całkowicie na ścinanie.

rysunku przedstawia—dla porównania—z lewej strony, kątą lub walcowaną wspórkę resorową o wadze 10,3 kg, z prawej zaś—tę samą wspórkę o tej samej wytrzymałości, w wykonaniu spawanym z profili pustych lecz o wadze 3,2 kg. Figura środkowa ze strony lewej przedstawia

o wadze 3,2 kg, po środku z żeliwa specjalnego — 1,9 kg, z prawa zaś w wykonaniu spawanym z profili pustych o ciężarze 0,9 kg.

Przedstawione przykłady wykazują, jakie nadzwyczajne zalety pod względem zmniejszenia wagi i polepszenia jakości posiada spawanie, zwłaszcza zaś przy spawanych profilach pustych. Wszystkie te zalety dadzą się wykorzystać w konstrukcji w całej pełni jedynie wtedy, gdy damy technikowi sposób pewnego, a zarazem prostego obliczenia dźwigarów pustych. Sposoby te istnieją zarówno dla pustych dźwigarów cienkościennych jak i dla grubościennych, opierają się one na teoriach obliczeń przybliżonych Bredt'a i Bouteville'a\*).

\*) Ponieważ zagadnienie to interesuje szersze koła techniczne, druga część odczytu dyr. Kreissiga zostanie opublikowana w Przeglądzie Mechanicznym.

#### Application des profils creux dans les constructions métalliques légères.

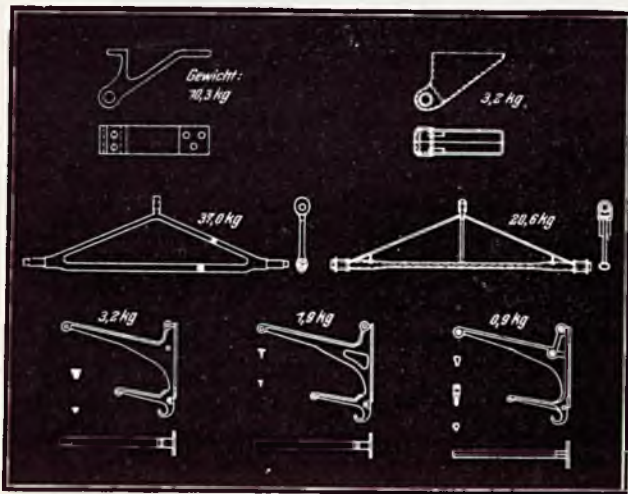
Par des exemples il est démontré combien l'influence des profils creux devient profonde sur nos habitudes en construction et quels avantages, tant au point de vue de leur poids que des qualités constructives, ils présentent.

Le calcul de leur résistance, en tant qu'il se rapporte à leurs applications pratiques, est très simple et élémentaire, qu'il s'agisse de profils minces ou de profils à paroi épaisse, et il est fondé sur les théories de calcul approché de Bredt et Bouteville. La méthode de calcul sera exposée d'une façon détaillée dans un article spécial.

Cet article, intéressant non seulement nos lecteurs mais aussi les milieux techniciens en général, sera publié dans la Revue „Przegląd Mechaniczny“.

#### Der geschweisste Hohlträger als Leichtbauelement.

An Hand von Beispielen wird gezeigt, in welcher grundlegender Weise der Hohlträger unsere Konstruktionsgewohnheiten beeinflusst und welche gewichtlichen und qualitativen Vorteile er zu bringen vermag. Seine Berechnung, soweit sie lediglich der praktischen Anwendung dient, ist äusserst elementar und einfach, gleichviel ob es sich um den dünnen oder dickwandigen Hohlträger handelt, und zwar auf Grund der Näherungstheorie von Bredt und Bouteville. Die Berechnungstheorien von Bredt und Bouteville. Die Berechnungstheorien von Bredt und Bouteville. Die Berechnungstheorien von Bredt und Bouteville. Die Berechnungstheorien von Bredt und Bouteville. Da dieser Artikel nicht nur schweisstechnische sondern auch weitere technische Kreise interessieren vermag, wird er im „Przegląd Mechaniczny“ erscheinen.



Rys. 17. Różnego rodzaju części osprzętu, spawane z profili pustych, wykazują ogromne oszczędności na wadze w porównaniu do dotychczas używanych części kutyh, walcowanych lub żeliwnych.

trójkątny wał hamulcowy o wadze 37 kg, ze strony zaś prawej taki sam wał wykonany za pomocą spawania z rur i płaskowników, o wadze 20,6 kg. Rura pracująca na ściskanie jest spłaszczona w części środkowej na elipsę, celem otrzymania jednakowej wytrzymałości na wyboczenie we wszystkich kierunkach. Na dolnej części rysunku są przedstawione wsporniki dla siatek bagażowych, z lewa — zwykłe żeliwne



## Spawanie łukowe metali i łodzie podwodne przepowiedziane w połowie XVI wieku przez Nostradamusa.

Drożdżami w kolosalnym wzroście nowoczesnej techniki jest niewątpliwie spawanie.

Nie jest ono jakimś drugorzędnym pomocniczym środkiem konstrukcyjnym, jak to dotychczas niektórzy jeszcze mniemają, ale główną metodą konstrukcyjną, bez której trudno sobie współczesną epokę szybkości, praktyczności i ekonomiczności wyobrazić.

Spawanie jest za tym koniecznością dziejową, tak samo jak były nią zapewne maszyny parowe, elektryczność, fotografia, samoloty, radio i inne, bez których nasza cywilizacja istnieć nie może. Z tego względu spawanie zasługuje na oddanie należnego mu czołowego miejsca wśród współczesnych metod twórczości technicznej.

Świadczy o tym ciekawa, z nieznanym nam jeszcze dziedzin ducha ludzkiego pochodząca, przepowiednia słynnego Nostradamusa, który w połowie XVI wieku dość ściśle określił między innymi istotę łukowego spawania metali.

Zdanie dotyczące spawania metali w oryginale brzmi:

„Par foudre en l'arche or et argent fondu...”

co w języku polskim dosłownie znaczy:

„Przez błyskawicę w kształcie łuku srebro i złoto będzie topione...”

Zdanie to jaknajściślej określa nam istotę elektrycznego spawania metali. W wizji swej Nostradamus przedstawia metale w sposób obrazowy, nazywając je srebrem i złotem, co nas nie dziwi, ponieważ nie znał on metali używanych obecnie do konstruowania, ani nie był technikiem. Przedstawił więc metale tak, jak je spostrzegał w swej wizji, co zresztą uczyniłby każdy laik nawet obecnie, gdyż płynne metale wyglądają w łuku, jak srebro i złoto.

Bliżej zainteresowanych tą sprawą odsyłamy do artykułu K. Chodkiewicza (Lwów) p. t. „Łodzie podwodne w przepowiedniach Nostradamusa”, w zeszytach 7 i 8, 1937 r. miesięcznika „Lotos”. Z artykułu tego pozwalamy sobie zacytować dosłownie niektóre ciekawe wyjątki, obchodzące świat techniczny:

„Michał Nostradamus, uczonec i lekarz XVI stulecia, wydał w r. 1556 pierwszą swą księgę przepowiedni politycznych, które przyniosły mu rozgłos i światową sławę. W przepowiedniach tych ujął on losy Francji i Europy od r. 1555 do r. 3797, więc okres około 2300 lat. Dzieło obejmowało, wraz z ogłoszoną po tym drugą księgą, 10 t. zw. centurii, t. j. poszczególnych ksiąg, składających się każda ze stu czterowierszowych zwrotek (t. zw. kwatrienów). Każda zwrotka odnosi się do innego zdarzenia historycznego.

Chciał Nostradamus, jak się sam przyznaje, przez wydanie swych przepowiedni pokazać ludziom, że istnieje pewien plan Boży, według którego toczą się dzieje świata z nieubłaganą koniecznością, i chciał wykazać, że wieszcz natchniony może ten plan Boży widzieć w poszczególnych jego fazach, a nawet w najdrobniejszych szczegółach...

Nostradamus, oglądając ów „plan Boży”, widział dokładnie wszystkie jego szczegóły, widział przedmioty, jakie nieznanne były zupełnie jego współczesnym. Zacytuje

tu kilka zwrotek z oryginalnego wydania jego dzieł w r. 1867 przez Le Pelletiera \*):

Wielki Neptun z fal morskich zrodzony okoli,  
W żyłach jego krew Gallów i Fenicjan krąży.  
Wyspy we krwi przez flotę, co płynie powoli —  
Tajemnica źle skryta w kłęskę go pogrąży...

Gdy w rybie, w której listy zamknięto i bronie,  
Wyruszy w drogę ten, co wojną świat obdarzy,  
Flota jego szczęśliwie minie morskie tonie,  
Gdy przy łatyńskim brzegu płynąc się ukaże.

Gdy niewidzialny obóz z Europy odpłynie,  
Połączy się pod wodą tuż przy wyspy brzegu,  
Flota mniejszego w bitwie szyki swe rozwinie —  
Pępek świata dobędzie głosu donośnego...

Srebro i złoto topi w łuku błyskawica,  
Z dwóch uwięzionych jeden zjadany się miota  
W mieście, co rozległością powierzchni zachwyca —  
Gdy zanurzona płynąc będzie flota...

Ostatni kwatrien jest ogromnie ciekawy. Z pierwszym wierszem nie mogli sobie poprzedni komentatorowie dać rady. Nic dziwnego! Nie znali przecież elektrycznego spawania metali. Dziś tłumaczenie „przez błyskawicę w łuku złoto i srebro będzie topione” jest dla nas całkiem jasne...

Dalsze tłumaczenie nie wymaga komentarzy, wieszcz mówi tu o Londynie (najrozleglejsze miasto) o jego oblężeniu przez flotę zanurzoną i o takim głodzie, że oblężeni będą się wzajemnie pożerać. Ostatni wiersz o zanurzonej flocie był ciężką zagadką dla poprzednich komentatorów, którzy znali tylko floty pływające na morzu, a nigdy pod wodą i nie mogli tego wiersza wytłumaczyć...

Poza kwatrienami odnoszącymi się do przyszłej wojny z Anglią, znajdujemy w przypowieściach jeszcze dwie zwrotki, odnoszące się prawdopodobnie do łodzi podwodnych. Druga z nich brzmi:

Wodną i ziemną rybę wraz burzliwy  
Sztorm olbrzymi rzuci na wybrzeże,  
Kształt jej dziwnie piękny, choć straszliwy —  
Murów krąg od wroga nie ustrzeże.

Zwrotka ta przedstawia znowu jakąś mało zachęcającą wojnę w przyszłości, gdy to łodzie czołgi, nadpływając od strony morza atakować będą pozycje nadbrzeżne,

Dziwna ta amfibia będzie straszną w działaniu, lecz zarazem piękną w samym kształcie i straszliwej potędze.

Uważam, że cztery te kwatrieny wykazują dość dobitnie, że Nostradamus widział obrazy przyszłości i chociaż nie mógł znać nowożytnych machin wojny i zniszczenia, całkiem dobrze opisał rolę łodzi podwodnych w przyszłej wojnie. Nie tylko do tego ogranicza się jego wspaniałe jasnowidztwo w czasie, podał cały szereg tak frapujących innych szczegółów, że ten, kto się z jego dziełem szczegółowo zapoznał — musi uznać fakt jego daru wieszczego za bezapelacyjnie stwierdzony“.

F. P.

\*) Autor cytuje tekst oryginalny, a następnie podaje swoje tłumaczenie, które tu przytaczamy.



# Z PRAKTYKI SPAWACZA

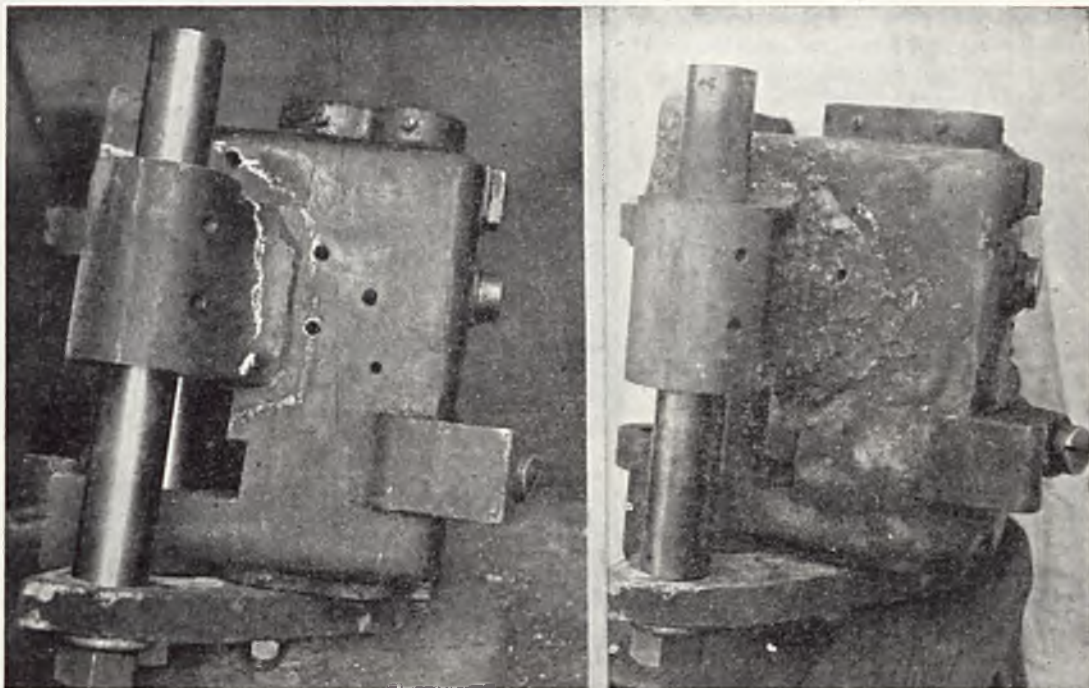
## Naprawa samochodowej skrzynki biegów.

Widoczne obok fotografie oraz zdjęcie na okładce tego zeszytu przedstawiają żeliwną skrzynkę biegów do samochodu. Wymiary skrzynki  $250 \times 300 \times 340$  mm, ciężar ok. 50 kg.

Uszkodzenie powstało prawdopodobnie wskutek wewnętrznych naprężeń w odlewie, wyładowanych przy

na czas spawania uzyskano przez prowizoryczne przykręcenie płyty do jednej ze ścianek skrzynki; w płycie osadzono wał odpowiedniej średnicy, na który nasadzono urwaną część. Płytę i wał po ostygnięciu spoin zdemontowano.

Przygotowanie wykonał jeden człowiek w 3 ciągu godz.



pierwszej okazji wstrząsu, wywołanego niezręczną zmianą biegu i polegało na urwaniu się łożyska obejmującego wał główny. Długość pęknięcia wynosiła ok. 250 mm przy ścianie grubości 10 mm.

Do spawania przygotowano przedmiot w następujący sposób:

- 1) Obie krawędzie szczeliny zukosowano na V.
- 2) Właściwe umocowanie (położenie) części urwanej

Sama naprawa za pomocą spawania, poza umiejętnym szczerpieniem dla zachowania właściwego położenia osi łożyska względem całości, nie nastęczała zbyt trudności

Wykonał ją spawacz z pomocnikiem w ciągu 1 godz., bez podgrzewania, zużywając 0,5 kg pałeczek „Żelko”, 25 g proszku Fontol, 2 kg karbidu i ok. 0,5 m<sup>3</sup> tlenu. (Z praktyki Warsztatów S. A. Perun, Warszawa).

## Naprawa wału kafara.

Wał kafara parowego (maszyna do wbijania pali) długości 1700 mm i średnicy 100 mm, wagi ok. 155 kg został uszkodzony w miejscu zaklinowania. Pod wpływem nagłych zmian obciążenia (uderzeń) klin wydłutował zagłębienie poczynając od gniazda klinowego na przestrzeni  $\frac{1}{6}$  obwodu wału (klin mierzy  $90 \times 25 \times 10$  mm).

Miejsce wydłutowane razem z gniazdem klinowym wypełniono bez żadnych przygotowań za pomocą spawania łukowego. Następnie ułożono jeszcze jedną warstwę spoiwa na całym obwodzie wału o długości 180 mm i powierzchni ok. 1440 cm<sup>2</sup>, zgrubiając średnicę do 105 mm, czyli że grubość warstwy dodatkowej wyniosła średnio 2,5 mm.

Robotę wykonał jeden spawacz w ciągu 4 godzin, zużywając 4 kg elektrod Forflex Nr. 251,  $\phi$  4 mm i ok. 4,5 kWh energii elektrycznej. (Z praktyki Warsztatów S. A. Perun, Warszawa).





### Naprawa matrycy.

Widoczna na fotografii matryca służy do wygniatania z blachy podłużnic do podwozi samochodowych. Ma ona 3 m długości i waży ok. 680 kg.

Ten drogi odlew żeliwny nie mógł spełniać swego zadania, bowiem w miejscu zakreskowym kredą (widać na fotografii) na przestrzeni  $700 \times 75$  mm brakowało kilkanaście milimetrów grubości do wymaganego wymiaru.

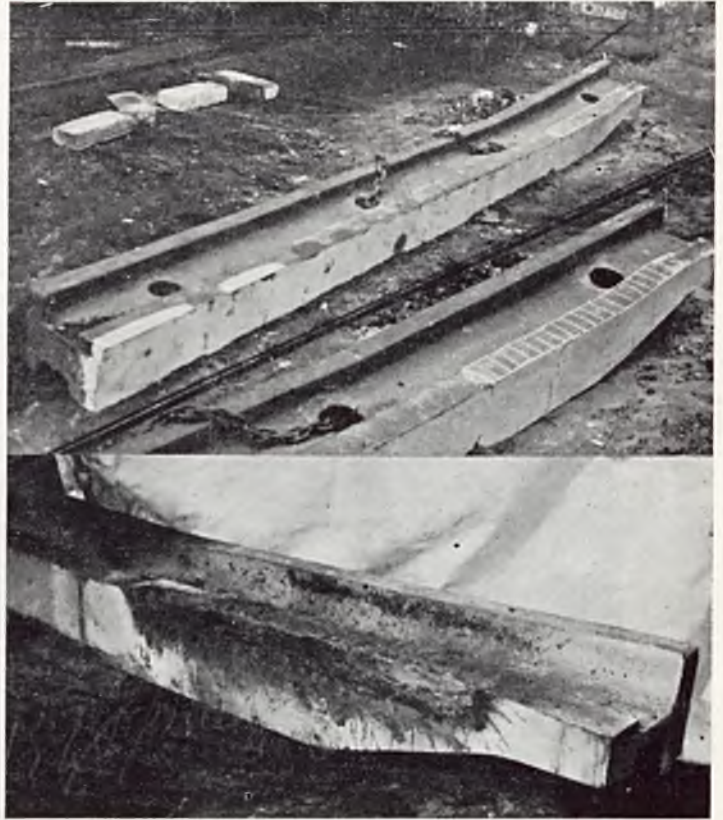
I oto spawanie znowu musiało wesprzeć przestarzałą już metodę konstrukcyjną. (Podobną matrycę można było z dużym powodzeniem wykonać z blach za pomocą cięcia tlenowego i spawania znacznie dokładniej, taniej i daleko szybciej).

Wadliwą część matrycy, t. j. koniec przeznaczony do nadlania, podgrzano na ognisku, co łącznie z dodatkowymi czynnościami zabrało 2 ludziom 2,5 godz. czasu.

Podgrzaną część (podgrzewano jedynie dla zmniejszenia mocy palnika i uzyskania oszczędności na gazach) nadlano palnikiem acetylenowo-tlenowym, używając jako spoiwa pałeczek żeliwnych.

Operację napawania wykonał jeden spawacz w ciągu 6 godzin.

Do naprawy zużyto: 30 kg węgla drzewnego, 20 kg karbidu, 6 m<sup>3</sup> tlenu, 9 kg pałeczek „Żelko” i 360 g proszku Fontol. (*Z praktyki Warsztatów S. A. Perun, Warszawa*).



### Naprawa aluminiowego karteru 8 cylindrowego silnika samochodowego.

Karter aluminiowy ośmiocylindrowego silnika samochodowego „Cadillac” (wagi ok. 30 kg, o wymiarach  $1200 \times 600 \times 600$  mm) został rozbity przez korbówód urwany

wego, zwątpiono o możliwości jego naprawy, tym bardziej, że kawałki wybite zgubiono w czasie jazdy; zdawało się więc, że cały karter najlepiej oddać na złom. Tymczasem

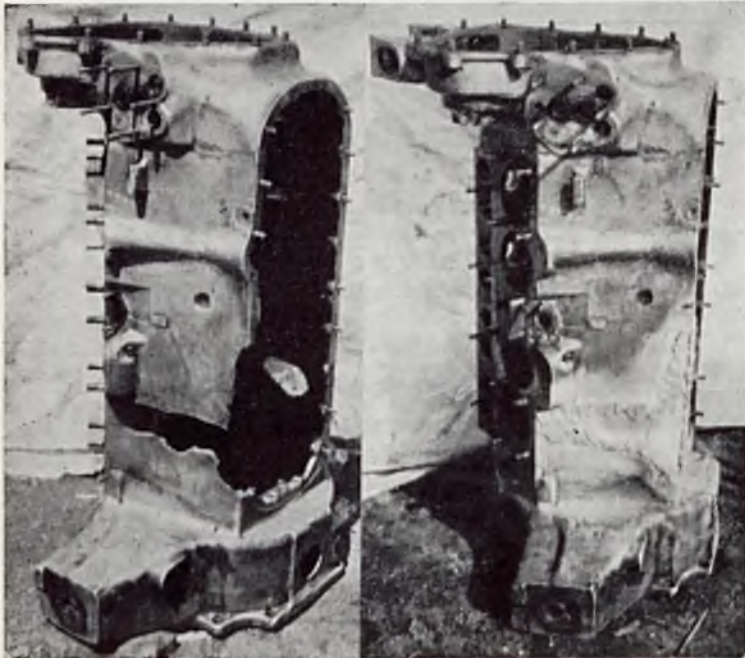
spawanie nie tylko umożliwiło naprawę, ale uczyniło karter zdolnym do normalnej pracy, przywracając mu w pełni trwałość sztuki nowej. Przygotowanie do właściwej naprawy wykonał spawacz z pomocnikiem w ciągu 4 godz. W wybite otwory wpasowanołaty z 4 mm blachy aluminiowej, ustawiając je na odpowiednich podkładkach z blachy żelaznej podpartych prętami.

Naprawę wykonał spawacz z pomocnikiem w ciągu 8 godzin.

Spoiny układano w kierunku od wnętrza ku wolnym krawędziom, podgrzewając drugim palnikiem okolice położone przeciwnie do miejsca rozpoczęcia spawania. Na kierunki układania spoin i właściwe podgrzewanie zwracano specjalną uwagę, ze względu na mogące powstać naprężenia skurczowe, które w tak skomplikowanym przedmiocie z dość kruchego materiału mogłyby spowodować niepożądane pęknięcia, a nawet unicestwić całą naprawę.

Studzenie wymagało również dodatkowego podgrzewania w niektórych niebezpieczniejszych miejscach, aby umożliwić równomierny skurcz ścianek i części o nierównej grubości i różnokierunkowym układzie.

Przy spawaniu zużyto: 0,25 kg blachy aluminiowej, 1 kg, pałeczek aluminiowych, 0,25 kg proszku do aluminium „Harakiri”, ok. 4 kg karbidu i ok. 1 m<sup>3</sup> tlenu. (*Z praktyki Warsztatów S. A. Perun, Warszawa*).



w biegu, który rozplatał jeden bok karteru, tworząc wyrwę o wymiarach  $600 \times 250$  mm, a w drugim boku wybił otwór wielkości  $300 \times 250$  mm.

Wobec tego, że karter miał bardzo skomplikowaną budowę i odlany był z nieznanego bliżej stopu alumini-



## KRONIKA

### Zarząd Stow. dla Rozwoju Spaw. i C. M.

Na posiedzeniu w dn. 26 sierpnia r. b. Zarząd Stow. podzielił między sobą poszczególne funkcje, jak następuje:

Prezes — Dyr. dr. Alfred Szner

Wiceprezes — Dyr. inż. Józef Dangel

„ — Dyr. inż. Feliks Stattler

Czł. Prezydium — Dyr. inż. Jerzy Korwin-Gosiewski

„ — Dyr. inż. Gustaw Jonscher.

Komisja Redakcyjna:

Dyr. dr. Alfred Szner

Dyr. inż. Jerzy Korwin-Gosiewski

Komisja Finansowa:

Dyr. inż. Gustaw Jonscher

Dyr. inż. Jerzy Korwin-Gosiewski

Dyr. inż. Feliks Stattler.

### 48 kurs spawania w Katowicach.

W dniach od 16 sierpnia do 16 września rb. Oddział Katowicki Stowarzyszenia prowadził, przy współudziale Śląskiego Instytutu Rzemieślniczo-Przemysłowego, 48-my kurs spawania i cięcia metali w Katowicach, na który uczęszczało 139 uczniów. Ćwiczenia i wykłady odbywały się codziennie, z wyjątkiem świąt, w czterech grupach.

Kurs powyższy z wynikiem dodatnim ukończyło 132 absolwentów.

### 43 kurs spawania w Warszawie.

43 kurs spawania w Warszawie, który trwał od 15 lipca do 13 sierpnia został w dn. 14 sierpnia, zakończony egzaminem teoretycznym przed Komisją w składzie:



Uczestnicy 43 kursu spawania w Warszawie.

p. Z. Rudzki—Dyrektor Instytutu Przemysłowo-Rzemieślniczego w Warszawie, p. inż. H. Jastrzębowski—z f. „Perun” i p. inż. B. Szupp—Kierownik kursu. Z ogólnej ilości 42 osób, które stanęły do egzaminu, 35 zdało egzamin z wynikiem dodatnim.

### Pierwszy Ogólnopolski Zjazd Inżynierów we Lwowie.

W dniach od 12—14 września odbył się we Lwowie Pierwszy Ogólnopolski Zjazd Inżynierów, w którym wzięło udział prawie 2000 uczestników. Zjazd ten odbył się pod protektoratem Pana Prezydenta Rzeczypospolitej Ignacego Mościckiego i Marszałka Edwarda Śmigłego Rydza. Przygotowała go Naczelna Organizacja Inżynierów (NOI). Zjazd połączony był z 60-cio letnim jubileuszem Polskiego Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie.

Zjazd rozpoczął się mszą św. odprawioną w katedrze obrządku rzymsko-katolickiego, po czym uczestnicy Zjazdu długim pochodem udali się na cmentarz Obrońców Lwowa, gdzie Prezydium Zjazdu złożyło wieniec. Na-

stępnie odbyło się inauguracyjne zebranie w przepięknie urządzonym sali Teatru Wielkiego. Zjazd zagał prezes N.O.I., wice-minister Bobkowski, zapraszając na przewodniczącego zjazdu obecnego rektora politechniki lwowskiej, inż. Joszta. Przemówienia powitalne wygłosili: wice-minister Rose w imieniu Rządu, wice-minister Piasecki w imieniu Ministerstwa Komunikacji, gen. Litwinowicz imieniem Ministerstwa Spraw Wojskowych, dyr. Stawiski imieniem Ministerstwa Spraw Wewnętrznych. Przemawiali następnie wojewoda Biłyk, prezydent Ostrowski, prof. Ponikowski imieniem Politechniki Warszawskiej, prof. Krupkowski imieniem Akademii Górniczej w Krakowie, prof. Stella Sawicki imieniem Krakowskiego Towarzystwa Technicznego, inż. Kolbuszowski imieniem Izby Inżynierskiej, po czym odczytano szereg telegramów i listów, wreszcie wygłosili referaty prof. Sochacki o „roli i znaczeniu Polskiego Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie”, oraz inż. Konrad Jagoszewski—o zagadnieniu planowania gospodarczego. Następnie Kongres podzielił się na sekcje następujące:

1) Sekcja planowania gospodarczego: przewodniczący dyr. inż. Stefan Dażwański.

2) Sekcja podstawowych urządzeń gospodarczych: (inż. Gajkiewicz).

3) Sekcja osiedli i budownictwa: (pułk. inż. Toruń)

4) Sekcja podstawowych surowców i tworzyw: (inż. Górkiewicz).

5) Sekcja przemysłów konstrukcyjno - obróbkowych (prof. Rytel).

6) Sekcja przemysłów chemicznych i pokrewnych: (inż. Milewski).

7) Sekcja przemysłów konsumcyjnych i rolnictwa: (prof. Bratkowski).

8) Sekcja zagadnień różnych: (inż. Kolbuszowski).

Referaty w liczbie około 80 były podane do wiadomości uczestnikom Zjazdu na jakiś czas przed Zjazdem w Księdze Zjazdowej i dla tego dyskusja mogła już odbywać się po wysłuchaniu krótkiego streszczenia, w poszczególnych tylko wypadkach referent przedkładał swoje tezy bez poprzedniego ogłoszenia ich w Księdze Zjazdowej. Łącznie ustalono około 200 tez, które zostały zależnie od uznania Prezydium, w pewnym stopniu uwzględnione przez komisję przewodniczących komisji i uchwalone na ostatnim plenarnym posiedzeniu. Rezolucja sekcji zagadnień ogólnych, t. j. zagadnień ogólnogospodarczych brzmiała, jak następuje:

„Pierwszy polski Kongres inżynierów stwierdza, że naczelnym obowiązkiem całego świata technicznego jest dążenie do dźwignięcia Polski na wyższy poziom gospodarczy, zapewnienia jej istotnej suwerenności gospodarczej oraz najwyższej obronności. Stworzenie warunków dla maksymalnego rozwoju gospodarczego Polski możliwe jest tylko przy pełnym wyzwoleniu sił twórczych społeczeństwa oraz całkowitym wykorzystaniu środków wytwórczych, jakie Polska posiada, t. j. rąk roboczych i dóbr naturalnych. Wprężenie sił roboczych i fachowych oraz wydobycie z siebie niezbędnego wysiłku wymaga zapewnienia światu pracy należytego podziału dochodu społecznego dla zaspokojenia jego słuszych potrzeb materialnych i kulturalnych. Dla realizacji powyższych celów powinien być stworzony państwowy plan gospodarczy uwzględniający oryginalne wartości polskiej gleby etnicznej. Przy opracowaniu tego planu, polski świat inżynierski chętnie weźmie udział, deklarując najczynniejszą współpracę na wszystkich polach techniczno-gospodarczych”.

Z innych uchwał należy przytoczyć żądanie przywrócenia Ministerstwa Robót Publicznych (wzgl. Ministerstwa Gospodarki Technicznej).

Referaty ostateczne i przebieg dyskusji zostaną ogłoszone w II Księdze Zjazdowej, która niebawem ukaże się (przypuszczalnie w styczniu).

Kongres połączony był z 60-letnim jubileuszem lwowskiego Polskiego Towarzystwa Politechnicznego, tak bar-



dzo zasłużonego w dziedzinie prac itechnicznych. Odbył się zaś w trakcie Targów Wschodnych, na których w bieżącym roku technika i przemysł były wyjątkowo bogato reprezentowane.

Kongres nie dał wprawdzie syntezy „mobilizacji sił twórczych dla wzmoczenia potęgi państwa”, niemniej zebrał bardzo dużo ciekawych materiałów, które mogą służyć w przyszłych pracach gospodarki technicznej.

Przeważną część referatów było opracowane bardzo źródłowo. Brak było pewnego syntetycznego ich ujęcia, co zresztą ma być dalszym etapem pracy Naczelnej Organizacji Inżynierów.

Należy wyrazić nadzieję, że przy opracowywaniu materiałów Kongresowych do druku dezynkrat światła inżynierskiego, dążące do naprawy gruntownej naszych stosunków ekonomicznych, nie pozostaną ukryte we mgłę ogólnikowych uchwał.

### Jaka praca jest najniebezpieczniejsza ?

Zebrał dokładnych danych statystycznych, odnoszących się do różnorodnych zawodów i przyczyn wypadków daje cenne wskazówki co do opracowania ogólnych i zasadniczych metod postępowania przy tworzeniu przepisów z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy.

Przyjmując następujący podział przyczyn wypadków: transport i ładowanie, rusztowania, upadki i spadnięcia przedmiotów, silniki i maszyny, narzędzia ręczne, eksplozje, wybuchy, poparzenia i otrucia, stwierdzamy, że najbardziej zagrożonym odcinkiem prawie we wszystkich gałęziach zatrudnienia jest transport (średn. 22,95% ogółu wypadków), przy czym największą ilość wypadków tej kategorii przypada na ładowanie, podnoszenie i dźwiganie ciężarów; drugie miejsce zajmują rusztowania i upadki (20,91%), w tym na załamanie się rusztowań i spadnięcie przedmiotów przypada (12,10%); wypadki przy silnikach i maszynach zajmują trzecie miejsce (14,71%), w tym największa liczba wypadków przypada na obrabiarki metalu i maszyny włókiennicze, wypadki z narzędziami ręcznymi zajmują czwarte miejsce (10,65%), wreszcie eksplozje, a w szczególności wypadki z materiałami zapalnymi, trującymi, gorącymi i żrącymi (5,68%).

Analizując częstotliwość tych wypadków według gałęzi przemysłu stwierdzamy, że wypadków z transportem przypada najwięcej na rolnictwo, drugie miejsce po nim zajmuje górnictwo, dalej idzie przemysł mineralny, hutnictwo, przemysł metalowy.

Wypadków na rusztowaniach oraz upadków najczęściej zdarza się w przemyśle budowlanym, drugie miejsce po nim zajmuje górnictwo, trzecie rolnictwo, czwarte zakłady użyteczności publicznej. W wypadkach z silnikami i maszynami pierwsze miejsce zajmuje przemysł włókienniczy, drugie przemysł drzewny. (Kom. Inf. Inst. Spraw Społ.).

## Bibliografia

*Konstrukcje z rur stalowych*, format A4, objętość 20 str., 25 fot. Nakład Poradni Stosowania Żelaza (Katowice, Lompy 14).

Broszura ta ma na celu zaznajomienie szerokiego ogółu fachowców z nowymi możliwościami użycia rur stalowych w budownictwie. Bogaty materiał ilustracyjny zawiera przykłady stosowania rur stalowych jako elementów różnych budowli w konstrukcjach wykonanych ostatnio w Polsce, Anglii, Francji, Włoszech i Niemczech, w dziedzinach takich, jak: budownictwo nadziemne, budowa wież i masztów, rusztowania budowlane, trybuny widowiskowe i sportowe itp. Na bliższą uwagę zasługują opisy i ilustracje rusztowań i trybun robialnych z rur stalowych, będące przykładem celowego stosowania rur w nieznanym w Polsce i zupełnie nowych dziedzinach budownictwa. Przy opisywaniu tych konstrukcji zwrócono uwagę na znaczenie spawania, które umożliwiło rozwój konstrukcji rurowych.

Wydawnictwo to, przy nader estetycznej szacie zewnętrznej, odznacza się dobrym układem i przejrzystością treści.

## Przegląd prasy zagranicznej

**Spawanie acetylenowe „w górę” i jego zastosowania** Zeszyt Soudeur-Coupeur za m. luty jest całkowicie poświęcony spawaniu acetylenowemu metodą „w górę”. Zawiera on liczne wyciągi z artykułów, opublikowanych poprzednio przez O. C. A. Soudeur-Coupeur, luty 1937 r.

**Porównanie spawania acetylenowego metodą „w górę” z metodą „w prawo”**, Autor artykułu p. Michaud sprawdził doświadczalnie korzyści spawania metodą „w górę” w porównaniu z dawniejszymi metodami „w lewo” lub „w prawo”. Podaje się wyniki pierwszych doświadczeń, wykonanych w celu określenia straty składników specjalnych, rozkładu odkształceń i naprężeń, oraz wpływu zmiany krystalizacji. Soudeur-Coupeur, luty 1937 r.

**Spawanie w konstrukcjach lotniczych**. Szkielet kadłuba pocigowego samolotu Heinkel „He-51” jest dźwigarem o przekroju prostokątnym, wykonanym z rur ze stali chromo-molibdenowej spojonej za pomocą palnika acetylenowego. Podstawa silnika jest też wykonana ze spawanych rur stalowych. Kadłub samolotu bombardowego Caproni „Ca 135” wykonano również z chromo-molibdenowych rur stalowych spojonych palnikiem. Les Ailes luty 1937 r.

**Doświadczenia nad spawaniem cynku, blach cynkowych i blach pokrytych ołowiem**. Sprawozdanie z doświadczeń nad spawaniem blach cynkowych o grub. 0,7—1 i 3 mm. Opisuje się sposób postępowania, wymagający przeważnie stosowania pasty redukującej, skład której nie jest podany. Przytacza się czas wykonania, zużycie gazów i spoiw, oraz wyniki badań mechanicznych. Autogene Metallbearbeitung, 1 luty 1937 r.

**Przyczynki do badania problemu spawania cienkich blach**. Autor artykułu wylicza klasyczne środki stosowane przeciwko odkształceniom cienkich blach podczas spawania. Dobre wyniki otrzymuje się, zanurzając przedmioty do wody. Autor proponuje jednak stosowanie palnika, posiadającego 2 boczne dysze, za pomocą których blachy w pobliżu spoiny są chłodzone strumieniem zimnej wody. Autogene Metallbearbeitung, 1 luty 1937 r.

**Cięcie za pomocą tlenu kotłowych blach M2 o grub. 20 mm**. Na podstawie licznych prób na rozzerwanie i gięcie, jak również prób metalograficznych można wnioskować, że blachy M2 mogą być rozcinane za pomocą palnika bez zmian ich własności mechanicznych. Blachy są o następującym składzie: C=0,18; Mn=0,47; Si=0,10; Cu=0,10; S=0,018; P=0,023. Autogene Metallbearbeitung, 15 luty 1937 r.

**Hartowanie ręczne za pomocą palnika acetylenowego**. Artykuł zawiera wskazówki co do stosowania palnika acetylenowego przy ręcznym hartowaniu przedmiotów ze stali eutektoidalnej (C=0,9; Mn=0,1—0,3; Si=0,15—0,25); opisane postępowanie zmniejsza koszt własny hartowania o 2/3. Autogene Metallbearbeitung, 15 luty 1937 r.

**Napawanie krzyżownic i końców szyn**. Badzo szczegółowe dane, dotyczące napawania szyn za pomocą palnika acetylenowego. Autor podaje liczne wskazówki co do przygotowania przedmiotów i sposobów zastępowania w ważniejszych wypadkach, które mogą zdarzyć się w praktyce. Autogene Metallbearbeitung, 15 marzec 1937 r.

**O spawalności bronzów aluminiowych**. Autor wskazuje na niezadowalające wyniki jego początkowych prac nad spawalnością bronzów aluminiowych przy stosowaniu palnika lub łuku elektrycznego. Najważniejszą wadą jest przenikanie do spoin tlenków w rozmaitych postaciach. Elektroschweissung, luty 1937 r.

**Wpływ naprężeń wewnętrznych pochodzenia termicznego na wytrzymałość na zmęczenie**. Naprężenia wewnętrzne, powstałe wskutek częściowego nagrzewania lub stygnięcia, wpływają w zależności od poszczególnych wypadków na wytrzymałość na zmęczenie w sposób dodatni lub ujemny. Udowadnia się, że w praktyce można zaradzić ujemnym wpływom przez odpowiednią obróbkę termiczną. V. D. I. 27 luty 1937 r.



# ZNIŻKA

# 60%

Cena 3 zł.

„Album spawanych konstrukcyj Gmachu P. K. O. w Warszawie” – to nie zwykła publikacja pamiątkowa – to podręcznik zawierający szereg ciekawych rozwiązań

**najróżnorodniejszych konstrukcyj budowlanych spawanych**

oraz pracę prof. Bryły, bogato ilustrowaną o **projektowaniu i obliczaniu konstrukcyj**

Aby uprzystępnici kształcącej się młodzieży nabywanie tego podręcznika. obniżyliśmy cenę ze zł. 7,50 na zł. 3.–

Stow. dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali,  
Warszawa, Zgoda 10, tel. 5.60-47.

## SPRAWOZDANIE z XII Międzyn. Kongresu Spawania

w Londynie 1936 r.

6 tomów

74 referatów

1566 stron

Cena  
zł. 71

Do obejrzenia w Stowarzyszeniu

*Dr. Alfred Szner:* **Podręcznik Spawania i Cięcia Metali przy pomocy płomienia acetylenowo-tlenowego.** Tom I. Materiały i Urządzenia 334 str. 152 rys., 2 tabl. Cena 2 zł. 25 gr.

*Dr. Alfred Szner i inż. Zygmunt Dobrowolski:* **Podręcznik Spawania i Cięcia Metali.** Tom II. Technika Spawania. 273 str. 163 rys. Cena 2 zł. 25 gr.

Tom III. Zeszyt I. Zastosowania. Spawanie w kolarstwie, ogrzewnictwie i kanalizacji. 241 stron 175 rys. Cena 2 zł. 25 gr.

**Uwaga:** Cena za 2 tomy – 4.–  
za 3 tomy – 5.50

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

*Inż. Zygmunt Dobrowolski:* **Cięcie metali zapomocą tlenu.** 196 stron, 139 rys. Cena 1 zł. 50 gr.

*Inż. Zygmunt Dobrowolski:* **Spawanie w ogrzewnictwie.** 38 stron, 74 rys. Cena 1 zł.

*Inż. Bolesław Szupp:* **Naprawa dzwonów kościelnych zapomocą spawania** (Spaw. i C. M. Nr. 12, 1936) Cena 1 zł.

*Inż. J. Zubko:* **Elektryczne zgrzewanie oporowe.** Cena 75 gr.

*Inż. Leon Dreher.* **Wiadomości podstawowe z dziedziny metalografii żelaza i stali.** Cena 1 zł.

**Kurs spawania i cięcia metali w pytaniach i odpowiedziach.** Wydanie II. 48 str. Cena 1 zł.

**Lutospawanie** – najnowsza metoda łączenia metali zapomocą płomienia acetylenowego (Spawanie i Cięcie Metali Nr. 1 i 2, 1936). Cena 1 zł. 50 gr.

**Przepisy urzędowe dotyczące spawania acetylenowego,** wraz z objaśnieniami (Spaw. i C. M. Nr. 9 i 12, 1934 i Nr. 8 i 12, 1935). Cena 2 zł. 50 gr.

**Projekt norm oznaczania spoin na rysunkach technicznych** (Spaw. i C. M. Nr. 2, 1937). Cena 1 zł. 25 gr.

## WYDAWNICTWA

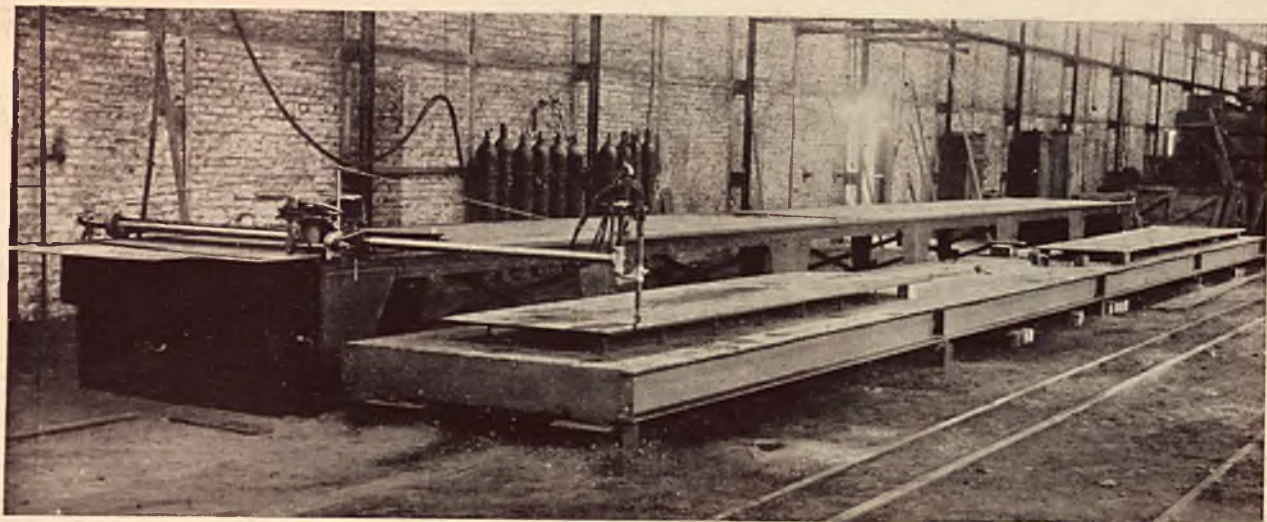
**STOWARZYSZENIA DLA ROZWOJU  
SPAWANIA I CIĘCIA METALI W POLSCE**

## STAŁE POPOŁUDNIOWE KURSY SPAWANIA I CIĘCIA METALI

Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali

Adres kursu	Zgłoszenia należy kierować p. a.
<b>Warszawa,</b> Grochowska 301 (fabryka Perun)	Stow. dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali, Warszawa, Zgoda 10
<b>Katowice,</b> Zamkowa 20 (Huta Marta)	Stow. dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali, Katowice, Zamkowa 20
<b>Lwów,</b> Bourlarda 5 (Instytut Przemysłowy)	Kierownictwo kursów spawania i cięcia metali, Sp. Akc. „Perun” Lwów, Pełczyńska 32
<b>Bydgoszcz,</b> Puławska 18 (fabryka Perun)	Kierownictwo kursów spawania i cięcia metali, Sp. Akc. „Perun” Bydgoszcz, Gdańska 34
<b>Poznań,</b> Bergera 5 Wyższa Szkoła Budowy Maszyn	Poznańskie Towarzystwo Kursów Technicznych, Poznań, Bergera 5
<b>Łódź,</b> Żeromskiego 115 Państwowa Szkoła Włókiennicza w Łodzi	Łódzkie Towarzystwo Kursów Technicznych, Łódź, Żeromskiego 115





# O X Y T O M

maszyna do cięcia tlenem wyrobu krajowego

o d d a j e

**NIEOCENIONE USŁUGI  
W KAŻDYM WARSZTACIE  
M E C H A N I C Z N Y M**

Napęd elektryczny

Posuw samoczynny

Prowadzenie elektromagnetyczne po szablonie  
lub ręczne wg rysunku

Umocowanie elektromagnetyczne szablonów na stole

Max. grubość cięcia 600 mm

Długość cięcia nieograniczona

Dokładność obróbki do 0,5 mm

Idealnie gładka powierzchnia przekroju

**POKAZY NA ŻĄDANIE**

