

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Most na rzece Słudwi pod Łowiczem, nap. Dr. Stefan Bryła, Profesor Politechniki Lwowskiej.
 Wytrzymałość łańcuchów spawanych ręcznie i próba ich ulepszenia drogą obróbki termicznej, nap. Inż. K. Kornfeld.
 Syntetyczne metody kalkulacji wstępnej w budowie maszyn i ich zależność od czynników konstrukcyjnych, nap. Inż. Dr. W. Aulich.
 Przegląd pism technicznych.
 Sprawozdania i Prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

SOMMAIRE:

Pont en treillis entièrement soudé sur la rivière Słudwia (Pologne), par M. St. Bryła, Dr., Professeur à l'Ecole Polytechnique de Lwów.
 Résistance des chaînes soudées à la main et leur amélioration au moyen des procédés thermiques (à suivre), par M. K. Kornfeld, Ingénieur des mines.
 Methodes syntetiques de la calculation, du prix de revient dans la production mécanique et leur dépendance de la construction, par M. W. Aulich, Dr., Ingénieur mécanicien.
 Revue documentaire.
 Bulletin du Comité Polonais de l'Energie.

Most na rzece Słudwi pod Łowiczem. (Pierwszy most spawany elektrycznie w Europie).

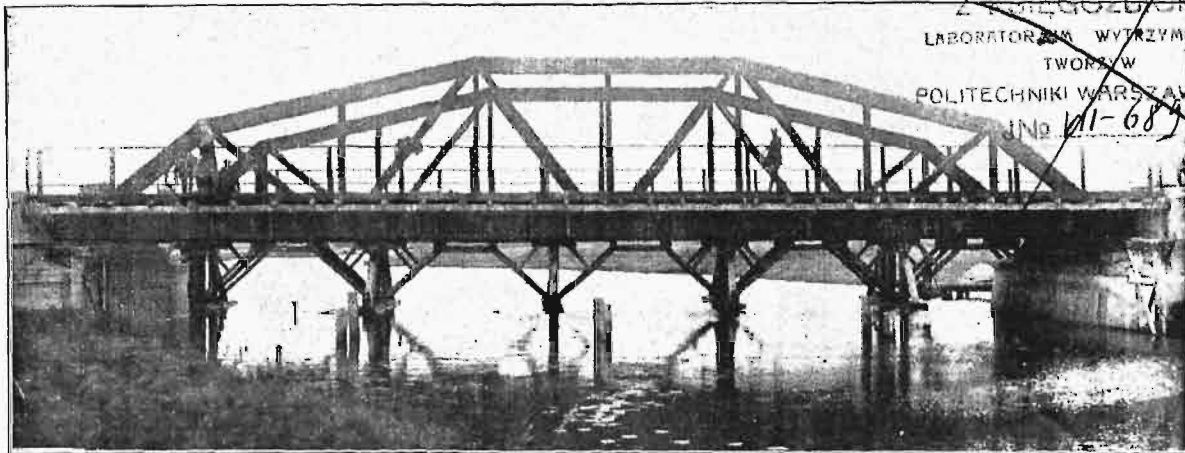
Napisał Stefan Bryła.

W grudniu 1928 ukończono montaż mostu pod Łowiczem, który jest pierwszym mostem spawanym w Europie, a pierwszym spawanym mostem drogowym na świecie. Prawie wszędzie inicjatywa prywatna wprowadza nowe metody konstrukcji, a instytucje oficjalne i państwowe przyjmują ją dopiero z wolna i po długim czasie. Na chlubę polskiego Ministerstwa Robót Publicznych można zapisać, że ono właśnie, dzięki ministrowi Moraczewskiemu i dyrektorowi Departamentu Drogowego inż. Nestorowiczowi, wzięło

pięćto mostu w świetle wynosi 26,0 m; rozpiętość teoretyczna 27,0 m. Szerokość mostu, w myśl „Przepisów Ministerstwa Robót Publicznych, dotyczących budowy mostów drogowych” z r. 1925, przyjęto 6,20 m w świetle między belkami, t. j. 6,760 m od osi do osi dźwigarów. Po obu stronach mostu są chodniki o szerokości 1,50 m każdy.

Założenia obliczeniowe.

Most został obliczony w myśl tych samych przepisów, jako most pierwszej klasy, na obciążenie pasów jezdni o szer. 2,50 m 20-tonnowym walcem



Rys. 1. Widok mostu spawanego na rz. Słudwi pod Łowiczem.

inicjatywę w swoje ręce, zdecydowało się zbudować most spawany i skłoniło w konsekwencji polskie zakłady budowy mostów do pójścia w tym kierunku. Wszystkie połączenia tego mostu są spawane; niema w nich ani jednego nitu.

Most na rzece Słudwi pod Łowiczem jest mostem drogowym pierwszej klasy, znajdującym się na drodze państwowej Warszawa — Poznań. Roz-

drogowym (12 + 8 = 20 t), długości 6 m; przed walcem i za walcem znajduje się obciążenie jednostajne ruchome 500 kg/m². Aby znaleźć obciążenie na całą szerokość mostu, należy obciążenia jednej strefy pomnożyć przez współczynnik szerokości mostu, w danym wypadku przez $\varphi = 1 + 0,2 b$.

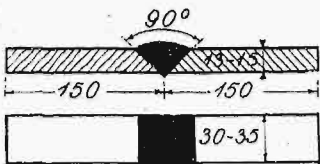
Chodniki obliczono na ciężar jednostajny 500 kg/m².

Siły wewnętrzne w prętach obliczono przy pomocy linii wpływowych, przyjmując najniekorzystniejsze położenie ciężarów.

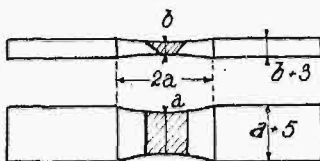
Pręty ściskane obliczono na wyboczenie wzorami Tetmajera - Jasińskiego.

Materiał mostu.

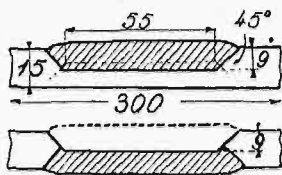
Most został zbudowany z żelaza zlewne go o wytrzymałości $3700 - 4200 \text{ kg/cm}^2$. Minimalne wydłużenie jednostkowe wynosiło 20%. Napręże-



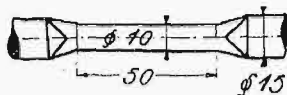
Rys. 2. Przygotowanie próbki na rozrywanie.



Rys. 3. Próbka do rozrywania obrobiona.



Rys. 4. Przygotowanie próbki na wydłużenie.



Rys. 5. Obrobiona próbka na wydłużenie.

nia dopuszczalne przyjęto wedle przepisów Ministerstwa Robót Publ., a zatem w belkach głównych $900 + 3L = 981 \text{ kg/cm}^2$ (L jest rozpiętością teoretyczną mostu), a w pomoście 815 kg/cm^2 .

Spawanie.

Spawanie wykonano przy pomocy łuku elektrycznego, używając elektrod (pałeczek) owiniętych „Arcos”, wyrabianych przez firmę Soudure Electrique Autogène rodzaju Tensilend. Ponieważ dotychczas nie istniały nigdzie przepisy, dotyczące elektrod i spawania, przeto ustalono je na konferencji autora z dyrekcją tejże firmy. Przepisy te, zatwierdzone następnie przez Ministerstwo Robót Publicznych, są pierwszymi na ziemi przepisami urzędowymi, dotyczącymi wykonania konstrukcji żelaznych przy pomocy spawania elektrycznego. Przytaczam je w skrócie:

Materiał elektrod: Elektrody powinny być wykonane z żelaza zlewne go, o wytrzymałości $3700 - 4200 \text{ kg/cm}^2$, zawierającego przynajmniej 0,1% węgla i 0,25% manganu.

Elektrody powinny być poddane następującym próbom:

Próby na rozrywaniu: Próbki wykonuje się z płaskowników z żelaza zlewne go o wymiarach $30 - 35 \times 13 - 15 \text{ mm}$, o długości 300 mm (rys. 2). Próbka taka ma być połączona w środku na styk czołowy V, a następnie obrobiona wedle rys. 3. Naprężenie rozrywające powinno wynosić co najmniej 80% wytrzymałości materiału konstrukcyjnego, t. j. $0,8 \times 3700 = 2960 \text{ kg/cm}^2$ (Próbki takich należy wykonać 3).

Próby na wydłużenie: Na płaskowniku $300 \times 60 \times 15$, wyciętym na 9 mm wedle rys 4,

nakłada się materiał elektrody przy pomocy łuku elektrycznego warstwami, aż uzyska się kształt według rys. 5. Następnie odwraca się próbkę, ścina się z drugiej strony również na 9 mm , a wycięcie wypełnia znowu elektrodą. Próbkę tak wykonaną rozcina się na trzy części, z których robi się próbki, zawierające na długości ok. 60 mm wyłącznie materiał elektrody. Próbki te, obtoczone do $\phi 10 \text{ mm}$, mierzy się następnie na wydłużenie na długości środkowej, wynoszącej 50 mm . Wydłużenie powinno być co najmniej 15% (3 próbki).

Próby na zginanie: Płaskowniki $120 \times 70 \times 15 - 17 \text{ mm}$ wypełnia się w środku materiałem elektrody na V, poczem obrabia się je tak, aby w środkowej części uzyskać naroża zaokrąglone promieniem 8 mm (rys. 6). Następnie wygina się je na trzpieniu okrągłym o średnicy równej potrójnej grubości płaskownika. Powinny one dać się zgiąć do zupełnej równoległości, t. j. do 180° (rys. 7), przyczem nie powinna się ukazać żadna rysa. Spojenie powinno znajdować się podczas zginania osiowo na trzpieniu (3 próbki).

Próby na ścinanie: Próbki wykonuje się z dwóch płaskowników, połączonych blachami węzłowymi przy pomocy szwów $5 \times 5 \text{ mm}$, $10 \times 10 \text{ mm}$ i $15 \times 15 \text{ mm}$ o długości 5 cm (rys. 8-a). Przekrój płaskowników powinien być taki, ażeby z zupełną pewnością wytrzymał siłę S:

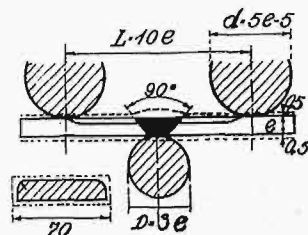
Wymiar szwu $t = 5 \text{ mm}$	$S = 12 \text{ t}$	$W_s = 1000 \text{ kg/cm b.}$
$t = 10 \text{ „}$	$S = 20 \text{ „}$	$W_s = 1800 \text{ „}$
$t = 15 \text{ „}$	$S = 28 \text{ „}$	$W_s = 2400 \text{ „}$

Minimalna wytrzymałość szwów na ścinanie powinna wynosić $W_s \text{ kg/cm b.}$ ($3 \times 3 = 9$ próbek).

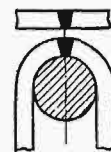
Próby na ścinanie spójień otworowych: Próbki wykonane według rys. 8-b powinny unieść naprężenie, ścinające z powodu siły S, którą należy wziąć wedle nast. tablicy:

$g = 8 \text{ mm}$	$d = 8 \text{ mm}$	$S = 1000 \text{ kg}$	$S_s = 750 \text{ kg}$
$g = 10 \text{ „}$	$d = 10 \text{ „}$	$S = 1400 \text{ „}$	$S_s = 1100 \text{ „}$
$g = 12 \text{ „}$	$d = 12 \text{ „}$	$S = 2000 \text{ „}$	$S_s = 2000 \text{ „}$
$g = 15 \text{ „}$	$d = 14 \text{ „}$	$S = 3000 \text{ „}$	$S_s = 2500 \text{ „}$

W powyższej tablicy g jest grubością próbek, d średnicą otworu w płaszczyźnie zetknięcia z bla-



Rys. 6. Próbka na zginanie.



Rys. 7. Próbka zgięta.

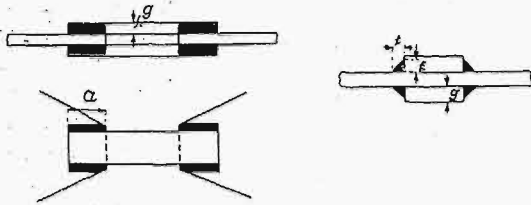
chą, S minimalną siłą, jaką wytrzymać powinien przekrój, zaś S_s — minimalną wytrzymałością spójnia w otworze.

Próby spawaczy: Każdy spawacz, zatrudniony przy budowie mostu, powinien wykonać trzy próbki na zginanie i 3 próbki na ścinanie i otrzymać przy tem dobre wyniki.

Obliczenie spawań.

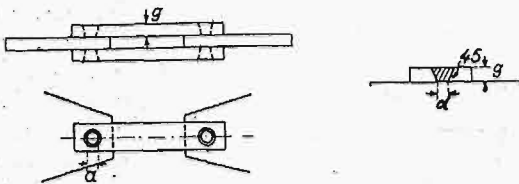
Przy spojeniu czołowym przyjęto naprężenie dopuszczalne, wynoszące 700 kg/cm^2 .

Przy obliczaniu szwów ścinanych, uwzględniono naprężenia dopuszczalne według wzoru,



Rys. 8-a. Próbką na ścinanie.

podanego w artykule: Spawanie elektryczne żelaza w budownictwie i mostownictwie (Przeгляд Techniczny, 1927). Wzór ten uzależnia wytrzymałość



Rys. 8-b. Próbką na ścinanie spoin otworowych.

szwów na ścinanie na 1 cm^2 wedle linii prostej od grubości szwu. Na 1 cm bież. otrzymuje się wtedy naprężenie dopuszczalne wyrażone wzorem

$$K_c = (K_o - ut)t \text{ kg/cm b.}$$

We wzorze tym t oznacza szerokość szwu, mierzoną w płaszczyźnie styku (zatem po przyprostokątnej).

W danym wypadku przyjęto: $K_c = 640$, $u = 80$, a więc $K_c = (640 - 80 t) \text{ kg/cm b.}$

We wzorze tym t należy liczyć w cm , np. dla

szwu $6 \times 6 \text{ mm}$ otrzymuje się $K_c = (640 - 80 \cdot 0,6) = 355 \text{ kg/cm b.}$

Jako przykład obliczenia, weźmiemy spojenie dolne przekątni 1 — 2:

Siła wewnątrz przekątni wynosi $D = 56500 \text{ kg}$. Przekrój przekątni składa się z dwu ceowników N. P. 20. Przyjmując szwy trójkątne proste $6 \times 6 \text{ mm}$, otrzymujemy na jeden ceownik sumaryczną długość szwu:

$$A = \frac{1}{2} \times \frac{56500}{355} = 83 \text{ cm.}$$

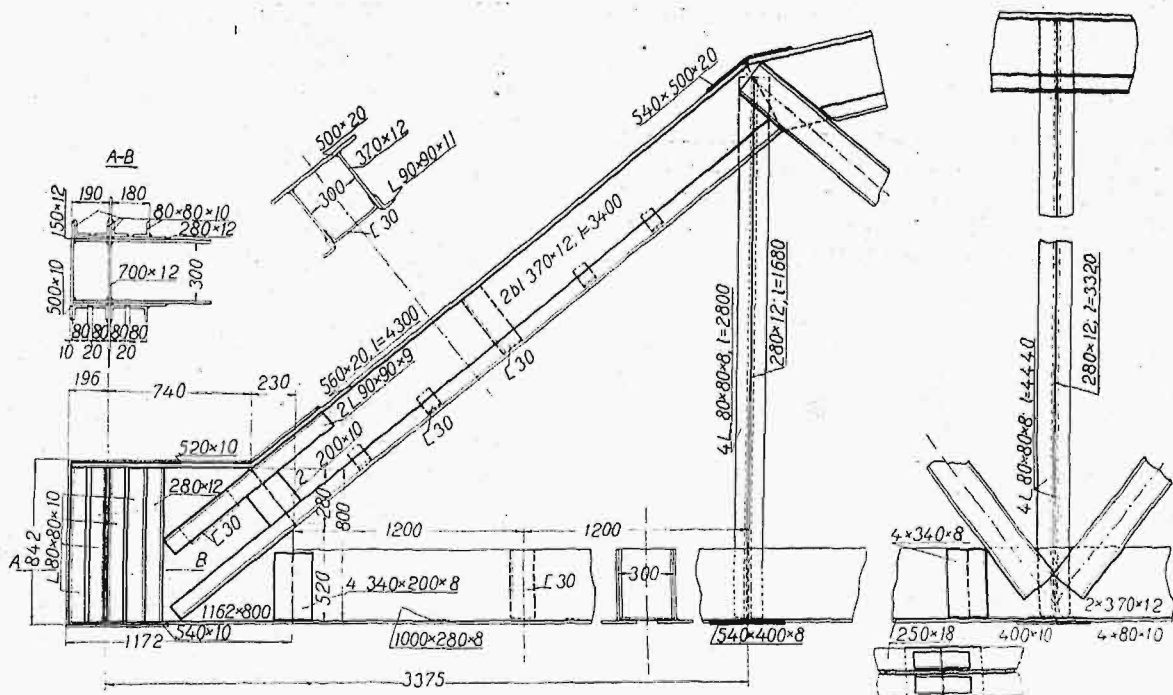
W danym wypadku przyjęto 104 cm ; wtedy naprężenie na ścinanie wynosi $\frac{28250}{104} = 270 \text{ kg/cm b.}$

Konstrukcja mostu.

Belki główne mostu są belkami kratowymi o pasie dolnym prostym, a górnym łamanym (rys. 9 i 10), o rozpiętości teoretycznej $L = 27 \text{ m}$, a wysokości teoretycznej w środku $h = 4,30 \text{ m}$; zatem $h:L = 430:2700 = 1:6,28$. Odległość węzłów dolnych, a tem samą długość podłużnic, wynosi $3,375 \text{ m}$.

Przekroje przyjęte składają się z blach, kątowników i ceowników. Oba pasy są dwuteowe i składają się prawie wyłącznie z blach. Odstęp ścianek jest 300 mm w świetle, wysokość ich wynosi 370 mm , grubość 12 mm . Wysokość ta jest stosunkowo znaczna; przyjęto ją dlatego, aby uniknąć blach węzłowych. Pas górny ma jedną blachę poziomą o wielkości zmiennej od 500×20 aż do $560 \times 20 \text{ mm}$, w pasie dolnym są dwie blachy poziome od 100×12 do $250 \times 18 \text{ mm}$; pomiędzy nimi pozostawiono wolną przestrzeń dla ułatwienia odpływu wody. Zrazu projektowano blachy poziome złożone z dwu do trzech blach 10 mm , ale w wykonaniu przyjęto jedną blachę o grubości dochodzącej do 29 mm , dla ułatwienia konstrukcji.

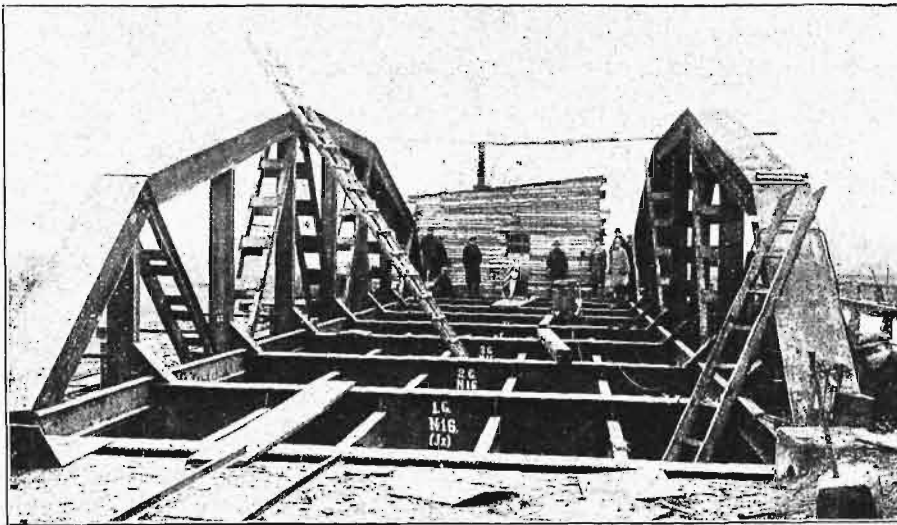
Pas górny wzmocniony jest 2-ma kątownikami $90 \times 90 \times 11 \text{ mm}$. Na całej długości pasa zastosowano



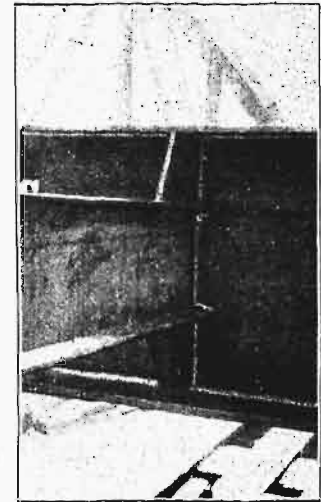
Rys. 9. Ustrój węzłów mostu spawanego.

tylko w takich wypadkach, jakie zachodzą np. przy obliczaniu mostów na podstawie przepisów M. R. P., gdy na moście znajduje się jeden lub dwa cięż-

zowieckim. Ponieważ była to pierwsza wielka konstrukcja spawana, wykonana przez te zakłady, przeto firma Soudure Electrique Autogène (z Bru-



Rys. 13. Budowa pomostu.

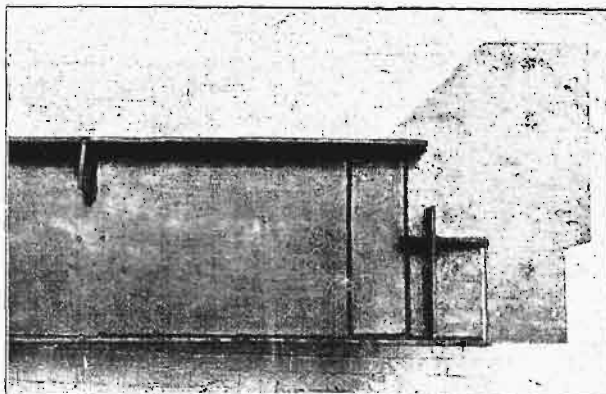


Rys. 14. Przymocowanie poprzecznic do poprzecznic pomostu.

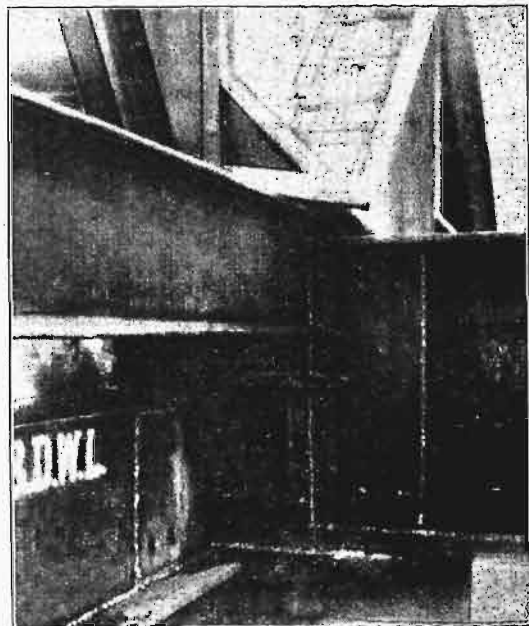
żary skupione, bardzo wielkie w porównaniu z innymi ciężarami. Przy mostach kolejowych, żadnej oszczędności nie da się przez to uzyskać.

Wszystkie styki blach są wykonane na spojenie bezpośrednie na X, ponieważ jednak w obliczeniu przyjęto, że styk bezpośredni przenosi co najwyżej 0,75 siły przenoszonej przez materiał konstrukcyjny części zetkniętych*), przeto dodano jeszcze przykładki dodatkowe, złączone na miejscu budowy. Forma tych blach prostokątna, podobnie jak w mostach nitowanych, nie okazała się specjalnie ko-

kseli) przysłała swoich spawaczy, celem wyszkolenia spawaczy firmy krajowej i wykonania spawania w warsztacie, a następnie na budowie.



Rys. 15. Końcowa część podłużnicy.



Rys. 16. Szczegół konstrukcji spawanej.

rzystną; lepiej będzie używać przykładek przekątnych, ażeby uzyskać lepszą jakość szwów.

Tężniki poziome, wykonane są z kątowników $70 \times 70 \times 7$ mm, połączonych blachami węzłowymi poziomymi, które utwierdzone są do pasa dolnego, poprzecznic i belek głównych.

Montaż.

Poszczególne części konstrukcji przygotowano w zakładach S. A. K. Rudzki i S-ka w Mińsku Ma-

Części spawane w warsztacie miały długości do mniej więcej 7 m. Aby utrzymać poszczególne blachy i kształtowniki na miejscu podczas spawania i uniemożliwić przesuwanie poprzeczne, jakie występuje przy spawaniu długich części konstrukcyjnych, zastosowano specjalne uchwyty, które ustalały wzajemne położenie poszczególnych części. Umieszczano je w odstępach ok. 1 m od siebie.

Uchwyty te wykonane są z blach, ceowników i prętów okrągłych o średnicy 20 mm i tworzą rodzaj strzemionek, usztywnionych poprzecznie. Dla pasa dolnego strzemię takie ma kształt trójkąta.

*) Por. artykuł autora: Obliczenie pomostu współpracującego. Przegl. Techn., 1929, str. 542 — 549.

tego też otwory montażowe zostały umieszczone możliwie blisko węzłów.

Po wykonaniu spawania, wypełniono otwory elektrodą dla lepszego wyglądu i zabezpieczenia od rdzewienia.

Prąd elektryczny został wytworzony przez lokomobilę i zastosowany do spawania przy pomocy transformatorów jednofazowych „Arcos”. Miał on ok. 180 A natężenia i 20 V napięcia. Cały czas trwania spawania wyniósł 1 100 godzin w warsztacie i 900 godzin na budowie. Na sumę tę złożyła się praca trzech spawaczy.

Pomost wykonany jest z żelbetu.

Kierownictwo robót w warsztacie firmy K. Rudzki w Mińsku Mazowieckim było w rękach pp. Dolińskiego i Jasińskiego, kierownictwo na budowie p Skwierczyńskiego.

Ciążar ogólny konstrukcji spawanej wyniósł 59 tonn, podczas gdy przewidywany ciężar kon-

strukcji nitowanej wyniósł 70 tonn. Na ciężarze konstrukcji żelaznej zaoszczędzono zatem 17%. Oszczędność w cenie nie była jednak taka sama: cena 1 kg konstrukcji spawanej była wyższa niż 1 kg konstrukcji nitowanej. Spowodowane to zostało brakiem odpowiednich instalacji, które trzeba było dopiero sprowadzać i ustawiać. W każdym razie most spawany kosztował nieco mniej, aniżeli analogiczny most nitowany.

W miarę zaopatrywania naszych fabryk w instalacje do spawania, stosunek zmieniać się będzie coraz bardziej na korzyść konstrukcji spawanych, co się zaznacza wszędzie, gdzie tylko fabryki konstrukcji żelaznych nie chcą uporczywie tkwić przy starych metodach pracy. Przełamanie rutyny, przełamanie dotychczasowych zasad i wypróbowanych metod pracy nie jest oczywiście rzeczą łatwą, nie mniej iść musimy naprzód, chociażby pierwsze kroki były trudne, a nawet nie od razu doskonałe.

Wytrzymałość łańcuchów spawanych ręcznie i próba ich ulepszania drogą obróbki termicznej*).

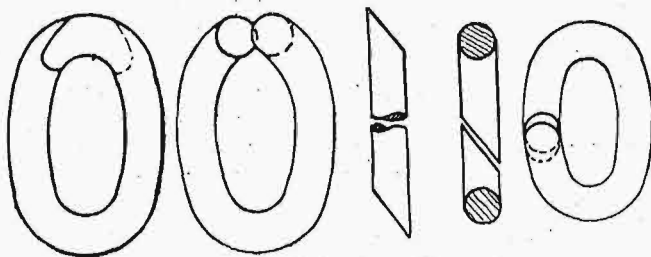
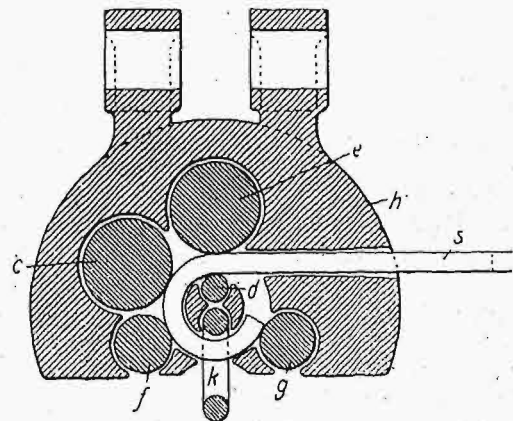
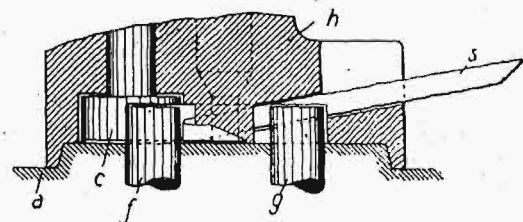
Napisał Inż. K. Kornfeld.

I. Wyrób łańcuchów spawanych.

W dziedzinie łańcuchów spawanych znajdujemy w użyciu dwa ich rodzaje (pomijając wielkości ogniów i ich kształt). Stosuje się mianowicie łańcuchy spawane przez kucie na gorąco i elektrycznie (oporowo).

Sposób spawania łańcuchów przez kucie jest znany już od starożytności. Był to jedyny sposób stosowany do końca ubiegłego stulecia. Do celów specjalnych zaczęto wtedy stosować łańcuchy walcowane lub wytłaczane sposobami Oury, Klattego i Maisona oraz odlewane ze stali. W pierwszych latach bieżącego stulecia opracowano sposoby mechanicznego wyrobu łańcuchów spawanych ognio-

Idąc w porządku historycznym, zajmiemy się wyrobem łańcuchów spawanych, zaczynając od



Rys. 1-a

Rys. 1-b

Rys. 2.

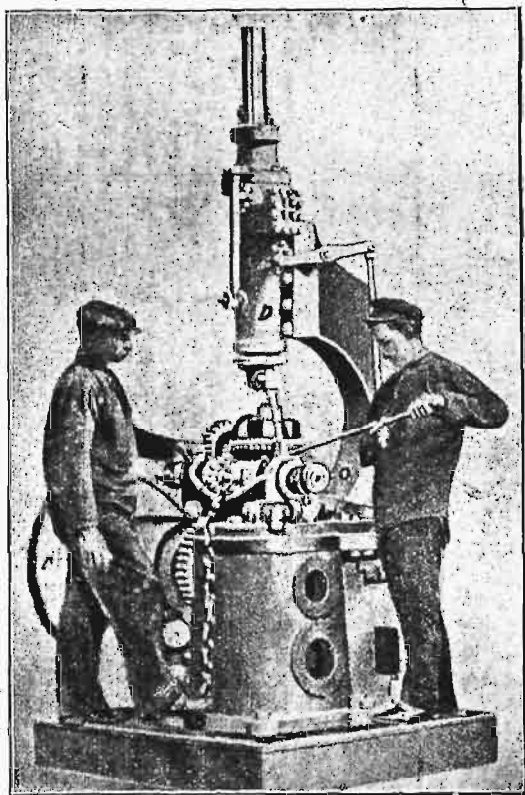
Rys. 3.

wo, lub spawanych elektrycznie, tańszych od walcowanych.

zgrzewanych. Łańcuchy te możemy otrzymać bez ograniczenia średnicy użytego do wyrobu drutu lub żelaza okrągłego. Ogniwa o średnicy materiału mniejszej od 18 mm spawa się na główce, to znaczy w punkcie końcowym dużej osi elipsy, jaką jest

*) Referat wygłoszony na III-m Zjeździe Inż. Mechaników Polskich w Warszawie w marcu r. b.

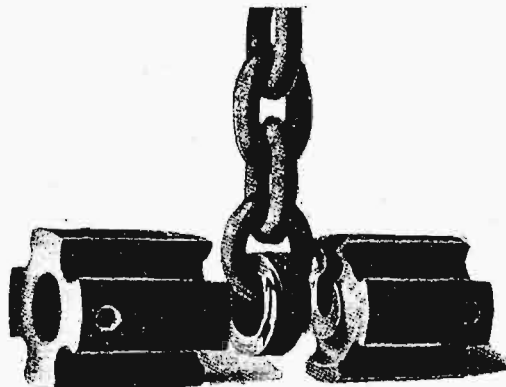
w przybliżeniu ogniwo, ogniwa grubsze łączy się z boku, to jest w punkcie końcowym małej osi. Jako tworzywa, używa się stali zlewnej, lub rzadko już dzisiaj żelaza zgrzewanego o wytrzymałości na rozciąganie $36 - 40 \text{ kg/mm}^2$ i wydłużeniu $22 - 18\%$ ¹⁾, w postaci prętów okrągłych o odpowiedniej średnicy. Druk łańcuchowy tnie się na kawałki, odpowiadające co do długości obwodowi ogniwa, przyczem pręty o małych średnicach obcina się tak, by płaszczyzny przekroju były prostopadłe do osi pręta, pręty większej średnicy obcina się w płaszczyźnie pochylonej pod kątem 60° do osi pręta. Przygotowane w ten sposób pręty zagina się na kowadło w kształt litery U, i to cienkie na zimno, grubsze (często od 10 mm średnicy wzwyż) na gorąco.



Rys. 4.

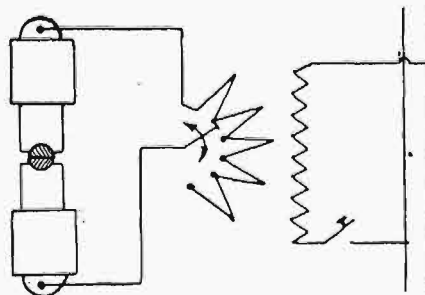
Pręty obcięte prostopadłe do osi sklepuje się na gorąco i zagina końce tak, by zamykały ogniwo, dając wszędzie mniej - więcej równy przekrój. Sposób ten ma na celu zapewnienie lepszego spojenia przez stykanie się spawanych końców na większej powierzchni (rys. 1). Grubsze pręty zgina się tak, że płaszczyzny skośne końców nakrywają się, nie stykając się jednak dokładnie (rys. 2). Często i tu końce ścięte sklepuje się nieco, by zwiększyć powierzchnię spawania. Tak przygotowane ogniwo grzeje się do białego żaru bądź w piecu gazowym, bądź też w ognisku kowalskim na węglu drzewnym lub koksie, przyczem końce często zanurza się w

proszku do spawania, to znaczy w topniku, mającym rozpuścić w sobie powstające tlenki żelaza²⁾. Topniki te tworzą z tlenkami dające się łatwo usunąć przy kuciu niskotopliwe krzemiany lub borany żelaza. Kucie rozgrzanego do białości miękkiego żelaza powoduje spawanie, a jednocześnie usuwa



Rys. 5.

płynne lub ciastowate żuźle poza obręb szwu. Dokładny wymiar łańcucha uzyskujemy spawając przez kucie w formie, lub przez tak zwane kalibrowanie w tłoczydło, które może również nastąpić po spojeniu, kiedy ogniwo jest jednak jeszcze dość gorące, by móc je kuć. Powstały w formie (tłoczydło) wąs usuwa się i wygładza się pozostający po nim ślad.



Rys. 6.

Nie każdy jednak materiał daje się dobrze spawać. Schimpke³⁾ poleca na wyroby spawane ręcznie materiał o zawartości węgla nie ponad $0,3\%$; $0,6$ do $0,8\%$ Mn, poniżej $0,01\%$ Si, poniżej $0,053\%$ P oraz do $0,04\%$ S. Schweissguth⁴⁾ podaje, że mangan do $0,9\%$ pomaga przy spawaniu. Materiał polecany przez Schimpkego posiada wytrzymałość na rozciąganie od $34 - 45 \text{ kg/mm}^2$. Hahn⁵⁾, badając spawalność, doszedł do wniosku, że przy wpływie poszczególnych tylko składników na miękkie żelazo nie szkodzą następujące wielkości domieszek: arsenu do $0,1\%$, miedzi do $0,91\%$, manganu do $3,4\%$, glinu do $1,45\%$, krzemu do $0,3\%$. Za-

¹⁾ Według: Bach, Maschinenelemente. Lipsk 1924; Krause, Maschinenelemente. Berlin 1923; Bethmann, Hebezeuge. Berlin 1922; Krell, Entwerfen im Kraubau. Berlin 1925. Według norm rządu amerykańskiego dla kotwic: $R = 33 - 35 \text{ kg/mm}^2$, $P \geq 0,5 R$, a $A = 24 - 26\%$ (I. r. Tr. Rev. 1917, str. 146).

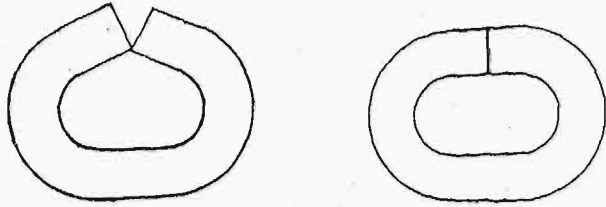
²⁾ Kellerman, Die Schmiedetechnik. Tom. I. Berlin. Buchmann, Hilfsbuch für die Metalltechniker. Berlin 1923. St. u. E. 1915, str. 385.

³⁾ St. u. E. 1915, str. 385.

⁴⁾ Werkstattstechnik 1924.

⁵⁾ St. u. E. 1925, str. 7.

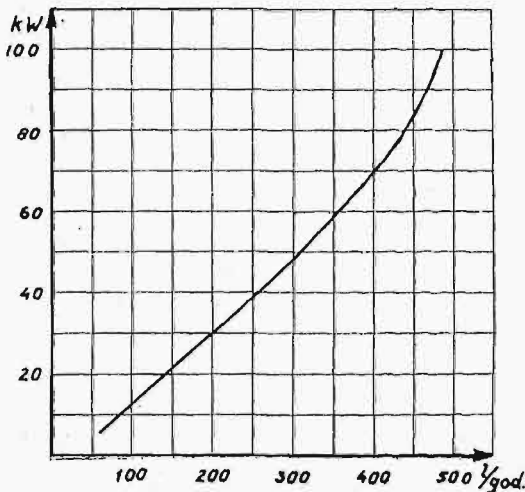
strzeżę się jednak, że wytrzymałość spawanej próbki podnosi się do zawartości 1,5% Mn w materiale, poczem spada dość szybko, zaś przy gięciu już 0,8% Mn powoduje rysowanie się próbek. Miękka stal martenowska ma co najmniej tę samą zdolność do spawania się, co i żelazo zgrzewane o mniej więcej tej samej zawartości węgla, krzemu



Rys. 7-a i 6.

i siarki. Przed spawaniem należy materiał ogrzewać w czystym ognisku kowalskim na węglu drzewnym, miękkie rodzaje stali także na koksie.

Grube łańcuchy można spawać nie stosując środków ożużlających, takie przynajmniej jest zdanie praktyków; lepiej je jednak stosować zawsze, a nawet już w ognisku w czasie ogrzewania. Użycie topnika odcina dostęp powietrza do powierzchni spawanej, a powstałe przy pewnym jednak styku z powietrzem tlenki żelaza ożużla się i można je odprowadzić, zwiększając tem samą pewnością, że

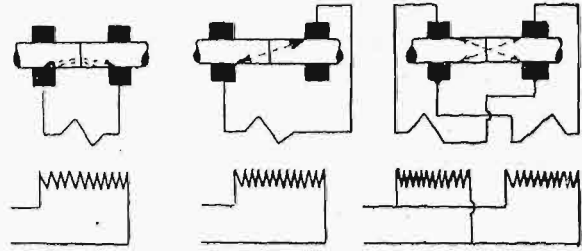


Rys. 8.

powierzchnia spawana będzie metalicznie czysta, jak tego sposób łączenia wymaga. Jako proszku do spawania, będącego topnikiem, używa się mieszaniny opiłków miękkiej stali (praktycy ostrzegają przed użyciem wiórów zardzewiałych, lub opiłków surowca, powodujących złe spawanie) z piaskiem, drobno tłuczonym szkłem, lub boraksem prażonym. Istnieją również arkusze papieru pokryte warstwą topnika, w które owija się końce prętów przed umieszczeniem w ognisku. Buchner⁹⁾ podaje 2 rodzaje topników wypróbowanych z dobrym skutkiem w praktyce. Pierwszy z nich składa się z 5-ciu części wagowych sproszkowanego boraksu bezwodnego i 2 części czystych opiłków miękkiej stali.

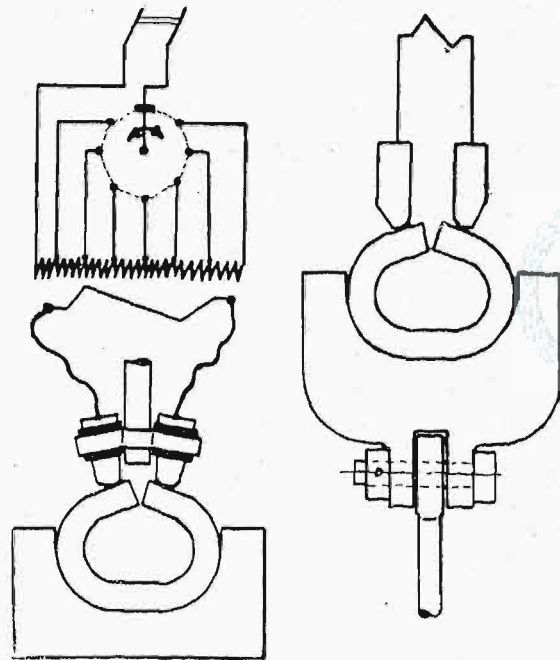
⁹⁾ Buchner, Hilfsbuch für die Metalltechniker. Berlin 1923.

Drugi składa się z 3-ch części sproszkowanego boraksu, jednej części bardzo drobno stłuczonego szkła, dwu części braunsztynu i dwu części czystych opiłków stalowych. Wióry mają za zadanie⁷⁾ łączyć części spawane wskutek tego, że — jako drobne — wcześniej przybierają wysoką tempera-



Rys. 9-a—c.

turę ogniska i łatwo przylegają do dużych powierzchni, powodując spawanie będących w stanie ciastowatym powierzchni. Boraks do proszków spawających należy stopić, by przy tej sposobności

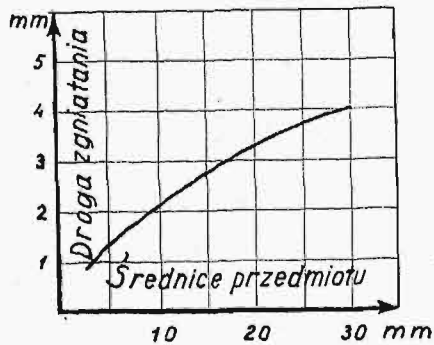


Rys. 10-a i b.

utracił wodę krystalizacyjną, poczem otrzymaną szklistą masę tłucze się lub miele na drobny proszek. Używanie topnika w arkuszach umożliwia równomierne jego rozmieszczenie. Rozgrzane do białości końce zagiętego w kształt ogniwa pręta spawa się pod młotem, przyczem należy kuć posuwając się od środka ku brzegom ogniwa, by umożliwić wygniecenie powstałych żużli. Pozostawienie żużli między powierzchniami styku przeszkadza ich spojeniu. Powstała w ognisku zendrę usuwa się, uderzając prętem o kowadło, lub kując lekko pręt i powierzchnię spawania młotkiem. Do ręcznego

⁷⁾ Schimpke (St. u. E. 1915, str. 385) podaje, że wióry, topiąc się, łączą spawane części; jest to nieprawdopodobne, ze względu na temperaturę ogniska i użycie miękkich opiłków.

wyrobu łańcuchów trzeba 2 — 4 robotników, z których jeden (lub dwu — gdy wyrabia się grubsze łańcuchy) kują je i spawają, zaś jeden lub dwu robotników zagina pręty i grzeje. Dobry kowal może wykonać w ciągu godziny $\frac{1}{2}$ — 1 m łańcucha, to

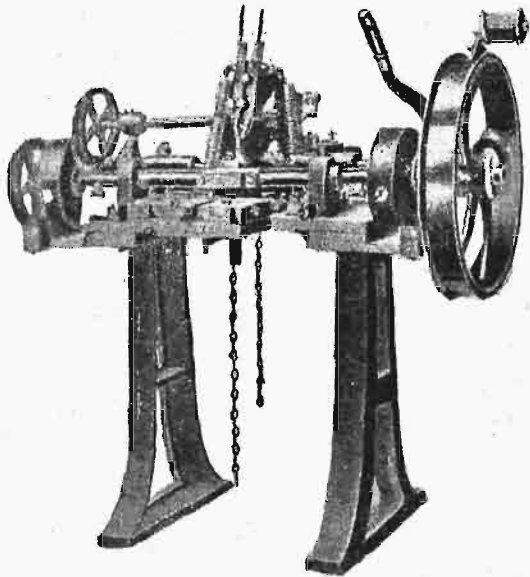


Rys. 11.

znaczy różną ilość ogni, zależnie od średnicy pręta.

Próby mechanizacji wyrobu łańcuchów nie znalazły szerszego zastosowania. W ich wyniku powstał pośredni pomiędzy walcowaniem a spawaniem sposób wyrobu łańcuchów metodą Giraud-Masion.

Mechaniczny wyrób łańcuchów spawanych ogniwo⁸⁾ przechodzi 3 stadja. Pierwsze stadjum



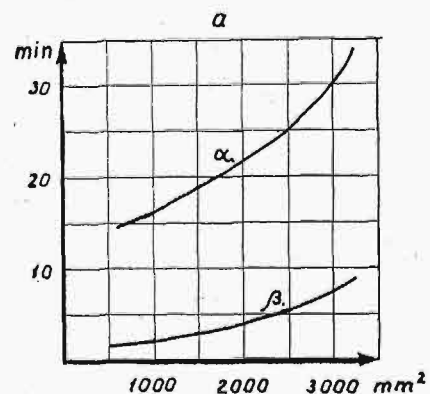
Rys. 12.

polega na zwinieniu pręta, zależnie od średnicy — na zimno lub na gorąco — w spiralę. Wykonywa się to w ten sposób, że chwyta się jeden koniec pręta w szczęki imadła, umocowanego na maszynie, opierając pręt o trzpień o przekroju, odpowiadającym kształtowi ogniwa. Trzpień, obracając się, nawija na się pręt, pociskany kółkiem prowadzącym, obciążonym sprężyną. Spiralę rozcina się następnie na poszczególne skręty na specjalnej maszynie, podobnej do dłutownicy, przyczem cięcie jest skierowane pod kątem 60° do osi pręta. Jedna maszyna zwinia 5 000 ogni w o średnicy pręta 22 mm w cią-

⁸⁾ Z. V. d. I. 1905, str. 1615.

gu 10 godzin, maszyna do rozcinania wykonywa 36 000 cięć w ciągu 10-ciu godzin. Otrzymane w ten sposób ogniwa grzeje się do temperatury spawania i spawa pod młotem sprężynowym o napędzie pasowym. Robotnik może w czasie pracy młota uzupełniać spawanie, kując ręcznym młotkiem gorzej przylegające miejsca. Jeden młot wykonywa około 626 ogni w ciągu 10-ciu godzin.

Sposób Lelonga⁹⁾ polega na spawaniu ogniwa pod młotem mechanicznym, jednak szew biegnie przez cały obwód ogniwa równoległe do osi. Pręty tną się pod kątem 60° do osi w długościach odpowiadających podwójnemu obwodowi ogniwa, po czym zagrzane do temperatury spawania wprowadza się do specjalnego urządzenia, przedstawionego na rys. 3, a służącego do zgięcia pręta w ten sposób, że pręt s wprowadza się przez odpowiednio nachylone wycięcie przyrządu do zginania. Po ukończeniu poprzedniego ogniwa, przyrząd wstawia się przez przerzucenie dźwigni na kowadło α i, zakładając pręt s , puszcza się aparat w ruch. Pręt prowadzony w wycięciach przyrządu przesuwają rolki, z których e , f i g wystają ponad kowadło. Poza rolką f przechodzi pręt przez gotowe ogniwo k . Po zgięciu pręta, przyrząd podnosi się z kowadła. Zgięte ogniwo spawa się uderzeniami młota w odpowiedniego kształtu tłoczydle, którego dolna część posiada specjalne urządzenia, przytrzymujące ogniwo na kowadło. Rys. 4 pokazuje pracę młotem parowym D , chociaż równie dobrze można użyć młota pneumatycznego. Ostatnie spójone ogniwo zajmuje miejsce k , przyrząd do gięcia opuszcza się wtedy z powrotem na kowadło i wykonywa się dalsze ogniwo. Ogniwa wychodzą z pod młota okrągłe. By nadać im kształt owalny, ścis-



Rys. 13.

kamy je prasą hydrauliczną z dwu stron. Głowice prasy uskuteczniającej tę czynność widzimy na rys. 4 oznaczone literą o . Urządzenie takie wyrabia 100 — 120 ogni średnicy 16 mm na godzinę i wymaga wraz z ogniskiem 2 ludzi do obsługi.

Pomost między łańcuchami spawanymi ogniwo a walcowanymi stanowią łańcuchy wyrabiane sposobem Masiona. Podobnie jak w sposobie Lelonga, lecz w więcej skrętów zwinie spiralę kują dwa młotki, o kształcie podanym na rys. 5¹⁰⁾. W wycięciach ich, idących równoległe do osi, obracają się wałki (usunięte na rys. 5) w przerwach między

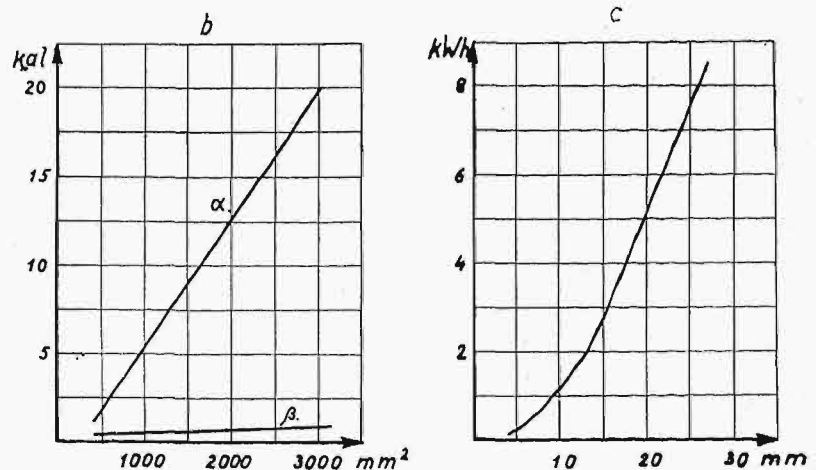
⁹⁾ St. u. E, 1908, str. 280.

uderzeniami, powodując ruch zwiniętego ogniwa w kierunku strzałki. W ten sposób walce obrabiają zewnętrzną stronę ogniwa, młotki zaś wewnętrzną i boki. Ogniwa otrzymuje się okrągłe i następnie spłaszczają się dożądanego kształtu.

Łańcuchy spawane elektrycznie bywają często w literaturze budowy maszyn¹¹⁾ pomijane lub tylko wzmiankowane. Możliwe, że pochodzi to z niezaznajomienia się bliższego z nimi, jako wyrobem, który pojawił się na rynku przed kilkunastu zaledwie laty, a który wytwarzano na większą skalę do czasu wojny prawie wyłącznie do celów gospodarskich, rolniczych, i to w grubościach tylko do 10 — 15 mm. Dziś wyrabia się już masowo i łańcuchy dźwigowe do 40 mm średnicy. Humnicki¹²⁾ zarzuca im, że w miejscu spawania mają zgrubienie, przeszkadzające nawijaniu się łańcucha na bęben i ułatwiający tworzenie się węzłów. Zaznaczyć należy, że zgrubienie to, po usunięciu wąsa, istnieje, jest jednak bardzo nieznaczne i leży na boku ogniwa w łańcuchach dźwigowych, tak że obaw tych w rzeczywistości nie ma. Odnosi się to jednak tylko do łańcuchów dla dźwignic, wykonanych na przyrządach samoczynnych, o których dalej będzie mowa. Do spawania elektrycznego łańcuchów używa się sposobu oporowego Thomsona. Polega on na zastosowaniu elektrotermicznego prawa Joule'a. Ponieważ ilość doprowadzonej energii elektrycznej zależy też od napięcia, lecz skutek cieplny jest proporcjonalny do kwadratu natężenia prądu, używa się ze względów ekonomicznych niskich napięć przy dużych natężeniach. Prąd stały zarzucono ze względów ekonomicznych, używa się zaś obecnie wyłącznie prądu zmiennego i to jednofazowego, lub przy użyciu większej ilości jednakowo silnych maszyn, obciąża się nimi poszczególne fazy prądu wielofazowego.

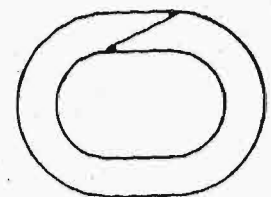
Prąd pierwotny przetwarza się w odpowiednim transformatorze. Do spawania używa się prądu wtórnego. Napięcie na zaciskach uzwojenia wtórnego wynosi 1,5 — 8 V. Część obwodu wtórnego stanowi spawane ogniwo, nagrzewające się najsilniej w miejscu największego oporu, to jest na styku. Po spojeniu ogniwa w całość, wyłącza się prąd, uzyskując tem samą dużą oszczędność. Do wyrobu łańcuchów używa się albo czołowego spawania na styk, lub na styk podłużny, pewnego rodzaju zakładkę (rys. 6). Łańcuchy kalibrowane spawają się prawie wyłącznie na maszynach samoczynnych. Pręt z materiału przeznaczony na łańcuch tnie się na kawałki prostopadłe do osi i zgina zakładając jedno na drugie, by utworzyły łańcuch niespawany. Dla maszyn samoczynnych zgina się pręty jak na rys. 7a: dla ręcznie obsługiwanych — jak na rys. 7b. Ogniwa zgina się często maszynowo, jednak

łączenie maszyn do gięcia z maszynami do spawania niema celu, bo jedna maszyna gnąca może obsłużyć 3 — 4 maszyn spawających, pracujących dużo wolniej. Pręty do 12 mm średnicy gnie się jeszcze na zimno, grubsze — na gorąco. Maszyna do spawania oporowego¹³⁾ jest to urządzenie elektryczne, zapomocą którego można obrabiać w niej sztukę doprowadzić w określonej strefie do żądanej temperatury, choćby i temperatury topliwości, a to za pośrednictwem transformatora. Maszyny te wymagają dużego natężenia prądu, niskiego napięcia, a muszą być dobrze chłodzone, i to tem intensywniej, im większa jest moc maszyny. W małych maszynach chłodzi się tylko część chwytające sztukę, to jest elektrody, bo grozi im bardzo silne nagrzanie w czasie pracy ciągłej. W dużych maszynach



Rys. 14.

konieczne jest chłodzenie uzwojenia wtórnego przetwornicy, co uskutecznia się w ten sposób, że daje się przewody z rur miedzianych, przez których wewnątrz przechodzą rury chłodnicze. Dla ochrony robotnika jest konieczna dobra izolacja obwodu pierwotnego o napięciu 110 — 500 V, zaś izolacja obwodu wtórnego, którego napięcie z reguły nie przekracza 8 V, a najczęściej jest o wiele niższe, nie jest niezbędna. Natężenie prądu małych maszyn — jakimi też przeważnie są maszyny do spawania łańcuchów — wynosi 1000—5000 A, większe maszyny pobierają prąd o natężeniu do 50 000 A¹⁴⁾. Szczęki, czyli elektrody, chwytające część spawaną, wykonywa się z twardej miedzi, szczęki imadeł, służących wyłącznie do przytrzymywania przedmiotów spawanych, wyrabia się ze stali. Prąd do spawania doprowadzano dawniej w sposób wskazany na rys. 9a, powodowało to jednakowoż silniejsze ogrzanie części położonej bliżej doprowadzenia prądu, dlatego wprowadzono sposoby podane na rys. 9b i c, jako zapobiegające tej niedogodności. Spawanie elektryczne może być wykonane jako czołowe, czyli zgrzewanie przekrojowe, jako punktowe i linjowe. Do wyrobu łańcuchów wchodzi w rachubę tylko dwa pierwsze sposoby, przyczem prawie wyłącznie stosowany



Rys. 15-a.

¹⁰⁾ St. u. E., 1908, str. 283.

¹¹⁾ Krause, Maschinenelemente. Berlin, 1923; Wub, Der Kranbau, Wittenberg 1922; Bach, Maschinenelemente, Lipsk 1922; Bethmann, Hebezeuge 1922; Krell, Hebezeuge 1925; Röttscher, Maschinenelemente 1928 pomijają elektrycznie spawane łańcuchy.

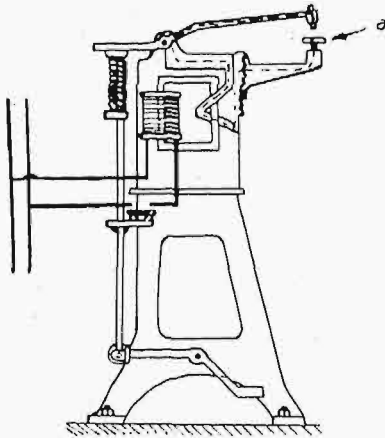
¹²⁾ Humnicki, Dźwignice, Lwów — Warszawa — Kraków, 1921.

¹³⁾ Z. V. d. I., 1928, str. 305 i dalsze.

¹⁴⁾ Mechanik 1928, str. 257.

bywa pierwszy, przeto zajmiemy się nim szerzej; schemat rzadko stosowanego sposobu drugiego podaje rys. 6.

Maszyny do spawania czołowego łańcuchów wykonywa się w dwu rodzajach, a mianowicie jako urządzenia przeznaczone do ręcznej obsługi i jako spawalnice samoczynne. Spawalnice obsługiwane ręcznie¹⁵⁾ buduje się w dwu typach, z których pierwszy obrazuje rys. 10a. Buduje się maszyny takie na moc maksymalną, którą się reguluje włączaniem zwojów przetwornicy, jak to pokazano na rysunku schematycznie według wykonania firmy Moll. Prąd wtórny przechodzi przez elektrodę do ogniwa, gdzie rozgałęzia się, powodując stratę



Rys. 15-b.

energii około 30% w porównaniu ze spawaniem prostych prętów, i uchodzi drugą elektrodą. Ogniwo opiera się o uchwyt, a zbliżenie elektrod powoduje dociskanie końców do zupełnego zetknięcia i spojenia. Spawanie pod tym naciskiem odbywa się przy temperaturze białego żaru. Drugi typ takiej spawalnicy, przedstawiony na rys. 10b, działa analogicznie, z tą jedynie różnicą, że elektrody są tu nieruchome, porusza się natomiast uchwyt ogniwa. Maszyny te posiadają elektrody i uchwyty poziome, łańcuch, przed i po spojeniu spoczywa w prowadnicach z żelaza korytkowego. Dociskanie do elektrod może następować ręcznie, pedałem, lub przez włączanie silnych sprężyn spiralnych. Powstałe przy spawaniu wybrzuszenie w okolicach szwu wyrównywa się, kując je po wyjściu z maszyny ręcznie lub mechanicznie w stosownym urządzeniu, lub przy następnym kalibrowaniu w formie. Do wyrobu łańcuchów kalibrowanych jest ekonomiczniej używać spawalnicę samoczynną. Maszynę ustawia się tak na dociskanie końców ogniwa, by otrzymać dobre spawanie i żądany dokładny wymiar. Droga zginięcia zależy od średnicy spawanego przedmiotu, a zależność tę ujmuje wykres na rys. 11. Przy opuszczaniu ogniwa spawalnicy następuje wyrównanie powstałego zgrubienia. Spawanie, posuwanie łańcucha do miejsca spawania, zginięcie i wyrównywanie zgrubienia wykonywa urządzenie mechaniczne z napędem pasowym. Obsługa ręczna ogranicza się do założenia początku łańcucha z zagiętych ogniw do spawalnicy i na włączeniu napędu. Wygląd maszyny samoczynnej podaje rys. 12. Łańcuch z zagiętych ogniw zakłada się

na koło *a* z odpowiednimi zębami, które prowadzi ogniwo w szczęki stalowe *b* i *c*, mające odpowiednie wycięcia. Szczeka *b* jest w czasie pracy stale umocowana, można ją jednak przed puszczeniem maszyny w ruch nastawić. Szczeka *c* porusza się po prowadnicy za pośrednictwem dźwigni *e*, obracającej się dookoła osi obrotu, jaką jest dla niej sworznień *d*. Koło z występami *f* naciska dźwignię *e*. W ten sposób dociskają szczęki ogniwo. Szczęki te są zarazem elektrodami. Równocześnie z chwyceniem ogniwa w szczęki, napęd pasowy włącza główny obwód prądu. Odbywa się to za pomocą kółka z zębem *p* zaklinowanego na tym samym wale *g*, co i koło z występami *f*. Sprężyny *i* dociskają ruchomą ramę *k* za pośrednictwem małych krążków do tarcz mimośrodkowych *h*. Gdy wał *g* obróci się z położenia naszkicowanego dalej w prawo, to tarcza *h* obróci się w ten sposób, że łuk *o* małym promieniu będzie się stykać z krążkami, wskutek czego rama *k* wykona po łuku ruch naprzód i wyjmie koło *a* z łańcuchem z elektrod; wtedy zaczyna działać koło zapadkowe *l* i przesuwają koło *a* o 90°. Pod kołem *a* znajduje się jeszcze mogący się obracać ośmiokąt *n*, utrzymywany płaskimi sprężynami *o* w położeniu, podanym na szkicu. Przy obrocie o 90° wpada ośmiokąt w takie samo, jak przed obrotem, położenie i działa hamująco po wyłączeniu napędu. Równocześnie obraca się tarcza mimośrodkowa *h* w dalszym ciągu i rama *k* wprowadza nowe ogniwo między szczęki, a tem samym zapadka przestaje działać. W ten sposób za każdym obrotem wału *g* spawa się jedno ogniwo prądem, włączanym przez koło z zębem *p*. Wskutek obrotu koła *a* o 90°, wymagane przez szczęki, spawa maszyna tylko co drugie ogniwo, tak że każdy łańcuch musi być przepuszczony powtórnie przez maszynę po obrocie go o 90°. Na spawalnicy półsamoczynnej obraca się po spojeniu każdego ogniwa łańcuch ręcznie lub dźwignią nożną o 90°, spawanie zatem odbywa się ciągle. Jeden robotnik może obsłużyć 3 — 4 spawalnic samoczynnych. Dane ekonomiczne podają wykresy rys. 13 i 14. Oprócz tego można spawać łańcuchy o mniejszych średnicach punktowo. Ogniwo przygotowuje się jak na rys. 15a. Schemat spawalnicy przeznaczonej na ten cel podaje rys. 15b¹⁶⁾. Ogniwo wstawia się między elektrody, przyczem łańcuch jest prowadzony w żelazie korytkowym i dociska elektrody; równocześnie włącza się prąd obwodu głównego przez naciśnięcie pedału.

Ze względu na łatwość i taniść wykonania, łańcuchy spawane elektrycznie są tanie. Rozchód energii i czas wyrobu podaje poniższa tabela¹⁷⁾:

Srednica łańcucha w mm	3—6	5—8	7—12	12—15	15—18
Liczba ogniw spawanych na minutę	spawalnica obsł. ręczna	12—10	12—10	—	—
	spawalnica samoczynna	—	15—10	10—6	6—3
Rozchód energii kWh na sto ogniw	spawalnica obsł. ręczna	5	8	12	—
	spawalnica samoczynna	—	8	12	15

(d. c. n.).

¹⁵⁾ Werkstattstechnik 1927 str. 330; Schimpke; Die neueren Schweissverfahren Berlin 1926; St. u. E. 1915 str. 1297.

¹⁶⁾ Z. V. d. I., 1911, str. 1669.

¹⁷⁾ Schimpke - Horn. Handbuch der gesamten Schweiss-technik. Berlin, 1926.

Syntetyczne metody kalkulacji wstępnej w budowie maszyn i ich zależność od czynników konstrukcyjnych*).

Napisał Inż. Dr. W. Aulich, Lwów.

Inżynier - konstruktor w fabryce maszyn ma, oprócz swego z tytułu stanowiska wynikającego zakresu działania, jeszcze i zakres dalszy, i to bynajmniej nie podrzędnego znaczenia. Musi on stale utrzymywać żywy kontakt z innymi oddziałami przedsiębiorstwa, a w szczególności z biurem kalkulacyjnym i ofertowym, które do niego żądają danych do kalkulacji wstępnej.

Kalkulacja końcowa, obliczająca rzeczywisty koszt własny wyrobu, jest czynnością o charakterze analitycznym i polega na sumowaniu rzeczywistych kosztów elementarnych. Podejmując obliczenie przypuszczalnego kosztu własnego maszyny jeszcze niewykonanej, postępujemy często w sposób podobny. Na podstawie rysunków konstrukcyjnych lub szkiców rozkładamy proces wykonania maszyny na proste, łatwe do piętęznego ocenia, składniki. Dla zastosowania tego sposobu koniecznym jest posiadanie rysunków konstrukcyjnych lub przynajmniej dobrych szkiców, oraz danych o wyposażeniu warsztatu, o metodach technologicznych, jakich się ma użyć, o kosztach wspólnych fabryk i t. d. Często jednak firma znajduje się w takim położeniu, że musi dać wiążącą ofertę w czasie krótkim, nie pozwalającym na wykonanie choćby dokładniejszych nieco szkiców konstrukcyjnych. Wtedy biuro kalkulacyjne jest bezsilne, metoda analityczna zawodzi i tylko biuro konstrukcyjne może wyznaczyć przypuszczalną cenę przy pomocy metody syntetycznej.

Ale nawet gdy na podstawie kalkulacji analitycznej można przedwstępnie oznaczyć koszt własny wyrobu, i wtedy kalkulacja syntetyczna może się przydać, dając, dla porównania i kontroli, koszt obliczony inną, niezależną drogą, wolną od wpływu czynników przypadkowych, tak często zaciemniających pogląd na wyniki kalkulacji analitycznej.

*
* *
*

Punktem wyjścia niniejszych rozważań jest geometryczne podobieństwo dwóch maszyn różnej wielkości, z których jednej koszt jest znany, koszt zaś drugiej chcemy ocenić. Ciąg dalszy rozważań zdąża w kierunku uwzględnienia wpływu niedoskonałego podobieństwa geometrycznego. Zadanie w ten sposób sformułowane żąda wyprowadzenia związku między kosztem maszyny a jej wielkością geometryczną, a więc jej wymiarami linjowymi. Okazało się celowym podzielenie rozważania na dwa stopnie i wyprowadzenie najpierw związku na zależność kosztu wytwarzania K od wagi G maszyny, następnie zaś znalezienie zależności między wagą G a miarodajnym wymiarem geometrycznym W . Zbadajmy te zależności najpierw przy założeniu doskonałego podobieństwa geometrycznego.

Koszt własny wyrobu składa się z kosztu materiału, kosztu robocizny i kosztów wspólnych. Koszta wspólne można podzielić na koszta wspólne

proporcjonalne do kosztów materiału i kosztu robocizny i koszta wspólne proporcjonalne do kosztów robocizny. Do pierwszej grupy należą np. koszta transportu wewnątrz fabryki. W ten sposób koszt maszyny dzieli się na dwie składowe, z których pierwsza jest zależna od kosztu materiału, a więc od wagi G przedmiotu, druga — od robocizny. Robocizna, o ile chodzi o obróbkę mechaniczną powierzchni (gdyż koszt przeróbki materiału w całej jego objętości może się mieścić już w kosztach materiału) zależy od wielkości powierzchni obrabianej, a więc od drugiej potęgi wymiaru linjowego. Zależność tę możemy napisać w postaci wzoru:

$$K = a \cdot G + b \cdot G^3 \dots \dots \dots (1)$$

(gdzie a i b są współczynnikami o stosownych wymiarach i wartościach liczbowych).

Dzieląc obie strony równania (1) przez G , otrzymamy związek

$$k = \frac{K}{G} = a + \frac{b}{\sqrt{G}} \dots \dots \dots (2)$$

dający zależność kosztu jednostki ciężaru maszyny od jej wagi. Widzimy z tego związku, że im większy ciężar maszyny, tem bardziej maleje znaczenie kosztu obróbki, na pierwszy zaś plan wysuwa się koszt materiału. W szczególności dla $G = \infty$ wielkość k osiąga wartość $k_0 = a$.

Ponieważ przy doskonałym podobieństwie geometrycznym waga G przedmiotu zmienia się z trzecią potęgą wymiaru linjowego, przeto równanie (1) napisane w postaci

$$K = a' \cdot W^3 + b' \cdot W^2 \dots \dots \dots (1a)$$

daje nam związek między kosztem a wielkością (wymiarom linjowym) maszyny w tym szczególnym wypadku.

Wiele względów jednak składa się na to, że podobieństwo geometryczne, nawet przy normalizacji serjowej, nie bywa zupełne. W szczególności dotyczy to grubości ścianek S w odlewach, które, o ile nie są obliczane z wzorów wytrzymałościowych, ustala się wedle t. zw. wzorów technologicznych, mających najczęściej postać:

$$S = \sigma + \frac{W}{n} \dots \dots \dots (3)$$

(gdzie σ = grubość podstawowa; n = mianownik liczbowy). Rozpatrzmy ten wypadek.

Główne powierzchnie maszyny zmieniają się z kwadratem wymiaru znamionowego W , gdy jednak grubość ścianek S obliczono z wzorów technologicznych, to objętość i — co za tem idzie — waga materiału zmienia się proporcjonalnie do wyrażenia

$$\Gamma = W^2 \left(\sigma + \frac{W}{n} \right) = \sigma W^2 + \frac{W^3}{n} \dots \dots (4)$$

Znając ciężar G_0 dla wielkości W_0 , obliczyć możemy ciężar G dla wielkości W , ustawiając związek:

$$G = \frac{G_0}{\Gamma_0} \cdot \Gamma \dots \dots \dots (5)$$

Nasuwa się teraz pytanie, czy można w obliczeniach kosztu K posłużyć się równaniem (1), wstawiając w niem za G wartość obliczona z rów-

*] Referat, wygłoszony na III-m Zjeździe Inż. Mechaników Polskich w marcu r. b. w Warszawie.

nania (5)? Na pytanie to możemy odpowiedzieć twierdząco, a to na podstawie następującego rozważania.

Podczas gdy dla doskonałego podobieństwa geometrycznego ważny był związek (1a):

$$K = a' W^3 + b' W^2,$$

to w wypadku obecnie rozważanym musimy napisać

$$K = a' \cdot W_2 \left(\sigma + \frac{W}{n} \right) + b' W^2,$$

$$K = \frac{a'}{n} W^3 + a' \sigma W^2 + b' W^2,$$

$$K = a'' W^3 + b'' W^2, \dots \dots \dots (6)$$

gdzie $a'' = \frac{a'}{n}$, zaś $b'' = a' \cdot \sigma + b'$.

Zmienia się więc charakter i wartość stałych równania, ale postać związku pozostaje ta sama, co dla doskonałego podobieństwa. Przez wstawienie wartości na G z równania (5) w równanie (1), do czego jesteśmy uprawnieni, możemy otrzymać związek między kosztem wytwarzania maszyny a jej znamionym wymiarem geometrycznym. Związek ten ma znaczenie raczej teoretyczne. W zastosowaniach najlepiej jest podzielić rachunek na dwie części, obliczając osobno wagę maszyny (równ. 5), a następnie jej koszt (równ. 2).

Wypadek, w którym zastosowanie wzorów technologicznych do liczenia grubości ścianek psuje doskonałość podobieństwa geometrycznego, jest bardzo często spotykany i stąd wynika praktyczna ważność odnośnych wzorów. Istnieją jednak i inne czynniki, które dążą do zatarcia podobieństwa geometrycznego między poszczególnymi wielkościami maszyn tej samej serii lub klasy. Do ważniejszych należą: a) Ograniczenie fizyczne człowieka. b) Wyekwipowanie warsztatu i czynniki pokrewne, określające największe wymiary i największą wagę poszczególnych części maszyn. c) Względy ekonomiczne. Dążność do ograniczenia kosztu maszyny

przez zmniejszanie powierzchni obrabianej, kosztem zwiększonego zużycia materiału w maszynach małych, i naodwrot, w maszynach wielkich — zwiększenie kosztów obróbki dla zmniejszenia wagi. d) Względy technologiczne. e) Wzrost znaczenia rozmaitych czynników drugorzędnych przy rozmiarach maszyny znacznie odbiegających od danej. Okazuje się przy bliższym badaniu tych i im podobnych czynników, że wpływy ich sumują się, i wszystkie dążą do tego, aby zatrzeć ściśle podobieństwo geometryczne. Wpływy te są bardziej widoczne, im większa jest różnica wymiarów porównawczych maszyn. Stąd wskazówka praktyczna, że wzorów, wyprowadzonych bez uwzględnienia tych wszystkich czynników, nie można stosować przy zagadnieniach przekraczających ich rozpiętość; stosowane metody syntetycznej jest pozatem ograniczone założeniami, z jakich się wychodzi przy wyprowadzaniu związków, narazie więc nadaje się ona przede wszystkim przy produkcji unormowanej, w której staramy się zachowanie maximum podobieństwa między poszczególnymi wielkościami serii.

Nie widzę jednak poważnej przeszkody, która by miała uniemożliwić bardziej ogólne ujęcie syntetyczne tej kwestji i ustawienie wzorów, pozwalających na ekstrapolację w bardzo szerokich granicach. Tu ograniczam się tylko do wypowiedzenia tego zapatrywania, gdyż w rozwiązaniu tej kwestji nie osiągnąłem jeszcze pożądanej ścisłości i ogólności.

Metoda syntetyczna w kalkulacji może dać wyniki zadowalniające tylko wtedy, jeśli jest stosowana inteligentnie, a nie szablonowo. Nie można jej powierzyć personelowi pomocniczemu, lub jednostkom skłonny do pracy czysto rytunowej. Poza to stosowanie tych metod powinno z natury rzeczy pozostać przywilejem biura konstrukcyjnego.

Na zakończenie pragnę dodać, że rozważania powyższe wynikły z potrzeb praktyki i były już w praktyce z pożytkiem stosowane.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

LOTNICTWO.

Lotnictwo amerykańskie w r. ub.

Rok 1928 upłynął w St. Zjedn. Am. Półn. pod znakiem szybkiego rozwoju lotnictwa, szczególnie pod względem zastosowań gospodarczych, co do których Stany Zjednoczone osiągnęły niewątpliwie pierwszeństwo przed innymi krajami. Od dwóch lat przeszła budowa płatowców cywilnych przekroczyła ilościowo budowę samolotów, przystosowanych do celów wojskowych. Produkcja samolotów w r. 1927 wykazała w stosunku do r. 1919 przyrost 7,8-krotny, przyczem udział samolotów handlowych wynosił w produkcji r. 1926—53%, a r. 1927 — powyżej 70%. Zwiększenie produkcji samolotów handlowych w r. 1927 wyraża się w stosunku do roku poprzedniego cyfrą 160%; w r. 1928 rozwój ten nie uległ również ograniczeniu i chociaż dokładne wykazy statystyczne nie zostały jeszcze ukończone, produkcję z r. 1928 oceniać można w przybliżeniu na ok. 4 000 sztuk samolotów handlowych. Jedną z głównych przyczyn tak pomyślnego stanu rzeczy jest zdobycie przez amerykańskie wytwórnie samolotów szeregu rynków zagranicznych. W pierwszych 8 miesiącach r. ub. sprzedano zagranicę 118 samolotów za sumę 1,3 milj. dol., podczas gdy za cały r. 1927 eksport wyniósł 63 jednostki, wartości 850 000 dol. Wzrost eksportu

osiągnięto mimo pogorszenia się, pod pewnymi względami, sytuacji w wytwórniach tak płatowców, jak i silników, co dotyczyło się szczególnie jednostek mniejszych.

Budowa silników o większej mocy, względy gospodarcze, pewności lotu i wygody przyczyniły się do zwiększenia prędkości płatowców, która ze 160 km/h — przed niewiele jeszcze laty—wzrosła dziś do 200—210 km/h. W Ameryce nie uwidaczniają się zbytnio tendencje ku budowie b. wielkich aparatów — np. w rodzaju trój-silnikowego płatowca Fokkera, które w Niemczech znajdują żywe odzwierciedlenie w szeregu wytwórni takich, jak Junkers, Rohrbach-Romar i t. d. Przyczyną tego jest zapewne strona gospodarza zagadnienia, odgrywająca w St. Zjedn. rolę decydującą; istotnie, wprowadzenie aparatów wielosilnikowych nie przyczynia się (w Niemczech) do zmniejszenia kosztów eksploatacji.

Rozbudowa sieci linii lotniczych kieruje się w St. Zjedn. innymi drogami, niż w Europie, w której częściowo przy poparciu rządów, częściowo zaś — towarzystw prywatnych postarano się przede wszystkim o stworzenie komunikacyjnych linii pasażerskich; linje te, z początku krótkodystansowe, wydłużały się stopniowo, a przewóz poczty i towarów przyczynił się znacznie do lepszej eksploatacji przedsiębiorstw. W przyszłości spodziewać się należy dalszej poprawy z powodu uruchomienia wielkich linii Europa —

Indje, Europa — Azja i Europa — Ameryka Południowa. W St. Zjedn. natomiast przewóz poczty na liniach lotniczych jest jeszcze w zalążku; państwo uruchomiło jedynie linię od oceanu Atlantyckiego do Spokojnego, która wkrótce potem przeszła w ręce prywatne. Na wszystkich innych liniach, później uruchomionych, przewóz poczty uskuteczniany jest przez szereg towarzystw prywatnych; przewóz pasażerów jest również całkowicie uniezależniony od ingerencji państwa. System ten — w Ameryce — okazał się dobry, o czym świadczy bujny rozrost wszystkich niemal linii lotniczych, pocztowych i osobowych, oraz tworzenie nowych. Szereg linii prowadzi również ze St. Zjedn. do innych państw i państw amerykańskich, a więc do Vancouveru, Kanady, Meksyku, Kuby i t. d. W najbliższym czasie uruchomione być mają stałe linie do Ameryki Środkowej i Południowej. (V. D. I., t. 73, 1929, Nr. 17).

METALOZNAWSTWO.

Pęcznienie żeliwa.

Wyraz „pęcznienie” określa zwiększenie objętości odlew, spowodowane powtarzaniem się i długotrwałym ogrzewaniem. Proces ten pociąga za sobą zmianę struktury i rozluźnienie tworzywa, co znów sprzyja korozji i pogorszeniu własności mechanicznych. Pęcznienie takie może pociągać za sobą fatalne, skutki w dużych silnikach spalinowych lub turbinach parowych. Okoliczność ta spowodowała, że F. Wüst i O. Leiheuer przeprowadzili badania, mając na celu ustalenie przyczyn powyższego zjawiska.

Pęcznienie tłumaczono sobie dawniej rozkładem cementytu i utlenieniem poszczególnych składników, przeważnie krzemianu żelaza. Kwestja ta nie została jednak wyczerpująco wyjaśniona. Stwierdzono bowiem, że o ile wyższe zawartości krzemu sprzyjają pęcznieniu żeliwa, to domieszki chromu i niklu przeciwdziałają temu zjawisku. Badania dawniejsze ograniczyły się tylko do stwierdzenia powyższych faktów, lecz przyczyn samego zjawiska nie wyjaśniły.

Dopiero F. Wüst i O. Leiheuer zajęli się bliżej tem zagadnieniem. Badacze ci postawili sobie za cel stwierdzenie doświadczone, że cementyt rozkłada się przy wyższych temperaturach na ferryt i grafit, co pociąga za sobą zwiększenie objętości. Oprócz rozkładu cementytu, który określić można jako przyczynę pierwotną, istnieje jeszcze druga przyczyna — wtórna. Jest nią wzrost objętości, spowodowany utlenieniem poszczególnych składników, które następuje wzdłuż płatków i żył grafitu, sprzyjających dostępowi tlenu z powietrza lub gazów spalinowych do wnętrza materiału.

Te dwie przyczyny — pęcznienie skutkiem rozkładu cementytu i utlenienia — muszą być traktowane osobno.

Praktycznie badania pęcznienia przeprowadzono w ten sposób, że żarzone próbki żeliwa w atmosferze nie zawierającej tlenu i później, po ochłodzeniu, mierzono wzrost objętości komparatorem Zeiss'a. Nieobecność tlenu stwierdzono w ten sposób, że określono ciężar próbek przed i po żarzeniu, który oczywiście nie zmieniał się. Również nie zauważono ubytku węgla. Pęcznienie próbek po 600 godzinach żarzenia wahało się od 0,03% do 4%. Na niektórych próbkach zauważono małe rysy. Co się tyczy składu chemicznego 41 żarzonych próbek, to nie zauważono bliższej zależności między zawartością poszczególnych składników a pęcznieniem. Wyklucza to poniekąd pierwotne przypuszczenie, że jeden lub drugi składnik sprzyja albo przeciwdziała pęcznieniu. Istnieje bezsprzecznie pewna zależność pęcznienia od zawartości Si lub Cr, lecz wpływ tych pierwiastków zależy od zupełnie innych okoliczności.

Jak wspomniano wyżej, zjawisko pęcznienia pierwotnego spowodowane jest rozkładem węglików. Skonstatowano, że pęcznienie następuje w pewnej zależności od wzro-

stu zawartości grafitu w tworzywie. Po 1100 godz. żarzenia przy 600° cały węgiel występował jako grafit. W niewyżarzonych szlifach próbek niewyżarzonych obserwowano nieregularnie rozmieszczone płatki i żyły grafitu w perlicie pasemkowatym. Po 11 godz. żarzenia przy 600° perlit pasemkowaty przemienił się w perlit ziarnisty, skutkiem działania napięcia powierzchniowego, a pod mikroskopem stwierdzono, że rozkład cementytu następował przeważnie w pobliżu jakiegokolwiek płatka grafitu. Po 28 godz. żarzenia nastąpił dalszy rozkład cementytu wraz z dążeniem do wykrytylizowania grafitu w bezpośrednim sąsiedztwie istniejących płatków grafitu, jako ośrodków krystalizacji. Po 50 godz. żarzenia cały cementyt rozłożony został na ferryt i grafit, tworząc duże gniazda grafitu. Eutektyka fosforowa została niezmienną. Obserwowano dalej, że szybkość rozkładu cementytu wzrasta z chwilą zetknięcia się tworzywa z wolnym grafitem. To zjawisko pociąga za sobą bezsprzecznie pewien wzrost objętości żeliwa, gdyż ciężar właściwy grafitu jest mniejszy od ciężaru właściwego żelaza lub węgla.

Przyjmując rozkład cementytu na ferryt i grafit, można wzrost objętości obliczyć teoretycznie, gdyż wzrost ten zależy w tym wypadku od ilości cementytu. Tak na przykład teoretyczny wzrost objętości żeliwa perlitycznego o zawartości 0,9% węgla związanego wynosi 9,98%. Okazało się jednak, że cyfry teoretycznego wzrostu objętości zostały we wszystkich wypadkach przekroczone, gdyż wzrost był większy niż obliczone. A więc przyczynia się do niego jeszcze inny czynnik, mianowicie taki, który powoduje różnicę między obliczeniem teoretycznym a wynikami doświadczeń.

Jako ten drugi czynnik, należy uważać rozluźnienie struktury metalicznej przez grafit. Zauważono, że w próbkach, zawierających dużo wielkich płatków i żył grafitu, rozkład cementytu i pęcznienie przebiega łatwiej, niż w tworzywie z grafitem w postaci rozdrobnionej.

Z powyższych obserwacji można wnioskować, że postać i rodzaj grafitu, rozmieszczonego w tworzywie, wywierają silniejszy wpływ na pęcznienie, niż skład chemiczny. Im mniejszy i więcej rozdrobniony jest grafit, tem mniejsze jest pęcznienie. Ilość krzemu, znajdującego się w surowcu, daje tylko przybliżone pojęcie o rozmiarach pęcznienia. Ważniejszą rolę odgrywa sama postać grafitu, o której niestety analiza nic nie mówi. Wobec tego z wyglądu przełomu, grubo lub drobnoziarnistego, może praktyk ocenić skłonność żeliwa do pęcznienia. O ile więc dawniej przypuszczano, że krzem sprzyja rośnięciu, a chrom i nikiel działają odwrotnie, miało to swoją rację o tyle, że krzem powoduje wydzielanie się grafitu w postaci grubych płatków i żył, co właśnie sprzyja pęcznieniu. Chrom i nikiel wpływają na wydzielanie się grafitu w formie rozdrobnionej, a tem samem zmniejszają tendencję do rośnięcia.

Dalej stwierdzono, że próbka, wyjęta ze środka odnośnego odlew, po 600 godzinach wyżarzania pęczniała silniej niż próbka z brzegu. Pęcznienie wzrasta więc w miarę zbliżenia się do środka odlew. Na zjawisko to wpływa jedynie rodzaj wydzielonego grafitu. W środku odlew grafit występuje w postaci grubych płatków i żył z powodu bardzo wolnego stygnięcia, gdy na powierzchni lub pod nią, z powodu szybkiego stygnięcia, grafit jest drobniejszy, bo nie ma czasu nażycie wykrytylizować.

Celem badania wpływu gazów, znajdujących się w każdym odlew, na pęcznienie, przetopiono żeliwo w próżni, wynoszącej 0,04 mm słupa rtęci, przy temperaturze 1350°. Na próbkach umieszczono znaki długości pomiarowej i wyżarzone je w ciągu pewnego czasu. Okazało się, że pęcznienie tych próbek zbliża się do wielkości teoretycznie obliczonej, przyczem podkreślić trzeba, że przy poprzednich prób-

kach wyniki doświadczalne przekraczały teoretyczne o 300 — 400%.

Przy dalszym żarzeniu próbki więcej nie rosły. Znacząco, że gazy ulotniły się podczas topienia w próżni, a rozkład cementytu na ferryt i grafit przebiegł do końca. Przypuszczenie to udowodniono szlifami, gdzie stwierdzono, że cały cementyt uległ rozkładowi.

Ujście gazów, zamkniętych w tworzywie, następuje wzdłuż żył grafitowych. Dyfuzji gazów do istniejących gniazd grafitowych sprzyja obecność ferrytu, gdyż perlit, czy to w formie globularnego, czy pasemkowego, utrudnia znacznie dyfuzję.

O ile znów żarzenie odbywa się w atmosferze utleniającej, i wzięte są próbki, które wyżarzone i których pęcznienie już się skończyło, to obserwowano dalszy wzrost objętości, a to wskutek utlenienia zarówno grafitu, jak częściowo i metalu w pobliżu żył grafitowych. Również i w tym wypadku grubsze żyły grafitu ułatwiły dostęp tlenu. Analogicznie z poprzednimi badaniami stwierdzono, że pęcznienie wtórne, spowodowane utlenieniem, stoi w ściślejszej zależności od postaci i wielkości grafitu, t. zn. im większe są żyły grafitu, tem oczywiście większe jest pęcznienie.

Reasumując powyższe wywody, można stwierdzić, że:

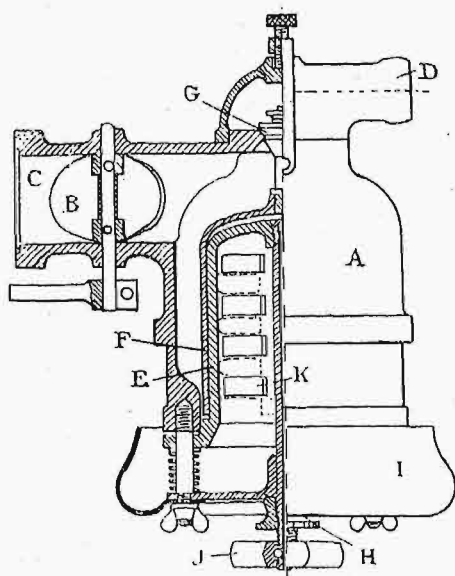
- 1) Różne czynniki wpływają silnie na pęcznienie żeliwa, niż skład chemiczny.
- 2) Pęcznienia żeliwa w atmosferze obojętnej nie można wyjaśnić jedynie tylko rozkładem cementytu.
- 3) Żeliwo pęcznieje (rośnie) tem mniej, im drobniejsza jest postać grafitu.
- 4) Materiał ze środka bloku rośnie silnie, niż materiały ze strefy zewnętrznej.
- 5) Wykazano, że zawartość gazów w żeliwie ma wpływ istotny na jego pęcznienie. (Mitteilungen a. d. K. - W. - Inst. f. Eisenforschung X, str. 265).

Inż. E. Dworzak

SILNIKI SPALINOWE.

Karburatory gazowe w autobusach paryskich.

Kilkakrotnie już podawaliśmy w „Przeglądzie Techn.” i w „Nowinach Techn.” krótkie wiadomości o obecnym rozwoju i widokach na przyszłość paliw zastępczych, stałych lub gazowych, które służyłyby do pędzenia silników samochodowych.



Rys. 1. Ustrój karburatora do gazu świetlnego.

W razie stosowania generatorów, wystarcza do przygotowania mieszanki wybuchowej zwykły zawór mieszankowy, o prostej budowie; mała wartość opałowa gazu uboższego

sprawia, że niedokładności karburacji nie dają się zbyt łatwo odczuwać, co umożliwia niestosowanie karburatora, którego budowa jest już bardziej zawiła i kosztowna. Inaczej natomiast rzecz się przedstawia przy korzystaniu z gazu świetlnego, stosowanego np. w autobusach paryskich. Tu okazało się niezbędnym wbudowanie karburatora gazowego, zapewniającego automatycznie czułą regulację zasilania, przy wszelkich możliwych obciążeniach i obrotach silnika. Karburator ten, wykonany przez firmę Scemia, składa się z kadłuba A i przewodu odprowadzającego C, w który wstawiona jest przepustnica B. Gaz świetlny dopływa do karburatora przewodem D. Dzwon E, wstawiony do wnętrza karburatora i zaopatrzony w szczeliny K, może obracać się dookoła jego osi zapomocą klucza J. Dzwon ten pokryty jest lekkim, ruchomym dzwonem F, również zaopatrzonym w szczeliny na obwodzie, który połączony jest sztywno z zaworem G. Do przesuwania dzwonu E w kierunku osi służy śruba H; osłona I zapobiega przedostawaniu się pyłu do karburatora. Praca karburatora odbywa się w sposób następujący: paliwo gazowe dopływa przewodem D, powietrze zaś ze środka dzwonu E. Pod wpływem zasysającego działania tłoków silnika, w przewodzie mieszankowym wytwarza się podciśnienie, które powoduje uniesienie się dzwonu F i częściowe lub całkowite pokrycie szczelin w obu dzwonach, przez które przepływać zaczyna powietrze; jednocześnie podnosi się zawór G, wpuszczając gaz, mieszający się natychmiast z powietrzem. Powietrze sprężone w czasie ruchu powrotnego między denkiem dzwonów E i F stanowi rodzaj amortyzatora powietrznego, tłumiąc opadanie dzwonu F; przestrzeń ta łączy się wąskim przewodem z powietrzem atmosferycznym. Regulacja mieszanki dokonywa się w prosty sposób zapomocą obracania dzwonu E i zmiany przez to wolnych przekrojów wspólnych części szczelin. Dla opisanej konstrukcji skok dzwonu F jest, przy danym podciśnieniu w karburatorze, a więc przy danym obciążeniu silnika, odwrotnie proporcjonalny do wspólnej długości obwodowej szczelin.

Wskutek powyższego, wolne przekroje przepływu powietrza pozostają bez zmiany przy tym samym biegu silnika, zmieniają się zaś wolne przekroje przepływu gazu, w tym sensie, że ilość gazu, doprowadzanego do karburatora, wzrasta przy malejącej długości wspólnej części szczeliny. Sposób ten umożliwia w szerokich granicach regulację jakościową, a więc zmianę wartości opałowej mieszanki.

Dodamy jeszcze słów kilka o magazynowaniu paliwa na autobusach paryskich. Gaz przechowywany jest pod dużym ciśnieniem w zbiornikach zwykłego typu, lub też w zbiornikach elektro-fretés¹⁾. Zbiorniki wysokoprężne połączone są równolegle z przewodem, doprowadzającym gaz do karburatora. W przewód wstawiony jest dławik membranowy, redukujący prężność gazu. Ponadto w rurowaniu tem umieszczony jest również specjalny zawór bezpieczeństwa, uniemożliwiający przedostanie się sprężonego gazu do części niskoprężnej przewodów, co mogłoby je narazić na poważne uszkodzenia. Kurek trójdrogowy umożliwia połączenie przewodu, zasilającego cylindry silnika, bądź z karburatorem benzynowym, bądź z obu karburatorami jednocześnie.

Próby przeprowadzone z gazem świetlnym wykazały sprawność o ok. 10% większą, niż przy napędzie benzynowym, co przypisywane jest większej jednorodności mieszanki, nieskraplaniu się paliwa w przewodach oraz większemu dopuszczalnemu współczynnikowi sprężania. (Journal des Usines à gaz 20.11.1928; Génie Civ., Nr. 8, 1929).

¹⁾ Przegl. Techn. t. 67 (1929), str. 343—344.

T R E Ś Ć:

Prawdopodobieństwo pojawiania się wysokich i niskich przepływów rocznych na Dunajcu w Rożnowie, oraz perjodyczność występowania takich przepływów, nap. Dr. K. Pomianowski, Prof. Politechniki Warszawskiej.

Sprawozdania z posiedzeń.

WARSZAWA

26 czerwca

1929 R.

SOMMAIRE:

Probabilité de la parution des hauts et bas débits annuels sur le Danajec à Rożnow et la périodicité de tels débits, par M. K. Pomianowski, Dr., Professeur, à l'Ecole Polytechnique de Varsovie.

Comptes - rendus des séances.

Prawdopodobieństwo pojawiania się wysokich i niskich przepływów rocznych na Dunajcu w Rożnowie oraz perjodyczność takich przepływów*).

Napisał Dr. K. Pomianowski, Profesor Politechniki Warszawskiej.

Dla projektu zbiornika na Dunajcu w Rożnowie zostały przeliczone całoroczne sumy przepływu w profilu przyszłej zapory w okresie lat od 1898 do 1928 włącznie. Jako rok przyjęto okres czasu od 1 października jednego roku do 30 września roku następnego. Sumy roczne są podane w poniższej tab. I. Sumy te pozwalają wyliczyć przeciętne roczne przepływy wody w rzece.

Tabela I.
Średni roczny przepływ.

	Rok	m^3/sek	Prawdopodobieństwo pojawiania się w %
1	1921/22	38,9	1,61
2	1920/21	43,6	4,84
3	1903/02	51,0	8,07
4	1916/17	51,2	11,28
5	1901/02	53,6	14,51
6	1897/98	57,7	17,75
7	1927/28	58,8	20,96
8	1924/25	59,6	24,20
9	1900/01	60,0	27,40
10	1917/18	61,3	30,60
11	1922/23	64,0	33,9
12	1898/99	69,1	37,1
13	1908/09	70,7	40,3
14	1911/12	71,3	43,5
15	1914/15	73,1	46,8
16	1925/26	73,2	50,0
17	1904/05	73,6	53,2
18	1910/11	75,4	56,4
19	1913/14	76,0	59,7
20	1907/08	77,5	62,9
21	1923/24	77,8	66,1
22	1915/16	79,0	69,4
23	1899/00	79,4	72,6
24	1909/10	80,7	75,8
25	1902/03	82,6	79,0
26	1919/20	82,6	82,3
27	1926/27	84,0	85,5
28	1918/19	84,8	88,7
29	1905/06	89,7	91,9
30	1906/07	95,4	95,2
31	1912/13	109,7	98,4

średnio $71,1 m^3/sek$

Porządkując tak otrzymane daty podług ich bezwzględnej wielkości, otrzymamy rzędne krzy-

wej czasów trwania, której odciętymi będą sumy wypadków pojawienia się ilości wody danych oraz wszystkich mniejszych, a zatem od 1 do 31. Nazywając odcięte, t. j. pewną sumę spostrzeżeń, przez r , zaś pełną sumę przez n , otrzymamy, że r zmienia się w granicach od $r=1$ do $r=n=31$. Przeliczając odcięte podług formuły: $X^0_0 \cong \frac{2r-1}{2n}$, otrzy-

mamy podstawowe cyfry, dające się wnieść w podziałkę prawdopodobieństwa. Wobec asymetrii (skew) zjawisk hydrologicznych, wniesiono daty w podziałkę Goodrich'a (rys. 1), przyczem okazało się, że wniesione punkty leżą niemal dokładnie na prostej. Równanie zatem krzywej związku między procentem prawdopodobieństwa a pewnym przepływem przeciętnym rocznym przedstawia się, jak poniżej:

$$\left(1 - \frac{p}{100}\right) = 10^{-\frac{3307}{10^{14}} \cdot Q^{0,0001}}$$

Z wykresu można odczytać, że w każdym roku może być przekroczony lub nieosiągnięty przepływ przeciętny roczny w ilości $71,1 m^3/sek$. Prawdopodobieństwo jego pojawienia się jest 50%. Najbardziej prawdopodobny przepływ w okresie 10-lat (10%) i 90% waha w granicach:

max. = 90,5 min. = 50,3 m^3/sek ,
podobnie w okresie 100 lat (1% i 99%):
max. = 102,0 min. = 32,3 m^3/sek
w okresie 1000 lat (0,1% i 99,9%):
max. = 110,0 min. = 21,0 m^3/sek .

W badanym okresie 31 lat wyliczono następnie najwyższe przepływy wielkich wód, jakie się w każdym z lat pojawiły (tab. II), uporządkowano daty i wyliczono procenty prawdopodobieństwa pojawienia się danych przepływów. Po wniesieniu w podziałkę prawdopodobieństwa (rys. 2) można było określić związek między prawdopodobieństwem pojawienia się pewnej wielkiej wody a okresem czasu, w jakim taka wielka woda może się zdarzyć. Nazywając przez p procent prawdopodobień-

*) Referat zgłoszony przez PKE-n na konferencji w Barcelonie w maju r. b.

stwa, a przez a przepływ wielkiej wody, otrzymujemy wzór:

$$\left(1 - \frac{p}{100}\right) = 10^{-\frac{319}{109} a^m}$$

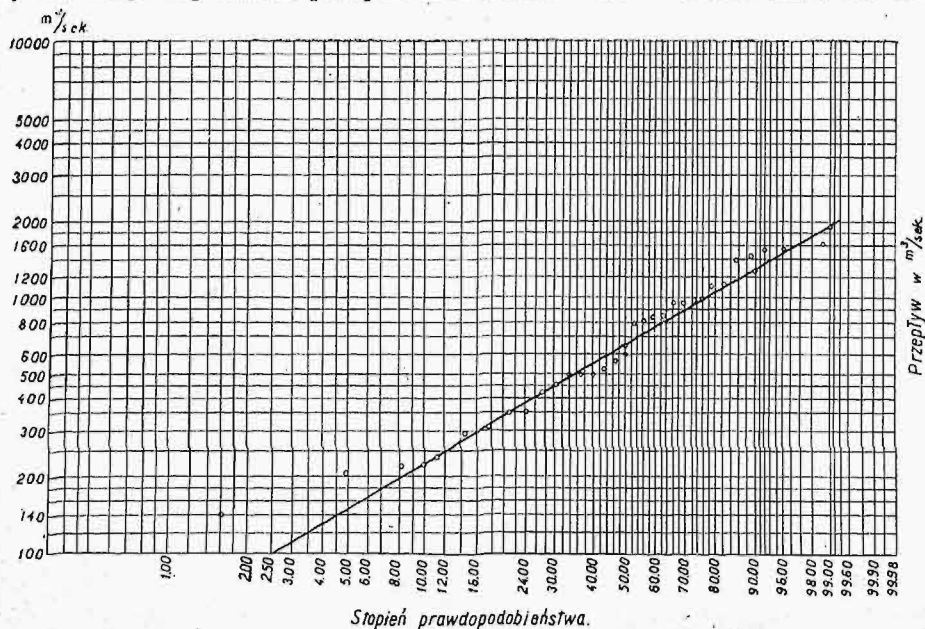
Z wykresu odczytać można następujące prawdopodobieństwa:

	50%	prawd.	max.	650	min.	m^3/sek
10 i 90%	co	10 lat	1280	225	"	
1 i 99%	co	100 lat	1900	60	"	
0,1 i 99,9%	co	1000 lat	2400	—	"	

Tabela II.
Przepływ max. w okresie 1898 — 1928

Nr.	Rok	m^3/sek	Prawdopodobieństwo pojawienia się w % czasu
1	1903	1615	1,61
2	1913	1570	4,84
3	1906	1545	8,07
4	1924	1425	11,28
5	1909	1400	14,51
6	1918	1145	17,75
7	1925	1120	20,96
8	1927	1000	24,20
9	1901	985	27,40
10	1900	965	30,6
11	1926	960	33,9
12	1907	855	37,1
13	1912	835	40,3
14	1908	810	43,5
15	1899	800	46,8
16	1928	590	50,0
17	1920	570	53,2
18	1898	520	56,4
19	1910	500	59,7
20	1902	497	62,9
21	1904	495	66,1
22	1911	455	69,4
23	1915	425	72,6
24	1916	355	75,8
25	1919	350	79,0
26	1914	308	82,3
27	1905	295	85,5
28	1923	238	88,7
29	1917	222	91,9
30	1922	220	95,2
31	1921	140	98,4

Techniczne urządzenia na zaporze będą musiały się liczyć z potrzebą przepuszczenia ilości wiel-



Rys. 1. Prawdopodobieństwo wysokich przepływów.

kich wód, jakich się można spodziewać raz na 100 lat.

Dane poprzednio podane wykazują jasno, że ilości średnich rocznych przepływów wahają się w bardzo znacznych granicach. Ponieważ wykres wykazuje pewną periodyczność występowania wysokich i niskich przepływów, zbadano, czy periodyczność tę nie da się ująć w pewne bardziej ściśle formuły.

Tabela III.
Wahania okresowe niskich średnich rocznych przepływów

	C y k l I				C y k l II			
	suchy rok	Δ i f.	mokry rok	Δ i f.	suchy rok	Δ i f.	mokry rok	Δ i f.
Δ i f.	1898	2	1900	2	1902	1	1903	1
	6		7		7		7	
Δ i f.	1904	3	1907	2	1909	1	1910	2
	8		6		6		6	
Δ i f.	1912	1	1913	2	1915	1	1916	1
	5		6		6		8	
Δ i f.	1917	2	1919	2	1921	3	1924	1
	8		8		7		(7)	
	1925	2	1927	1	1928	(3)	(1931)	
Różnica średnia	6,75	2	6,75	18	6,50	1,5	7	1,25

Wybrawszy lata o wybitnie wysokim lub niskim średnim przepływie w stosunku do lat sąsiednich, znajdziemy, że można lata tak o przepływie ponad przeciętnym, jak i popod przeciętnym ułożyć w dwa szeregi, gdzie między następującymi po sobie latami jednego szeregu odstęp czasu wynosi w przecięciu 7 lat i waha się między 6 a 8 lat, zaś między dwu szeregami lat o tym samym charakterze (wybitnie mokrym lub suchym) upływa 4 lata. A zatem między latami dwu szeregów odstęp czasu wynosi 11 lat, t. j. okres pojawiania się silnych plam słonecznych.

Na okres 7-letni wypadają zatem cztery lata odmienne od przeciętnych, mianowicie dwa suche i dwa mokre. Kolejność następstwa cykli suchych i mokrych jest następująca, że po okresie lat suchych: 1904, 11, 17, 25, w dwuletnim odstępzie przychodzi okres lat mokrych: 1906, 1913, 1919, 1927, następnie znów w dwuletnim odstępnie okres lat suchy: 1908, 15, 21 i zapewne 29, a następnie w dowolnym odstępnie czasu, ale naogół dwuletnim, okres lat mokrych: 1910, 1916, 1924 i spodziewany rok 1931. Nowy cykl lat suchych zaczyna się w jednorocznym okresie czasu: 1898, 1904, 1911, 1917, 1925. Prawdopodobieństwo następstwa cykli lat suchych i mokrych jest zadziwiająca, zwłaszcza jeśli się zważy, że z natury rzeczy w obliczaniu rocznych sum przepływu z odczytów wodoskazowych i krzywych konsumpcyjnych, muszą być zawarte wcale znaczne błędy. (tab. III).

Odcinając na wykresie

przepływy cyklu I lat suchych i mokrych oraz zawarte między temi dwoma cyklami przepływy dwu lat pośrednich, otrzymamy tak dla lat suchych, jak i mokrych, dwie krzywe faliste, bardzo regularne i prawie dokładnie do siebie równoległe, z przesuniętami względem siebie wierzchołkami i dolinami średnio o 2 lata. Wykres przedstawia krzywą tak regularną, iż pozwala z bardzo znacznym prawdopodobieństwem przewidzieć, jakie będą bezwzględne przeciętne przepływy w siedmioleciach następných. Odmiennie przedstawia się wykres dwu krzywych cyklu I, w każdym razie jedna krzywa leży w całości pod prostą przeciętnego przepływu z 31-lęcia, druga ponad prostą. Krzywe cyklu II charakteryzują się nie tylko swą nieregularnością, lecz także nadmiernymi różnicami od prostej przeciętnego przepływu. Lata zupełnie wyjątkowe (katastrofalnie) mokre i suche należą do cyklu II, jakkolwiek wielka liczba lat należy do cykli bardzo niewiele odbiegających od przeciętnej. Cykle II nie pozwalają przewidywać bezwzględnej ilości przepływu w siedmioleciach, lecz tylko prawdopodobny ogólny charakter roku.

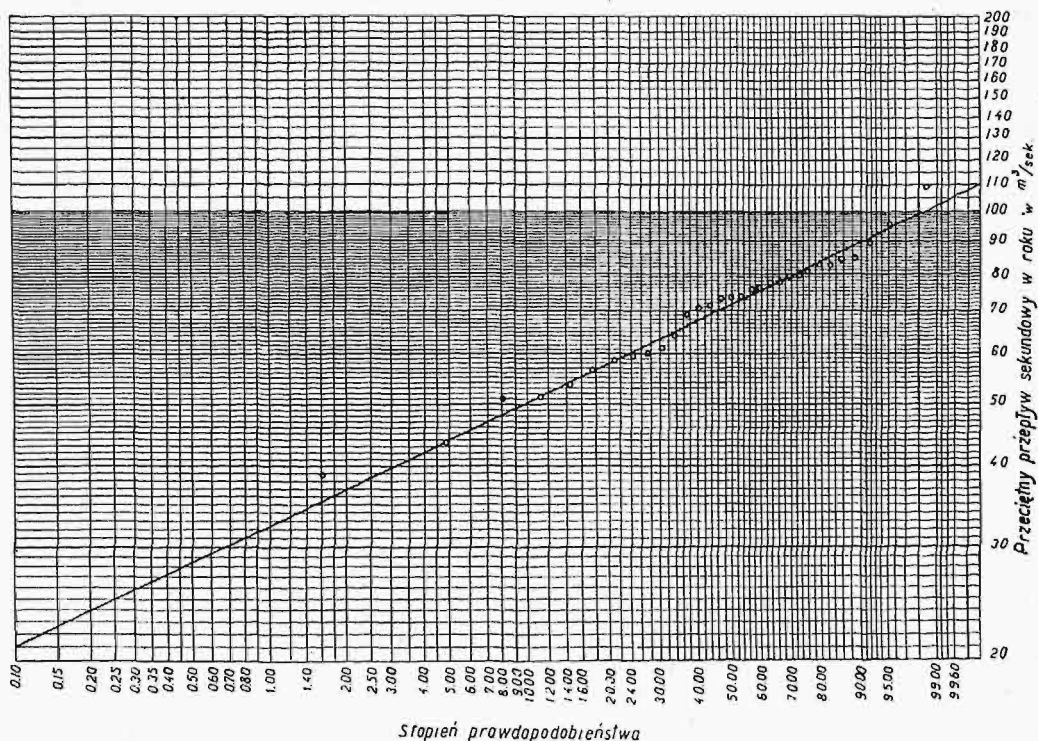
Ponieważ spostrzeżenia ilości przepływu ograniczają się do stosunkowo krótkiego okresu 31 lat, należało prawa powyżej podane sprawdzić na dłuższym szeregu dat opadowych. Niestety, brakło tu dat przeciętnych dla całego dorzecza i trzeba się było ograniczyć do jednej tylko stacji, Krakowskiej, leżącej w sąsiednim dorzeczu Wisły.

Daty opadowe z jednej tylko stacji nie mogą dać tak ścisłego obszaru, jak daty przeciętne z odpływu z dużego obszaru dorzecza (4 700 km²). Odstęp między cyklami oraz odstęp czasu między latami jednego cyklu wykazują większe różnice i mniej regularne, niż w datach odpływu. Natomiast przeciętne z szeregu lat prawie zupełnie dokładnie odpowiadają przeciętnym z dat odpływu. I tak przeciętny odstęp czasu między poszczególnymi latami jednego cyklu wynosi dokładnie 7 lat, prze-

ciętny odstęp między cyklami wynosi: 1,27, 1,91, 2,18, 1,27 zamiast 2,0, 2,0, 2,0, 1,0. Max. lata odpływu są przeważnie przesunięte o rok w stosunku do max. lat opadowych. Jest to wytłumaczalne łatwo retencją terenu opadowego. Jest rzeczą niezmiernie charakterystyczną, że przeciętne w obu cyklach dla lat suchych, a tak samo lat mokrych są prawie dokładnie sobie równe. I tak przeciętne z 11-lat z obu cykli dla lat suchych wynoszą: 575,4 mm i 575,1 mm; dla lat mokrych: 808,1 mm i 807,5 mm przy przeciętnej absolutnej z 73-ch lat, 688,7 mm (tab. IV).

Tabela IV.
Daty opadowe

	cykl I				cykl II			
	suchy rok	Δ if.	mokry rok	Δ if.	suchy rok	Δ if.	mokry rok	Δ if.
					1852	3	1855	1
					7		7	
Δ if.	1856	1	1857	2	1859	3	1862	1
	7		7		7		5	
Δ if.	1863	1	1864	2	1866	1	1867	3
	6		8		8		10	
Δ if.	1869	3	1872	2	1874	3	1877	1
	9		7		6		5	
Δ if.	1878	1	1879	1	1880	2	1882	1
	6		6		6		8	
Δ if.	1884	1	1885	1	1886	4	1890	1
	8		8		9		6	
Δ if.	1892	1	1893	2	1895	1	1896	1
	6		6		6		7	
Δ if.	1898	1	1899	2	1901	2	1903	1
	6		6		6		5	
Δ if.	1904	1	1905	2	1907	1	1908	1
	7		7		7		8	
Δ if.	1911	1	1912	2	1914	2	1916	1
	6		7		7		8	
Δ if.	1917	2	1919	2	1921	3	1924	1
	9		8		8			
Δ	1926	1	1927	2	(1929)			
Różnica średnia	7	1,27	7	1,82		2,27		1,18



Rys. 2. Prawdopodobieństwo pojawienia się pewnej wielkiej wody w zależności od czasu, w jakim taka woda może się zdarzyć.

C y k l I				C y k l II			
rok	mm	rok	mm	rok	mm	rok	mm
1856	548	1857	595	1852	533	1855	1073
1863	483	1864	709	1859	464	1862	575
1869	547	1872	896	1966	584	1867	613
1878	560	1879	893	1874	585	1877	746
1884	580	1885	775	1880	518	1882	700
1892	582	1893	720	1886	527	1890	721
1898	610	1899	857	1895	652	1896	819
1904	533	1905	826	1901	705	1903	926
1911	553	1912	954	1407	664	1908	901
1917	503	1919	939	1914	645	1916	844
1926	786	1927	825	1921	449	1924	964
571,4		808,1		575,1		807,5	

Średnia z okresu 1856 — 1927 — 685.7 mm.

Wykresy wahań sum opadowych dla poszczególnych cykli nie przedstawiają już tej regularności, co wykresy przeciętnych przepływów. Winą tu jest niewątpliwie to, że daty pochodzą z jednej tylko stacji, na którą mogą mieć bardzo znaczne wpływy przypadkowe czynniki lokalne.

Z powyższych dat i rozważań wynikają nastę-

pujące wnioski, które zechce Kongres wziąć pod swą rozwagę:

1) Przeciętne roczne przepływy wody w rzekach podlegają pewnym ścisłym prawom, tak że da się określić dla danego okresu czasu prawdopodobieństwo pojawienia się pewnej ilości przepływu średniego w roku.

2) Fluktuacje w rocznych przepływach pojawiają się w 4-rech cyklach, obejmujących łącznie 7 lat, przyczem w każdym 7-mioleciu pojawiają się naprzemian dwa lata mokre i dwa suche. Odstęp między cyklami wynosi 3 razy po dwa lata i raz jeden rok.

3) Te same prawa tyczą się także opadów.

4) Okresowy przepływ wielkich wód podlega również pewnym ściśle określonym prawom, jest tem wyższy im dłuższy okres czasu jest wzięty pod uwagę. Jakkolwiek max. przepływu wielkich wód dąży w ciągu bardzo długiego okresu czasu do pewnej nieprzekraczalnej wartości, nie jest technicznie uzasadnionem ściśle określenie wielkich wód jako „przeciętnych” lub „absolutnie największych”, i należy wprowadzić określenie, w jakim okresie czasu dany przepływ wielkich wód jest prawdopodobny. W robotach inżynierskich, nawet bardzo dużych, nie należałoby liczyć na wody wyższe, niż pojawiające się raz na 100 lat.

Termin wykończenia całej pracy wyznaczono najpóźniej na 15 maja 1929 r.

Sprawozdania z posiedzeń.

Podkomisja Węglowa.

Protokół posiedzenia z dnia 22 marca 1929 roku.

Obecni pp.: przewodniczący inż. St. Czarnocki, inż. S. Kruszewski, inż. Z. Rajdecki, dr. A. Różycki, inż. A. Stein.

Przedmiotem obrad było:

I. Klasyfikacja węgla polskiego w schemacie klasyfikacyjnym, ustalonym przez Wszecchświatową Konferencję Energetyczną.

Po dłuższej dyskusji, w której brali udział wszyscy obecni, zdecydowano odnieść węgiel kamienny polski do kateg. B i C, zaś brunatny do D I.

II. Oznaczenie kaloryczności węgla kamiennego polskiego w wydobywaniu w r. 1928 i w ogólnych zasobach dla Wszecchświatowej Konferencji Energetycznej.

Dyskusja toczyła się nad dwoma punktami zasadniczymi:

1) na jakich materiałach statystycznych oprócz należy oznaczenie wartości opałowej węgla i 2) w jaki sposób wykonać odnośne obliczenia.

Na wniosek p. Z. Rajdeckiego, przyjęto za podstawę oznaczenia materiału z analiz węgla kamiennego z poszczególnych kopalń i poszczególnych sortymentów, przeprowadzonych przez koleje państwowe.

Daty statystyczne, dotyczące wydobywania poszczególnych kopalń w r. 1928 wedł. sortymentów, zdecydowano oprócz na danych Departamentu Górniczo-Hutniczego Ministerstwa Przemysłu i Handlu.

Co się tyczy wykonania odnośnych obliczeń, to uchwalono wyprowadzić odnośne średnie wartości górnej wartości opałowej węgla poszczególnych kopalń i sortymentów i mnożąc te średnie przez wydobywanie — wyprowadzić wynik kaloryczny wydobywania w r. 1928.

Wykonania pracy podjęli się: p. inż. S. Kruszewski w części, dotyczącej wartości opałowej węgla, p. inż. A. Stein w części, dotyczącej wydobywania wg. sortymentów i obliczenia wyników ostatecznych.

Sprostowania.

W referacie D-ra A. Rozańskiego prof. Uniw. Jag., p. t. „Oznaczenie przepływu wielkiej wody w potokach” (Spr. i Prace PKE n, 1929, zes. 10—20 na str. 509 — 516) zauważono nast. omyłki druku:

- 1) na str. 511 — 27 En, w łamie 2-m, w wierszu 7—6 od dołu pow. być *nawalne* zam. normalne.
- 2) na str. 512 — 28 En, w łamie 1-ym, w wierszu 38 od góry (w tabelce) pow. być > 180 zam. 180.
- 3) na tejże str., w łamie 1-ym, w wierszu 29 od góry, zam. jest mniejsze, powinno być *nie jest* mniejsze.
- 4) na tejże str., w tymże łamie, w wierszu 24 od góry zam. Frühling pow. być *Frühling*.
- 5) na rys. 2 (str. 513—29 En) zam. m^3 na *min*, na km^2 pow. być m^3 na *sek* i km^2 .
- 6) na str. 515—31 En, w łamie 1-ym, w wierszu 5 od góry zam. L_1, L_2, L_3 pow. być V_1, V_2, V_3 .

Nadto autor chciałby dodać do tegoż referatu jeszcze nast. zdania:

1) na str. 510 — 26 En, łam. 2-gi, po wierszu 11 od góry: „Na wielką uwagę zasługują także usiłowania włoskich uczonych matematycznego rozwiązania tego zagadnienia!”.

2) na str. 515 — 31 En, łam. 2-gi, po wierszu 8 od dołu:

„B. Objętość wielkiej wody wywołanej deszczami długotrwałymi.

Sądzę, że do oznaczenia wielkiej wody w potokach, wywołanej przez deszcze długotrwałe, można użyć dobrze wzoru Iszkowskiego. Byłoby jednak pożądane sprawdzenie współczynników tej formuły na podstawie licznych późniejszych pomiarów.”

¹⁾ Patrz dopisek ²⁸⁾.