



## Muntze-Monopol

światowej sławy szlifierka do noży  
4 patenty D. R. P. i zagraniczne



**3 wielkości maszyn do noży**  
od 12×12 do 100×100 mm

**2 tarcze szlifierskie** do obróbki  
płaszczyzn i powierzchni wklęsłych

Maszyny mogą być dostarczane z urządzeniem do szlifowania twardego stopów, jak np. Widia; budowane są na prędkości 5 m/sec i 30 m/sec.

Dotychczas dostarczono 500 szlifierek do różnych krajów.

**C. MUNTHE Kom. Düsseldorf Ges.**

177

### Duża odlewnia żeliwa

**poszukuje dla swej odlewni walców, pierwszorzędnego specjalisty w zakresie odlewu walców.**

W rachubę wchodzi jedynie samodzielny i rutynowany fachowiec o długoletniej praktyce, mogący się wykazać wybitnymi wynikami na polu wysoko wartościowych odlewów utwardzonych, a specjalnie walców stopowych.

Szczegółowe oferty z życiorysem oraz podaniem wysokości żądanego wynagrodzenia, referencji i terminem rozpoczęcia pracy, należy kierować pod:

**„Odlewnia walców”**

do Administracji Przeglądu Technicznego.

179

### Fabryka wyrobów kutych

w woj. Śląskiem poszukuje:

- INŻYNIERA-MECHANIKA** na stanowisko asystenta kierownika ruchu. Praktyka warsztatowa wymagana. Pierwszeństwo mają kandydaci posiadający praktykę w dużych kuźniach, jak również obznajmieni z instalacjami elektrycznymi.
- KALKULATORA**, posiadającego już praktykę w podobnych fabrykach.

W ofertach należy podać: życiorys, referencje oraz warunki płacy. Fotografję należy dołączyć.

Oferty prosimy kierować pod „1000” do Administracji niniejszego pisma.

194

# CASTOR

# HYDROFUGE



PRZEDSIĘBIORSTWO BUDOWLANE

## MAURZY KARSTENS

Warszawa, Koszykowa 7. Tel. 8-27-95.

Kraków, Biuro „Kastor”. Rynek Kleparski Nr. 5. Tel. 102-18.

Wilno, Biuro Handl. M. Jankowski, S-to Jańska Nr. 9.

Katowice, inż. Stanisław Nitsch, Matejki Nr. 5.

Poznań, M. Czubek i S-ka, Gwarna Nr. 8. Tel. 32-12.

Lwów, Fabryka Gipsu Józefa Franz i Synowie

Listopada Nr. 97.

**Potrzeba na prowincję**

### techników - konstruktorów

z wyższym wykształceniem

Oferty z odpisami świadectw do Administracji pisma pod Nr. 180

180

### HUTMISTRZ

potrzebny do wyrobu szkła stołowego i oświetleniowego, białego i kolorowego, wykwalifikowany w szkłe dętym i prasowanym — tylko dobry fachowiec do pieca i wanny, mogący się wykazać świadectwami. Zgłoszenia z curriculum vitae do Towarzystwa Reklamy Międzynarodowej, Warszawa, Marszałkowska 124, pod „Hutmistrz”.

195

### INŻYNIER-MECHANIK

lat 27, kawaler, dyplom Politechniki Lwowskiej **szuka odpowiedniej posady.** Łaskawe zgłoszenia: Inż. Marek Schleyen, Lwów, ul. Królowej Jadwigi 45.

196

**Większe przedsiębiorstwo przemysłowe**  
**poszukuje**

**Młodego Inżyniera**

ze znajomością fabrykacji wyrobów blaszanych. Oferty z dokładnym życiorysem oraz odpisami świadectw uprasza się kierować do Administracji pod Nr 184.

184

## STOWARZYSZENIE TECHNIKÓW POLSKICH W WARSZAWIE

KONTO P. K. O. 128.

### POSADY WAKUJĄCE:

- 52—Tow. Elektryczne Okręgu Częstochowskiego poszukuje **Technika**, obznajmionego z turbogeneratorami i kotłami na stałą posadę.
- 54—Męska Szkoła Rzemiosł w Zawichoście poszukuje **Inżyniera-Kierownika** działu ślusarskiego, przynajmniej z 7-mioletnią praktyką, obeznanego z budową maszyn i spawaniem. Pensja zł. 350 miesięcznie. Warunek: katolik praktykujący.
- 56—Szkoła Rzemiosł w Łodzi ul. Wodna 34, poszukuje **Inżyniera-Mechanika**, katolika, z praktyką warsztatową i możliwie pedagogiczną do kierownictwa warształem szkolnym i nauki meterjałoznawstwa. Pensja zł. 500.— Szczegóły do omówienia.
- 58—Poważna fabryka na Górnym Śląsku poszukuje młodego **inżyniera mechanika**. Konieczna kilkoletnia praktyka w ruchu w dziale narzędziowym. Zgłoszenia do adm. pisma pod nr. 58.
- 60—Państwowa Szkoła Techniczno-Przemysłowa w Łodzi (ul. Żeromskiego Nr. 115) poszukuje **inżyniera-mechanika** na stanowisko kontraktowego nauczyciela na wydziale mechanicznym, wykładowcy maszynoznawstwa ogólnego, rysunków i kreśleń technicznych. Podania zaopatrzone w odpisy dyplomów studjów, świadectw praktyki zawodowej oraz referencje należy nadsyłać pod adresem Dyrekcji Szkoły.

### POSZUKUJĄ PRACY:

- 15—**Technolog-mechanik** z 2 i pół roczną praktyką warsztatową i konstrukcyjną, obezny z obrabiarkami i odlewnictwem poszukuje pracy w dziale konstrukcji lub w ruchu warsztatowym. Łaskawe zgłoszenia do adm. pisma pod nr. 15.
- 17—**Inżynier mechanik** na kierowniczym stanowisku, rutynowany warsztatowiec wyspecjalizowany w dziedzinie masowej i seryjnej fabrykacji precyzyjnych maszyn, gruntownie obznajmiony z termiczną obróbką, badaniem materiałów, techniką pomiarową, ogólną administracją fabryczną i postępowaniem w sprawach fabrycznych — zmieni posadę. Praktyka krajowa i zagraniczna. Oferty pod nr. 17 do adm. pisma.

---

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, ul. Czackiego Nr. 3 (Gmach Stowarzyszenia Techników). Telefon Nr. 657-04.  
Redakcja otwarta we wtorki, czwartki i piątki od godz. 8 do 8 i pół wieczorem. Administracja otwarta codziennie od godz. 9 rano do 7 wiecz.  
Wejście do Redakcji i do działu prenumerat Administracji: — przez sieć główną budynku



# PRZEGLĄD TECHNICZNY

CHASOPISMO POŚWIĘCONE SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU

Nr. 18

WARSZAWA, 5 WRZEŚNIA 1934 R.

Tom LXXIII

## TREŚĆ:

Możliwe uproszczenia w obliczeniu statycznym łuku, nap. Dr. Inż. W. Wierzbicki, Profesor Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego.

Blacha cynkowa w ogniwach i metody jej badania, nap. Dr. E. Zalesiński.

Kostkowy bruk betonowy, nap. Inż. W. Paszkowski, Profesor Politechniki Warszawskiej.

Wyznaczanie własności technicznych gumy, nap. Inż. chem. A. Olaszek.

Przegląd pism technicznych.

## SOMMAIRE:

Les simplifications possibles du calcul statique d'un arc, par M. W. Wierzbicki, Dr. ès sc. techn., Professeur à l'École Supérieure de l'Agriculture.

La tôle de zinc dans les piles et les méthodes de son étude, par M. E. Zalesiński, Dr. ès sc.

Le revêtement des routes en pavés de béton, par M. W. Paszkowski, Professeur à l'École Polytechnique de Varsovie.

La détermination des qualités techniques du caoutchouc, par M. A. Olaszek, Ingénieur chimiste.

Revue documentaire.

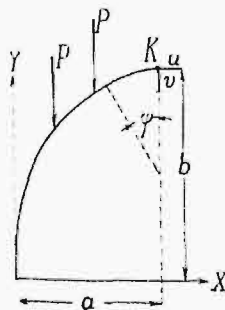
Prof. Dr. W. WIERZBICKI

## Możliwe uproszczenia w obliczeniu statycznym łuku

Określając łuk sprężysty z jakimkolwiek układem ramowym lub kratowym, to przeważnie zarówno kształt konstrukcji, jak i rozkład sił, jest w łuku prostszy, niż w tamtych układach. Pomimo to jednak obliczenie statyczne łuku następcza zwykle stosunkowo większe trudności, niż obliczenie ram lub statycznie niewyznaczalnych układów kratowych.

Pochodzi to stąd, że łuki muszą być w obliczeniach statycznych bardziej indywidualizowane, niż rami i kraty, dla których łatwiej jest, ze względu na prostoliniowy kształt ich elementów, ułożyć ogólniejsze wzory i tablice.

Celem niniejszej pracy jest wskazanie w obliczeniach statycznych łuków takich zależności liczbowych, które doprowadziłyby do uproszczeń w tych obliczeniach.



Rys. 1.

\*

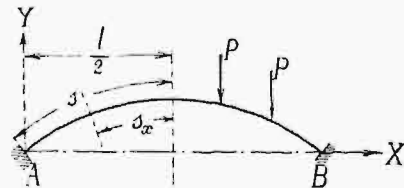
Obliczenie wielkości statycznie niewyznaczalnych w łuku opiera się na t.zw. wzorach Bresse'a, które dają dla odcinka sprężystego pręta zakrzywionego AK dwie składowe  $u$  i  $v$  przesunięcia punktu K oraz obrót przekroju poprzecznego w tym punkcie  $\omega$  (rys. 1). Są to wyrażenia typu:

$$u = - \int_0^s \Delta ds \cos \varphi - \int_0^s (b-y) \Delta d\varphi \pm \int_0^a t dx + \int_0^b \beta dy - \omega_0 b, \dots \dots (1)$$

gdzie  $ds$  oznacza długość nieskończenie małego odcinka osi pręta zakrzywionego,  $\Delta ds$  — przyrost tej długości,  $d\varphi$  — kąt nachylenia względem siebie dwóch przekrojów poprzecznych pręta, znajdujących

się od siebie w odległości  $ds$ , licząc wzdłuż osi pręta,  $\Delta d\varphi$  — przyrost tego kąta, wywołany przez odkształcenie pręta zakrzywionego,  $\omega$  — obrót skończony przekroju A,  $\varepsilon_t$  — wydłużenie jednostkowe przy różnicy temperatur  $t$ ,  $\beta$  — kąt przesuwania<sup>1)</sup>.

Wyznaczenie wielkości nadliczbowych w łuku odbywa się w ten sposób, że wielkości  $u_B$ ,  $v_B$  i  $\omega_B$  wyrażające odpowiednio przesunięcie punktu B w kierunku osi X-ów, przesunięcie w kierunku osi Y-ów oraz obrót  $\omega_B$  przekroju poprzecznego w B



Rys. 2.

(rys. 2) przedstawiamy sobie jako funkcje nieznanego momentu  $M_A$ , parcia poziomego  $H$  i reakcji  $R_A$  w punkcie A i ustawiamy równania:

$$u_B = f_1(M_A, R_A, H) = 0, \quad v_B = f_2(M_A, R_A, H) = 0, \\ \omega_B = f_3(M_A, R_A, H) = 0, \dots \dots (2)$$

z których wymienione wielkości nadliczbowe  $M_A$ ,  $R_A$  i  $H$  wyznaczamy.

W przypadku łuku dwuprzegubowego z równań (2) mamy tylko do rozwiązania pierwsze, a mianowicie równanie:

$$u_B = f(H) = 0, \dots \dots (3)$$

W równaniach typu (1) możemy we wszystkich przypadkach łuków sprężystych, z wyjątkiem bardzo wyniosłych przepustów, przyjmować, iż

$$\Delta ds = \frac{N ds}{EA} \quad \Delta d\varphi = \frac{M ds}{EJ} \quad \beta = \frac{T}{GA}, \dots (4)$$

<sup>1)</sup> Por.: W. Wierzbicki: Mechanika Budowli, str. 300.

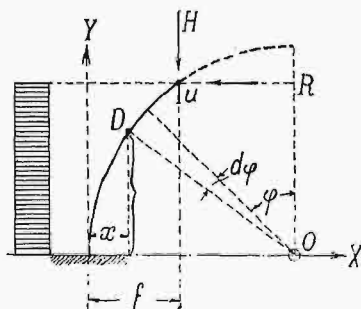
gdzie  $N$  i  $T$  oznaczają odpowiednio siłę podłużną i siłę poprzeczną w danym przekroju łuku, a  $M$  — moment zginający w tym przekroju.

Przy obliczaniu całek oznaczonych, zawartych we wzorach typu (1), nastęrcza poważne trudności okoliczność, że różniczkę  $ds$  trudno jest przedstawić w postaci, nadającej się do wygodnego całkowania.

O ile drogą przybliżonego obliczenia całek oznaczonych możemy rozwiązać równania (2), wprowadzając za cenę uciążliwej pracy rachunkowej, ale bez trudności matematycznych, o tyle drogą analityczną można to wykonać ściśle, a sposobami elementarnymi prawie wyłącznie tylko dla łuków kolistych i parabolicznych.

\*

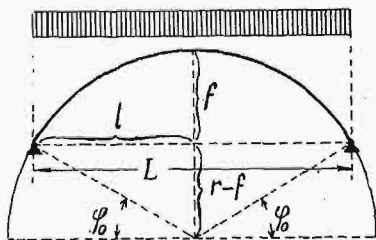
Gdy mamy pręt zakrzywiony o kształcie odcinka koła i o przekroju stałym, wówczas obliczenie odkształceń odbywa się najłatwiej w spólrzędnych biegunowych  $r, \varphi$ , gdyż wówczas odcinek osi pręta  $ds$  możemy wyrazić w postaci  $ds = r d\varphi$  (rys. 3).



Rys. 3.

Przedstawiając sobie obciążenie łuku dwuprzegubowego, jako ciągłe i równomierne, możemy tu, mianowicie, zastosować dla przesunięcia  $u$  punktu  $A$  wyrażenie, otrzymane dla podobnego przesunięcia w przypadku pręta zakrzywionego (rys. 3). Otrzymamy tą drogą dla przypadku przedstawionego na rys. 4, że

$$H = - \frac{R\delta_1 + q l_1 + R\delta_2 + q\gamma_2}{\alpha_1 + \alpha_2}, \quad (5)$$



Rys. 4.

gdzie

$$\alpha_1 = - \frac{r}{2EA} \left[ \frac{\pi}{2} - \varphi_0 + \frac{\sin 2\varphi_0}{2} \right], \quad (6)$$

$$\alpha_2 = - \frac{r}{EJ} \left[ m^2 \left( \frac{\pi}{2} - \varphi_0 \right) + 2mr \cos \varphi_0 + \frac{r^2}{2} \left( \frac{\pi}{2} - \varphi_0 + \frac{\sin 2\varphi_0}{2} \right) \right], \quad (7)$$

$$m = f - r, \quad (8)$$

$$\delta_1 = - \frac{r}{2EA} \cos^2 \varphi_0, \quad (9)$$

$$\delta_2 = \frac{r}{EJ} \left[ ml \left( \frac{\pi}{2} - \varphi_0 \right) + rl \cos \varphi_0 - mr (1 - \sin \varphi_0) - \frac{r^2}{2} \cos^2 \varphi_0 \right], \quad (10)$$

$$\gamma_1 = \frac{r}{EA} \left[ \frac{l}{2} \cos^2 \varphi_0 - \frac{r}{3} \cos^3 \varphi_0 \right], \quad (11)$$

$$\gamma_2 = - \frac{r}{2EJ} \left[ ml^2 \left( \frac{\pi}{2} - \varphi_0 \right) + rl^2 \cos \varphi_0 - 2rlm (1 - \sin \varphi_0) - r^2 l \cos^2 \varphi_0 + \frac{mr^2}{2} \left( \frac{\pi}{2} - \varphi_0 - \frac{\sin 2\varphi_0}{2} \right) + \frac{r^3}{3} \cos^3 \varphi_0 \right], \quad (12)$$

Zauważyć należy, że współczynniki  $\alpha_1, \delta_1$  i  $\gamma_1$  wyrażają wpływ na wielkość  $H$  sił podłużnych  $N$ , działających w poszczególnych punktach łuku, a współczynniki  $\alpha_2, \delta_2$  i  $\gamma_2$  — wpływ odpowiednich momentów zginających  $M$  (por. wzory 4).

Stosunek między promieniem łuku kolistego  $r$ , jego rozpiętością  $L = 2l$  i wielkością  $\xi$  stosunku strzałki  $f$  do rozpiętości  $L$  wyraża się wzorem:

$$r = \frac{4l^2 \xi + l}{4\xi}, \quad (13)$$

zaś kąt  $\varphi_0$ , wyrażający pośrednio stosunek długości osi łuku odcinkowego do łuku półkolistego, wyznacza się z równania:

$$\sin \left( \frac{\pi}{2} - \varphi_0 \right) = \frac{l}{r}, \quad (14)$$

i określa granice całkowania równań, dotyczących odkształceń łuku.

\*

Dla łuku o kształcie parabolicznym równanie osi otrzymuje w spólrzędnych  $X, Y$  (rys. 2) równanie:

$$y = x(l-x) \frac{4f}{l^2}, \quad (15)$$

lub też równanie:

$$y = \xi(1-\xi)4f, \quad (16)$$

w którym  $\xi$  wyraża stosunek:  $\xi = \frac{x}{l}$ .

Dla różniczki  $ds$  osi łuku otrzymujemy w tym wypadku wyrażenie:

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} = \sqrt{a\xi^2 + b\xi + c} \cdot dx = \sqrt{\Phi} \cdot dx, \quad (17)$$

gdzie

$$a = 64\xi^2, \quad b = -64\xi^2, \quad c = 1 + 16\xi^2.$$

W tych warunkach rozwiązanie równania (3) wymaga obliczenia długiego szeregu całek typu:

$$\int \xi^m \sqrt{\Phi} d\xi, \quad \int \frac{\xi^m}{\sqrt{\Phi}} d\xi, \quad \int \frac{\xi^m}{\Phi} d\xi, \quad (18)$$

co pociąga za sobą znaczne trudności rachunkowe. Pożądane więc staje się tu wprowadzenie uproszczeń.

W poszukiwaniu takich uproszczeń badamy kształt funkcji wyrażonej równaniem:

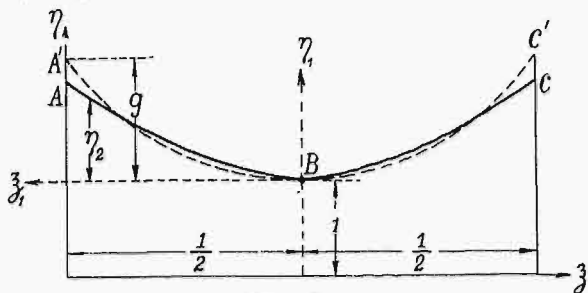
$$\eta = \frac{ds}{dx} = F(\xi) \quad (19)$$

w spólrzędnych  $\eta, \xi$  (rys. 5) i sporządzamy dla różnych wielkości  $g$  szereg wykresów w rodzaju krzywej  $ABC$ .

Jeżeli umieścimy na rys. 5 obok krzywej  $ABC$ , parabolę  $A'BC'$ , odpowiadającą równaniu:

$$\eta_{11} = g \xi_1^2, \dots (20)$$

odniesionemu do spólrzędnych  $\eta_{11}, \xi_1$ , wówczas zauważymy, że przy należytych wyborze parametru  $g$  różnice między rzędnymi krzywych  $ABC$  i  $A'BC'$  mogą być doprowadzone do wartości nieprzekraczających błędów dopuszczalnych w obliczeniach statycznych łuków.



Rys. 5.

Wybór parametru  $g$  jest uzależniony od tych postulatów, którym będziemy chcieli podporządkować krzywą  $A'BC'$  i jej stosunek do krzywej  $ABC$ . Postulaty te mogą być różne, w zależności od tego, w jaki sposób będziemy łuki obliczali.

Dzielimy więc połowę osi łuku na 10 równych części i bierzemy pod uwagę trzy postulaty następujące:

1) algebraiczna suma różnic między rzędnymi krzywej  $ABC$  a rzędnymi krzywej  $A'BC'$  równa się 0;

2) suma kwadratów różnic między rzędnymi krzywej  $ABC$  a rzędnymi krzywej  $A'BC'$  odpowiada warunkowi minimum;

3) rzędne krzywej  $A'BC'$  stanowią średnie arytmetyczne rzędnych krzywych  $ABC$ , obliczonych w myśl postulatów 1) i 2).

Aby obliczyć parametr  $g$ , odpowiadający postulatowi 1), bierzemy szereg rzędnych  $\eta_{11}$  paraboli (20) oraz szereg odpowiadających im rzędnych  $\eta_{12}$  krzywej  $ABC$ . Przy podobnych oznaczeniach postulat 1) przybiera postać następującą:

$$\sum (\eta_{12} - g \xi_1^2) = 0, \dots (21)$$

skąd

$$g = \frac{\sum \eta_{12}}{\sum \xi_1^2}, \dots (22)$$

Postulat 2) zostanie spełniony, o ile będzie miała miejsce zależność:

$$\frac{\partial F}{\partial g} = 0, \dots (23)$$

gdzie przy tych samych, co wyżej, oznaczeniach:

$$F = \sum (\eta_{12} - g \xi_1^2)^2, \dots (24)$$

Z równania (23) otrzymujemy dla parametru  $g$  wyrażenie:

$$g = \frac{\sum \eta_{12} \xi_1^2}{\sum \xi_1^4}, \dots (25)$$

Jeżeli przez  $g_1$  i  $g_2$  oznaczymy wielkości otrzymane odpowiednio ze wzorów (22) i (25), wówczas

postulatowi wymienionemu pod 3) będzie czyniła zadość krzywa  $A'BC'$  o parametrze równym:

$$g_{31} = \frac{g_1 + g_2}{2}, \dots (26)$$

Oznaczmy przez  $\varepsilon$  największą, wyrażoną w procentach różnicę między rzędnymi krzywej  $ABC$  z jednej strony, a rzędnymi krzywej  $A'BC'$  z drugiej. Dla poszczególnych parametrów  $g_1, g_2, g_3$  i dla różnych  $\xi$  wielkości  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$  przybierają odpowiednio wartości, zawarte w tabeli I.

TABELA I.

| $\xi$ | $\varepsilon_1, \%$ | $\varepsilon_2, \%$ | $\varepsilon_3, \%$ |
|-------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 0,100 | 0,3                 | 0,3                 | 0,3                 |
| 0,125 | 0,3                 | 0,3                 | 0,3                 |
| 0,150 | 0,4                 | 0,3                 | 0,3                 |
| 0,175 | 1,0                 | 0,6                 | 0,6                 |
| 0,200 | 1,2                 | 0,8                 | 1,0                 |
| 0,225 | 1,2                 | 1,0                 | 1,0                 |
| 0,250 | 1,8                 | 1,4                 | 1,2                 |
| 0,275 | 2,4                 | 1,5                 | 1,8                 |
| 0,300 | 2,9                 | 1,7                 | 2,3                 |

Jak wynika z przytoczonej tabeli, z pośród błędów  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$  błędy  $\varepsilon_2$  są naogół najmniejsze, błędy zaś  $\varepsilon_3$  różnią się od nich przeważnie niewiele. Gdy porównamy ze sobą we wszystkich trzech wypadkach przewidzianych w tabeli położenie tych punktów  $\xi_1 = 0,1, 0,2, 0,3 \dots$ , dla których mają miejsce błędy największe, to zauważymy, że błędy  $\varepsilon_1$  występują na końcach łuku, podczas gdy błędy  $\varepsilon_2$  i  $\varepsilon_3$  mają miejsce około środka każdej połowy łuku, przyczem przy stosowaniu paraboli o parametrze  $g_3$  błędy są naogół rozłożone najbardziej równomiernie na całym łuku.

Oznaczamy w dalszym ciągu przez  $\bar{\varepsilon}_1, \bar{\varepsilon}_2$  i  $\bar{\varepsilon}_3$  błędy przeciętne, odpowiadające błędom największym  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ , i układamy tabelę tych błędów (tabela II).

TABELA II.

| $\xi$ | $\bar{\varepsilon}_1$ | $\bar{\varepsilon}_2$ | $\bar{\varepsilon}_3$ |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,100 | 0,2                   | 0,2                   | 0,2                   |
| 0,125 | 0,2                   | 0,2                   | 0,2                   |
| 0,150 | 0,3                   | 0,3                   | 0,2                   |
| 0,175 | 0,4                   | 0,4                   | 0,3                   |
| 0,200 | 0,4                   | 0,4                   | 0,4                   |
| 0,225 | 0,4                   | 0,4                   | 0,4                   |
| 0,250 | 0,7                   | 0,8                   | 0,6                   |
| 0,275 | 0,9                   | 1,8                   | 0,8                   |
| 0,300 | 1,0                   | 1,1                   | 1,0                   |

Obliczenie średniego błędu nie jest w danym razie potrzebne, gdyż znane są nam błędy największe.

W równaniach (2), z których obliczamy wielkości statycznie niewyznaczalne w łuku, wyrazami największemi, co do wartości bezwzględnej, są zawsze wyrazy typu:

$$\int_0^s \frac{\mu y ds}{EJ} \text{ i } \int_0^s \frac{y^2 ds}{EJ},$$

gdzie  $\mu$  oznacza bądź  $M_{0z}$  — moment zginający w danym przekroju  $aa$  łuku, bądź też  $M_x$  — moment sił, działających między podporą a przekrojem  $aa$  względem środka tego przekroju.

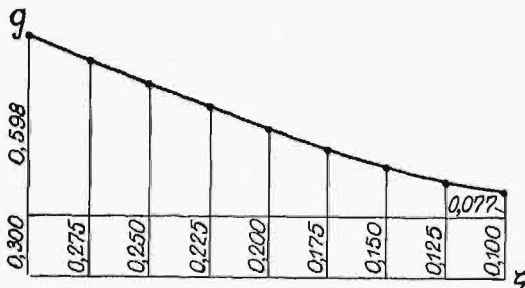
Jeżeli początek spólrzędnych odniesiony jest do środka podpory (rys. 2), wówczas funkcje  $\mu y^2$  oraz  $y^2$  maleją w kierunku końców łuku. W tym wypad-

ku zastosowanie, zamiast funkcji  $\eta = \frac{ds}{dx}$ , paraboli o parametrze  $g_1$ , dającej największe błędy w przekrojach, zbliżonych do końców łuku, byłoby właściwsze. Jeżeli jednak początek spólrzędnych przyjęty jest na przechodzącej przez zwornik osi symetrii łuku, wówczas właściwsze staje się zastosowanie paraboli o parametrze  $g_2$  lub  $g_3$ . Ponieważ trudno jest stale pamiętać o właściwościach błędów  $\epsilon$ , więc należy uważać za właściwsze stosowanie tej ostatniej paraboli w każdym wypadku. Odpowiednie parametry podane są w tabeli III.

TABELA III.

|       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| 0,100 | 0,077 | 0,225 | 0,3·8 |
| 0,125 | 0,112 | 0,250 | 0,430 |
| 0,150 | 0,170 | 0,275 | 0,518 |
| 0,175 | 0,220 | 0,300 | 0,598 |
| 0,200 | 0,290 | —     | —     |

Zależność parametru  $g$  od stosunku  $\zeta$  daje się wyrazić zapomocą wykresu rys. 6, z którego wynika, że dla pośrednich wielkości  $\zeta$  można otrzymywać parametry  $g$  drogą interpolacji linjowej.



Rys. 6.

Błąd powstały przy obliczeniu całek typu  $\int \frac{\mu \cdot y^2 ds}{EJ}$  oraz  $\int \frac{y^2 ds}{EJ}$  z powodu zastąpienia wielkości stałej  $\eta = \frac{ds}{dx}$  przez wielkości przybliżone  $\eta_1$  musi być, z powodu charakteru funkcji  $\mu y^2$  oraz  $y^2$ , mniejszy od błędu przeciętnego  $\epsilon$ , odpowiadającego danej wielkości  $\zeta$ . Dla ustalenia rzędu wielkości tego błędu obliczamy parcie poziome  $H$  dla przypadku łuku dwuprzegubowego, obciążonego w sposób równomierny i ciągły, z jednej strony, przy  $ds = \eta_1 dx$ , z drugiej zaś strony, przy  $ds$  wziętem ze wzoru (17).

W układzie spólrzędnych  $\eta, \xi$  równanie (20) przybiera postać:

$$\eta_1 = \frac{ds}{dx} = 1 + g(1 - 4\xi + 4\xi^2) \quad (27)$$

lub postać:

$$ds = (m\xi^2 + n\xi + p) dx, \quad (28)$$

gdzie

$$m = 4g, \quad n = -4g, \quad p = 1 + g. \quad (29)$$

Przyjmując dla  $\eta_1$  wielkość wyrażoną równaniem (27), znajdziemy dla całki  $\int \frac{M_{0\alpha} y ds}{EJ}$  wyrażenie następujące:

$$\int_0^s \frac{M_{0\alpha} y ds}{EJ} = \frac{2qfl^3}{EJ} \int_0^1 \xi^2 (1 - \xi)^2 [1 + g(1 - 4\xi + 4\xi^2)] d\xi = \frac{2qfl^3}{EJ} (0,0333 + 0,0053g) \quad (30)$$

Przechodząc do ścisłego obliczenia całki oznaczonej  $\int \frac{M_{0\alpha} y ds}{EJ}$ , bierzemy pod uwagę wyrażenie (17), wobec czego całka ta przybiera postać:

$$\int_0^s \frac{M_{0\alpha} y ds}{EJ} = \frac{2qfl^3}{EJ} \int_0^1 \xi^2 (1 - \xi)^2 \sqrt{a\xi^2 + b\xi + c} \cdot d\xi = \frac{2qfl^3}{EJ} \int_0^1 \xi^2 (1 - \xi)^2 \sqrt{\Phi} d\xi \quad (31)$$

Do obliczenia wyrażenia (31) konieczna jest znajomość wartości całek oznaczonych typu (18) dla poszczególnych wartości spólrzynnika  $\zeta$ , charakteryzującego wyniosłości łuku. Obliczenie to natrafia na duże trudności rachunkowe, ponieważ wymaga kolejnego obniżania wykładnika potęgi  $m$  i ponieważ spólrzynnik  $\zeta$  nie może być tu uważany za wielkość dowolną. Wobec tego obliczenia tego rodzaju nie mogą być stosowane indywidualnie do poszczególnych przypadków łuków parabolicznych.

Porównanie ze sobą wyników obliczonych ze wzoru (30) i ze wzoru (31) dla omawianego przypadku łuku dwuprzegubowego wykazuje, że w granicach rozpatrywanych tu wielkości  $\zeta$  różnica tych wyników nie przekracza 0,7%.

W przypadku sił skupionych funkcja  $M_{0\alpha}$  zachowuje tę własność, że wartości jej są mniejsze w okolicy podpór łuku, niż w okolicach jego środka,

wobec czego wartości całki  $\int \frac{M_{0\alpha} y ds}{EJ}$ , obliczone według wzoru ścisłego i według przybliżonego wzoru (30), będą wykazywały różnice mniejsze od wielkości zawartych w tabeli II.

Dla łuku bezprzegubowego funkcja  $M_{0\alpha}$ , która zastąpi tu funkcję  $M_{0\alpha}$ , będzie tak samo, jak ta ostatnia, malała w kierunku ku podporom łuku, a więc i w tym wypadku wartości całki  $\int \frac{M_{0\alpha} y ds}{EJ}$ , obliczone według wzoru ścisłego i przybliżonego, będą wykazywały różnice mniejsze od wielkości zawartych w tabeli II.

Wobec tego, że inne całki, wchodzące w wyrażenia dla wielkości statycznie niewyznaczalnych w łukach, bądź posiadają te same własności, co całki omówione, bądź też odgrywają w tych wyrażeniach mniejszą rolę, twierdzić można, że stosując dla  $ds$  wzór (27), otrzymamy przy parametrach  $g$  wziętych z tabeli III błędy nie większe od zawartych w tabeli II.

\*

Wpływ sił podłużnych na wielkość parcia poziomego w łuku kolistym odcinkowym  $H$  określamy, przyjmując we wzorze (5)  $\alpha_1 = \delta_1 = \gamma_1 = 0$  i po-



równując otrzymaną tą drogą wielkość

$$H_0 = \frac{R \delta_2 + q l^2}{a_2} \dots \dots \dots (32)$$

z wielkością  $H_1$  otrzymaną ze wzoru (5) bez uproszczeń.

Ostateczne odliczenie parcia poziomego  $H$  wymaga przyjęcia pewnego stosunku między  $J$  a  $A$ , czyli kwadratu wielkości promienia bezwładności  $i$ .

Przyjmując dla  $i = \frac{L}{75}$ , znajdziemy, że różnica między  $H$  i  $H_0$  dla poszczególnych wartości  $\zeta$  wahać się będzie w granicach od 0,1% dla  $\zeta = 0,300$  do 2,5% przy  $\zeta = 0,100$ .

Aby porównać ze sobą  $H$  i  $H_0$  dla parabolicznego łuku dwuprzegubowego, musimy się tu uciec do nieuproszczonego równania dla parcia poziomego  $H_s$ :

$$\int_0^s \frac{M_{ox} y ds}{EJ} - H \int_0^s \frac{y^2 ds}{EJ} - R_A \int_0^s \frac{\sin \varphi \cos \varphi ds}{EA} - H \int_0^s \frac{\cos^2 \varphi ds}{EA} + \int_0^s \frac{\mathfrak{N} \cos \varphi ds}{EA} \pm \int_0^l \varepsilon_t dx = 0, \quad (33)$$

gdzie  $\mathfrak{N} = \Sigma P \sin \varphi$ .

Jeżeli w równaniu (33) przyjmiemy za równe zeru wszystkie wyrazy, z wyjątkiem wyrazów  $\int \frac{M_{ox} y ds}{EJ}$  oraz  $\int \frac{y^2 ds}{EJ}$ , to dla stałego przekroju łuku i obciążenia równomiernego znajdziemy, że

$$H_0 = \frac{q l^2}{8 f} \dots \dots \dots (34)$$

Aby otrzymać ściślejszą wartość  $H$ , musimy obliczyć tu i pozostałe całki oznaczone, wchodzące w równanie (33), a więc całki:

$$\frac{1}{l} \int_0^s \frac{\cos^2 \varphi ds}{EJ} = \frac{1}{l EJ} \int_0^1 \frac{\sqrt{\Phi} d\xi}{\Phi} = \frac{1}{l EJ} \int_0^1 \frac{\Phi d\xi}{\sqrt{\Phi}}, \quad (35)$$

$$\int_0^s \frac{\mathfrak{N} \sin \varphi \cos \varphi ds}{EJ} = \frac{q l}{2} \int_0^1 \xi \sin 2 \varphi ds = = q \zeta l^2 \int_0^1 \frac{(1-2\xi) \Phi d\xi}{\sqrt{\Phi}}, \dots \dots (36)$$

$$\int_0^1 \sin \varphi \cos \varphi ds = 0. \dots \dots (37)$$

Porównując ze sobą wartości  $H$  i  $H_0$  parcia poziomego, dostrzegamy między nimi różnicę, wahać się dla różnych  $\zeta$  w granicach od 0,5% dla  $\zeta = 0,300$  do 4,5% dla  $\zeta = 0,100$ .

Zauważyć należy, że wartości  $H_0$  są stale większe od wartości  $H$ , zarówno w przypadku łuku kołowego, jak i w przypadku łuku parabolicznego. Zwiększenie promienia bezwładności przekroju poprzecznego łuku naogół wzmacnia wpływ sił podłużnych na wielkość  $H$ .

\*

Wpływ sił poprzecznych na wielkości statycznie niewyznaczalne w łukach wyraża się zapomocą

przedostatniego dodajnika w równaniu (1) przy  $\beta$  obliczonym ze wzoru (4) i przy  $T_v$  równem:

$$T_v = R_A \sin \varphi - H \cos \varphi - \mathfrak{V}_v, \dots (38)$$

gdzie  $\mathfrak{V}_v = \Sigma P \cos \varphi$ .

Ponieważ

$$dy = (1 - 2\xi) 4 f d\xi, \dots \dots (39)$$

więc otrzymujemy dla całki  $\int_0^l \beta dy$  wyrażenie:

$$\int_0^l \beta dy = \frac{4 f}{G A_s} \int_0^s (R_A \cos \varphi - H \sin \varphi - \mathfrak{V}_v) (1 - 2\xi) d\xi. \quad (40)$$

Wobec tego, że dla łuku parabolicznego

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{\Phi}}, \quad \sin \varphi = \frac{4 f (1 - 2\xi)}{\sqrt{\Phi}}, \dots (41)$$

obliczenie wyrażenia (40) pociąga za sobą konieczność obliczenia całek typu (18). Rozwinięcie wyrażenia (40) doprowadza do wzoru typu:

$$\int_0^l \beta dy = w + c H. \dots \dots (42)$$

Ponieważ we wzorze (42) współczynniki  $w$  i  $c$  są różnego znaku, więc przy zwykłych obciążeniach łuku dwuprzegubowego sama już postać wzoru tego wskazuje, że wpływ sił poprzecznych na wielkość  $H$  jest mniejszy, niż wpływ sił podłużnych. Ścisłe ustalenie, w jakim stopniu siły  $T$  wpływają na wartości statycznie niewyznaczalne w łukach, natrafia na trudności ze względu na nieokreśloność rozkładu naprężeń stycznych w przekrojach poprzecznych łuków i ze względu na trudności w ustaleniu wielkości współczynnika  $G$ .

Można jednak twierdzić, że przy  $G$ , wahającym się około 0,4  $E$ , oraz przy średnich i małych wyniosłościach łuków dwuprzegubowych (mniej więcej do  $\zeta = 0,250$ ) wpływ sił poprzecznych na wielkość parcia poziomego wynosi zaledwie kilka dziesiątych procenta, przy większych zaś wyniosłościach wzrasta.

\*

Wpływ sił podłużnych i poprzecznych na wielkości statycznie niewyznaczalne w łukach bezprzegubowych, obciążonych symetrycznie, wyraża się prawie w tych samych cyfrach, co w łukach dwuprzegubowych, z pośród zaś obciążeń niesymetrycznych, obciążenia najbardziej niebezpieczne mało naogół odbiegają od obciążeń symetrycznych.

Uzasadnione wyżej wnioski co do wpływu sił podłużnych i poprzecznych na wielkości statycznie niewyznaczalne w łukach nasuwają następujące uproszczenia w statycznych obliczeniach tych układów:

1) Przy obliczaniu wielkości statycznie niewyznaczalnych w łukach betonowych i kamiennych wpływ sił podłużnych i poprzecznych na te wielkości może być pominięty, ponieważ łuki tego rodzaju posiadają znaczną wyniosłość i ponieważ błąd wynikający z pominięcia wpływu sił podłużnych i poprzecznych jest tu tegoż rzędu, co błędy wynikające z niedokładnej znajomości własności sprężystych materiałów kruchych<sup>2)</sup>.

<sup>2)</sup> Por. W. Wierzbicki: W sprawie stopnia dokładności obliczeń statycznych konstrukcyj żelbetowych. Przegląd Techniczny 1932.



2) W przypadku łuków żelbetowych wpływ sił podłużnych i poprzecznych może być pominięty w tych samych okolicznościach, co wymienione pod 1), z wyjątkiem przypadków łuków o współczynniku wyniosłości mniejszym od  $\zeta = 0,100$ , poczynając mniej więcej od  $\zeta = 0,080$ .

3) W przypadkach łuków żelaznych, o ile nie są to łuki wyniosłe, co rzadko ma tu miejsce, należy uwzględniać wpływ sił podłużnych na wielkość parcia poziomego, gdyż wobec dokładniejszej znajomości własności sprężystych żelaza niż kamieni i wobec wyższej wartości materiału, wpływ ten nie jest bez znaczenia. Zwykle w tych razach pomijanie wyrazów, zawierających  $R_A$  i  $\eta$  (wzór 33) i zastępowanie  $\cos^2\varphi$  przez 1 jest w tych wypadkach, jako przybliżony sposób obliczenia, uzasadnione.

\*

Łuki żelazne posiadają zwykle na całej rozpiętości stały przekrój poprzeczny. Łuki betonowe i kamienne mają natomiast przeważnie przekroje poprzeczne zmienne, nie powoduje to bowiem w tych wypadkach trudności konstrukcyjnych, pozwala zaś na pewną oszczędność na materiale. Wreszcie wchodzi tu również w grę i względy estetyczne. W podobnych warunkach znajdują się i łuki żelbetowe<sup>3)</sup>.

Dla ułatwienia sobie wyznaczenia współczynników równań linjowych łuku sprężystego niektórzy autorowie doradzają przyjmowanie w obliczeniach statycznych, przy obliczaniu całek oznaczonych, zamiast rzeczywistego przekroju zmiennego, przekrój o stałym momencie bezwładności, równym średniej arytmetycznej momentów bezwładności w węzłowiach i w zworniku:

$$J = \frac{1}{2}(J_w + J_z) \dots (43)$$

Podobny sposób postępowania jest źródłem znacznych błędów, których granice zależne są od prawa zmienności przekrojów poprzecznych w łuku, wyniosłości łuku i t. d. i wobec tego nie może być uważany za uzasadniony.

Znaczne ułatwienie w całkowaniu współczynników równań (2) sprowadza przyjęcie, że moment bezwładności w dowolnym przekroju łuku uzależniony jest od momentu bezwładności w zworniku za pomocą prawa:

$$J_s = \frac{J_z}{\cos \varphi}, \dots (44)$$

gdyż w tym wypadku mamy, że iloraz

$$\frac{ds}{J} = \frac{\cos \varphi}{J_z} \cdot \frac{dx}{\cos \varphi} = \frac{dx}{J_z}, \dots (45)$$

co usuwa kąt  $\varphi$  z szeregu wyrazów.

Z pośród reguł zmienności przekrojów prostokątnych o wysokości zmiennej  $h$  łuku naogół najlepiej wyrównują naprężenia w łuku przekroje, zmieniające się według wzorów:

$$h = \frac{h_z}{\cos \varphi}, \dots (46)$$

$$h = h_z + \frac{h_z - h_0}{s} s_x, \dots (47)$$

<sup>3)</sup> Por. W. Wierzbicki: Zagadnienie zmienności przekrojów w konstrukcjach żelbetowych, Cement, 1933, oraz Zadania ze statyki belek prostych, 1933, str. 151.

z których pierwszy może być stosowany tylko do łuków o małej wyniosłości, zaś ostatni wyraża linjową zmienność przekrojów (rys. 2).

Jednoczesne stosowanie dla łuku zależności (44) i (46) ułatwia wprawdzie obliczenia, nie jest jednak niczem uzasadnione.

W przypadku ogólnym istotne uproszczenie w obliczeniach całek oznaczonych równań łuku sprężystego, z punktu widzenia zmienności przekrojów, polegać może na przedstawieniu stosunku  $\frac{1}{J}$  w postaci możliwie najprostszej funkcji analitycznej, a więc przede wszystkim w postaci:

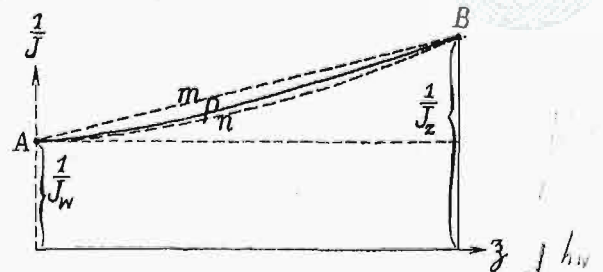
$$\frac{1}{J} = \sum a_m \xi^m. \dots (48)$$

Funkcji takiej poszukujemy tu sposobem analogicznym do przedstawionego wyżej dla różniczki  $ds$ , przyczem mamy na uwadze, że reguła zmiany przekrojów nie wpływa zbyt silnie na wartość wielkości statycznie niewyznaczalnych<sup>4)</sup>.

Przyjmujemy więc dla zmienności przekroju równanie (47), a dla stosunku  $\frac{h_w}{h_z}$  liczby w granicach 1,25 — 1,75 i obliczamy dla różnych wartości  $\zeta$  i przekrojów łuku oddalonych od siebie co 0,1 s momenty bezwładności poszczególnych przekrojów oraz ich odwrotności. W ten sposób dochodzimy do wykresów typu rys. 7, na których krzywe  $ApB$ :

$$\frac{1}{J} = F(\xi) \dots (49)$$

zawarte są między prostymi  $AmB$  a parabolami  $AnB$ .



Rys. 7.

Przy  $\frac{h_w}{h_z} = 1,25$  krzywe  $ApB$  zbliżone są do prostych w ten sposób, że przeciętna różnica rzędnych wynosi tu około 3%, zaś przy  $\frac{h_w}{h_z} = 1,75$  krzywe te zbliżone są do parabol, przyczem przeciętna różnica rzędnych wynosi tu około 4%.

Mając na widoku takie granice błędów, możemy przyjąć, że przy wartościach stosunku  $\frac{h_w}{h_z}$ , zawartych między 1,25 i 1,75, rzędne krzywych (49) będą stanowiły średnie arytmetyczne rzędnych krzywych  $AmB$  i  $AnB$ . Stąd dochodzimy do równania:

$$\frac{1}{J} = \frac{1}{J_w} + \left( \frac{1}{J_z} - \frac{1}{J_w} \right) [n \xi_1^2 + (1-n) \xi_1], \dots (50)$$

<sup>4)</sup> Por. Inż. Dr. Wł. Burzyński: Z teorii łuku bezprzegubowego, Księga ku czci prof. dr. h. c. M. Thulliego, 1931, str. 20.

gdzie wielkość  $n$  otrzymujemy drogą interpolacji linijowej w granicach 1—0 dla wielkości 1,75—1,25

i gdzie  $\xi_1 = \frac{x}{\frac{l}{2}}$ .

Dla odciętych  $\xi = \frac{x}{l}$  równanie (50) przybiera postać

$$\frac{1}{J} = \frac{1}{J_w} + 2 \left( \frac{1}{J_z} - \frac{1}{J_w} \right) [2n\xi^2 + (1-n)\xi] \quad (51)$$

dla części łuku od  $x = 0$  do  $x = \frac{l}{2}$  oraz postać:

$$\frac{1}{J} = \frac{1}{J_w} - 2 \left( \frac{1}{J_z} - \frac{1}{J_w} \right) [2n(1-\xi)^2 + (1-n)(1-\xi)] \quad (52)$$

dla drugiej połowy łuku.

Dr. E. ZALESIŃSKI

## Blacha cynkowa w ogniwach i metody jej badania

Wytwórczość baterji suchych, która przed udostępnieniem radja stanowiła jedynie drobny przemysł, rozwinęła się w nader krótkich czasie wyjątkowo szybko, dzięki zapotrzebowaniu baterji anodowych do aparatów radjowych wszelkich typów, z wyjątkiem sieciowych.

O rozwoju tej gałęzi przemysłu świadczą obliczenia Drucker'a i Finkelstein'a<sup>1)</sup>, którzy oceniają produkcję roczną kubków cynkowych na 2 miljardy sztuk.

W związku z ogromnym wzrostem produkcji zwrócono, oczywiście, większą uwagę na surowce, potrzebne do wyrobu ogni, a przede wszystkim na blachę cynkową, stanowiącą równocześnie ujemną elektrodę i naczynie ogniwa (kubek). Grubość blachy, stosowanej do wyrobu kubków cynkowych, wynosi 0,3, rzadziej 0,25 mm (Nr. 6, względnie Nr. 5 śląskiej miary blach).

Przedewszystkiem powstała kwestja, jakie czynniki wpływają dodatnio, a jakie ujemnie na zdatność cynku do wyrobu ogni, a następnie: jakie istnieją metody szybkiego i jednoznacznego zbadania w ciągu produkcji zdatności blachy.

Zagadnienia te, aczkolwiek wszechstronnie badane, dotychczas jeszcze nie są ostatecznie rozwiązane.

Zgodne panują zapatrywania pod tym względem, że o zdatności blachy cynkowej do wyrobu ogni decydują przede wszystkim następujące czynniki:

- 1) zawartość i rozmieszczenie zanieczyszczeń,
- 2) struktura cynku,
- 3) walcowanie, wzgl. stan powierzchni blachy.

Do tego dochodzi przy gotowych kubkach jeszcze sposób fabrykacji.

Zanieczyszczenia mogą być natury metalicznej lub niemetalicznej (tlenki, wtrącenia popiołu, żużle, gazy i t. p.).

Jest rzeczą oczywistą, że zanieczyszczenia niemetaliczne muszą być szkodliwe i miejsca takie stanowią punkt wyjścia korozji.

Trudniejszym zagadnieniem jest wpływ zanieczyszczeń metalicznych, szczególnie gdy jest ich więcej i chodzi o ustalenie wzajemnego wpływu poszczególnych domieszek.

W literaturze napotyka się na liczne sprzeczności, nie dające się często ze sobą pogodzić.

Dla cynku wchodzi w grę następujące zanieczyszczenia metaliczne: ołów, kadm, żelazo, arsen, antymon i miedź.

Pierwsze dwa, t. j. ołów i kadm uważano dawniej za domieszki przyspieszające korozję. Cent-

nerszwer<sup>2)</sup> jednak udowodnił, że pierwiastki te posiadają wpływ raczej hamujący, co mogli potwierdzić później również Patterson<sup>3)</sup> i U. R. Evans<sup>4)</sup>. W myśl najnowszych badań F. W. Harris'a<sup>5)</sup>, można przyjąć, że ani ołów, ani też kadm w stanie skupionego wtrącenia nie przyspieszają korozji cynku w stopniu znacznym, pod warunkiem jednak, że ołów nie osadza się w formie gąbczastej podczas procesu korozji na blasze cynkowej; w tej bowiem postaci przyspiesza atak korozyjny, jak to udowodnił U. R. Evans<sup>6)</sup> oraz Schrader<sup>7)</sup>.

Jednocześnie przyspieszają korozję: żelazo, antymon oraz miedź, co stwierdzili zgodnie liczni badacze, jak: A. de la Rive<sup>8)</sup>, Križko i Vondraček<sup>9)</sup>, dalej Patterson<sup>10)</sup>, Drucker i Rabald<sup>11)</sup>, Cohen<sup>12)</sup>, Drotschmann<sup>13)</sup> i wreszcie F. W. Harris<sup>14)</sup>. Według doświadczeń tego ostatniego badacza, pierwiastki te przyspieszają szybkość rozpuszczania się cynku w kolejności: Cu, Fe, Sb. Również A. Marschall<sup>15)</sup> stwierdził silnie przyspieszające działanie antymonu na szybkość rozpuszczania się cynku.

Arsen, który w pracy Centnerszwer'a<sup>16)</sup>, na równi z ołowiem i kadmem, został zaliczony do pierwiastków hamujących rozpuszczanie się cynku, musi być uważany za domieszki przyspieszającą korozję.

Sprzeczność tę wytłumaczył Centnerszwer sam w badaniach wykonanych później wspólnie ze Straumanis'em<sup>17)</sup>, w myśl których dla zachowania się arsenu w cynku rzeczą decydującą jest — podobnie jak w przypadku ołowiu — postać, w której jest on w zetknięciu z cynkiem. W stanie stopu z cynkiem arsen tworzy połączenie  $As_2Zn_3$ , które pod wpływem kwasów rozkłada się, wydzielając arsenowódór, przyczem rozpuszczanie się cynku zostaje nieznacznie tylko przyspieszone. Arsen zaś, znajdujący się w roztworze i wydzielony wtórnie na blaszce cynkowej, działa wybitnie przyspieszająco.

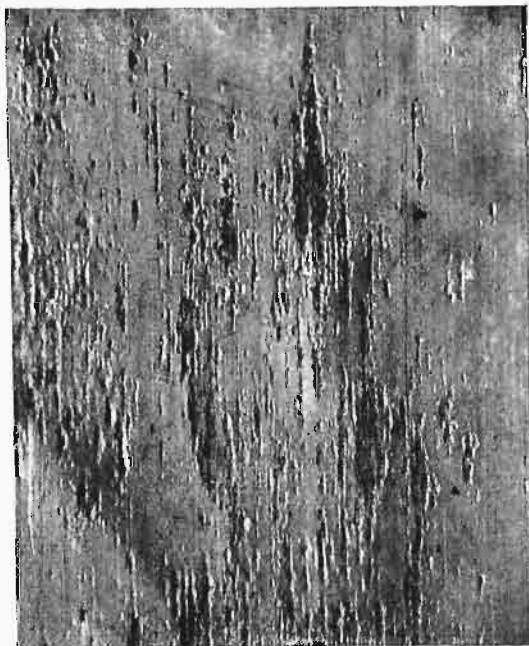
Drotschmann<sup>18)</sup>, obserwując gotowe ogniwa, poddane próbie fabrycznego magazynowania, doszedł do wniosku, że zawartość 0,3% arsenu posiada wpływ wyraźnie szkodliwy. Autor stwierdził to samo dla zawartości znacznie mniejszej, a mianowicie 0,002% As, stosując metodę Bumke'go i Cohen'a, opisaną niżej.

Metalem zmniejszającym rozpuszczalność cynku jest aluminium (glin). Fabryka wyrobów metalowych Krupp Berndorf zastrzegła sobie



patentem domieszkę Al do cynku na wyrób ogniw<sup>19)</sup>.

Literatura o wzajemnym oddziaływaniu różnych domieszek w cynku jest bardziej uboga. Nie brak wprawdzie doświadczeń korozyjnych blach cynkowych, dokładnie zbadanych co do składu che-



Rys. 1. Korozja blachy cynkowej.

micznego, lecz systematyczne badania wpływu każdej domieszki z osobna oraz działania potęgującego lub niwelującego dwu lub więcej zanieczyszczeń będą możliwe dopiero z rozwojem badań nad cynkiem spektroskopowo czystym.

Straumanis<sup>20)</sup> podaje, że mała domieszka kadmu hamuje w wysokim stopniu szybkość rozpuszczania cynku zanieczyszczonego złotem, miedzią lub srebrem i tłumaczy zjawisko to tem, że przy odmieszaniu się kadmu podczas stygnięcia stopu kadm wydzielający się zabiera domieszki szlachetniejsze, przez co cynk w ten sposób oczyszczony wykazuje większą odporność na korozję.

W sprawie zanieczyszczeń w ogólności Drucker<sup>21)</sup> dochodzi do wniosku, że do wyrobu blach na ogniwa należałoby stosować — przedewszystkiem w celu zabezpieczenia dobrego zachowania się ogniw podczas magazynowania — albo cynk dystylowany, t. zn. możliwie czysty, albo też cynk surowy szybko studzony przy odlewaniu, w tym celu, aby zanieczyszczenia pozostały w roztworze stałym, a nie tworzyły fazy odrębnej. Do poglądu tego zbliża się również U. R. Evans<sup>22)</sup>. Jest on zdania, że wszystkie zanieczyszczenia rozpuszczone w cynku zmniejszają raczej jego prężność roztwórczą, a działają szkodliwie dopiero wtedy, gdy tworząc odrębny składnik strukturalny są przyczyną powstawania ogniw lokalnych.

Wielkie znaczenie posiada również rozmieszczenie zanieczyszczeń w blasze; jest ono dane do pewnego stopnia już przez proces odlewniczy. Na nierówność stron blachy cynkowej zwrócić uwagę autor już na innym miejscu<sup>23)</sup>. Krótko zaznaczyć należy, że przy odlewaniu do kokili leżącej strona

płyty odlanej, będąca w zetknięciu z powietrzem, jest zawsze mniej „szlachetna”, niż strona, która skrzepła w zetknięciu z kokilą żelazną. Większość walcowni cynku uwzględnia tę właściwość blachy cynkowej, znacząc stemplem stronę lepszą, jako użyteczną.

Należy również wspomnieć tutaj o badaniach Straumanis'a<sup>24)</sup>, dotyczących zachowania elektrochemicznego oraz szybkości rozpuszczania kryształów pojedynczych cynku w kwasie siarkowym. W nich zanieczyszczenia są rozmieszczone głównie w warstwach równoległych do podstawy (001) i z zachowania się poszczególnych płaszczyzn wynika, że powierzchnie jako takie nie odgrywają tej roli, jaką stwierdził W. Schnorr<sup>25)</sup> przy soli kamiennnej, lecz o własnościach elektrochemicznych cynku oraz o szybkości rozpuszczania decyduje rozmieszczenie warstw zanieczyszczeń.

Badania nad wpływem struktury krystalicznej wskazują na to, że blacha cynkowa żarzona, czyli całkowicie rekrytalizowana, jest nieco odporniejsza na korozję od blachy twardo walcowanej. Cynk zaś o strukturze odlewu jest bardziej atakowany od walcowanego. Drucker i Rabald<sup>26)</sup> stwierdzili, że cynk odlany rozpuszcza się dziesięciokrotnie szybciej od walcowanego.

Arndt<sup>27)</sup> wspomina o dziwnym zjawisku, że cynk bardzo czysty, po walcowaniu i następnym trawieniu, koroduje w niektórych miejscach eksplozyjnie.

Również Lancaster<sup>28)</sup> przytacza ten fakt, dla którego wytłumaczenia Vernon przyjmuje, że brak pewnych zanieczyszczeń obniża nadpotencjał cynku.

Zasadniczy wpływ na odporność korozyjną cynku walcowanego ma — jak zresztą przy wszystkich metalach — stan powierzchni.

Miejsca wadliwe jak łuskwiny, rysy mechaniczne i t. p., powodują lokalne zaatakowanie blachy (patrz rys. 1). Warstwy tlenkowe zaś chronią metal. Szmerglowana blacha koroduje bardziej aniżeli blacha pokryta cienką warstwą tlenku. Dla blachy cynkowej, jako materiału do wyrobu ogniw, stan powierzchni ma pierwszorzędne znaczenie jeszcze z tego powodu, że szkodzi tutaj mniej duża szybkość rozpuszczania się, a raczej nieregularna, lokalna korozja, która może doprowadzić do przedziurawienia na wylot blachy, względnie ogniwa.

Nadpotencjał powierzchni gładkiej jest wyższy, podczas gdy powierzchnia szorstka sprzyja wydzielaniu się baniek gazu.

Pomimo że w praktyce strona wewnętrzna ogniwa zostaje amalgamowana przez dodatek sublimatu do elektrolitu i że w ten sposób uzyskuje się o wiele większą odporność blachy na działanie elektrolitu, to jednak nie można stanowczo twierdzić, jak to czyni Drotschmann<sup>29)</sup>, że korozja blachy w ogniwie Leclanché nie może być spowodowana do działania ogniw lokalnych.

Schrader<sup>30)</sup>, który mówi o wpływie hamującym amalgamatu, wnioskuje słusznie, że zakłada się milcząco daleko idącą analogię między korozją blachy czystej i amalgamowanej, skoro przemysł baterijny opiera się wyłącznie na metodach badania blachy w stanie nieamalgamowanym i próby te decydują o zdolności blachy do tej produkcji.

Te metody badania są zbliżone do ogólnych metod stosowanych w dziedzinie korozji. Jak przy wszystkich materiałach, tak i tutaj, sposoby badania najbardziej zbliżone do warunków, w których materiał pracuje (przy badaniu blachy do ogniw np. próba magazynowania gotowych ogniw lub próba przerywanego ich wyładowania, przyczem po krótkich okresach wyładowania następują długie okresy spokoju), są zbyt długotrwałe. Skrócone zaś metody badania celowo potęgują działanie korozyjne i przez to oddalają się od faktycznych warunków pracy danego materiału.

Jednakże utarły się pewne empiryczne metody badania blachy cynkowej do ogniw. Często przez wytwórnie ogniw stosowana metoda jakościowa badania blachy polega na obserwacji powierzchni blachy, zanurzonej do nasyconego roztworu siarkowatku o temp. wrzenia.

Ilościowa metoda, wprowadzona przez Bumke'go i Cohen'a, polega na mierzeniu wzrostu temperatury przy rozpuszczeniu się próbki blachy w 10% kwasie siarkowym. Badaniu podlega lepsza strona blachy, która tworzy wewnętrzne kubka ogniwa. Strona druga jest chroniona warstwą lakieru, odpornego na działanie kwasów. Czas trwania doświadczenia wynosi 30 — 60 minut.

Blacha nadaje się do fabrykacji ogniw, jeżeli wzrost temperatury przy badanej powierzchni 25 cm<sup>2</sup> wynosi po 30 minutach najwyżej 2° C, po 60 minutach zaś 10° C. Temperaturę obserwuje się co 5 minut.

Temperaturę początkową, która według Drotschmann'a<sup>31)</sup> ma również znacznie, należy dobrać tak, aby wpływ ciepła otoczenia był zredukowany do minimum.

Jak z powyższego wynika, metoda ta stanowi bardzo prosty, empiryczny, choć mało dokładny sposób określenia zdatności blachy. Dokładniejszy pomiar, oparty na tej samej zasadzie, co próba Bumke-Cohen'a, daje modyfikacja E. Nossen'a<sup>32)</sup>, który przeprowadza badania wzrostu temperatury w naczyniach Dewara. Autor śledzi w jednym naczyniu wzrost temperatury kwasu samego, a w drugim równocześnie wzrost temperatury kwasu, w którym rozpuszcza się blaszka w kształcie cylindra. W środku blaszki cynkowej znajduje się gałka termometru.

Dążenia, idące w kierunku zastąpienia tych sposobów badania przez inny, oparty na zasadach naukowych mierzenia objętości wodoru, wydzielonego podczas rozpuszczania się metalu w kwasie, doprowadziły do aparatu podanego na rys. 2.

Dwie biurety gazowe B i C pojemności 100 cm<sup>3</sup> są połączone z naczyniem szklanym A. Jedna z biuret posiada 2 kurki szklane, umożliwiające jej wyłączenie.

Biurety te są napełniane wodą. W naczyniu A znajduje się 10% kwas siarkowy w ilości 80 cm<sup>3</sup>. Do tego kwasu zanurza się blaszkę badaną o powierzchni 25 cm<sup>2</sup> (jednostronna warstwa lakieru, jak przy próbie Bumke - Cohen'a), następnie zamknięcia naczynie korkiem gumowym i wyrównywa różnicę ciśnień w naczyniu i biuretach przez odkręcenie kurka D. Po zamknięciu kurka obserwuje się wydzielenie się wodoru w biuretach.

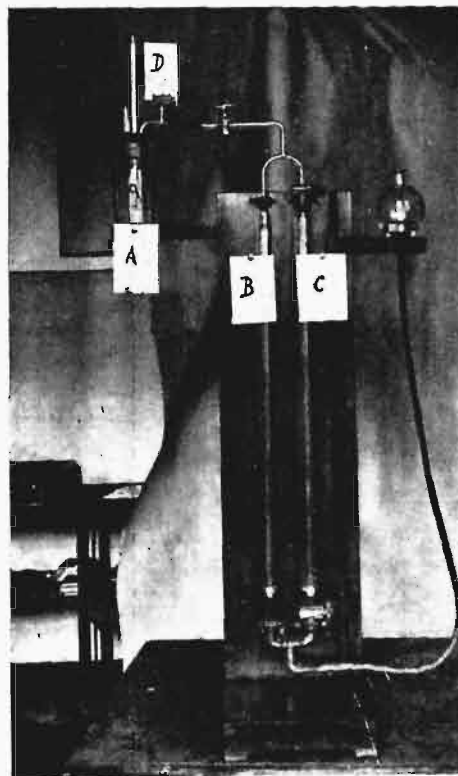
Otwieranie kurka D dla wyrównania ciśnień nie powoduje strat wodoru, ponieważ w pierwszych sekundach bańki wodoru powstają wprawdzie na powierzchni blachy, lecz nie odrywają się od niej.

Ze względów praktycznych rozdzielono objętość wodoru na 2 biurety, ponieważ dla blach dobrych objętość 100 cm<sup>3</sup> okazała się wystarczającą i można wobec tego używać biuret o mniejszym przekroju, co polepsza dokładność odczytywania. Pomiar trwa 20 — 30 minut.

Przyrządem tym wykonano szereg pomiarów blachy cynkowej Nr. 6, sporządzonej z różnych surowców o odmiennym składzie chemicznym.

Serje I — III odnoszą się do cynku surowego, pochodzącego z hut górnośląskich, serja IV (nie oznaczona na wykresie) zaś do kubków pochodzenia niemieckiego, z cynku niewiadomego źródła.

Z równania:  $Zn + H_2SO_4 \text{ aq.} = ZnSO_4 + H_2 + 37\,700 \text{ kal}$  wynika, że podwyższeniu temperatury w doświadczeniu Bumke - Cohen'a o 2° C odpowiada objętość wydzielonego wodoru równa 240 cm<sup>3</sup>. W rzeczywistości między wzrostem temperatury i objętością wodoru praktycznie nie zachodzi stosunek ściślejszej proporcjonalności, i to z tego powodu, że czulsza metoda wolumetryczna wykazuje różnicę między poszczególnymi próbkami również tam, gdzie metoda Bumke - Cohen'a daje identyczny wzrost temperatury. Również odbija



Rys. 2. Przyrząd autora, służący do badania blach cynkowych na korozję.

się bardziej wpływ stanu powierzchni, który — z wyjątkiem wyraźnie dostrzegalnych wad, jak rysy, łuski i t. p. — nie może zostać uwzględniony w takim stopniu, jaki mógłby zapewnić przebieg rozpuszczenia się blaszki bez wpływów ubocznych.



Zwiększona czułość tej metody pociąga za sobą konieczność zwiększonej ilości prób, mających określić zdatność partji blach.

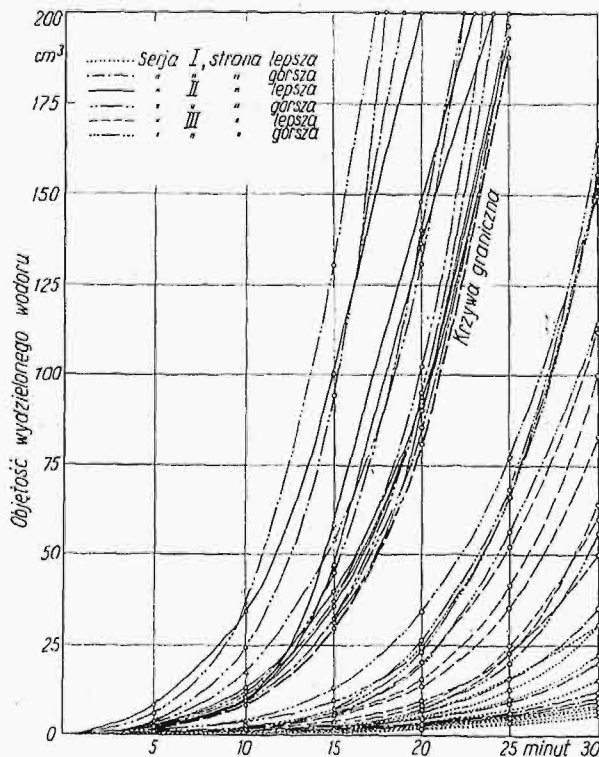
Badane gatunki blachy cynkowej wykazały następujące zanieczyszczenia, przyspieszające korozję:

| Serja | As      | Sb | Fe     | Cu     |
|-------|---------|----|--------|--------|
| I     | 0,0005% | —  | 0,010% | ślady  |
| II    | 0,001 % | —  | 0,022% | 0,001% |
| III   | 0,0005% | —  | 0,018% | ślady  |
| IV    | 0,0004% | —  | 0,012% | ślady  |

W celu uzyskania wyników blach dobrych i złych poddano obie strony oddzielnie próbie wolumetrycznej i próbie Bumke - Cohen'a.

Oprócz tego przeprowadzono również próby nieprzerywanego rozpuszczania pod prądem (polaryzacja anodowa).

Wykres podany na rys. 3 przedstawia wyniki prób wolumetrycznych. Co do serji IV zaznaczyć należy, że próbki badane pochodziły z kubków prasowanych na zimno, który to sposób fabrykacji jest opisany później. Serja ta nie jest umieszczona na wykresie, ponieważ wyniki są identyczne z wynikami lepszej strony blach serji I. Krzywe wzrostu temperatury nie są przytoczone. Wzrost temperatury wyniósł przy serji I i IV dla strony lepszej przeciętnie  $0,1^{\circ}$ , dla gorszej  $0,15^{\circ}$ . Serja II dała po stronie lepszej wzrost temperatury  $2-3^{\circ}$ , po gorszej  $4-10^{\circ}$ , zaś serja po lepszej stronie  $0,3-1^{\circ}$ , po gorszej  $1-4^{\circ}$ .



Rys. 3. Wyniki prób wolumetrycznych blachy cynkowej serji I—III.

Z doświadczeń wynika, że za jeszcze dopuszczalną należy uważać objętość wodoru równą  $80 \text{ cm}^3$  po 20 minutach i  $200 \text{ cm}^3$  po 30 minutach. Blachy, wykazujące wartości wyższe, należy odrzucić, jako niezdatne do wyrobu ogniw. Krzywa graniczna jest zaznaczona na rysunku.

Według Tammanna i Neuberta<sup>33)</sup> objętość wodoru wydzielonego przy rozpuszczeniu cynku w  $0,5 \text{ n}$  kwasie solnym da się przedstawić równaniem paraboli:

$$v = az + bz^2,$$

gdzie  $v$  oznacza objętość,  $a$  i  $b$  są liczbami stałymi, a  $z$  oznacza czas.

Stała  $a$  określa rozpuszczenie się cynku czystego, podczas gdy stała  $b$  rośnie z ilością domieszek, czyli ze zwiększeniem ilości ogniw lokalnych, przyspieszających proces rozpuszczenia.

Podane przez wymienionych autorów liczbowe wartości tych stałych nie mogą być zastosowane wprost do wyników niniejszej pracy, ponieważ autorzy ci nie uwzględniają różnego zachowania się obu powierzchni blachy, oraz posługiwali się innym kwasem.

Z umieszczonego poniżej zestawienia wynika jednakże, że obliczenia i doświadczenia serji IV są do siebie zbliżone. Wybrano 2 próbki tej serji:

$$v = 0,176z + 0,0002z^2$$

$$v = 0,176z + 0,00145z^2$$

| $z$<br>w minutach | $v$<br>obserwow. | $v$<br>obliczone |
|-------------------|------------------|------------------|
| 5                 | 0,8              | 0,88             |
| 10                | 1,6              | 1,78             |
| 15                | 2,2              | 2,64             |
| 20                | 3,1              | 3,52             |
| 25                | 4,1              | 4,40             |
| 30                | 5,4              | 5,28             |

| $z$<br>w minutach | $v$<br>obserwow. | $v$<br>obliczone |
|-------------------|------------------|------------------|
| 5                 | 1,0              | 0,91             |
| 10                | 1,9              | 1,9              |
| 15                | 2,8              | 2,96             |
| 20                | 3,8              | 4,1              |
| 25                | 5,0              | 5,3              |
| 30                | 6,9              | 6,6              |

Wyniki serji I nie dają się objąć tem równaniem, ponieważ wartości liczbowe w ciągu pierwszych 15 minut wyraźnych różnic nie wykazują, a powstają one dopiero w następnych 15 minutach. Dla blach wybitnie złych stała  $b$  nie ma znaczenia, ponieważ w miarę posunięcia się korozji musiałaby być stale zwiększana, aby dojść do zgodności doświadczenia z obliczeniem.

Dalszą metodą badania, często przy doświadczeniach korozyjnych stosowaną, jest oznaczenie straty ciężaru próbki przy rozpuszczeniu w kwasach. Przy blasze cynkowej metoda ta daje niestety wyniki sprzeczne, a przede wszystkim niepowtarzalne, ponieważ ołów, i również kadm, osadza się podczas doświadczenia na blaszce w postaci czarnej gąbki — co stwierdził również Thiel<sup>34)</sup> — i pokrywa część powierzchni, wpływając przeto ujemnie na nadpotencjał powierzchni. Do tego dochodzi jeszcze niemożliwość dokładnego zmywania tego osadu czarnego przed ważeniem.

Przyrząd, rejestrujący straty wagowe zapomocą pływaka, bez wyjmowania próbki z elektrolitu, usunąłby przynajmniej tę ostatnią wadę.

Niedokładności tego sposobu badania straty na wadze należy może przypisać wyniki Drucker'a i Rabald'a<sup>35)</sup>, według których cynk rafinowany o zawartości  $0,012\%$  Fe zachował się gorzej od cynku surowego, zawierającego  $0,026\%$  Fe. Wprawdzie autorzy nie podają ani zawartości miedzi ani arsenu, które to składniki mogły mieć wpływ decydujący.

Opisane metody szybkiego badania blachy cynkowej do ogniw odnoszą się jedynie do stanu cynku ogniw i dają tem samym tylko obraz zachowania się ogniw w okresach bez prądu, np.

podczas magazynowania. O zachowaniu się podczas wyładowania jednak nic nie mówią.

Ze zachodzi różnica w zachowaniu się blachy w ogniwie pracującym, w przeciwieństwie do stanu spoczynku, świadczą o tym wymienione badania Drucker'a i Rabald'a. Dochodzą oni do wniosku,



Rys. 4. Korozja blachy cynkowej na szwie lutowanym.

że „w ogniwie znajdującem się w stanie spoczynku wszystkie zanieczyszczenia są szkodliwe, w ogniwie pracującym jednak może nastąpić pewnego rodzaju wyrównanie się szkodliwych wpływów, przypuszczalnie w ten sposób, że pewne stopy są atakowane szczególnie równomiernie”.

Własne doświadczenia z blachami bardzo do bre mi, gorszymi oraz zupełnie niezdatnymi potwierdziły fakt wyrównania się różnic w ogniwie pracującym w zupełności. Następująca tabela podaje wyniki nieprzerywanego wyładowania przy 1½ godzinnem badaniu:

| Materiał                          | Wzrost (temperatury wg. Bumke-Cohena) | Strata na wadze w gramach |       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|
| Serja IV<br>lepsz strona blachy   | 0,1°                                  | 0,801                     |       |
|                                   | 0,1°                                  | 0,770                     |       |
|                                   | 0,1°                                  | 0,780                     |       |
| Serja I<br>lepsz strona blachy    | 0,1°                                  | 0,726                     |       |
| Serja I<br>gorsza strona blachy   | 0,1°                                  | 0,662                     |       |
| Serja III<br>lepsz strona blachy  | 0,3°                                  | 0,750                     |       |
| Serja III<br>gorsza strona blachy | 2,5°                                  | 0,708                     |       |
| Serja II<br>gorsza strona blachy  | 4 – 5°                                | 0,811                     | 0,774 |
|                                   |                                       | 0,882                     | 0,778 |
|                                   |                                       | 0,765                     |       |

Przy badaniach pod prądem (polaryzacji anodowej) można było stosować metodę oznaczania straty wagowej, ponieważ wymienione wyżej źródła błędów tutaj nie zachodzą. Blaszka badana pod prądem rozpuszcza się zupełnie równomiernie i nie wykazuje czarnego nalotu ołowiu, ani kadmu, o którym była mowa.

Odmienne to zachowanie się blachy cynkowej rozpuszczającej się pod prądem staje się zrozumiałe, jeżeli uwzględnia się, że w ogniwie w stanie spoczynku atakowanie blaszki następuje tylko miejscami pod wpływem ogniw lokalnych, podczas gdy w ogniwie pracującym proces rozpuszczenia zachodzi według praw elektrochemicznych, zgodnie z prężnością roztwórczą cynku. Tłumaczenie tego zjawiska odpornością „pewnych stopów” staje się zbędnym.

Próba, uwzględniającą zarówno stan spoczynku, jak i pracy ogniwa, jest wyładowanie przerwane, które jednak wobec długotrwałości doświadczenia nie nadaje się do kontroli bieżącej podczas fabrykacji, pomimo że zbliża się najbardziej do rzeczywistych warunków pracy ogniwa.

Podczas gdy dotychczas była mowa tylko o blachach cynkowych, to jednak dla oceny kubka w ogniwie ma znaczenie również sposób wytwarzania samego kubka, ponieważ różne metody wyrobienia kubków tych mają również swoje dodatnie i ujemne strony z punktu widzenia korozji.

Dawniej rozpowszechniony kubek zawinięty, czyli „falcowany”, jest dziś już tylko rzadko spotykany, ponieważ nie odpowiada wymaganiom szczelności.

Najczęściej stosowanym sposobem fabrykacji jest lutowanie kubków. Odpowiednio przyciętą prostokątną blaszkę zwiija się maszynowo na kształt cylindra, którego brzegi następnie lutuje się ręcznie. W końcu wlotowuje się jeszcze krążek, stanowiący dno kubka. Do lutowania stosuje się zasadniczo lut ołowiowo-cynowy, do którego wchodzi jeszcze drobne domieszki, stanowiące tajemnicę fabryki.

Ponieważ na granicy szwu powstają warunki tworzenia się ogniw lokalnych, szew stanowi miej-



Rys. 5. Korozja na granicy szwu i na powierzchni denka cynkowego.

sce najbardziej podatne na korozję. Ze korozja w blaszce nieamalgamowanej istotnie powstaje w tych miejscach, to dowodzą zdjęcia na rys. 4 oraz 5. Zarówno miejsca koło szwu bocznego, jak i na dnie kubka są najbardziej zgrzyzone. Praktycznie jednak dno nie jest w zetknięciu z elektrolitem,

albowiem jest ono pokryte krążkiem kartonowym w celu izolacji.

Kubki spawane przewyższają lutowane o tyle, że z blazką cynkową nie styka się obcy metal (lut). Spawanie następuje maszynowo, przyczem w miejscu spawania powstaje struktura odlewu, a



Rys. 6. Przykład korozji próbki cynkowej spawanej.

w sąsiedztwie dochodzi do zupełnej rekrytalizacji cynku, co jednak z punktu widzenia korozji jest rzeczą daleko mniej niebezpieczną, ponieważ różnica potencjału cynku o strukturze odlewu w porównaniu z cynkiem walcowanym jest bardzo niska. Unikać należy naturalnie spalania blachy przy spawaniu. Rys. 6 przedstawia próbkę korodowaną, na której szew jest stosunkowo mało atakowany, podczas gdy reszta powierzchni wykazuje ogniska silnej korozji.

Aby wyłączyć zgóry wszelkie ujemne skutki, wynikające ze szwu, czy to lutowanego, czy też spawanego, przemysł bateryjny przystąpił do wyrobienia kubków drogą ciągnięcia. Sposób ten rozpowszechnił się szczególnie tam, gdzie różnica ceny między cynkiem surowym a elektrolitycznym, który (jako plastyczniejszy) nadaje się lepiej do ciągnięcia, nie odgrywa większej roli. Przeciąganiu ulega tylko boczna ścianka kubka, podczas gdy dno zachowuje swoją grubość pierwotną.

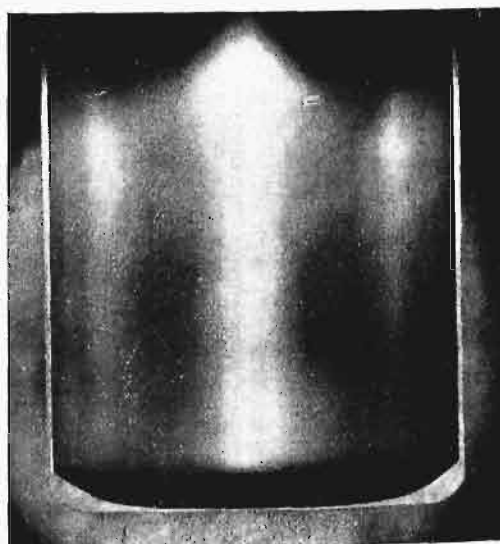
Najnowszy rozwój fabrykacji ogniów prowadzi do kubków cynkowych, wytłaczanych na zimno. W jednej operacji tłoczy się z krążka o grubości ok. 4 mm gotowy kubek. Uskutecznia się to w ten sposób, że na dno cylindrycznej matrycy wkłada się krążek. Następnie uderza scentrowany tłocznik stalowy o nieco mniejszym przekroju od matrycy pod wysokim ciśnieniem w krążek. Pod wpływem wysokiego ciśnienia w połączeniu z wytworzonym ciepłem następuje płynięcie materiału tego rodzaju, że cynk plastyczny płynie w kierunku przeciwnym do ruchu tłoczniaka, wypełniając szczelnie przestrzeń między tłocznikiem a matrycą, przez co powstaje kubek za jedną operacją. Różnica przekroju matrycy i tłoczniaka jest tak do-

brana, iż grubość ścianki tłoczonego kubka wynosi 0,35 mm, co odpowiada grubości blachy cynkowej Nr. 6.

Kubek zostaje następnie tylko jeszcze obcięty maszynowo. Rys. 7 obrazuje przekrój kubka tłoczonego na zimno. Należy przy tłoczeniu unikać tworzenia się głębszych rowków w środku kubka, które, jak już zaznaczono, mogą tworzyć miejsca zapoczątkowania korozji.

Kubki wyrabiane tym sposobem mają tę zaletę w stosunku do lutowanych, że w skład kubka nie wchodzi żaden obcy metal (lut), i przewyższają również kubki spawane o tyle, że struktura całej powierzchni kubka jest jednolita. Sam sposób fabrykacji gwarantuje wysoką czystość materiału wyjściowego (choć czysty cynk elektrolityczny nie daje najlepszych wyników), który wykazać musi wysoki stopień plastyczności. Pozatem tłoczenie powoduje daleko idące przerobienie materiału, wyłączając tem samym możliwość lokalnego nagromadzenia się zanieczyszczeń. Wyrób kubków drogą zimnego tłoczenia pochodzi od zakładów „Vereinigte Deutsche Metallwerke” w Norymberdze. Kubki te noszą nazwę „VM Nahtlos”<sup>36)</sup>.

Jeżeli na wstępie była mowa o tem, że kubek cynkowy stanowi równocześnie ujemną elektrodę i naczynie ogniwa, to próby najnowsze dążą do rozdzielenia obu tych funkcji kubka: podczas gdy blacha cynkowa pozostaje elektrodą ujemną, rolę naczynia spełnia jednostronnie nawalцовana warstwa (folja) ołowiana. Blachę cynkową pokrywa się jednostronnie drogą nawalцовania (po stronie gorszej, mniej odpornej) folją ołowianą. Przy lokalnym nawet przedziurawieniu kubka cynkowego działaniem korodującego elektrolitu, nawalцовana folja ołowiana, odporna na korozję, chroni przed wyciekaniem elektrolitu i zapobiega zwarciu między poszczególnymi ogniwami baterji. Metoda fabrykacji pochodzi od firmy Groove i Welter, Neuss nad Renem.



Rys. 7. Kubek tłoczony na zimno (przekrój).

Jak widać z powyższego, badaniom i zdobyciom najodpowiedniejszych depolaryzatorów i mieszanin elektrolitów odpowiada z drugiej strony cały szereg udanych prób ulepszenia materiału



cynkowego, czy to drogą uszlachetnienia samego materiału, czy też stosowania nowych, z punktu widzenia nauki o korozji korzystniejszych metod fabrykacji kubków cynkowych.

**Streszczenie:** Przedstawiając kolejno rolę najczęściej spotykanych zanieczyszczeń cynku i ich znaczenie przy fabrykacji blachy cynkowej do wyrobu ogniów z punktu widzenia korozji, podano stosowane obecnie metody badania jakościowego i ilościowego podatności blachy cynkowej do wyrobu bateryj.

Wypracowano metodę, opartą na wolumetrycznym oznaczeniu objętości wydzielonego wodoru pod wpływem rozcieńczonego kwasu siarkowego. Ustalono krzywą graniczną objętości wodoru, opartą na szeregu pomiarów blach cynkowych różnego pochodzenia.

Metody badania, odnoszące się do ogniwa pracującego, odrzucono, ponieważ korozja w ogniwie pracującym przebiega odmiennie, aniżeli w ogniwie, znajdującym się w stanie spoczynku.

Wreszcie przedstawiono w krótkich zarysach rozwój metod wyrobu kubków cynkowych z równoczesnym oświetleniem wpływu poszczególnych sposobów wytwarzania na podatność z punktu widzenia korozji.

Panu Dr. E. Kamińskiemu dziękuję na tem miejscu za współpracę, szczególnie w opracowaniu metody wolumetrycznej.

#### LITERATURA

- 1) C. Drucker i A. Finkelstein: Galvanische Elemente u. Akkumulatoren, 1932. Akad. Verlags- Ges. Lipsk.
- 2) Z. Phys. Chem. 92/1918/567.
- 3) J. Soc. Chem. Ind. 45/1926/327 T.
- 4) J. Inst. Metals 33/1925/39.
- 5) Chem. Centr. Bl. 101/II/1930/2825.
- 6) J. Inst. Metals 30/1923/255.
- 7) Z. Metallkde 23/1931/301.
- 8) Ann. Chim. Phys. 43/1830/425.
- 9) Recueil Trav. Chim. Pays-Bas 44/1925/376.
- 10) L. c. 326 T.
- 11) Helios. Z. Elektrotechn. 29/1923/201, 209, 216.
- 12) Elektromarkt 1927/112, 115, 125.

- 13) Chem. Ztg. 53/1929/29 i nast.
- 14) L. c. 2825 F.
- 15) Trans. Faraday Soc. 21/1925/309.
- 16) L. c. 565 F.
- 17) L. c. 383 F.
- 18) Chem. Ztg. 53/1929/52.
- 19) z dn. 4.VII.1931.
- 20) Metallwirtschaft 12/1933/176.
- 21) Z. Elektrochem. 29/1923/415.
- 22) J. Inst. Metals 35/1925/14.
- 23) Przegląd Techniczny 70/1931/540.
- 24) Z. Phys. Chem. 1930/185.
- 25) Z. Krist. 54/1914/290.
- 26) L. c.
- 27) ETZ 49/1928/818.
- 28) Trans. Faraday Soc. 19/1923/920.
- 29) L. c. 67 F.
- 30) L. c.
- 31) L. c. 68 F.
- 32) Batterien 1933. Nr. 6.
- 33) Z. anorg. allg. Chem. 201/1931/228 FF.
- 34) Z. Elektrochem. 20/1914/460.
- 35) L. c.
- 36) Batterien, 1933. Nr. 9.

#### La tôle de zinc dans les piles et les méthodes de son étude

##### R é s u m é

Après avoir examiné le rôle des impuretés du zinc le plus souvent rencontrées, ainsi que leur importance dans la fabrication de la tôle de zinc pour la production des piles au point de vue de la corrosion, l'auteur cite les méthodes appliquées à présent pour l'étude qualitative et quantitative de l'aptitude de la tôle de zinc à la production des piles.

Il élabora une méthode, basée sur la détermination volumétrique de la quantité d'hydrogène dégagée sous l'influence de l'acide sulfurique dilué. Il détermina la courbe limite du volume de l'hydrogène, se basant sur une série de mesures de tôles de zinc de différente origine.

L'auteur rejette les méthodes d'études basées sur l'examen de l'élément en activité, puisque la corrosion dans la pile en activité a un caractère différent de celle dans la pile en repos.

Il expose enfin à grands traits le développement des méthodes de production des gobelets en zinc, expliquant en même temps l'influence des différentes méthodes de production sur l'aptitude de la tôle au point de vue de la corrosion.

Prof. W. PASZKOWSKI

## Kostkowy bruk betonowy

**O** bok nawierzchni betonowych w postaci płyt monolitycznych, czyli t. zw. nawierzchni „płaszczowych”, zaczyna wchodzić coraz szerzej w użycie nawierzchnia ułożona z oddzielnie wykonanych betonowych kostek (płytek).

Jest to więc bruk betonowy, którego układanie różni się od bruku z kamienia naturalnego tem, że betonowe kostki nawierzchniowe są mniej wysokie i są przeważnie układane na płycie z chudego betonu, stanowiącej fundament dla nawierzchni. Kostki, a raczej płytki są spojone z płytą fundamentową warstwą zaprawy cementowej.

Kostki betonowe różnią się od wyciosanych z naturalnego kamienia jeszcze tem, że posiadają bardzo prawidłowy kształt i równą powierzchnię górną, dzięki czemu mogą być ułożone przy minimalnych spoinach i dają gładką, lecz nie śliską drogę. Można więc twierdzić, że bruk betonowy powinien posiadać wszystkie znane zalety na-

wierzchni betonowej płaszczowej, a ponadto wyrób fabryczny kostek daje szereg wyjątkowych możliwości lepszego wykonania, jakich nie posiada żaden inny wyrób nawierzchni betonowej.

Przedewszystkiem skład betonu i w szczególności uziarnienie kruszywa może być przy produkcji fabrycznej oparte na zasadach naukowych i ściśle przestrzegane podczas produkcji, sama produkcja i poszczególne jej etapy mogą być stale kontrolowane i doskonalone tak, by otrzymany beton był jaknajbardziej ściśły i wytrzymały.

Utrzymanie zupełnie jednostajnych warunków produkcji, możliwe tylko w warunkach fabrycznych, da pozatem wyrób najbardziej jednolity, co ma poważne znaczenie dla trwałości drogi.

Pielęgnowanie betonu podczas twardnienia może być również właściwsze niż to, któremu beton podlega twardniejąc w zmiennych warunkach aury.



Wyrób fabryczny pozwala również przeprowadzić badania kontrolne gotowych kostek przed ich ułożeniem na drodze, co zmniejsza szanse poważnych niepowodzeń.

Związek Belgijskich Fabryk Portland Cementu<sup>1)</sup>, wykazujący dużą ruchliwość i wydajność w



Rys. 1. Układanie bruku betonowego.

naukowych pracach nad betonem, przy pomocy swego laboratorium przestudjował stronę techniczną bruków betonowych i ogłosił warunki techniczne odbioru kostek betonowych dla dróg o dużym ruchu. Te warunki techniczne są interesujące również ze stanowiska technologii betonu i sąstępują na omówienie.

Stosownie do przepisów Związku Belgijskich Fabryk Portland Cementu, kostki betonowe powinny mieć długość od 22 do 30 cm, szerokość 10 do 15 cm i grubość co najmniej 7 cm, przy tolerancji  $\pm 3\%$  na grubości i  $\pm 2$  mm na długości i szerokości.

Jest przewidziana nieobowiązująca próba na zamrażanie. Polega ona na tym, że po nasyceniu wodą kostki są poddane działaniu mrozu  $-15^{\circ}\text{C}$  przez 9 godz. 30 min i następnie odmrażane w wodzie o temperaturze  $+15^{\circ}$  do  $20^{\circ}\text{C}$  przez 14 godz. 30 min. Po 15 takich zabiegach kostka nie powinna zdradzać żadnych widocznych uszkodzeń.

Porowatość, a raczej nasiąkliwość kostek jest badana w ten sposób, że kostki (lub ich kawałki), wysuszone do stałej wagi przy  $100^{\circ}$  do  $105^{\circ}\text{C}$ , są zanurzane w wodzie do chwili, kiedy dwa ważenia w odstępie 24 godz. nie wykażą przyrostu ciężaru. Ilość wody wchłoniętej nie powinna przekraczać 6% wagi kostki wysuszonej.

Wytrzymałość na ściskanie jest badana na próbkach sześciennych, wycinanych z gotowego wyrobu, o długości krawędzi równej grubości płytek brukowych. Wycina się tylko jedną kostkę próbną ze środka każdej płytki badanej. Średnia z 4-ch próbek, wyciętych z czterech płytek brukowych, nie powinna być mniejsza niż  $500\text{ kg/cm}^2$ .

Zachowując zawsze sześcienny kształt próbek, otrzymujemy wyniki, które z pewnym przybliżeniem można porównywać między sobą.

Wytrzymałość na gięcie. Bada się całą płytkę brukową, położoną na płask na dwu zaokrąglonych

ostrzach o grubości 10 mm, odległych od siebie o 20 cm. Siłę łamiącą  $P$  przykłada się pośrodku przy pomocy takiegoż ostrza trzeciego, równoległego do tamtych. Średnia z łamania 4-ch kostek (płytek) brukowych powinna posiadać przynajmniej wartość, wynikającą ze wzoru  $P = 2,00 S G^2$ , gdzie

$S$  — szerokość kostki w cm,

$G$  — grubość kostki w cm,

Siła  $P$ , obliczona w powyższy sposób, odpowiada naprężeniu  $60\text{ kg/cm}^2$  rozciągania przy gięciu.

Stosunek siły  $P$ , otrzymanej z prób, do siły otrzymanej z powyższego wzoru może być uważany za wskaźnik dobroci kostek brukowych.

Wytrzymałość na uderzenie. Kostkę brukową w całości kładzie się na dwu zaokrąglonych nożach, znajdujących się na odległości 20 cm i ustawionych na fundamencie betonowym. Kostkę brukową poddaje się kolejno uderzeniom kuli żelaznej o ciężarze 5 kg, spadającej w prowadnicach na sam środek z wysokości stopniowo wzrastającej. Pierwsze uderzenie zadaje się przy spadku z 10 cm wysokości, przy każdym następnym uderzeniu powiększa się wysokość spadku o 10 cm aż do złamania badanej płytki. Bada się 4 płytki brukowe, przyczem średnia wysokość  $H$  ostatnich spadków, które wywołały złamanie, wyrażona w cm, nie powinna być mniejsza od średniej obliczonej ze wzoru

$$H = S \frac{G^{2,75}}{100}, \text{ gdzie}$$

$G$  — grubość płytki (kostki) w cm,

$S$  — szerokość płytki (kostki) w cm.

Dla grubości najczęściej spotykanych: 7 cm do 12 cm, czynnik  $\frac{G^{2,75}}{100}$  ma wartości następujące

| $G$ cm | $\frac{G^{2,75}}{100}$ | $G$ | $\frac{G^{2,75}}{100}$ | $G$ | $\frac{G^{2,75}}{100}$ | $G$  | $\frac{G^{2,75}}{100}$ | $G$  | $\frac{G^{2,75}}{100}$ |
|--------|------------------------|-----|------------------------|-----|------------------------|------|------------------------|------|------------------------|
| 7,0    | 2,11                   | 8,0 | 3,04                   | 9,0 | 4,21                   | 10,0 | 5,63                   | 11   | 7,31                   |
| 7,2    | 2,28                   | 8,2 | 3,26                   | 9,2 | 4,47                   | 10,2 | 5,95                   | 11,2 | 7,68                   |
| 7,4    | 2,45                   | 8,4 | 3,48                   | 9,4 | 4,75                   | 10,4 | 6,27                   | 11,4 | 8,06                   |
| 7,6    | 2,63                   | 8,6 | 3,70                   | 9,6 | 5,03                   | 10,6 | 6,60                   | 11,6 | 8,46                   |
| 7,8    | 2,83                   | 8,8 | 3,95                   | 9,8 | 5,33                   | 10,8 | 6,95                   | 11,8 | 8,86                   |
|        |                        |     |                        |     |                        |      |                        | 12,0 | 9,28                   |

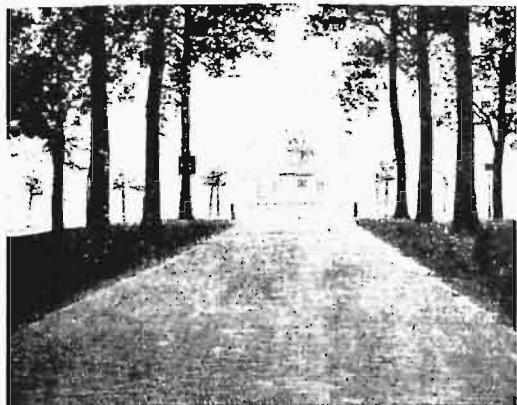
Jak widać, wytrzymałość próbek na uderzenie wzrasta szybko z grubością płytek.



Rys. 2. Zalewanie spoin zaprawą cementową.

<sup>1)</sup> Groupement Professionel des Fabricants de Ciment Portland Artificiel de Belgique.

Ścieralność jest badana na tarczy żeliwnej posypywanej na sucho piaskiem, pozostającym między sitami o 324 i 4 900 oczek na  $\text{cm}^2$ . Ciśnienie próbki na tarczę wynosi  $250 \text{ g/cm}^2$ . Przebieg wynosi 3 000 m w 50 min przy zużyciu 1,5 kg piasku na każde 1 000 m. Przeciętne starcie z czterech



Rys. 3. Bruk z kostki betonowej na jezdni bulwaru w Mons.

próbek o przekroju  $7 \times 7 \text{ cm}$  nie powinno być większe niż 7 mm. Przy pobieraniu próbek należy pamiętać, że do wykonania powyższych prób należy pobrać 12 płytek (kostek) brukowych.

Wszystkie próby są wykonywane na kostkach po 56 dniach twardnienia.

Technika wykonania bruków betonowych jest bardzo prosta. Jak to zaznaczono wyżej, nawierzchnię układa się na płycie betonowej wspólnej, stanowiącej fundament bruku. Tym fundamentem zresztą może być dawna szosa bita lub dawna droga betonowa płaszczowa. Celem otrzymania równej powierzchni fundamentu, jest wskazane pokrycie samej szosy warstwą betonu 2 do 3 cm grubą, przy zawartości cementu  $300 \text{ kg/m}^3$ . Przygotowanie płyty fundamentowej na terenie nowym dla drogi tego rodzaju musi czynić zadość ogólnie znanym warunkom, zawartość cementu w betonie ogranicza się do  $250 \text{ kg/m}^3$ . Co do grubości płyty fundamentowej, to omawiane przepisy zalecają 12 do 18 cm grubości. Całość, t. j. płyta fundamentowa wraz z płytką nawierzchniową, nie powinna być

cieńsza od 20 cm. W płycie fundamentowej przerwy skurczowe robi się w odstępach 10 do 15 m i pozostawia się płytę wystawioną po stwardnieniu na działanie powietrza możliwie długo, ażeby w niej się odbyła możliwie znaczna część skurczu.

Stosuje się po obu stronach drogi obrzeża betonowe zwykłego typu. Wszelkie instalacje stałe, jak kraty ściekowe i t. p., powinny dochodzić dokładnie do poziomu wykończonej nawierzchni i być otoczone spoiną na 1 — 2 cm szerokości wypełnioną masą bitumiczną.

Na płycie fundamentowej, posiadającej właściwy profil, układa się do sznurka kostki nawierzchniowe, na zaprawie cementowej, 1 do 1,5 cm grubości, przy pozostawieniu możliwie cienkich spoin, nie przekraczających 0,5 cm. Dłuższa krawędź kostek nawierzchniowych jest prostopadła do osi drogi, przyczem spoiny równoległe do osi drogi są przedstawione na  $\frac{1}{2}$  lub  $\frac{1}{3}$  długości kostek (wiązane).

Zaprawa składa się z piasku 0/3 mm lub miału 0/2 mm przy zawartości na  $1 \text{ m}^3$  conajmniej 400 kg cementu.

Celem uzyskania należytej przyczepności, dolną powierzchnię kostek należy przed samem kładzeniem zwilżać.

Spoiny skurczowe w nawierzchni, szerokie na 1 cm i wypełnione następnie masą bitumiczną, wykonywa się co 10 do 15 m nad takiemiż spoinami w płycie fundamentowej.

Po ułożeniu kostek wypełnia się spoiny pomiędzy niemi do poziomu jezdni bądź zaprawą cementową, bądź masą bitumiczną.

Drogi tego typu dają w Belgii wyniki zadowalające tak pod względem technicznym, jak i pod względem ekonomicznym. Należy więc zwrócić uwagę na ten typ drogi i u nas.

#### Le revêtement des routes en pavés de béton

##### Résumé

L'article est un résumé des Instructions pour l'établissement du cahier de charges et pour l'exécution des revêtements en pavés de béton pour route, rue à circulation intense et voie d'accès à trafic industriel, publiées récemment par le Groupement Professionnel des Fabricants de Ciment Portland Artificiel de Belgique.

Inż. chem. A. OLASZEK

## Wyznaczanie własności technicznych gumy

Guma, mimo wszechstronnego i olbrzymiego zastosowania w technice, pochłaniającej w samym tylko automobilizmie 80% całkowitej konsumpcji kauczuku, jest materiałem o własnościach mało spopularyzowanych wśród techników. Nawet stosujący ją, jako materiał konstrukcyjny, mają często o niej wiadomości mylne.

Wobec powyższego, oraz braku w języku polskim literatury, poświęconej zagadnieniom technicznym gumy, przedstawienie zasad oznaczania jakości artykułów gumowych wydaje mi się aktualnym i pożytecznym.

Postaram się uczynić to jedynie w zakresie, wystarczającym do zorientowania użytkowników gu-

my w najważniejszych metodach, służących do scharakteryzowania interesujących ich artykułów. Pominę natomiast całkowicie wszelkie szczegóły, mogące interesować tylko fachowców.

Jakość wszelkich artykułów gumowych, jak zresztą każdego innego, charakteryzuje się ich przydatnością do wykonywania pracy w ściśle ustalonych warunkach.

Stąd badanie ich polega na zmierzeniu własności, wymaganych od nich, dla osiągnięcia optimum użyteczności w określonym zastosowaniu.

W zależności od warunków tego zastosowania, możemy wszystkie artykuły gumowe podzielić na dwie zasadnicze kategorie. Pierwszą stanowi ol-

brzymia większość wyrobów gumowych, wykonywających wyłącznie pewną pracę mechaniczną, np. opony, dętki, paski do wentylatorów i t. p. Do drugiej kategorii należą te artykuły gumowe, których ewentualna reakcja chemiczna z ośrodkiem pracy mogłaby dla niego być szkodliwa, np. wszelkiego rodzaju gumy, pracujące w kontakcie ze środkami spożywczymi.

W artykułach pierwszej kategorii odbiorcę interesują przede wszystkim ich własności mechaniczno-fizyczne i konserwacyjne, świadczące o ich wartości użytkowej. Te też tylko własności określamy w celu oznaczenia jakości tworzywa, pomijając wykonywanie analizy chemicznej, jako mało mówiącej o wartości wyprodukowanej już gumy, a jednocześnie wybitnie zwiększającej koszt badania. Jakkolwiek ten jedynie słuszny pogląd nie wymaga uzasadnienia, muszę poświęcić mu kilka słów omówienia, gdyż nie zgadza się on z bardzo jeszcze często zakorzenionym przesądem, według którego o jakości gumy decyduje zawartość w niej kauczuku naturalnego. Przesąd ten, wynikający z nieznaności nowoczesnej technologii gumy, pokutuje nawet w niektórych warunkach technicznych i normach, podających, jako główne wymagania, przestarzałe składy chemiczne, przewidujące np. minimum zawartości kauczuku i maximum zawartości związków organicznych, choć do nich należą tak wysoce wartościowe składniki gumy, jak np. przyspieszacze wulkanizacji, antiutleniacze (środki przeciw starzeniu się gumy), uplastycznicze, barwniki organiczne i t. p.

Tymczasem ilość kauczuku w gumie nie świadczy o jej jakości, co więcej — wysoka jego zawartość, pożądana w gumie na dętki, dałaby zupełnie zły wynik w protektorze opon samochodowych, gdzie konieczna jest wysoka stosunkowo zawartość sadzy.

Nawet całkowity skład chemiczny gumy nie charakteryzuje wyczerpująco jej jakości, gdyż ta zależy — oprócz składników — także od obróbki, a przede wszystkim od sposobu wykonania mieszanki i wulkanizacji, — czynników, nie dających się niestety sprawdzić analitycznie w gotowym już artykule. Te same składy, przy różnych metodach obróbki, dadzą zupełnie różne wyniki. Zresztą na drodze analizy chemicznej nie jesteśmy w stanie oznaczyć takich bardzo podstawowych składników, jak np. przyspieszacze wulkanizacji, antiutleniacze i t. p., dodawanych do gumy w ilości 0,1 do 2%, a zmieniających gruntownie jej własności. Gdybyśmy nawet w pewnych wypadkach mogli je określić, to czas zużyty na ten cel byłby nieproporcjonalnie wysoki w stosunku do korzyści, stąd płynących.

Natomiast przy oznaczaniu jakości artykułów drugiej kategorii, poza określeniem ich własności konserwacyjnych i ważnych dla danej pracy własności fizycznych, musimy zawsze zbadać je na zawartość składników szkodliwych dla ośrodka ich pracy, np. na zawartość arsenu, rtęci, ołowiu w artykułach, mających pozostać w kontakcie ze środkami spożywczymi. Pożytecznym też może być sprawdzenie zawartości miedzi i manganu, względnie ich związków, będących silnymi przyspieszaczami starzenia się, zwłaszcza w artyku-

łach o dużej w stosunku do wagi powierzchni, np. w tkaninach balonowych.

Ponieważ technik ma najczęściej do czynienia z artykułami kategorii pierwszej, omówię poniżej szerzej tylko metody, odnoszące się do ich badania.

Te mechaniczno-fizyczne metody można podzielić na dwie zasadnicze grupy. Pierwszą stanowią sposoby badania artykułów gumowych w całości, w warunkach zbliżonych możliwie najbardziej do warunków ich pracy podczas normalnego użytkowania, z tem, że warunki te są ściśle mierzone i często uciążliwsze — dla skrócenia czasu badania. Należą tu np. badania opon w całości na specjalnych maszynach, umożliwiających osiągnięcie określonych szybkości oraz ciśnienia i obciążenia na osi w zależności od wymiarów opony.

Metody te wymagają specjalnych i kosztownych urządzeń, nie zawsze są dostatecznie szybkie, nie dają naogół możliwości ścisłego określenia, na podstawie ich wyników, czasu pracy w normalnej eksploatacji, pozwalają natomiast przy ich pomocy z opon różnych jakości odróżnić lepiej pracujące od gorzej pracujących.

Do drugiej grupy należą metody bardziej ściśle i lepiej naukowo opracowane, polegające na oznaczeniu różnych własności samego materiału gumowego.

Oznaczane własności, w zależności od przeznaczenia badanej gumy, są bardzo różnorodne, dają się jednak podzielić na:

- 1) własności konserwacyjne,
- 2) własności mechaniczne,
- 3) odporność na działanie różnych czynników chemicznych.

Własności konserwacyjne powinny być oznaczane we wszystkich artykułach gumowych. Służą do tego celu różne metody t. zw. przyspieszonego starzenia się gumy. Wszystkie te metody polegają na spotęgowanem działaniu jednego lub kilku głównych czynników, powodujących starzenie się gumy, i ustalaniu pewnych zależności między czasem takiego starzenia się a odpowiadającym mu czasem starzenia się naturalnego, pod działaniem tych czynników. Stopień zestarzenia się sprawdza się przez zmierzenie pewnej własności, np. wytrzymałości na rozciąganie, wydłużenia przy zerwaniu, wydłużenia trwałego i t. p. przed próbą i po próbie przyspieszonego starzenia się.

Głównymi czynnikami starzenia się gumy są: tlen, ozon (powstający przy wyładowaniach elektrycznych), podwyższona temperatura, promienie słoneczne i niewielkie (w granicach od 5 do 15%) wydłużenia gumy.

Najczęściej działają na gumę tlen i podwyższona temperatura, których wpływ najwcześniej poznano, dlatego też metody, polegające na skondensowaniu, połączonym ich działaniem są najlepiej opracowane. Najbardziej rozpowszechnioną i dającą najlepsze wyniki jest metoda Bierera i Davisa, ogłoszona po raz pierwszy w 1924 roku w Ind. Eng. Chem. 16, 711. Polega ona na działaniu na gumę w hermetycznie zamkniętej bombie stalowej, umieszczonej w termostacie wodnym, tlenu pod ciśnieniem 20 atm w temp. 60° C w ciągu określonego czasu, np. 96 godzin. Stosunek do starzenia się naturalnego różni się w zależności od



składu mieszanki i stopnia wulkanizacji. Najczęściej przyjmuje się 10 godzin starzenia się tą metodą za równoważne 12 miesiącom starzenia się naturalnego w cieniu w temp. poniżej 16° C, co zresztą ma znaczenie raczej orientacyjne.

Drugą, starszą, bo ogłoszoną już w 1916 roku w I. R. W. 55, 127, ale mniej, zwłaszcza w Polsce, rozpowszechnioną, jest metoda Geer'a, o dłużej trwającym czasie badania, ale nie wymagająca drogich instalacji. Opiera się ona na działaniu na gumę przepływającego powietrza w temperaturze 70° C.

Metod, wiążących w sobie połączenie różnych temperatur, ciśnień tlenu, czy powietrza dla określenia odporności gumy na starzenie się jest kilka.

Niektóre artykuły, np. opony, w czasie pracy w lecie, są szczególnie silnie narażone na działanie, poza tlenem i podwyższoną temperaturą, promieni słonecznych i wydłużenia do 15%, powodujących szybkie zesterzenie się ich powierzchni, objawiające się w licznych jej pęknięciach. Dla tego rodzaju artykułów, poza przyspieszonym starzeniem się powyższymi metodami wskazane jest oznaczenie ich wytrzymałości na promienie ultrafioletowe przy wydłużeniu próbek gumy od 5 do 20%. Stosowną mogłaby tu być metoda Asano (Technology papers nr. 342 — The Bureau of Standards), łącząca w sobie działanie metody Geer'a i lampy kwarcowej.

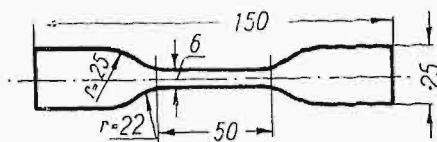
Do najczęściej oznaczanych własności mechanicznych gumy należą: wytrzymałość na rozciąganie, wydłużenie przy zerwaniu, sztywność, ścieralność, twardość, elastyczność na odbicie, odkształcenia trwałe (przy rozciąganiu, ściskaniu i t. p.), wytrzymałość na rozdieranie, wytrzymałość na wielokrotne zginanie, nieprzepuszczalność powietrza, siła sklejanania i t. p. Poza tym każdorazowo decyduje się o innych jeszcze próbach, ważnych w specjalnych wypadkach, np. ciężar właściwy, trwałość zabarwienia, własności izolacyjne i t. p.

Najcharakterystyczniejsze dla gumy i dlatego prawie zawsze oznaczane są wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu.

Wytrzymałość na rozciąganie gumy wyraża się w  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , a wydłużenie przy zerwaniu w %. Cyfry dla tych własności otrzymane zależą od kształtu i wymiaru zrywanych próbek, szybkości i równomierności ich rozciągania oraz temperatury pomieszczenia, w którym odbywa się badanie, dlatego też czynniki te muszą być podawane razem z wynikami.

Najczęściej używane są dwa zasadnicze kształty próbek: pierścionki i paski, zwężone w części pomiarowej i poszerzone na końcach, przeznaczonych do umocowywania w uchwytach. Z pierścieniowych najbardziej rozpowszechnione są próbki dostosowane do dynamometru Schopper'a. Posiadają one średnicę zewnętrzną 52,3 mm, wewnętrzną 44,7 mm, co daje szerokość paska 3,8 mm (przy obliczaniu przekroju próbek bierzemy szerokość podwójną, czyli 7,6 mm). Pierścionki do próby zakłada się na obracające się rolki, dzięki którym sama próbka w czasie rozciągania obraca się, co zapewnia jednakowe działanie siły rozciągającej na wszystkie miejsca próbki.

Paski posiadają różne kształty i wymiary. Najbardziejowe wyniki dają paski, przedstawione na rys. 1.



Rys. 1. Kształt próbki do badania wytrzymałości gumy na rozciąganie.

Do umocowywania pasków służą specjalne uchwyty, zaciskające się automatycznie w miarę zmniejszania się grubości próbek pod wpływem rozciągania. Paski podane na rys. 1 dają wyniki o 20 — 25% wyższe, niż pierścionki Schopper'a. Grubość próbek ma także wpływ na wynik. Grubości mniejsze dają wytrzymałość i wydłużenie wyższe, niż większe grubości. Najczęściej zrywa się próbki grubości poniżej 2 mm, grubsze zeszlifowuje się.

Ilość zrywanych próbek zależy od jednostajności wyników, w żadnym jednak razie nie jest niższa niż 3.

Próbki muszą być wycinane b. ostrożnie ostre nożami, dla uniknięcia nacięć, mogących spowodować rozdieranie się gumy i przez to obniżenie jej wytrzymałości na rozciąganie. Wszędzie tam, gdzie wymiary badanego artykułu na to pozwalają, wskazane jest zrywanie próbek większych.

Dynamometry, używane do badania gumy, ze względu na jej bardzo wysokie, dochodzące do 1100% wydłużenie przy zerwaniu, muszą umożliwiać dalekie rozsuniecie się uchwytów. Najlepiej stosować elektryczny napęd dynamometrów, gdyż umożliwiają on równomierną szybkość rozciągania, która najczęściej waha się w granicach 10 do 50 cm/min. Najbardziej rozpowszechnione są dynamometry niemieckie Schopper'a, amerykańskie Scott'a i francuskie Breuil'a.

Temperatura, utrzymywana najczęściej w pomieszczeniu do badań fizycznych gumy, waha się od 15 do 20° C. Temperatury wyższe dają niższe wytrzymałości na rozciąganie i większe wydłużenia przy zerwaniu, temperatury niższe — odwrotnie.

Mnożąc wydłużenie przy zerwaniu w % przez wytrzymałość na rozciąganie w  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , otrzymujemy t. zw. iloczyn natężenia, proporcjonalny do energii sprężystości, a więc bardzo nadający się do porównywania wartości pod względem własności mechanicznych różnych gatunków gumy. Przyjęto iloczyn natężenia otrzymany z wymienionego wyżej mnożenia dzielić przez 1000, dla uniknięcia posługiwania się zbyt dużymi cyframi.

T. zw. sztywność gumy jest własnością odwrotną do rozciągliwości i charakteryzuje się obciążeniem, potrzebnym do wywołania określonego wydłużenia, np. 300%. Mierzy się ją najczęściej podczas oznaczania wytrzymałości na rozciąganie i tak samo wyraża się w  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Ścieralność, ważna np. dla gumy na opony samochodowe, oznaczana bywa przy pomocy kilku metod. Np. na aparacie Schopper'a mierzy się ubytek na wadze kółka gumowego (pozostałego po wycięciu pierścionka do próby na rozciąganie) o



średnicy 44,7 mm i minimalnej grubości 6 mm, umieszczonego na osi, obracającej się w naczyniu z karborundem, po określonej ilości obrotów. Ubytek na wadze wyraża się w % w stosunku do wagi pierwotnej. Próba ta trwa długo i nie daje dobrych wyników.

Dokładniejsze i szybsze wyniki daje przyrząd amerykańskiego Bureau of Standards. Próba na nim polega na zmierzeniu ubytku grubości próbki gumy, dociskanej pewnym obciążeniem do obracającego się walca, pokrytego grubym szmerglem, po określonej ilości obrotów. Powstający pył gumowy usuwa się z walca przy pomocy szczotek. Wynik wyraża się ilorazem z podzielenia ilości obrotów walca przez ubytek grubości próbki w mm. Walec, obracający się przy pomocy napędu elektrycznego, jest zaopatrzony w licznik obrotów i urządzenie do odczytywania ubytku grubości próbki w 0,001 cala angielskiego. Używa się tu próbek gumy o wymiarze  $25 \times 20 \text{ mm}^2$  i grubości minimalnej 6 mm.

Twardość gumy oznacza się przez zmierzenie zagłębienia półkuli metalowej ustalonych wymiarów, pod określonym obciążeniem, w gumę znanej grubości, w ciągu określonego czasu.

Najbardziej znane aparaty do mierzenia twardości gumy skonstruowały: firma Schopper w Lipsku i firma „The Shore Instrument Mfg. Co. Jamaica” w N. Jorku.

Aparat Schopper'a użytkowuje kółka, pozostałe po wycięciu pierścionków do próby na rozciąganie. Odczytuje się na nim głębokość zagłębienia w  $\frac{1}{100}$  mm kulki metalowej o średnicy 10 mm, obciążonej 1 kg, po 5 i 30 sekundach.

Aparat Shore'a, zwany „Monotron”, pozwala mierzyć z dużą precyzją odkształcenia, odnoszące się do określonego obciążenia i odwrotnie.

Elastyczność wyraża się stosunkiem pracy oddanej do pracy włożonej i w wypadku elastyczności na odbicie może być zmierzona stosunkiem  $\frac{\text{wysokość odbicia}}{\text{wysokość spadku}}$ . Stosunek ten wyraża się w %. Dla gum najbardziej elastycznych wynosi on do 80%. Do wykonywania tej próby istnieje kilka przyrządów. Omówię jeden z nich.

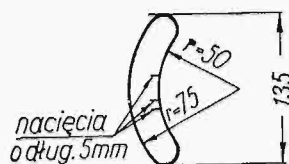
Aparat Schoba (wykonywany przez f. „Schopper”) składa się z wahadła, zakończonego półkulą metalową, która spadając z określonej wysokości odbija się od próbki gumowej, umieszczonej na pionowym kowadlu. Wahadło, po odbiciu się od próbki, porusza wskazówkę, pokazującą wysokość odbicia w % w stosunku do wysokości spadku. Używa się tu próbek kolistych o średnicy 44,7 mm i grubości 6 mm. Przy innych grubościach próbek wyniki przelicza się (przy użyciu specjalnych wzorów) na grubość 6 mm.

Wytrzymałość na rozdieranie jest najstarszą próbą wytrzymałościową gumy, miała ona jednak znaczenie raczej jakościowe, gdyż wykonywano ją w ręku. Dla osiągnięcia wyniku liczbowego tej próby oznacza się ją ilościowo na dynamometrach. Najczęściej stosuje się 2 kształty próbek (rys. 2 i 3).

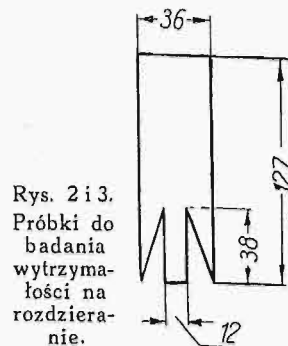
Próbki przedstawione na rys. 2 (ustalonych wymiarów), nacięte od strony wklęsłej, poddaje się rozdieraniu i notuje obciążenie, przy którym rozdieranie się zaczęło i skończyło.

Wytrzymałość na rozdieranie podaje się w kg/mm grubości rozdieranej próbki.

Próbki przedstawione na rys. 3 rozdiera się przez umocowanie w uchwytych w jednym końcu całej szerokości



Rys. 2.



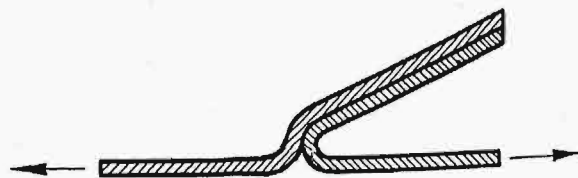
Rys. 3.

Rys. 2 i 3. Próbki do badania wytrzymałości na rozdieranie.

próbki, a w drugim tylko jej paska środkowego i następne rozciąganie.

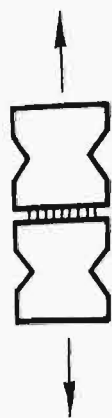
Odkształcenia trwałe powstają na skutek rozciągania, ściskania, zginania i t. p. Najlepiej poznane są t. zw. stałe wydłużenia, — t. j. odkształcenia trwałe, powstałe wskutek rozciągania. Oznacza się je w różny sposób, np.: wyciąga się badane próbki na dynamometrze do określonego ich wydłużenia (np. 50% tego, jakie następuje przy zerwaniu), pozostawia tak w ciągu określonego czasu (np. godziny), zdejmuje z uchwytów i po 12 do 24 godzinach odpoczynku mierzy przyrost długości pomiarowej w % w stosunku do długości pierwotnej. Inaczej próbę tę wykonywa się na specjalnym aparacie, pozwalającym z określoną szybkością rozciągać próbki, np. do 100%, i zwalniać do normalnej długości, prowadzi się próbę w ciągu określonego czasu, następnie po 12 do 24 godz. odpoczynku mierzy się przyrost długości pomiarowej i tak samo, jak wyżej, wyraża w % w stosunku do długości pierwotnej. Odkształcenia trwałe przy ściskaniu, mające np. znaczenie dla uszczeliek gumowych, wyraża się % ubytku grubości po działaniu ustalonej siły ściskającej na określoną powierzchnię w ciągu oznaczonego czasu. Ubytek grubości mierzy się po 12 — 24 godzinach od chwili ustania działania siły ściskającej.

Wytrzymałość na wielokrotne zginanie, szczególnie ważna dla rzemieni gumowych, wyraża się ilością następujących po sobie zgięć o określony kąt pod oznaczonym naciąganiem do chwili pojawienia się pęknięć powierzchniowych. Metod do oznaczania tej własności jest kilka, niektóre z nich przeznaczone do celów specjalnych. Dla przykładu podaję jedną metodę. Próbki, pod pewnym naciąganiem, zgina się na przemian w obie strony pod kątem  $90^\circ$  na wałku o średnicy 30 mm z szybkością 120 razy na minutę, aż do pojawienia się pęknięć powierzchniowych.



Rys. 4. Próba siły sklejaną przy rozdieraniu.

Siłę sklejaną, ważną np. dla opon, wężów, pasów transmisyjnych, podłóg gumowych i t. p., oznaczamy przez określenie wytrzymałości na roz-



Rys. 5.  
Próba siły  
sklejania przy  
rozciąganiu.

dzieranie, wytrzymałości na rozciąganie, lub wytrzymałości na ścinanie.

Najczęściej oznacza się siłę sklejania przez rozdzielanie sklejoných powierzchni (rys. 4). W tym celu wycinamy paski określonej szerokości i długości, na jednym z końców rozdzielamy sklezione warstwy i umieszczamy je w uchwytach dynamometru, poczem poddajemy próbkę rozdzielaniu, zapisując obciążenie, przy którym rozdzielanie się rozpoczęło i skończyło. Obciążenie to dzielimy przez szerokość skleionej próbki i podajemy oznaczoną tak siłę sklejania na rozdzielanie w kg/cm szerokości paska.

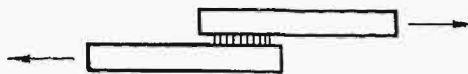
Z węży odcinamy próbki różnych długości, wsadzamy je na obracające się cylindry metalowe, przymocowane do dolnych uchwytów dynamometru, odwijamy warstwę tkaniny, którą umocowujemy w uchwycie górnym, i dalej postępujemy jak wyżej.

Siłę sklejania na rozciąganie oznaczamy przez zniszczenie połączenia przy pomocy siły prostopadłej do sklejoných powierzchni (rys. 5). Siłę tę wyraża się w kg/cm<sup>2</sup>. Siłę sklejania na ścinanie oznaczamy przez zniszczenie złączenia przy pomocy siły równoległej do sklejoných powierzchni (rys. 6). Siły sklejania na rozciąganie i ścinanie oznacza się najczęściej dla podłóg gumowych.

Próba na przepuszczalność gazów, np. wodoru, ważna specjalnie dla tkanin balono-

wych, polega na zmierzeniu, przy pomocy specjalnego aparatu, ilości gazu, jaki dyfunduje przez jednostkę powierzchni w ciągu określonego czasu pod znanem ciśnieniem.

Wymienione wyżej próby należą do najważniejszych i najczęściej stosowanych nie wyczerpują jednak wszystkich badań mechanicznych, ważnych ze względu na warunki pracy artykułu gumowego. W specjalnych warunkach przeprowadza się próby indywidualne.



Rys. 6. Próba siły sklejania przy ścinaniu.

Oznaczanie odporności gumy na działanie takich czynników chemicznych, jak np. kwasy, zasady, oleje, smary, benzyna, benzen i t. p., odbywa się przy pomocy różnych metod. Np. oznacza się pewną własność mechaniczną gumy, np. wytrzymałość na rozciąganie, przed działaniem tych czynników i po ich działaniu w ciągu określonego czasu. Ze spadku tej własności orientujemy się o odporności gumy na działanie tego czynnika. Albo też oznacza się własność charakteryzującą w pewnym stopniu tę odporność na określony czynnik chemiczny. Np. gumy odporne na oliwę (działającą na amortyzatory gumowe w automobilizmie, węże i t. p.) charakteryzują się dużą twardością, tę też własność oznaczamy.

## PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH

### BUDOWNICTWO

#### Badania temperatury pod dachami z papy.

Dachy, kryte papą, rogrzewają się b. silnie latem od bezpośredniego działania promieni słonecznych. Następuje znaczne podwyższenie temperatury zarówno samej papy, jak i obłacenia drewnianego, a w wypadku braku wentylacji — również i całej masy powietrza pod dachem. Stąd powstaje niepożądane dla przebywających pod takimi dachami ludzi gorąco, a jednocześnie zwiększa się niebezpieczeństwo pożaru.

Nagrzewanie się dachów udało się znacznie zmniejszyć przez zastosowanie papy z jasnymi powłokami zewnętrznymi.

Dla zbadania, jakie z tych powłok są najskuteczniejsze, wykonano następujące doświadczenia:

Przygotowano ramy 50×100 cm z lat heblowanych 3,5×6 cm, związane cienkimi poprzeczkami (rys. 1). Ramy obciążnięto z jednej strony papą, zaopatrzone w termometry i szczelnie przysrubowano do powierzchni drewnianej, pochylonej do poziomu pod kątem 60°.

Powierzchnie ram skierowano ku południowi dla osiągnięcia możliwie silnego nagrzania przez promieniowanie słoneczne.

Zbadano następujące rodzaje papy:

1. Papę smołową z piaskiem bez dodatkowej powłoki.
2. Papę smołową z piaskiem, powleconą czarną masą bitumiczną „Acosal”.

3. Papę jak Nr. 2, lecz po wyschnięciu acosalu powleconą jeszcze mączką cementowo-azbestową, rozwodnioną w mieszaninie 1:3 tricosalu „S III” i wody. Tricosal dodany był w celu dobrego sklejania warstwy z papą i umożliwienia nieszkodliwego mycia powierzchni (zużycie tricosalu 60 g/m<sup>2</sup>, mączki 250 do 300 g/m<sup>2</sup>).

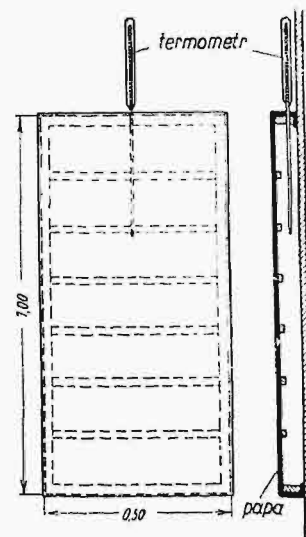
4. Papę jak Nr. 2, lecz pokrytą przed wyschnięciem pyłem aluminowym. Pył był zupełnie czysty, bardzo mocno i trwale przylegający po wyschnięciu acosalu do papy (zużycie aluminium 6 g/m<sup>2</sup>).

5. Papę bitumiczną bez-smołową — jak Nr. 1.

6. Papę bitumiczną bez-smołową — jak Nr. 2.

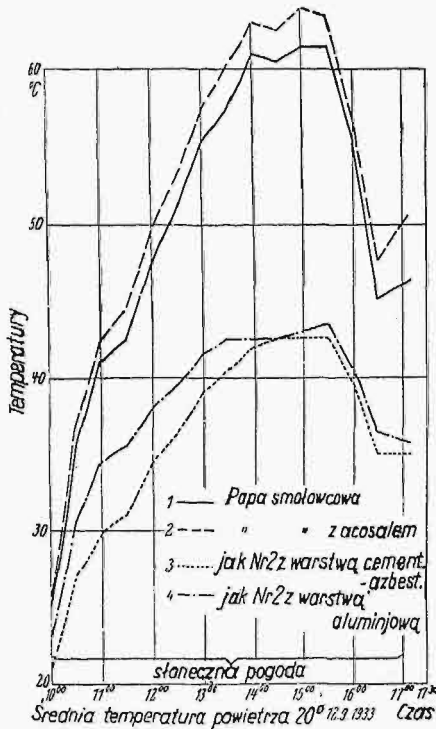
7. Papę bitumiczną bez-smołową — jak Nr. 3.

8. Papę bitumiczną bez-smołową — jak Nr. 4.



Rys. 1.

Temperatury zamkniętego wnętrza ram mierzono w godz. 10 — 17 co pół godziny przez szereg dni przy różnej pogodzie.



Rys. 2.

Charakterystyczne przykłady pomiarów przy użyciu papy smołowcowej uwidocznione są na rys. 2, zaś przy zastosowaniu papy bitumicznej — na rys. 3.

Z wykresów tych daje się zauważyć, że:

- Użycie papy smołowcowej, bądź bitumicznej, nie daje widocznych różnic w nagraniu.
- Temperatura przy niczem niepowleczonych obydwóch gatunkach papy dochodzi do 61,5°.
- Powłoczenie papy czarną powłoką podwyższa jeszcze tę temperaturę (do 64°), ponieważ powłoka ta pokrywa ziarenka piasku i inne cząstki, które przedtem miały jeszcze pewne własności odbijania światła.

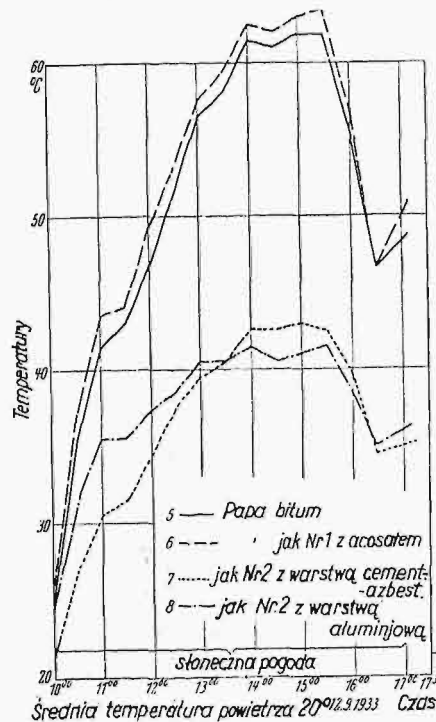
d) Najlepsze wyniki dała papa Nr. 3 i 7, powleczona acosalem i warstwą cementowo-azbestową z tricosalem III; najwyższa temperatura w tych wypadkach nie przekraczała 41,5°, to jest zmniejszenie gorąca stanowiło 20°.

Z powyższych doświadczeń wyraźnie wynika, jak bardzo pożądaną jest stosowanie jasnych powłok w pokryciach papy; powłokę cementowo-azbestową należy uważać za lepszą od aluminiowej, ponieważ ta ostatnia jest bardzo błyszcząca i stanowi widoczny cel dla ataków samolotowych. Oprócz tego powłoka azbestowo-cementowa z tricosalem może łatwo przybierać różne wymagane przez architekturę odcienie barw w zależności od domieszanych do rozczyń farb cementowych. (Der Bautenschutz, 1934 r., zes. 4).

## UZBROJENIE

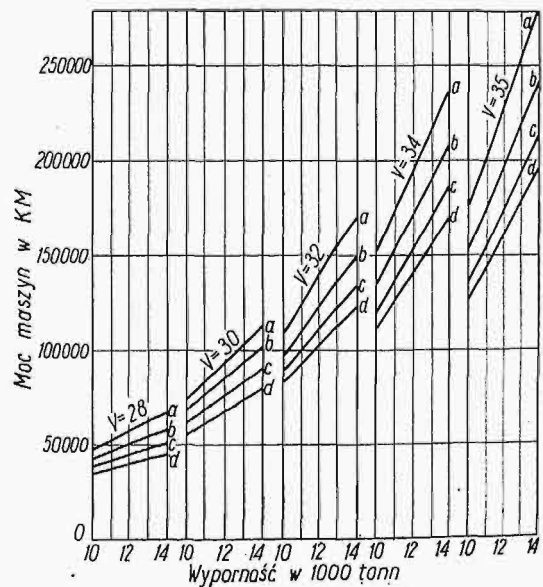
### Ograniczenia zbrojeń morskich z technicznego punktu widzenia.

Autor, były konstruktor holenderskiej marynarki wojennej, a obecnie szef wydziału budowy okrętów wojennych na stoczni Schelde we Flushing, rozważa braki oparcia ograniczenia zbrojeń morskich na ograniczeniu wyporności. Argumenty swoje opiera na tem, że takie rozwiązanie prowa-



Rys. 3.

dyłużeniu kadłuba możemy zmniejszyć moc maszyn o 45 000 KM. (M. T. Gunning. U. S. Naval Inst. Proceedings, t. 59, zes. 368).



Wpływ długości okrętu przy różnych wypornościach na moc maszyn, niezbędną do osiągnięcia szybkości 28 węzłów. Długość okrętu: a=165 m, b=171 m, c=177 m, d=183 m.

## KRONIKA

### Międzynarodowy Kongres Drogowy.

Dn. 3 września r. b. rozpoczął swe obrady VII Międzynarodowy Kongres Drogowy, zwołany w Monachium przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Kongresów Drogowych (założone w r. 1909). Równocześnie otwarto zorganizowaną z okazji Kongresu Wystawę Drogową. Zamknięcie Kongresu odbędzie się w Berlinie w dn. 19 września, po odbyciu szeregu wycieczek.

# WYTRZYMAŁOŚĆ W WYSOKICH TEMPERATURACH

INŻYNIEROWIE W ELEKTROWNIACH PRZEKONALI SIĘ O TEM, ŻE:

## METAL MONEL\*

jest najodpowiedniejszy na te części maszyn w siłowniach, które muszą wytrzymać korodujące i przegrzające działanie pary przegrzanej, a które muszą zachować wysoką swoją wytrzymałość. Z powodu swoich osobliwych właściwości METAL MONEL szeroko używa się na łopatki turbin, tłoczyska pomp, dysze parowe itd.

Obok przytoczona tabela wskazuje wytrzymałość przy wzrastających temperaturach. Oprócz tego METAL MONEL jest mocniejszy od stali i odporniejszy na tarcie, na udarność i zmęczenie. Jest on również odporny na zaatakowanie przez wiele korozyjnych odczynników.

| TEMPERATURA<br>C° | WYTRZYMAŁOŚĆ<br>NA ROZERW.<br>kg/mm <sup>2</sup> |
|-------------------|--|
| Pokołowa          | 58   |
| 100               | 55   |
| 200               | 52   |
| 300               | 54   |
| 400               | 50   |
| 500               | 44   |
| 600               | 31   |
| 700               | 22   |

DALSZYCH INFORMACJI O METALU MONEL UDZIELA  
**INŻ. WALERJAN WIŚNIEWSKI, WARECKA 15 WARSZAWA**  
TELEFON 5 02 30

PRZEDSTAWICIEL NA POLSKĘ FIRMY **HENRY WIGGIN & Co. LTD, LONDYN**

\* METAL MONEL jest prawnie zastrzeżony

# SP. AKC. J. JOHN W ŁODZI

## WYKONYWA W ODDZIELE KOTŁÓW:

**ORYGINALNE KOTŁY STREBEL'A** do centralnego ogrzewania na wodę i parę od 0,9 do 286 metr. kwadr. pow. ogrzew.

**RADJATORY JEDNO-, DWU- i CZTEROSŁUPKOWE** specjalne typy dla szkół, szpitali, niewielkich pomieszczeń.

**APARATY, KOTŁY i MISY** z żeliwa ługo-kwaso- i ognioodpornego,

**BIURA WŁASNE:**

**WARSZAWA, POZNAŃ, KRAKÓW, LWÓW, GDAŃSK, KATOWICE**



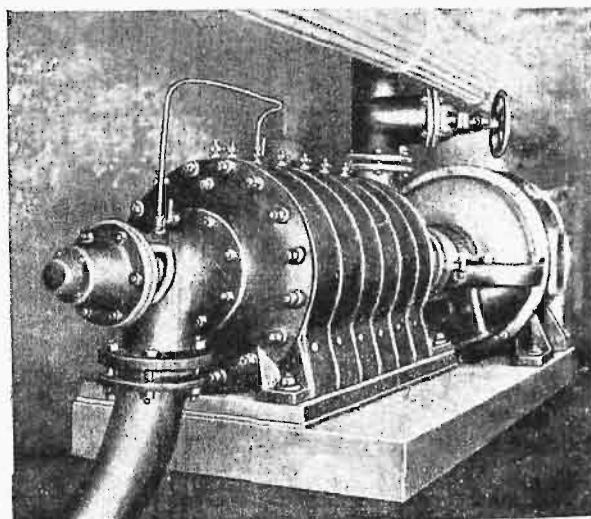


# POMPY

PODWODNE  
GŁĘBINOWE

OSTATNI WYRAZ TECHNIKI  
CAŁKOWICIE WYKONANE  
Z MATERJAŁÓW KRAJOWYCH

P O M P Y  
O D Ś R O D K O W E  
T U R B I N O W E



# SIRIUS

SPECJALNA FABRYKA POMP ODŚRODKOWYCH

**WARSZAWA, ZAMOJSKIEGO 51. Tel. 10.18.25**

ROK ZAŁOŻENIA 1911