

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

## TREŚĆ:

- O tanich stopach łożyskowych z osnową ołowianą, nap. Dr. Inż. I. Feszczenko-Czopiowski, Profesor Akademii Górniczej w Krakowie i Inż. W. Łoskiewicz, adiunkt Akademii.
- Chrom, jako powłoka ochronna dla żelaza i stali, nap. Inż. Z. Jasiewicz.
- Zmiana kierunku prądu jednostajnego o kącie dowolny (dok.), nap. Inż. B. Szczeniowski.
- W sprawie kształtu próbek betonowych, nap. Inż. W. Paszkowski, Profesor Politechniki Warszawskiej.
- Ochrona rz. Mississippi przed katastrofą powodzi, nap. M. R.
- Przegląd pism technicznych.
- Bibliografia.
- Sprawozdania i prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

## SOMMAIRE:

- Sur les alliages à haute teneur du plomb pour les coussinets, par M. I. Feszczenko-Czopiowski, Dr., Professeur à l'Académie des Mines de Cracovie et M. W. Łoskiewicz, Ingénieur, adjoint à l'Académie.
- Chromage du fer et de l'acier, par M. Z. Jasiewicz, Ingénieur.
- Changement de la direction du courant uniforme d'un angle quelconque (suite et fin), par M. B. Szczeniowski, Ingénieur.
- Sur la forme des épreuves de résistance du béton, M. W. Paszkowski, Professeur à l'École Polytechnique de Varsovie.
- Protection contre l'inondation de la Mississippi, par M. R.
- Revue documentaire.
- Bibliographie.
- Bulletin du Comité Polonais de l'Energie.

## O tanich stopach łożyskowych z osnową ołowianą.

Nap. Dr. Inż. I. Feszczenko-Czopiowski, Prof. Akad. Gór. w Krakowie i Inż. W. Łoskiewicz, adiunkt Akad. Gór.

Stopy łożyskowe z osnową cynową posiadają bardzo cenne zalety i, pomimo wysokiej ceny, okazują się w zastosowaniu często bardziej ekonomicznymi, niż stopy z osnową ołowianą<sup>\*)</sup>. Rozpowszechnione jest zdanie, że stopy łożyskowe z osnową czysto cynową lepiej utrzymują swe własności antyfrakcyjne, a przede wszystkim twardość w temperaturach nieco podwyższonych. Jednak, jak to wynika z umieszczonej poniżej tabeli, zdanie to nie jest zupełnie słuszne. Naprzykład normalny stop Charpy'ego, zawierający Sn=83%, Sb = 11%, Cu = 6%, stop czysto ołowiany o składzie: Pb = 81%, Sb = 17%, Cu = 1,5% i stop typu twardego ołowiu o składzie: Ca = 0,69%, Na = 0,62%, Li = 0,04 (Bahnmetall), wreszcie stop o składzie Na = 1,0%, Cu = 0,1%, Al, Ca, Mg i Sn = ślady, reszta Pb posiadają w różnych temperaturach następujące twardości:

	t-ra zwycz.	50°	100°	150°
stop Charpy'ego . . . . .	30,9	21,8	14,0	9,1
„ ołowiany . . . . .	21,5	16,5	10,0	6,6
„ Bahnmetall. . . . .	30	?	18,0	12,0
„ utwardniony przez sól . . . . .	31	28,5	24,0	?

(Prócz tego obciążenie odkształcające nie zmienia się w stopach łożyskowych z osnową cynową nawet po pracy w ciągu sześciu tygodni w temperaturze około 100°, podczas gdy w stopach łożyskowych z osnową ołowianą obniża się obciążenie odkształcające już po dwutygodniowej pracy w temperaturze około 100°.

<sup>\*)</sup> Patrz artykuł autora: „O stopach łożyskowych” — Przegl. Gór. - Hutn., 1927, 62—82.

Różnica metalograficzna między temi dwoma gatunkami stopów łożyskowych polega na następującym: antymon pozostaje w roztworze stałym cyny w zwykłych temperaturach w ilości 8%, a w ołowiu do 3%. Wskutek rozpuszczania się antymonu, obie osnowy, cynowa i ołowiana, utwardniają się tak, że twardość cyny wzrasta z 7,3 kg/mm<sup>2</sup> do około 15 kg/mm<sup>2</sup>, a ołowiu z 5,1 kg/mm<sup>2</sup> do około 7 kg/mm<sup>2</sup>. Utwardnianie stopu łożyskowego zachodzi w dalszym ciągu głównie wskutek zwiększonej zawartości antymonu, który występuje w stopach z osnową cynową w postaci kryształów roztworu stałego  $\gamma$ , nazywanego w literaturze fachowej związkiem chemicznym SnSb, nadmiar natomiast antymonu w stopach z osnową ołowianą wydziela się, zgodnie z dotychczasowym poglądem, w postaci kryształów sześciennych Sb, lub — jak twierdzi R. S. Dean — w postaci kryształów związku chemicznego Pb<sub>3</sub>Sb.

Kryształy SnSb w pierwszym wypadku i kryształy Sb w drugim wypadku spełniają rolę twardej fazy, przyjmującej obciążenia robocze.

Również i miedź jest normalną domieszką utwardniającą w stopach łożyskowych. Miedź nie rozpuszcza się całkowicie ani w twardej cynie, ani w twardej ołowiu, a tworzy jedynie związki chemiczne Cu<sub>3</sub>Sn i Cu<sub>3</sub>Sb o twardościach około 40 kg/mm<sup>2</sup>, względnie 100 kg/mm<sup>2</sup>. Twardość czystego antymonu wynosi 39 kg/mm<sup>2</sup>, a SnSb — 62 kg/mm<sup>2</sup>.

(Prof. A. H. Munday, znany znawca stopów łożyskowych, twierdzi, że służba stopów łożyskowych z osnową tak cynową, jak i ołowianą jest po-

dobna i nie widzi podstaw do ograniczania używalności tanich stopów ołowianych. Wprawdzie przy użyciu stopów ołowianych trzeba posługiwać się nieco dłuższymi łożyskami, w celu rozłożenia ciśnienia roboczego na większą powierzchnię, lecz gdy stop ołowiany już się dotrze, to na jego powierzchni również powstają kanaliki kapilarne, które dostarczają smarów do wszystkich części powierzchni łożyska.

Wspomniany wyżej stop o zawartości Sb = 17%, Cu = 1,5%, Pb = 81,5% posiada temperaturę początku krzepnięcia 414° i końca krzepnięcia 290°, można go więc swobodnie przegrzać dla ułatwienia odlewu do 480 — 500°. Osnowa ołowiana tego stopu jest utwardniona częściowo przez rozpuszczony antymon, następnie przez kryształki twardej fazy Cu<sub>3</sub>Sb i Sb, wtłoczone w masę roztworu stałego granicznego antymonu w ołowiu (3%). W celu dalszego utwardniania osnowy ołowianej, poleca się dodawanie cyny, która posiada wysoki stopień rozpuszczalności w ołowiu w temperaturze krzepnięcia eutektyki Pb-Sn (około 17—18% Sn). W miarę obniżania temperatury, maleje szybko stopień rozpuszczalności cyny w ołowiu, skutkiem czego wydzielają się kryształki niemal że czystej cyny o wielkości prawie podmikroskopowej, umieszczają się w kryształach ołowiu na płaszczyznach łatwego poślizgu i przez to utwardniają osnowę ołowianą w sposób mechaniczny. Proces ten, noszący nazwę „starzenia się”, przebiega w stopach ołowiano-cynowych nieco prędzej, niż w stopach typu twardy ołów. W tym ostatnim wypadku dobiega proces starzenia się w przeciagu miesiacca prawie do końca.

Dalsze utwardnianie ołowiu można przeprowadzić w pewnym stopniu przez domieszki wolframu, molibdenu (wątpliwe) i niklu (0,7—1,5%), dalej, niewątpliwie, rtęci, arsenu (około 0,5%), kadmu (około 1,2%), a głównie przez sód, potas i lit (patrz rys. 1, gdzie jest podany wzrost twardości ołowiu, utwardnionego przez domieszki sodu, kadmu, cyny, rtęci i bizmutu).

Bieżącym zagadnieniem w całej Europie środkowej jest uniezależnienie się od dowozu zagranicznej cyny. Dla krajów nieposiadających własnej cyny (Polska, Niemcy) bardzo ważne jest zagadnienie zastąpienia stopów łożyskowych cynowych przez ołowiane. Zagadnienie to stało się pierwszorzędnym głównie skutkiem konieczności samozaopatrzenia się w odpowiednie stopy łożyskowe dla potrzeb transportu. W czasie wojny światowej, właśnie z powodu braku cyny, wypróbował Niemcy z wielkim powodzeniem nowe metody utwardniania stopów łożyskowych z osnową ołowianą i nadawania im własności antyfrakcyjnych. Drogą badań ustalono, że małe domieszki metali ziem alkalicznych (Ba, Ca, Sr, Mg) i metali alkalicznych (Li, Na, K), dodawane pojedynczo, lub w kombinacjach podwójnych, lub potrójnych, wywołują nie tylko znaczny stopień utwardniania osnowy czysto ołowianej, lecz nadają jej pewne własności specjalne, podobne do antyfrakcyjnych. W ten sposób wynaleziono w Niemczech namiastkę (Ersatz) stopu łożyskowego z osnową ołowianą, która nosi nazwę „Lurgilagermetal” i może zawierać około 2—4% Ba i 1,0% Ca i Na. Poza tem mogą się w niej znaj-

dować niewielkie ilości innych domieszek. W Ameryce znany był stop „Frary” o zawartości 2% Ba, 1,0% Ca, 0,25% Hg oraz stop „Canmetal”, zawierający 1,7% Ca, 1,0% Sr, 1,3% Cu; resztę we wszystkich tych stopach stanowi ołów.

Jak wiadomo z metalografii, bar, wapń i stront nie rozpuszczają się w twardym ołowiu, tworzą z nim jedynie związki chemiczne Pb<sub>3</sub>Ba, Pb<sub>3</sub>Ca, Pb<sub>3</sub>Sr o wybitnej twardości, wciśnięte w osnowę ołowianą. Osnową stopu łożyskowego tego typu może być, oprócz czystego ołowiu, również i eutektyka Pb-Pb<sub>3</sub>Ba, w razie obecności pewnych ilości Ba, lub roztwór stały rtęci w ołowiu, lub też roztwór stały sodu (potasu, litu) w ołowiu. Domieszki wapnia i strontu służą w tym stopie jedynie do wytworzenia nowej twardej fazy krystalicznej Pb<sub>3</sub>Ca lub Pb<sub>3</sub>Sr. Największy stopień utwardnienia osnowy ołowianej osiąga się przez sód, rozpuszczający się w ołowiu do zawartości granicznej 1,59%. Przy większych zawartościach sodu, tworzy się mieszanina eutektyczna między roztworem stałym granicznym sodu w ołowiu (α) z jednej strony, a związkiem chemicznym Na<sub>2</sub>Pb<sub>5</sub> z drugiej. Temperatura topienia tej eutektyki jest 308°, przy zawartości sodu około 2,9%. Przy zawartościach sodu większych od 4,3%, występuje mieszanina eutektyczna Na<sub>2</sub>Pb<sub>5</sub>-NaPb o temperaturze topienia 301°. Bodaj jednak czy nie największy stopień utwardnienia osiągamy w obecności granicznego roztworu stałego sodu w ołowiu. Stąd powstaje naturalna granica zastosowania sodu, jako domieszki utwardniającej w stopach łożyskowych z osnową ołowianą.

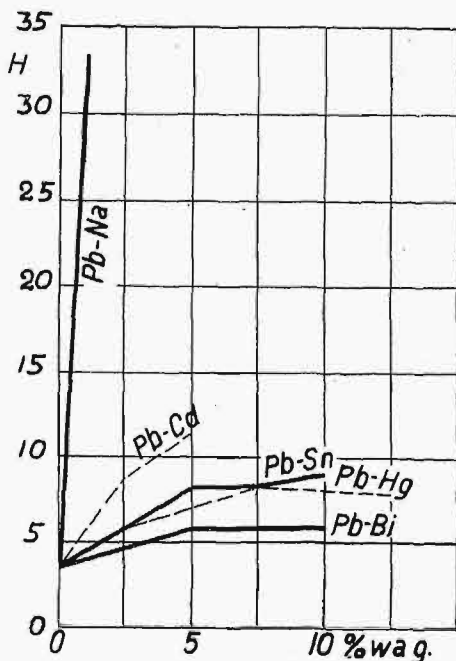
Stopy łożyskowe typu „twardy ołów” z zawartościami baru 0,6 — 4,0% i Ca 0,5 — 2,0% są dość trwałe na powietrzu, lecz niezbyt trwałe wobec działania wody i roztworów wodnych. Jednak stopy utwardnione przez metale alkaliczne są w jeszcze mniejszym stopniu odporne na działanie wody zwyczajnej (nasyconej powietrzem i dwutlenkiem węgla), a nawet na działanie wilgotnego powietrza. W celu przeciwdziałania wpływowi wilgoci, pokrywa się gotowe już panewki lakierem ochronnym lub wprost natłuszcza się je. Do dodatkich własności tych stopów należy zaliczyć wysoką stosunkowo temperaturę początku topienia, co pozwala na dopuszczenie bezpiecznego nagrzewania panewki do wyższych temperatur, niż przy stopach z osnową cynową, bez niebezpieczeństwa wytapiania się stopu z panewki. Ilustruje to poniższa tabelka:

	początek	koniec
	krzepnięcia	
Stop Charpy'ego 83% Sn, 6% Cu, 11% Sb . . . . .	336°	238°
„ z 1,2% Ba, reszta Pb . . . . .	317°	291°
„ „ 0,8% Ca „ „ „ . . . . .	440°	327°
„ „ 1,2% Ba, 0,8% Ca, „ reszta Pb . . . . .	446°	284°
„ „ 1,2% Ba, 0,8% Ca, 0,25% Hg, reszta Pb . . . . .	445°	280°
„ „ 0,65% Ca, 0,62% Na, 0,04% Li „ „ „ . . . . .	ponad 400	320°
„ „ 81,5% Pb, 1,5% Cu, 17% Sb . . . . .	414°	240°

Również i twardość w wyższych temperaturach jest nieco wyższa w stopach typu „twardy ołów”.

Stopy typu twardy ołów posiadają wielką zdolność do likwacji, a z tego powodu jedynie pewne kombinacje, stosowane w pewnych warunkach odlewania, dają dobre własności antyfrakcyjne. Zakres krzepnięcia tych stopów (z wyjątkiem stopów o zbyt wielkich zawartościach wapnia) jest

nieco węższy, niż u stopów z osnową ołowianą i cynową. Skurcz tych stopów jest nieco większy i wypełnianie większych panewek odbywa się z pewnymi trudnościami, zachodzi mianowicie konieczność stosowania sztucznych zabiegów w celu osiągnięcia dobrego przylegania stopu do powierzchni panewki i uszczelnienia wzajemnego obu powierzchni (jaskółcze ogony). Proces odlewu tych stopów jest nieco trudniejszy, lecz trzymanie się wszystkich



Rys. 1.

poleceń i zarządzeń gwarantuje osiągnięcie dobrych wyników. Topienie tych stopów odbywa się pod ochronną warstwą węgla drzewnego o grubości kilku centymetrów, ze względu na łatwe wypalanie domieszek, formy odlewnicze muszą być w odpowiedni sposób przygotowane (jaskółcze ogony), podgrzane do odpowiednich temperatur i urządzone dla przyjęcia odlewu do panewki. Przy każdym następnym przetapianiu, bar, wapń i częściowo sód, jak również i inne podobne domieszki, utleniają się (wypalają) w większym lub mniejszym stopniu, a przetopiony stop zawiera około 0,6—0,7% tlenu. Nie można polecać używania odpadków i wiórów, jak również i starego materiału, bez poprzedniej regeneracji. Wyzyskanie odpadków i braków materiału używanego na stopy utwardniane przez sód (potas, lit?) jest nieco łatwiejsze, być może z tego powodu, że te ostatnie pierwiastki znajdują się w roztopione stałym, a możliwie i dlatego, że jeden z nich, posiadając większe powinowactwo do tlenu, wypala się, ochraniając inny od wypalania. Tak, na przykład, wspomniany wyżej stop o silnie utwardnionej przez sód osnowie ołowianej był przetopiony przez nas czterokrotnie i zachował twardość 24 kg/mm<sup>2</sup> przy 20° C.

Opór łożysk z osnową ołowianą przeciw gwałtownym obciążeniom jest nieco mniejszy, niż łożysk z osnową cynową.

Niemiecki stop „Lurgilagermetall” posiada taki skład chemiczny:

- 1) 93,14% Pb; 2,3% Cu; 2,14% Ca; 1,44% Sn; 0,11% Mg; 0,10% Fe; ślady Sb.

- 2) 94,9% Pb; 1,75% Ca; 1,35% Cu; 1,0% Ba; 1,0% Sr.

Amerykański „twardy ołów” zawiera: 0,3% Ba; 0,8% Ca; 0,11% Fe; 97,0% Pb; 0,04% Zn; 0,66% O<sub>2</sub> (!);

twardość jego wynosi 26,5 — 31 kg/mm<sup>2</sup>.

Budowa potrójnego stopu Pb-Ba-Ca składa się z kryształów Pb<sub>3</sub>Ca i Pb<sub>3</sub>Ba, otoczonych eutektyką potrójną: 0,2% Ca + 0,4% Ba + 99,4% Pb.

Używany obecnie na kolejach w Niemczech „Bahnmetall” zawiera: 0,7% Ca + 0,62% Na + 0,04% Li, reszta ołów i nieznaczna ilość glinu. Zawartość glinu może być znikomo mała, gdyż wiadomo, że rozpuszczalność glinu w ołowiu w stanie stałym jest równa zeru, a prócz tego i w ciekłym ołowiu rozpuszcza się glin w ilości granicznej zaledwie około 0,07% (!). Wpływ tych nieznacznych ilości glinu na masę ołowiu polega jedynie na mechanicznym utwardnianiu osnowy ołowianej, w której glin znajduje się będzie w stanie rozproszenia prawie atomowego.

Stopień starzenia się ilustruje poniższe zestawienie:

	twardość w kg/mm <sup>2</sup>		
	po 1 godz.	po 7 dniach	po 28 dniach
stop 2% Ba; 0,77% Ca . . . . .	25,7	29,2	31,5
„ 1,2% Ba; 0,77% Ca . . . . .	17,6	21,6	28,4
„ 0,4% Ba; 0,77% Ca . . . . .	13,8	21,8	24,5
„ 1,0% Ba; 0,50% Ca . . . . .	18,4	22,2	23,5
„ 1,0% Ba; 0,5% Ca 0,2% Hg . . . . .	22,6	24,4	24,7

Jak z powyższego zestawienia widać, najwyraźniej wyrazisty przebieg procesu starzenia się zachodzi w stopach, zawierających około 0,4 — 1,2% Ba i 0,7 — 0,8% Ca, gdzie dochodzi do utwardniania, wywołane przez starzenie się, do 60—70%. Przeciętnie można liczyć, że stopy typu „twardy ołów” otrzymują w ciągu pierwszego miesiąca około 25% przyrostu swej pierwotnej twardości.

Wyrób stopów Pb-Ca i Pb-Ba, bogatych w Ca i Ba, odbywa się drogą elektrolizy ogniowej, w której katodą jest roztopiony ołów, a elektrolitem (w razie otrzymywania stopów Pb-Ca) mieszanina eutektyczna, zawierająca 16% CaF<sub>2</sub> i 84% CaCl<sub>2</sub> lub (w wypadku otrzymywania stopów Pb-Ba) mieszanina z 70% BaCl<sub>2</sub> i 30% KCl (w celu obniżenia temperatury topienia BaCl<sub>2</sub> o 300°); w tym ostatnim wypadku ilość potasu, przechodząca do stopu, nie przewyższa 0,1%. Otrzymanych w ten sposób stopów podwójnych Pb-Ca i Pb-Ba używa się do sporządzania stopów potrójnych Pb-Ba-Ca. Inną metodą do otrzymywania stopów typu „twardy ołów” jest bezpośrednie stapianie ołowiu z wapniem i sodem.

W celu wyprowadzenia odpowiednich wniosków, należy porównać własności fizyczne tych pierwiastków, które wchodzi w skład obecnie używanych stopów łożyskowych.

	cięż. atom.	cięż. właściw.	objęć. atom.	t-ra top.
Lit <sup>3</sup> (Li) . . . . .	6,94	0,534	11,8	183
Potas (K) . . . . .	39,10	0,862	45,4	62,5
Sód (Na) . . . . .	23,00	0,971	23,7	97,5
Wapń (Ca) . . . . .	40,07	1,55	25,9	810
Magnez (Mg) . . . . .	24,32	1,74	14	651
Glin (Al) . . . . .	27,10	2,70	10,0	658
Stront (Sr) . . . . .	87,63	2,54	34,5	ok. 600
Bar (Ba) . . . . .	137,40	3,80	36,2	850
Ołów (Pb) . . . . .	207,2	11,34	18,3	327
Rtęć (Hg) . . . . .	200,6	13,55	14,8	— 38,9

Jak z powyższego widzimy, wszystkie prawie składniki stopów łożyskowych typu „twardy ołów”,

z wyjątkiem chyba rtęci, posiadają stosunkowo nieznaczny ciężar właściwy, większość z nich ma dużą objętość atomową, a prócz tego wielkie powinowactwo do tlenu. Stąd pochodzi najpierw trudność ich przygotowania, następnie walka z likwacją i trudności ujednostajnienia, a wreszcie — bodaj czy nie największa trudność — ochrony łatwo utleniających się domieszek od nadmiernego spalania w czasie przetapiania stopu dla wypełnienia łożyska.

Dla osiągnięcia jednostajnej budowy całego łożyska, poleca się szybkie ochładzanie, i od temperatury niezbyt wysokiej.

Twardy ołów wydaje przy uderzeniu dźwięk podobny do stali.

Z powyższego wyciągnąć musimy następujące wnioski:

1) Praca ze stopami typu „twardy ołów” nie jest tak łatwa, jak ze stopami o osnowie cynowej. Zachowując jednak pewną ostrożność podczas roztapiania stopu i wypełniania panewek, jak również uwzględniając inne okoliczności, można otrzymać ze stopów twardego ołowiu dobre łożyska, których praca może być bardzo prosta, a nawet bezpieczniejsza, ze względu na to, że temperatura początku topienia tych stopów jest o 40—80° wyższa od temperatury początku topienia stopów z osnową cynową, ołowiano-cynową i ołowiano-antymonową.

2) Zastosowanie stopów typu „twardy ołów” jest konieczne ze względów oszczędnościowych i gospodarki państwowej. Jest to namiastka stopu łożyskowego z czasów wojennych. Niemcy, jako państwo środkowo europejskie, dobrze to rozumieją, a dowody tego znaleźć było można na Wystawie Materiałoznawczej i na Zjeździe Inżynierów (Werkstofftagung i Werkstoffschau) w październiku 1927 r., skąd właśnie zaczerpnęliśmy pewne poglądy, sformułowane powyżej.

Na zakończenie pozwolimy sobie przytoczyć notatkę historyczną o składzie chemicznym stopów typu „twardy ołów”, zapożyczoną z pracy M. Keinert'a, „Gewerbliche Metallkunde”<sup>\*)</sup>.

1) D. R. P. 306 892. 1915 r.: 3,5% Na + 3,5% Mg + 4,5% Cu + 4,5% Sn + 84% Pb.

- 2) D.R.P. 297 210. 1915 r.: 3,0% Ca + 1—3% Cd + 1—3% Ba + reszta Pb.
- 3) Metallbank 1919 r.: 0,5—1,0% Na + 2—4% Ba + reszta Pb.
- 4) Patent? 0,3 — 0,5% Na + 0,3 — 0,7% Ca + 2,5 — 3,5% Ba + reszta Pb.
- 5) Normenblatt. A. E. E. 2,75% Ca + 1,0% Sr + 1,35% Cu, reszta Pb.
- 6) Łożyska do sprężarek 1919 r.: 3% Mg + 2% Zn + 95% Pb.
- 7) Krupp 1909 r.: 1,3% Na + 0,08% Sn + 0,11% Sb + reszta Pb.
- 8) „Lurgi” metal łożyskowy według Mathesius'a 2% Ca + 2% Cd + 2% Cu + 2% Sn + 92% Pb.
- 9) „Lurgi” metal łożyskowy według Mathesius'a: 3% Na + reszta Pb.
- 10) D.R.P. 309 758. 1918 r.: 1,5% Na + 1,0% Mg + reszta Pb.
- 11) Reinglas 1919 r.: 1,5% Na + reszta Pb.
- 12) Ulco - metall według Frary i Temple: < 2% Ba + < 98% Pb.
- 13) Ulco - metall według Frary i Temple: 1,6% Ba + 0,4% Ca + 97,6% Pb.

Naszem zdaniem, dobry stop łożyskowy typu „twardy ołów”, oprócz pewnej zawartości sodu (< 1,0%) w celu utwardnienia osnowy, musi zawierać pewną ilość twardej fazy krystalicznej, która przyjmowałaby całe ciśnienie wału maszyny. Tę twardą fazę krystaliczną możnaby wytworzyć przez domieszki: 1) wapnia lub strontu w ogólnej ilości około 1%; 2) przez bar, w znacznie większej ilości, względnie — przy jednoczesnej obecności wapnia (strontu) — w mniejszych niż poprzednio ilościach. Dla utwardnienia zaś osnowy można dodawać kadm i magnez, lecz z mniejszym powodzeniem, niż przy użyciu sodu.

Nie jest wykluczone, że twarda faza krystaliczna, odgrywająca zasadniczą rolę w stopach łożyskowych, może powstać w obecności kilku z wymienionych wyżej metali, włącznie z takimi jak Ni i Cu, naprz. jako krystały Cu<sub>2</sub>Mg, Ni<sub>2</sub>Mg, NiCd<sub>4</sub> i t. d.

## Chrom, jako powłoka ochronna dla żelaza i stali.

Napisal Inż. Zygmunt Jasiewicz.

Ochronną powłokę chromową otrzymać można przez:

1) nachromowywanie (cementowanie chromem),

2) pokrywanie chromem (osadzanie elektrolityczne).

Nachromowywanie polega na ogrzewaniu do wysokich temperatur przedmiotów, umieszczonych w odpowiednim proszku. Proszkiem tym może być czysty chrom, ferrochrom lub też mieszanina chromu z tlenkiem glinowym (Cr:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 55:45 wagowo). Temperatura nachromowywania waha się w granicach 1100—1400°, w zależności

od użytego czasu i wymaganej grubości warstwy. Cementację należy przeprowadzać bez dostępu powietrza, w wodorze, w atmosferze obojętnej lub w próżni. Powierzchnia przedmiotu przeznaczanego do cementacji musi być poprzednio dokładnie oczyszczona. Trzy czynniki główne: 1) środek cementujący, 2) temperatura i 3) czas różnie działają na ilość i jakość cementacji. Tak np., cementując sproszkowanym chromem przy 1100° przez 24 godziny, otrzymano warstwę grubości 0,3 mm, przy czem warstwa zewnętrzna zawierała 5,3% Cr, zaś po 72 godzinach cementacji przy 1280° wynosiła głębokość przenikania 1,7 mm, a warstwa zewnętrzna zawierała 28,4% Cr, po 96-godzinach nachromowywania przy 1200° wzrasta zawartość Cr w warstwie powierzchniowej do 43,3%, przy 1280

<sup>\*)</sup> W. Guertler. Metallographie. II, 4, 1926. 354—359.

i 1320° zaś — do 47,4 i 52,9%. Cementacja ferrochromem (53—66% Cr) z małą zawartością węgla dała najlepsze wyniki przy 1000—1200°, o ile także i przedmiot cementowany posiadał małą zawartość węgla. Zauważono przytem występowanie takich składników: w warstwie wewnętrznej roztwór stały, w warstwie tej istniejący pierwotnie perlit zanika, warstwa pośrednia jest eutektyczna, jasna zewnętrzna warstewka składa się prawdopodobnie z węglika chromu, utworzonego powyżej 1100°. Obecność tego ostatniego składnika czyni metal odpornym na działanie kwasu azotowego i utlenianie w wyższych temperaturach. Przy zastosowaniu mieszaniny chromu z tlenkiem glinowym odbywa się cementacja przy 1300—1400°. Właściwości nacementowanych chromem przedmiotów żelaznych są następujące: łatwość polerowania, odporność na utlenianie przy zwykłych i wyższych temperaturach, odporność na działanie kwasu azotowego, miękkość powierzchni nawet w obecności wielkich ilości chromu.

Pokrywanie chromem polega na elektrolitycznym osadzaniu chromu na wygładzonej powierzchni przedmiotu. Skład chemiczny kąpeli, jej temperatura, natężenie prądu, kształt i powierzchnia anody i katody są najważniejszymi czynnikami tego procesu, pomijając pewne szczegóły samego przewodzenia, możliwe do opanowania jedynie przez praktykę, a odgrywające również niemалą rolę. Przeważnie stosuje się do kąpeli roztwór Salkover'a: 30% kwasu chromowego i 1% siarczanu chromu. Haring stosował roztwór o składzie: kwasu chromowego 250 g/l, siarczanu chromu 3 g/l i węglanu chromu ( $\text{Cr}_2\text{O}(\text{CO}_2)_2$ ) 7 g/l. Inni znów dodawali do roztworu oprócz kwasu chromowego i siarczanu chromu jeszcze i kwasu borowego. W ogólności wskazane jest z poniżej przytoczonych względów zmniejszenie zawartości kwasu chromowego w roztworze. Temperatura kąpeli może się wahać w pewnych, choć nieznacznych, granicach. Za najlepszą temperaturę kąpeli uważa się 45°. Pokrywanie chromem przy niższych temperaturach powoduje powstawanie matowo szarego osadu chromu. Natężenie prądu przyjęte przez praktykę za najlepsze wynosi 11—16 A/dcm<sup>2</sup>. Jest ogólnym mniemaniem, że nie można stosować anod chromowych z powodu bierności chromu, jakkolwiek Schwartz w swych badaniach nie zauważył jej. Z powodu małej ruchliwości jonów chromu w roztworze, należy poza innymi środkami zapobiegawczymi, jak zmiana składu chemicznego roztworu, stosować kształt anody odpowiedni do postaci katody, co jest łatwe do wykonania, gdyż, ze względu na znaczną odporność, stosuje się anody ołowiane. Katoda (przedmiot podlegający nachromowaniu) musi być poprzednio polerowana. Dla zwiększenia jednak połysku, pokrywa się katodę poprzednio miedzią, a nawet miedzią i niklem. Pokrytą miedzią powierzchnię poleruje się i dopiero wtedy osadza chrom, który nie wymaga już dalszego polerowania. Operacja ta jest wskazana ze względu na dużą twardość chromu i stąd płynącą trudność polerowania tegoż. Ważne jest, by przed zanurzeniem elektrod włączyć prąd, gdyż  $\text{CrO}_3$  czyni żelazo biernym i wytwarza złe pokrywanie. Zużycie prądu jest stosunkowo duże, dzięki właśnie temu, że oprócz chromu, którego wartościowość

obniża się przy elektrolizie do zera, strąca się również i wodór. Wodór ten stanowi niejako warstwę ochronną dla osadzonego już chromu i zabezpiecza go przed przechodzeniem z powrotem w roztwór, do czego posiada chrom znaczną skłonność w silnie utleniającym środowisku kwasu chromowego. Zauważono, że trudność pokrywania stali chromem można pokonać przez badanie regularnego wahania natężenia prądu, które zachodzi zawsze przy użyciu kwasu chromowego lub soli chromowej, jako elektrolitu, pomimo utrzymywania stałego oporu w obwodzie zewnętrznym. Przyczyna tego zjawiska nie jest dokładnie zbadana. Wahania te powodują, że pokrywanie chromem odbywa się skokami. Uniknąć tego można przez zastosowanie odpowiednio rozcieńczonego roztworu soli chromowej, co powoduje spokojne osadzanie się chromu na katodzie. Niektórzy sądzą, że jednorazowe pokrywanie, jako zbyt cienkie, nie zabezpiecza dostatecznie metalu i posiada skłonność do tworzenia luk. Wskazane zatem byłoby dwukrotne pokrywanie, choć jednorazowe, odpowiednio grube pokrycie powinno, według naszego zdania, wywołać ten sam skutek, co i dwurazowe cienkie. Ollard uważa, że najlepsze podłoże dla chromu stanowi nikiel. Próby zastosowania kadmu, jako podłoża chromowego, nie dały wyników zadawalających.

Z własności tak pokrytych przedmiotów podkreślić należy: wielki połysk i związaną z tem zdolność odbijania, odporność na działanie chemiczne takie, jak kwasu azotowego, powietrza nasyconego amoniakiem, wilgocią, parami dwutlenku siarki, siarkowodoru, tlenkiem węgla i t. d., odporność na utlenianie w wyższych temperaturach, nieścieralność, mały współczynnik tarcia i znaczną twardość. Zalety te spowodowały, że zastosowanie techniczne niezupełnie może jeszcze opanowanego sposobu pokrywania chromem znacznie wzrosło. Stosuje się pokrycie tego rodzaju i do celów zdobniczych, przy czem potrzebna warstwa osadzonego chromu wynosi w tych wypadkach 0,0025 mm. Dla ochronnego pokrywania wystarcza przeważnie warstwa grubości 0,007 — 0,013 mm. Pokrycie tego rodzaju znajduje zastosowanie w reflektorach samochodowych, w łożyskach i częściach maszyn podlegających łatwemu zużyciu (ścieraniu), w trudno dostępnych drobnych częściach samochodowych, w wyrobie wałków używanych w przemyśle papierniczym i przy wytwarzaniu płyt szklanych. Pokrywa się chromem stemple, przebijaki, formy do odlewów tłoczonych, formy do wyrobu automatycznego flaszek szklanych, formy do wulkanizowania kauczuku (odporność na działanie siarki i gładka powierzchnia), aparaty dystrylacyjne i rury w przemyśle naftowym (odporność na utlenianie w wyższych temperaturach i odporność na działanie związków siarki, zawartych w przetworach naftowych). Stosuje się wreszcie pokrywanie chromem przy wyrobie sprawdzianów i tych części maszyn, które muszą posiadać dokładne wymiary i twardość znaczną. Przedmioty te wykonywa się w ten sposób, że obrabia się je do nieco mniejszych wymiarów niż wymagane, a następnie uzupełnia się wymiary przez dokładne dostosowanie pokrywania. Sposób ten daje powierzchnię twardszą od nacementowanej i zabez-

piecza materiał od zniszczenia podczas ogrzewania do wysokiej temperatury i przed zmianą wymiarów, a nieraz i kształtu przy obróbce termicznej. Zapomocą tego procesu można przywracać wymiary zużytych przedmiotów do wielkości właściwej w granicach tolerancji.

Koszta tego procesu są w obecnych warunkach dość wysokie i wynoszą, zależnie od charakteru pokrywanej powierzchni, w produkcji masowej nieco mniej, niż dwukrotny koszt pokrywania niklem. Znaczna liczba instytucji badawczych zajmuje się obecnie tem zagadnieniem i istnieją uzasadnione nadzieje na polepszenie i potaniecie tego sposobu.

Literatura:

- 1) G. Grube, W. von Fleischbein: Powierzchniowe ulepszenie metali przez przenikanie. Przenikanie chromu w żelazo [Zit. f. amorg. Chemie, 1926, t. 154, str. 314—332].
- 2) C. H. Humphries: Pokrywanie chromem (Iron Age, 1926, t. 118, str. 599—600).
- 3) C. H. Humphries. Pokrywanie chromem stalowych części samochodowych. (Iron Trade Review, 1926, t. 78, str. 1182—1183).

- 4) C. H. Humphries. Pokrywanie chromem. (Iron Age, 1926, t. 117, str. 1187—1189).
- 5) J. Laissus: Cementacja stopów żelaza chromem. (Rev. de Métallurgie 1926, t. 23, str. 155—178).
- 6) J. Laissus: Cementacja stopów żelaza chromem (Comptes Rendus, 1925, t. 180, str. 2040—2042).
- 7) E. A. Olland: Odporność elektrolitycznie osadzonego chromu na działanie korozji. (Iron and Coal Trades Review, 1925, t. 111, str. 361).
- 8) G. M. Enos: Pokrywanie stali chromem. (Engineer, 1925, t. 140, str. 188).
- 9) H. E. Haring: Zasady i warunki pokrywania chromem. (Chem. and Met. Eng., 1925, t. 32, str. 692—694).
- 10) H. E. Haring. Pokrywanie chromem. — Ostrzeżenie. (Metal Industry 1925, t. 27, str. 331—332).
- 11) K. W. Schwartz: Pokrywanie stali chromem przy pomocy anod chromowych (referat w Amer. Electrochemical Soc., wrzesień 1923).
- 12) E. Liebreich: Elektrolityczne pokrywanie chromem. (Z. f. Munde, 1922, t. 14, str. 367—368).
- 13) F. C. Kelley: Nachromowywanie (referat w Am. Electrochemic. Soc., maj, 1923).
- 14) F. C. Kelley: Przemysłowe zastosowanie pokrywania chromem (streszcz. pracy D. H. Killeffer'a w Industrial and Engineering Chemistry, lipiec, 1927), Metallurgist 1927, str. 156.

## Zmiana kierunku prądu jednostajnego o kąt dowolny.\*)

Napisał Inż. B. Szczeniowski, st. asystent Politechniki Warszawskiej.

§ 3. Punkty przegięcia. — Zwykła metoda wyznaczania punktów przegięcia, polegająca na przyrównaniu do zera drugiej pochodnej  $\frac{d^2y}{dx^2}$ , odnoszącej się do pewnej linii prądu  $\Psi = \text{const}$ , wymaga zwykle różniczkowania wzorów nieraz b. złożonych (funkcje analityczne są z reguły znacznie prostsze od swoich rozwinięć). Aby tego uniknąć, stosować można w wypadku funkcji analitycznych metodę, którą podajemy poniżej w sposób ogólny.

Rozwijając warunek:

$$\frac{dy}{dx^2} = 0 \quad (1)$$

przez podstawienie  $\frac{dy}{dx} = \frac{\partial \Psi}{\partial x} = \frac{v_y}{v_x}$ , otrzymujemy

$$\frac{1}{v_x^2} \left( v_x \frac{\partial v_y}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} \right) - \frac{v_y}{v_x^3} \left( v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} \right) = 0.$$

Ponieważ jednak zwykle (jak i w naszych rozważaniach) podajemy, że względu na większą wygodę rachunkową,  $x, y, v_x, v_y$  w funkcji parametru zmiennego  $\Phi$  ( $\Psi = \text{const}$ ; patrz równania (2) i (3) § 1 oraz (1), (2), (3) § 2), więc, uwzględniając, że  $\frac{\partial v_x}{\partial x} = \frac{dv_x}{d\Phi} \cdot \frac{d\Phi}{dx}$  i t. p., możemy napisać

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{2v_y}{v_x^2} \left[ \frac{dv_y}{dy} - \frac{dv_x}{dx} \right].$$

Pomijając wypadki osobliwe, powiedziec możemy, że naogół  $v_y \neq 0$ , oraz  $v_x$  jest skończona, więc

$$= \frac{-2i \sin \frac{\delta}{2} \left[ \cosh 2 \frac{\Phi}{au} \cos \left( 2 \frac{\Psi}{au} - \frac{\delta}{2} \right) + \cos \frac{\delta}{2} \right] - 2 \sin \frac{\delta}{2} \sinh 2 \frac{\Psi}{au} \sin \left( 2 \frac{\Psi}{au} - \frac{\delta}{2} \right)}{\left[ \cosh 2 \frac{\Phi}{au} \cos \left( 2 \frac{\Psi}{au} - \frac{\delta}{2} \right) + \cos \frac{\delta}{2} \right]^2 + \left[ \sinh 2 \frac{\Phi}{au} \cdot \sin \left( 2 \frac{\Psi}{au} - \frac{\delta}{2} \right) \right]^2}$$

równanie (1) sprowadza się do  $\frac{dv_y}{dy} - \frac{dv_x}{dx} = 0$ , lub

$$\frac{dv_y}{d\Phi} \cdot \frac{dx}{d\Phi} - \frac{dv_x}{d\Phi} \cdot \frac{dy}{d\Phi} = 0 \quad (2)$$

W paragrafie poprzednim znaleźliśmy, że

$$\frac{dv_y}{d\Phi} + i \frac{dv_x}{d\Phi} = -i \frac{F''}{(F')^2}; \quad (3)$$

pozatem, różniczkując równanie zasadnicze  $z = F(W)$ , otrzymamy

$$\frac{dx}{d\Phi} + i \frac{dy}{d\Phi} = F'. \quad (4)$$

Pomnożmy równanie (3) przez (4):

$$\left( \frac{dv_y}{d\Phi} \cdot \frac{dx}{d\Phi} - \frac{dv_x}{d\Phi} \cdot \frac{dy}{d\Phi} \right) + i \left( \frac{dv_x}{d\Phi} \cdot \frac{dx}{d\Phi} + \frac{dv_y}{d\Phi} \cdot \frac{dy}{d\Phi} \right) = -i \frac{F''}{F'}$$

Z ostatniej tożsamości jest bezpośrednio widoczne, że aby otrzymać warunek (2), wystarczy napisać:

$$\text{Część urojona } \left| \frac{F''}{F'} \right| = 0 \quad (5)$$

Metoda ta w zastosowaniu do funkcji (1) § 1 daje:

$$-\frac{1}{2au} \frac{F''}{F'} = \frac{i \sin \frac{\delta}{2}}{\cosh \left( 2 \frac{W}{au} - i \frac{\delta}{2} \right) + \cos \frac{\delta}{2}}$$

\*) Dokończeni: do str. 172 w zesz. 9 z r. b.

więc, rezygnując z przebiegów asymptotycznych, które wypadają dla  $\Phi = \pm \infty$ , otrzymamy w myśl równania (5):

$$\sin \frac{\delta}{2} \left[ \cosh 2 \frac{\Phi}{au} \cdot \cos \left( 2 \frac{\Psi}{au} - \frac{\delta}{2} \right) + \cos \frac{\delta}{2} \right] = 0;$$

stąd a)  $\sin \frac{\delta}{2} = 0$ , czyli  $\delta = n\pi$ : ( $n = 0, 1, \dots$ );

oznacza to przepływ jednokierunkowy; otrzymaliśmy więc powszechnie znaną osobliwość — linie prądu, będąc w tym wypadku liniami prostymi, posiadają „punkt przebiecia” na całej swej długości ( $\Phi$  — dowolne).

b) 
$$\cosh 2 \frac{\Phi}{au} = - \frac{\cos \frac{\delta}{2}}{\cos \left( 2 \frac{\Psi}{au} - \frac{\delta}{2} \right)}$$
; wartość  $\Phi$ ,

odpowiadająca punktowi przebiecia, będzie rzeczywista tylko wtedy, gdy  $\cos \left( 2 \frac{\Psi}{au} - \frac{\delta}{2} \right) < 0$

(gdyż  $\cos \frac{\delta}{2}$  jest dodatni dla  $0 < \delta < \pi$ ), oraz

gdy  $\left| \cos \left( 2 \frac{\Psi}{au} - \frac{\delta}{2} \right) \right| < \cos \frac{\delta}{2}$ ; ponieważ w naszym

zagadnieniu chodzi o uniknięcie punktów przebiecia, więc wystarczy nie spełnić któregośkolwiek z tych

dwu warunków; dobieramy więc tak wartości  $\Psi$ , aby było  $\cos \left( 2 \frac{\Psi}{au} - \frac{\delta}{2} \right) > 0$  lub  $\left| \cos \left( 2 \frac{\Psi}{au} - \frac{\delta}{2} \right) \right| > \cos \frac{\delta}{2}$ ,

czyli

$$(n\pi) = \frac{\delta}{4} - \frac{\pi}{4} \leq \frac{\Psi}{au} \leq \frac{\delta}{4} + \frac{\pi}{4} + (n\pi), \quad (6)$$

albo

$$\left( n \frac{\pi}{2} \right) \leq \frac{\Psi}{au} \leq \frac{\delta}{2} + \left( n \frac{\pi}{2} \right) \dots \dots (7)$$

Dla wartości  $0 \leq \delta \leq \pi$  obie granice nierówności (6) są obszerniejsze od granic nierówności (7), więc, w celu otrzymania jak najszerszych granic dla  $\Psi$ , przyjmujemy ostatecznie nierówność (6).

Chcąc jednocześnie uwzględnić warunek (8) § 2, napiszemy:

$$(n\pi) + \frac{\delta}{4} \leq \frac{\Psi}{au} \leq \frac{\delta}{4} + \frac{\pi}{4} + (n\pi),$$

lub przyjmując  $n = 0$ , ostatecznie

$$\frac{\delta}{4} \leq \frac{\Psi}{au} \leq \frac{\delta}{4} + \frac{\pi}{4} \dots \dots (8)$$

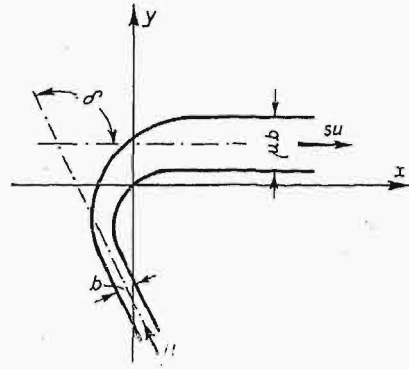
Przyjmujemy więc jako zarzysy ścianek  $\Psi_1 = \frac{\delta}{4} au$

oraz  $\Psi_2 = \left( \frac{\delta}{4} + \frac{\pi}{4} \right) au$ .

§ 4. Uogólnienie: przekładnia szybkości  $s \neq 1$ .

Uogólnienie polegać będzie na tem, że strumień jednostajny płaski o szybkości  $u$  i szerokości  $b$ , po odchyleniu od swego pierwotnego kierunku o dowolny kąt  $\delta$ , staje się znowu strumieniem jednostajnym płaskim, ale już o innej szybkości, wynoszącej  $su$ , i innej szerokości, wynoszącej  $\rho b$ ,

przytem współczynnik  $s = \frac{1}{\mu}$  jest zupełnie dowolny (rys. 2).



Rys. 2.

W celu uwzględnienia tego warunku, wystarczy wprowadzić w pierwotnej postaci potencjału zespolonego (1) § 1 tylko nieznaczną zmianę

$$e^{-i \frac{\delta}{2}} \cdot \frac{z}{a} = e^{-i \frac{\delta}{2}} \cdot \frac{W}{au} + e^{i \frac{\delta}{2}} \cdot \frac{W}{au} \quad (1)$$

Istotnie, zakładając  $W = suz$ , czyli strumień jednostajny o szybkości  $su$  w kierunku osi  $x$ , widzimy, że r. (1) jest spełnione, o ile tylko  $x = +\infty$ ; podobnie, zakładając  $W = ue^{-i\delta} z$ , czyli strumień jednostajny o szybkości  $u$  w kierunku, tworzącym kąt  $\delta$  z kierunkiem dodatnim osi  $x$ , widzimy, że r. (1) jest spełnione, o ile tylko  $y = -\infty$  (przytem  $x = \pm \infty$ , zależnie od tego, czy  $\delta \geq \frac{\pi}{2}$ ).

Rozwinięcie r. (1), zbadanie szybkości i t. d. nie przedstawia już szczególnych trudności; pozostawiamy je czytelnikowi specjalnie w tej kwestji zainteresowanemu.

§ 5. Szczególny przypadek:  $\delta = 180^\circ$ . W tym wypadku potencjał zespolony wyraża się związkem

$$e^{\frac{z}{a}} = 2 \cosh \left( \frac{W}{au} \right), \dots \dots (1)$$

dającym układ linii potencjalnych i prądu identyczny z podanym w cytowanej już pracy J. Bondera w Nr. 39 „Przeglądu Technicznego” z r. 1926 na str. 587, tylko przesunięty wzdłuż osi  $x$  o  $u \ln 2$ :

$$\frac{x}{a} = \ln \sqrt{2 \left( \cosh 2 \frac{\Phi}{au} + \cos 2 \frac{\Psi}{au} \right)}$$

$$\frac{y}{a} = \arctg \left[ \left( \operatorname{tgh} \frac{\Phi}{au} \right) \left( \operatorname{tg} \frac{\Psi}{au} \right) \right];$$

$$V = \sqrt{\frac{\cosh 2 \frac{\Phi}{au} + \cos 2 \frac{\Psi}{au}}{\cosh 2 \frac{\Phi}{au} - \cos 2 \frac{\Psi}{au}}}$$

Tutaj  $\Psi_2 = \frac{\pi}{2} au$  oznacza dwie linie poziome

$y = \pm \frac{\pi}{2} a$ . Dla  $\Psi = 0$  mamy  $y = 0$  (oś  $x$ -ów) przy

$x \geq a \ln 2$ . Wystarczy więc założyć  $0 < \frac{\Psi}{au} \leq \frac{\pi}{2}$ , aby otrzymać wszystkie linie prądu; dla innych wartości  $\Psi$  powtarzają się linie już otrzymane. Można napisać ogólnie, że linie  $\frac{\Psi}{au} = \frac{\pi}{2} + \alpha$  i  $\frac{\Psi}{au} = \frac{\pi}{2} - \alpha$  są iden-

tyczne, czyli kolejne cykle linii prądu, o których była mowa w § 1, zlewają się w jeden cykl. Wynika stąd, że dwie, wymienione w § 2, charakterystyczne linie prądu, wzdłuż których panuje stała szybkość  $V = u$ , stają się tu jedną linią  $\Psi = \frac{\pi}{4} au$ , przytem jest to jednocześnie dolna linia graniczna  $\Psi_1$ . Górna linia graniczna  $\Psi_2 = \frac{\pi}{4} +$

$+\frac{\pi}{4}$  jest w tym wypadku nie do przyjęcia, gdyż kolano ciągnęłoby się do nieskończoności; musimy więc obniżyć nieco górną granicę, np. zakładając, że na górnej granicy, dla  $\Phi = 0$  (na osi symetrii), szybkość  $V_0 \geq u_1$ , gdzie  $u_1$  pozostaje w pewnym stosunku do  $u$ , np.  $u_1 = \frac{u}{2}$ . Ta sama uwaga

stosuje się do wypadków, kiedy  $\delta$  jest bliskie wartości  $\pi$  (silne zakręty), przy których kolana wypadają b. szerokie w przekroju wzdłuż osi symetrii. Weźmy więc ogólną wartość

$$V_0 = u \sqrt{\frac{1 + \cos 2 \frac{\Psi_2}{au}}{1 + \cos \left( 2 \frac{\Psi}{au} - \delta \right)}}$$

i załóżmy, że na górnej linii granicznej  $V_0 \geq u_1$ , czyli

$$u \sqrt{\frac{1 + \cos 2 \frac{\Psi_2}{au}}{1 + \cos \left( 2 \frac{\Psi_2}{au} - \delta \right)}} \geq u_1,$$

skąd otrzymamy górną granicę

$$\operatorname{tg} \frac{\Psi_2}{au} \leq \frac{u - u_1 \cos \frac{\delta}{2}}{\sin \frac{\delta}{2}}, \dots \dots \dots (2)$$

dla wartości  $\delta$  bliskich  $\pi$ .

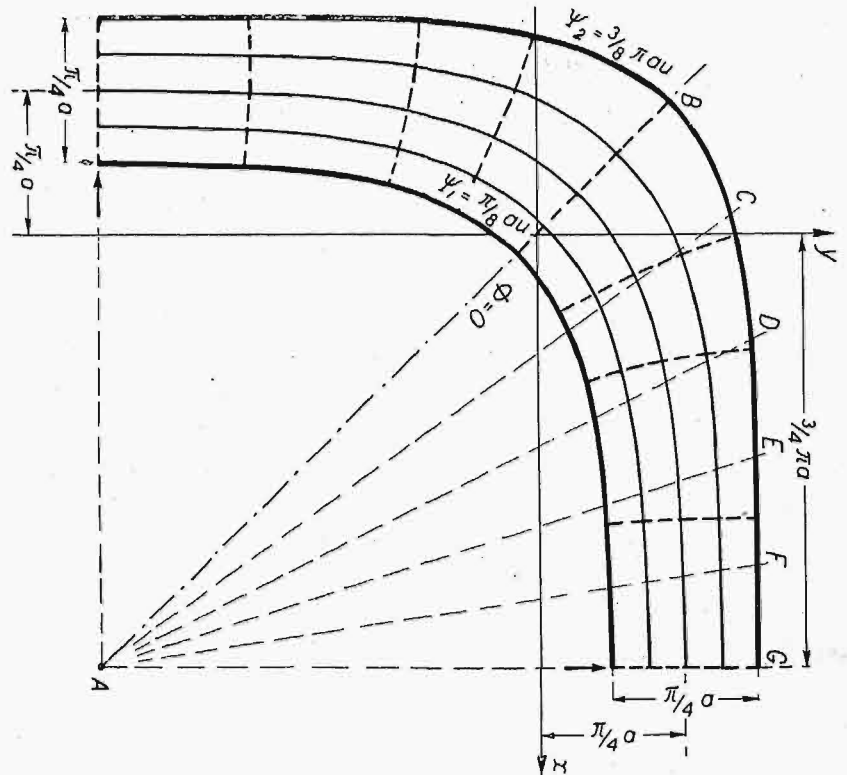
§ 6. Szczególny przypadek:  $\delta = 90^\circ$ .— W tym wypadku potencjał zespolony wyraża się związkami:

$$e^{(i+1)\frac{z}{a}} = e^{(i+1)\frac{W}{au}} + e^{(i-1)\frac{W}{au}} = 2e^{i\frac{W}{au}} \cosh \left( \frac{W}{au} \right). \dots \dots (1)$$

Po rozwinięciu:

$$\frac{x}{a} = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \left[ \frac{e^{\frac{\Phi}{au}} \sin \left( \frac{\Phi + \Psi}{au} \right) + e^{-\frac{\Phi}{au}} \sin \left( \frac{\Phi - \Psi}{au} \right)}{e^{\frac{\Phi}{au}} \cos \left( \frac{\Phi + \Psi}{au} \right) + e^{-\frac{\Phi}{au}} \cos \left( \frac{\Phi - \Psi}{au} \right)} \right] + \frac{1}{2} \left[ -\frac{\Psi}{au} + \ln \sqrt{2 \left( \cosh 2 \frac{\Phi}{au} + \cos 2 \frac{\Psi}{au} \right)} \right] =$$

$$= \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \left[ \frac{\operatorname{cotg} \frac{\Psi}{au} + \operatorname{cotg} \frac{\Phi}{au} \operatorname{tgh} \frac{\Phi}{au}}{\operatorname{cotg} \frac{\Phi}{au} \operatorname{cotg} \frac{\Psi}{au} - \operatorname{tgh} \frac{\Phi}{au}} \right] +$$



Rys. 3.

$$+ \frac{1}{2} \left[ -\frac{\Psi}{au} + \ln \sqrt{2 \left( \cosh 2 \frac{\Phi}{au} + \cos 2 \frac{\Psi}{au} \right)} \right]; \dots (2)$$

$$\frac{y}{a} = \operatorname{arctg} \left[ \frac{\operatorname{cotg} \frac{\Psi}{au} + \operatorname{cotg} \frac{\Phi}{au} \operatorname{tgh} \frac{\Phi}{au}}{\operatorname{cotg} \frac{\Phi}{au} \operatorname{cotg} \frac{\Psi}{au} - \operatorname{tgh} \frac{\Phi}{au}} \right] -$$

$$- \frac{1}{2} \left[ -\frac{\Psi}{au} + \ln \sqrt{2 \left( \operatorname{cotg} \frac{\Psi}{au} + \cos 2 \frac{\Psi}{au} \right)} \right]; \dots (3)$$

$$\frac{v_x}{u} = \frac{e^{2\frac{\Phi}{au}} + \cos 2 \frac{\Psi}{au} + \sin 2 \frac{\Psi}{au}}{2 \left( \cosh 2 \frac{\Phi}{au} + \sin 2 \frac{\Psi}{au} \right)}; \dots \dots (4)$$

$$\frac{v_y}{u} = \frac{e^{-2\frac{\Phi}{au}} + \cos 2 \frac{\Psi}{au} + \sin 2 \frac{\Psi}{au}}{2 \left( \cosh 2 \frac{\Phi}{au} + \sin 2 \frac{\Psi}{au} \right)}; \dots \dots (5)$$

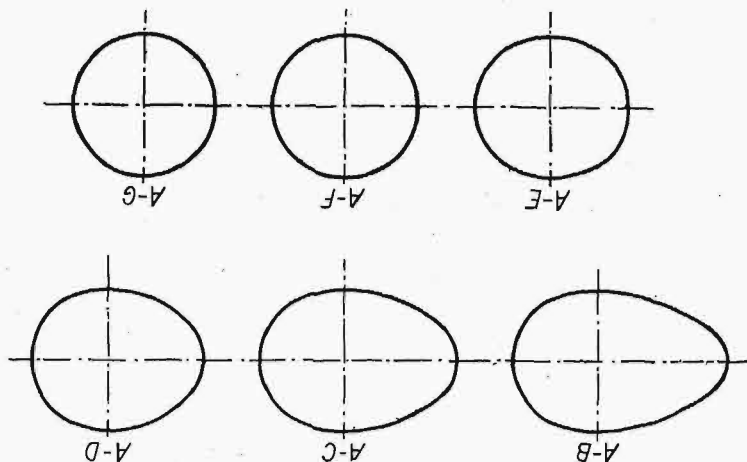
$$\frac{V}{u} = \sqrt{\frac{\cosh 2 \frac{\Phi}{au} + \cos 2 \frac{\Psi}{au}}{\cosh 2 \frac{\Phi}{au} + \sin 2 \frac{\Psi}{au}}}; \dots \dots (6)$$



Ścianka wewnętrzna  $\Psi_1 = \frac{\pi}{8} au$ , zewnętrzna  $\Psi_2 = \frac{3\pi}{8} au$ ; na rys. 3 podano układ linii prądu, zawierających się w tych właśnie granicach.

Ucinając kolano w miejscach wskazanych strzałkami, popełniamy błąd linjowy, wynoszący mniej niż 1% szerokości kanału.

Założmy teraz, że ciecz przed i po zakręceniu płynie rurą o przekroju kołowym. Kształt kolana



Rys. 4.

w dowolnym przekroju prostopadłym do płaszczyzny ruchu łatwo określić z warunku, iżby strugi, które początkowo znajdowały się na ścianach rury, pozostały nadal na ścianach kolana, przytem ruch pozostaje ciągle płaskim. W celu dokładnego określenia kształtu kolana, możemy np. poprowadzić przez punkt A (rys. 3) płaszczyzny AB, AC... AF, prostopadłe do rysunku, i wyznaczyć szereg przekrojów sposobem wykreślnym (rys. 4), wyrysowawszy uprzednio odpowiednią ilość pośrednich linii prądu.

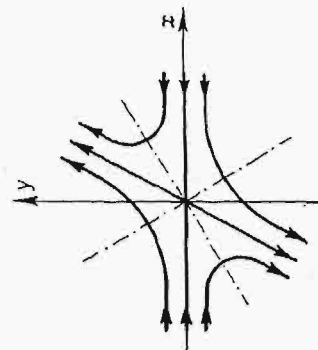
W zasadzie możnaby również wyznaczyć dowolny przekrój kolana w sposób analityczny, jednak nasuwają się przy tem trudności rachunkowe.

W pracy niniejszej podaliśmy tylko jedną postać potencjału zespolonego, dającą kolana o obu

ścianach krzywych. Jest zupełnie możliwe uogólnienie niniejszej pracy przez użycie, zamiast funkcji wykładniczej, funkcji hyperbolicznych od  $z$ . Osiągnęlibyśmy prawdopodobnie tą drogą kolana o ściankach zewnętrznych prostych (rys. 5).

Zagadnienie to posiada mniejsze znaczenie praktyczne, zostawiamy je więc narazie jako otwarte.

**Streszczenie.** W pracy niniejszej podano zasady racjonalnego kształtowania kolan prostokątnych lub o przekroju dowolnym, przy zachowaniu tej samej szybkości strumienia przed i po zakrę-



Rys. 5.

eniu, oraz kolan prostokątnych, dających dowolną przekładnię szybkości. Przyjęliśmy ciecz idealną, nieściśliwą, więc zadanie sprowadziło się do odnalezienia całki równania Laplace'a (jako warunku ciągłości), która spełniła postawione warunki. Przy wyborze linii prądu ograniczających kolano, postawiono dwa ograniczenia: a) szybkość w żadnym z punktów przepływu nie przekracza granicznej wartości szybkości  $u$ , jaka panuje przed  $c'$  po zakręceniu, b) żadna z linii prądu przepływu nie posiada punktów osobliwych ani przegięcia. Podano tylko jedną postać potencjału zespolonego  $W = \Phi + i\Psi$  (równanie (1) § 1), co jednak nie wyklucza innych możliwości. Badań doświadczalnych nad proponowanymi kształtami kolan dotychczas nie przeprowadzono.

## W sprawie kształtu próbek betonowych.

Napisał Inż. Wacław Paszkowski, Profesor Politechniki Warszawskiej.

**W**obec tego, że prace Komitetu Normalizacyjnego zbliżają się do zagadnień, związanych z normalizacją betonu, sądzimy, że jest na czasie wypowiedzenie się specjalistów w sprawie, którą poniżej poruszamy.

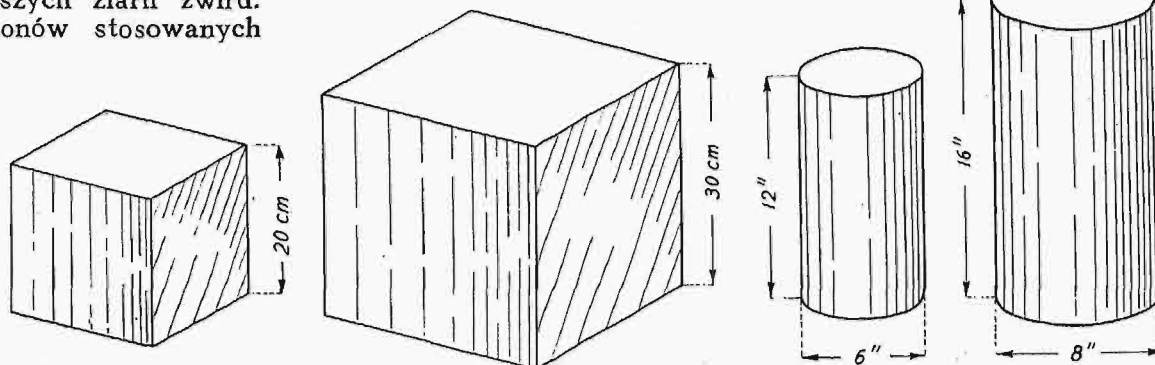
O wartości wytrzymałościowej betonu, czy to przygotowanego w laboratorium, czy też wziętego z masy wykonywanej na budowie, sądzimy podług wytrzymałości na ściskanie, którą przejawiają w tym celu zabetonowane próbki w określonym terminie od daty zarobienia (przeważnie po 28 dniach).

Kształt próbek i ich rozmiary są określone przez odpowiednie przepisy.

Rozpatrując te przepisy w poszczególnych państwach, spotykamy się z dwoma zasadniczymi kształtami próbek: z sześcianami (kostkami) i cylindrami (walcami).

Próbki sześciennie są przyjęte w Niemczech i w większości państw europejskich, próbki walcowe są stosowane w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej (rys. 1). Podług przepisów niemieckich sześcianny mogą być albo o krawędzi 20 cm,

albo o krawędzi 30 cm, zależnie od wymiaru największych ziarn żwiru użytego do betonu. Przepisy amerykańskie przewidują walce o wysokości równej podwójnej średnicy podstawy, mianowicie: 6" × 12" lub 8" × 16" (około 15 × 30 cm lub 20 × 40 cm), również w zależności od wielkości największych ziarn żwiru. Do betonów stosowanych



Rys. 1. Próbkę do badania wytrzymałości betonu na ściskanie: sześciennie podł. norm niemieckich, walcowe podł. norm amerykańskich.

w ustrojach żelbetowych, a przeto zrobionych ze żwiru przechodzącego całkowicie przez sito o otworach 38 mm, stosuje się podług norm niemieckich sześcian o krawędzi 20 cm, zaś podług norm amerykańskich — walec o średnicy 6" i wysokości 12". Dla betonów zawierających ziarna większe stosuje się kostkę o krawędzi 30 cm, względnie walec o średnicy 8" o wysokości 16".

Zachodziłoby pytanie, który z tych kształtów, sześcian czy walec, jest dogodniejszy i racjonalniejszy, który zatem powinien być przyjęty w przepisach polskich.

Sądziemy, że bardzo wiele przemawia za kształtem próbki walcowym, nie przesądając zresztą wysokości próbki w stosunku do jej średnicy, co może być tematem osobnego rozważania.

Kołowy przekrój próbki daje korzyści następujące:

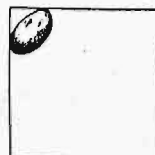
#### A) Pod względem wytrzymałościowym:

1) Jednakowe we wszystkich kierunkach poprzecznych zachowanie się materiału pod działaniem ściskania osiowego. Ponieważ w wytrzymałości na ściskanie znaczną rolę odgrywa stosunek wymiaru poprzecznego próbki do jej wysokości, jest oczywiste, że próbki mające we wszystkich kierunkach jednakowy wymiar poprzeczny, a takimi są próbki o kształcie walca, dadzą wyniki bardziej jednostajne i bardziej niezależne od przypadku, niż próbki o przekroju kwadratowym, w których szerokość jest zmienna i to w znacznych granicach, bo od  $a$  (bok kwadratu) do  $a\sqrt{2}$  (przekątna kwadratu).

2) Jednostajne w całym przekroju ubicie materiału. Jest oczywiste, że materiał, znajdujący się w każdym z naroży przekroju kwadratowego, znajduje się w innych warunkach, niż materiał w pozostałych częściach przekroju. Uderzenie ubijaczki w narożu, wskutek ograniczenia z dwu stron odkształceń masy, znajdującej się pod wpływem uderzenia, musi od-

nieść inny skutek, niż takie samo uderzenie w każdym innym miejscu przekroju. W próbie walcowej istnieje oczywiście możliwość znacznie równomierniejszego ułożenia się materiału pod wpływem uderzeń ubijaczki.

3) Jednakowy rodzaj materiału w całym przekroju próbki. Ponieważ beton składa się z twardych ziarn żwiru o różnych wielkościach, trzeba mieć na uwadze, że do naroży nie mogą się dostać większe ziarna żwiru, zachodzi jakgdyby odsegregowanie grubszego materiału, który pozostaje i zgęszcza się w środkowej części próbki, zaś w narożach zbiera się materiał drobniejszy, na czym bardzo wyraźnie cierpi jednostajność przekroju (rys. 2). Można tu powiedzieć, że, o ile stosowanie przekrojów prostokątnych może być przedmiotem dyskusji, gdy chodzi o próbki materiałów jednorodnych, o tyle jest ono pospolitym błędem technicznym, gdy chodzi o materiał niejednorodny, jakim jest beton.



Rys. 2. Wpływ ziarn żwiru na skład betonu w narożach.

3) Jednakowy rodzaj materiału w całym przekroju próbki. Ponieważ beton składa się z twardych ziarn żwiru o różnych wielkościach, trzeba mieć na uwadze, że do naroży nie mogą się dostać większe ziarna żwiru, zachodzi jakgdyby odsegregowanie grubszego materiału, który pozostaje i zgęszcza się w środkowej części próbki, zaś w narożach zbiera się materiał drobniejszy, na czym bardzo wyraźnie cierpi jednostajność przekroju (rys. 2). Można tu powiedzieć, że, o ile stosowanie przekrojów prostokątnych może być przedmiotem dyskusji, gdy chodzi o próbki materiałów jednorodnych, o tyle jest ono pospolitym błędem technicznym, gdy chodzi o materiał niejednorodny, jakim jest beton.

#### B) Pod względem praktycznym.

4) Mniejszy przekrój próbki, a zatem mniejsza siła zgniatająca i lżejsza prasa laboratoryjna. Próbka sześcienna o krawędzi 20 cm posiada przekrój 400 cm<sup>2</sup>, podczas gdy równoznaczna próbka walcowa o średnicy 6" posiada przekrój około 183 cm<sup>2</sup>, czyli mniej niż połowę. Jeszcze większa różnica zachodzi między większymi próbkami, z których próbka sześcienna o krawędzi 30 cm posiada przekrój 900 cm<sup>2</sup>, zaś równoznaczna próbka walcowa o średnicy 8" ma 324 cm<sup>2</sup> przekroju. Zmniejszenie przekrojów próbek posiada doniosłe znaczenie, w tem, że właściwe laboratoria mogą być zaopatrzone w znacznie lżejsze i tańsze prasy do prób betonu, co musi sprzyjać rozwojowi badań betonu wogóle, a szczególnie badań kontrolnych.

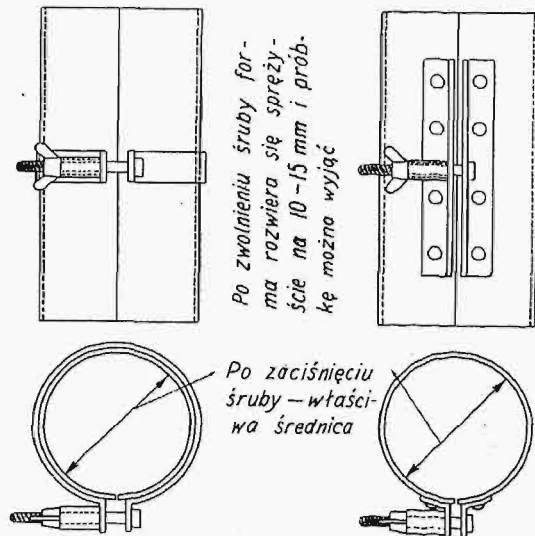
5) Tania i lekkość form. Formy do wykonania kostek muszą z natury rzeczy być cięższe i kosztowniejsze od form do próbek cylindrycznych. Składają się one z 5-ciu płyt lanych, dostatecznie sztywnych, dokładnie wykonanych i połączonych między sobą zapomocą śrub i zawiasów. Forma do próbek cylindrycznych daje się

wykonać z cienkiej blachy żelaznej o grubości około 3 mm lub z podobnej rury przy pomocy tylko przecięcia tej ostatniej po jednej tworzącej walca i bez żadnych skomplikowanych łączy i zawiasów. Prócz różnicy kosztu, na korzyść form cylindrycznych przemawia również ich lekkość i łatwość w manipulacjach. Przykłady konstrukcji takich form są wskazane na rys. 3. Można również wykonywać formy cylindryczne prowizoryczne, naprz. z tektury parafinowanej. Formy takie służą na raz jeden, jednocześnie stanowią opakowanie próbki przy przesyłaniu jej do laboratorium. Tania i lekka forma, dogodna w użyciu, posiada duże znaczenie praktyczne, umożliwi bowiem rozpowszechnienie prób betonu zwłaszcza na budowach. Trzeba skonstatować, że powyższe wady formy sześcienniej stanowią dużą przeszkodę ku częstemu braniu prób na budowie i może dlatego ta racjonalna metoda kontrolowania wartości betonu jest tak mało stosowana przez praktyków. Wprowadzenie próbki cylindrycznej niewątpliwie zmniejszy „szkodliwe opory” w tym kierunku.

Nie bez znaczenia jest fakt, że próbki cylindryczne są lżejsze od sześciennych, co jest ważne przy przesyłaniu próbek do laboratoriów.

Sądzymy, że Polska, jako nieskrępowana jeszcze żadnymi przepisami w tej mierze, winna wprowadzić u siebie próbki walcowe.

Co do średnicy próbek, to, trzymając się zasadniczo średnic amerykańskich, które okazały się w praktyce dogodnymi, uważamy za korzystne na-



Rys. 3. Przykłady konstrukcji form do próbek walcowych.

danie przekrojom próbek pewnej okrągłej liczby  $cm^2$ , a to dla uproszczenia wyliczeń. W ten sposób zamiast średnicy amerykańskiej 6" proponowalibyśmy przekrój  $200\ cm^2$ , a więc średnicę 159,6 mm,

Zestawienie właściwości próbek sześciennych i walcowych.

	sześcián		walec amerykański		walec proponowany dla norm polskich, przy $h=d$	
	20 cm	30 cm	6" × 12"	8" × 16"	∅ 159,6 mm	∅ 195,6 mm
Waga próbki betonowej, kg	18	60	12	30	7	13
Pole przekroju ściskanego $cm^2$	400	900	183	324	200	300
Niezbędna prasa laboratoryjna t.	200	300	100		100	
Jednorodność materiału	W rogach próbki beton wysegregowany i inaczej ubity		Jednorodność zapewniona tak pod względem składu betonu, jak też ubicia.			
Przybliżona waga form, kg	25	60	6	10	4	6
Własności form	Ciężkie, kosztowne i skomplikowane; trudna manipulacja przy składaniu i otwieraniu.		Lekkie i tanie, łatwe w manipulacji. Jest możliwość stosowania form prowizorycznych.			

Celem skonkretyzowania naszej propozycji, uważamy za konieczne dodać uwagi następujące.

Stosunek wysokości próbki do jej średnicy, przyjęty w Ameryce,  $h : d = 2$ , nie stanowi istotnego warunku ścisłości badań betonu. Korzystniejszym w naszych warunkach byłby stosunek  $h : d = 1$ , gdyż, jako zbliżony do stosunku zachodzącego w sześciannie, umożliwiłby łatwiejsze porównanie wyników badań próbek walcowych z wynikami badań próbek sześciennych. Nie popełniłoby się znaczącego błędu, przyjmując wytrzymałość próbek walcowych przy  $d = h$  za tak zwaną „wytrzymałość kostkową”.

W ten sposób zmniejszyłaby się jeszcze waga próbek oraz koszt i waga form.

zamiast zaś średnicy amerykańskiej 8" — przekrój  $300\ cm^2$ , czyli średnicę 195,6 mm.

## Nowe wydawnictwa<sup>\*)</sup>

- Zasady ruchu parowozowego, Dr. Inż. A. Langrod. Str. 585 z 92 rys. Nakład Min. Komunikacji. Warszawa, 1928.
- Faerungstechnik und Dampfesselbetrieb. G. Herberg. Wyd. IV-te. Str. 442 z 84 rys. J. Springer. Berlin, 1928.
- Vorrichtungsbau. F. Grünhagen. Werkstattbücher, zeszyt 33. Część I. Str. 64 z 230 rys. Wyd. J. Springera. Berlin, 1928.
- Vereinfachung und Verbesserung des Radioempfanges (Radiofunkautomatik). E. Schwandt. Str. 113 ze 115 rys. Wyd. J. Springer. Berlin, 1928.

<sup>\*)</sup> Wszystkie podawane w tym dziale wydawnictwa są do nabycia w Księgarni Technicznej „Przeglądu Technicznego”, Warszawa, ul. Czackiego 3.

## Ochrona rz. Mississippi przed katastrofą powodzi.

Niebywała powódź, jaka nawiedziła dolinę Mississippi z wiosną 1927 r., skłoniła rząd Stanów Zjednoczonych do polecenia szefowi korpusu inżynierów min. wojny, gen. Jadwinowi, zbadania w przeciągu 6 miesięcy stanu rzeki i zaprojektowania środków ochronnych na przyszłość. W dniu 10 grudnia złożył gen. Jadwin swoje wnioski, które streszczają się w następujących punktach:

1. Powiększenie pola przekroju wałów, przez rozszerzenie korony do 3,60 m, podniesienie jej przeciętnie o 1,00 m i złagodzenie skarp do 1 : 4 od strony wody i 1 : 6 od strony łądu.

2. Zmniejszanie objętości wody przepływającej pomiędzy wałami zapomocą trzech przelewów, powyżej Cairo między specjalnymi wałami, poniżej ujścia Arkanzas do łożyska rzeki Bief, i poniżej ujścia Red River do łożyska Atchafalaya. Wody odprowadzone poza wały uchodziłyby bezpośrednio do morza, nie powracając do rzeki, na zachód od obecnego ujścia.

3. Odprowadzenie 7000 m<sup>3</sup>/sek, na wschód do jeziora Pontchartrain, tuż pod Nowym Orleans, które komunikuje się bezpośrednio z zatoką.

4. Dopuszczenie do zalewu całkowitego przy ujściach rzeki i wytworzenie w ten sposób kilku zbiorników retencyjnych w samej dolinie. Zalew objąłby maksymalnie 1/3 powierzchni terenu inundacyjnego, przeważnie złożonego z bagien i zarośli. W szczególności byłoby pod wodą:

550 km <sup>2</sup> grunt. użytł. i 2500 km <sup>2</sup> bagien i zarośli raz na 15 lat	
2500 " " " 3400 " " " " " 12 "	
300 " " " 200 " " " " " 10 "	
4000 " " " 8300 " " " " " 5 "	
1300 " " " 1300 " " " " " 3 "	

Przewidywane w p. 2, 3 i 4 urządzenia, pozwolą na utrzymanie wielkiej wody między wałami w granicach 40 000 m<sup>3</sup>/sek (w Nowym Orleansie 35 000 m<sup>3</sup>/sek), zamiast spodziewanych w czasie nadzwyczajnej katastrofy 84 000 m<sup>3</sup>/sek.

5. Ubezpieczenie brzegów i regulacja nurtu na całej przestrzeni chronionej wałami, t. j. poniżej Nowego Madrytu.

Koszt robót ocenia gen. Jadwin na 296 400 000 dol., z czego przypada:

na wały . . . . .	137 600 000 dol.
na ubezpieczenia . . . . .	110 000 000 "
na przelewy . . . . .	48 000 000 "
na uzupełnienie zdjęć . . . . .	1 000 000 "

80% kosztów winien pokryć rząd federalny. Czas trwania robót określa gen. Jadwin na 10 lat.

Pomieszczenie całej wielkiej wody pomiędzy wałami, bez przelewów i zalewów, wymagałoby podniesienia wałów o 2 m w Nowym Orleansie, o 6 m w Arkanzas i o 3,5 m w Cairo, a kosztowałoby 566 000 000 dol., nie dając zupełnej pewności, wobec ogromnego piętrzenia.

Wszelkie inne środki, mimo wielkich kosztów, nie prowadziłyby do celu. Tak np. rozszerzenie i pogłębienie koryta wielkiej wody wymagałoby, dla obniżenia fali powodziowej o 2,5 m, zajęcia najurodzajniejszych gruntów nadbrzeżnych i kosztów dochodzących do miljarda dol. Budowa 245 zbiorników, o pojemności 86 miliardów m<sup>3</sup> kosztowałaby 1,3 miljarda dol. i obniżyłaby wysokość fali w Cairo o 1,8 m, przy ujściu Red River o 1,5 m, niżej jeszcze mniej. Wpływa na to obszar zlewni i czas trwania powodzi, dochodzący do 90 dni, a więc trudność wprowadzenia należytej gospodarki zbiornikowej.

W końcu, uważając badania dotychczasowe za niewystarczające, poleca raport gen. Jadwina ich kontynuowanie, szczególnie przy pomocy specjalnych laboratorjów wodnych.

Pod względem administracyjnym, uważa gen. Jadwin, że roboty powinny być przeprowadzone bezpośrednio przez rząd (Korpus inżynierów min. wojny), a nie przez Komisję rzeki Mississippi<sup>\*)</sup>.

Raport gen. Jadwina opierał się w znacznej części na pracach Komisji, która jednak sądziła, że do zupełnego zabezpieczenia doliny potrzeba 775 milj. dol. łącznie z naprawą komunikacji, przyjmując znacznie silniejszy wymiar wałów, szczególnie pod względem wysokości, i zmianę ich trasy, i tylko ze względu na brak studiów hydrologicznych uważała, że w pierwszym okresie robót można się będzie zadowolnić kwotą 315 000 000 dol. Komisja uważa tę sumę za nieznaczną, wobec tego, że wartość gruntów i domów na terenie zalewu przekracza 5 miliardów, a szkody z r. 1927 szacuje się na 200 000 000 dol.

Ogłoszenie tekstu raportu generała Jadwina wywołało ogromną dyskusję na łamach prasy technicznej amerykańskiej, która rozszerzy się w miarę zbliżających się postanowień Kongresu.

Z podniesionych dotąd zarzutów, zasługują na uwagę wątpliwości, wyrażone co do sprawnego działania przelewów, zwłaszcza w pierwszych latach, skoro się zważy, że np. objętość odprowadzana do jeziora Pontchartrain równa jest objętości największej możliwie wody Wisły pod Warszawą. Podkreślają również konieczność bliższych studiów nad statecznością wałów, wobec tego, że w czasie powodzi 1927 r. naliczono 226 przerw w wałach. Zwrócono także uwagę na brak w raporcie gen. Jadwina uwzględnienia urządzeń, umożliwiających należyta sygnalizację i prognozę wezbrań.

O dalszych losach tego olbrzymiego zagadnienia hydrotechnicznego nie omieszkamy poinformować w swoim czasie czytelników „Przeglądu”.

M. R.

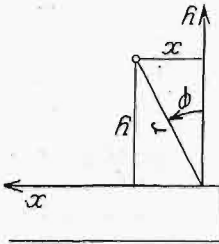
<sup>\*)</sup> Komisja ta, utworzona dekretem z r. 1879, składa się z 3 inżynierów Korpusu, 2 cywilnych, 1 delegata Instytutu Geologicznego i jednego członka nieurzędnika. Zawiaduje dolnym biegiem Missisipi na dług. 1700 km w zakresie obwałowań, regulacji i żeglugi. W r. 1922 przydano jej dopływ.

# PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

## BADANIA TECHNICZNE.

### Nowa propozycja próby ściskania.<sup>1)</sup>

Jak wiadomo, próba ściskania jest rzadko stosowana przy określaniu własności wytrzymałościowych różnych materiałów. Aby zapewnić bardziej równomierny rozkład naprężeń w ściskanych słupkach, należy brać je dość wysokie. Mamy wtedy jednak do czynienia ze skrzywianiem się próbki i z jej wybaczaniem. Przy niskich słupkach tarcie podstaw o płyty maszyny wytrzymałościowej wywołuje złożony układ naprężeń. Po przekroczeniu granicy plastyczności, tworzą się pęknięcia wzdłuż powierzchni stożka lub ostrosłupa, co wywołuje rozsądanie badanej kostki.

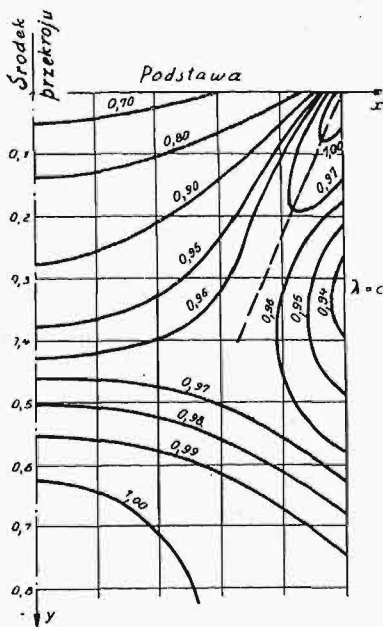


Rys. 1.

Badania wytrzymałościowe uwzględniają słusznie na pierwszym miejscu próbę rozciągania. Ale gdy idzie o sprawdzenie wytrzymałościowe materiałów, z których mają być wykonane części konstrukcyjne, narażone głównie na ściskanie, próba stłaczania wydaje się być bardziej racjonalną od próby rozerwania. Tembardziejziey tyczy się to prób technologicznych, mających na celu określenie własności mechanicznych materiału poddawane go przeróbce plastycznej.

Próba taka okazuje się niezbędną przy ustalaniu nacisków i wydatku energii przy różnych procesach technologicznych. W związku z tem były czynione niejednokrotnie propozycje takiego ukształtowania próby ściskania, by dawała ona możliwość bardziej prawidłowego przebiegu stłaczania po przekroczeniu granicy plastyczności.<sup>2)</sup>

Niedawno Max Knein w cennej pracy teoretycznej wyznaczył układ naprężeń w zgniatanym słupku, przy uwzględnieniu tarcia podstaw słupka o płyty maszyny wytrzymałościowej.



Rys. 2. Rozkład naprężeń w przekroju nieograniczonej wysokości (zagadnienie płaskie). Krzywe jednakowego wyciężenia  $\tau_{max} = \text{const}$ .

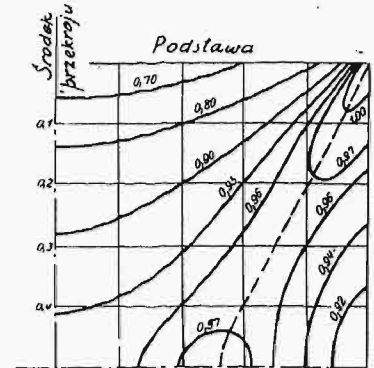
Przyjął przytem następujące założenia: 1<sup>o</sup> płyty ściskające są najzupelniej sztywne, tak że podstawy próbki są zawsze płaskie. 2<sup>o</sup> Tarcie jest tak duże, że przesunięcia poprzeczne w pobliżu płyt ściskających są w zupełności powstrzymane. 3<sup>o</sup> Aby otrzymać ściśle rozwiązanie, zagadnienie jest potraktowane jako dwuwymiarowe, przy posilkowaniu się funkcją Airy'ego<sup>3)</sup>.

Łatwo przewidzieć, że w narożach rozpatrywanego prostokąta układ naprężeń nie będzie regularny. To też Knein słusznie postąpił, badając napróżd osobliwości układu naprężeń w pobliżu naroży. Posilkował się on przytem funkcją Airy'ego kształtu

$$F = g + r^2 h,$$

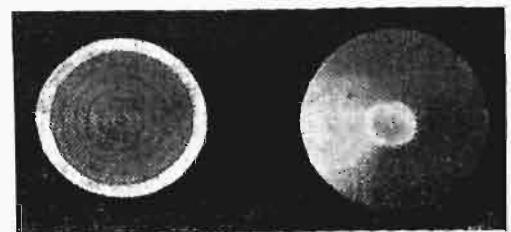
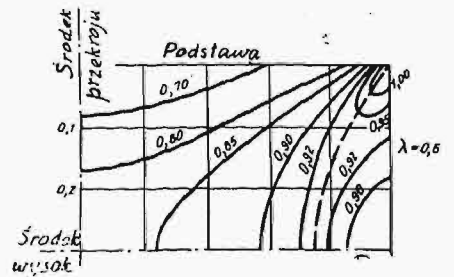
gdzie  $g = r^n (A \cos n\varphi + B \sin n\varphi),$

zaś  $h = r^n [C \cos (n-2)\varphi + D \sin (n-2)\varphi].$



Rys. 3. Rozkład naprężeń w przekroju kwadratowym (zagadnienie płaskie). Krzywe jednakowego wyciężenia:  $\tau_{max} = \text{const}$ .

Rys. 4. Rozkład naprężeń w przekroju, którego wysokość wynosi 0,6 szerokości podstawy (zagadnienie płaskie). Krzywe jednakowego wyciężenia materiału:  $\tau_{max} = \text{const}$ .



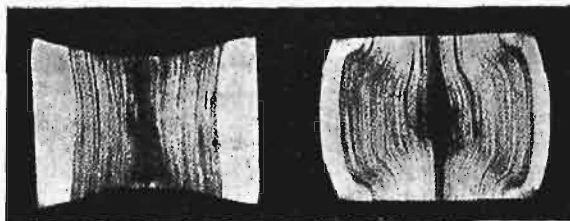
Rys. 5. Na lewo: zgniatanie zwykłej próbki cylindrycznej z podstawami płaskimi. Materiał: miękkie żelazo. Na prawo: zgniatanie próbki cylindrycznej z podstawami wklęsłymi.

<sup>1)</sup> E. Siebel u. A. Pomp. Die Ermittlung der Formänderungsfestigkeit von Metallen durch den Stauchversuch. Mitt. Kaiser Wilhelm Inst., f. Eisenforschung. 9, 1927, 158. E. Siebel. Zur Weiterentwicklung des Stauchversuchs. Z. f. Techn. Phys. 8, 1927, 401.

<sup>2)</sup> F. Riedel. Ueber die Grundlagen zur Berechnung des Kraft- und Arbeitsbedarfs beim Schmieden unter der Presse. Forsch. a. d. G. d. Ing. 141, 1913, K. Rummel. Richtlinien für die Erforschung der Formänderungen bildsamer Körper. Stahl u. Eisen 39 1919, 237.

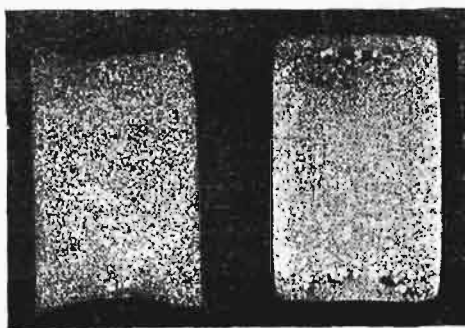
<sup>3)</sup> A. i L. Föppel. Drang und Zwang. Eine höhere Festigkeitslehre für Ingenieure, 297.

Zastosowane przytem zostały spólrzędne biegunowe (rys. 1). Warunki brzegowe wyznaczyły wartość wykładnika  $n$  w zależności od stałej Poissona. Przez zastosowanie nader pomysłowej metody iteracyjnej, otrzymane rozwiązanie dało możność wyznaczenia naprężeń w całym obszarze prostokąta.

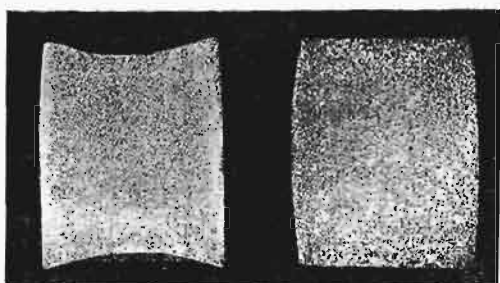


Rys. 6. Szlify makroskopowe próbki zwykłej (na prawo) i z wklęśnięciami (na lewo). Materiał: miękkie żelazo.

Aby ustalić, w jakich miejscach przekroczona zostanie najwcześniej granica sprężystości, należy przyjąć pewną określoną hipotezę wytrzymałościową. Dla metali plastycznych, odpowiednim w danym wypadku będzie warunek  $\tau_{max} = 1/2(\sigma_1 - \sigma_2) = const.$  Wychodząc z tego założenia, Knein wyznaczył krzywe jednakowego wyężenia materiału w przekrojach prostokątnych. Rys. 2 dotyczy słupka, w którym stosunek wysokości do szerokości  $\lambda = h/b = \infty$ . Rys. 3 dotyczy słupka o przekroju kwadratowym:  $\lambda = 1$ . Wreszcie rys. 4 dotyczy słupka niskiego, w którym  $\lambda = 0,6$ .



Stłoczenie 12,5%.



Stłoczenie 25%.



Stłoczenie 50%.

Rys. 7. Zjawiska rekrytalizacji w próbkach zwykłych (na prawo) i w próbkach z wklęśnięciami (na lewo). Materiał: żelazo zlewne.

Otrzymane wyniki przekonywują nas o tem, że pierwszych odkształceń trwałych należy oczekiwać w narożach. Powstają przytem pęknięcia, których przypuszczalny kierunek jest zaznaczony liniami kreskowymi na rys. 2, 3 i 4-ym. Te pęknięcia są powodem, dla którego próba ściskania nie odbywa się prawidłowo.

Aby omiąć te trudności, E. Siebel i A. Pomp powrócili w düsseldorfskim Instytucie Badania Żelaza do dawnej propozycji F. Riedel'a, aby usunąć wpływ tarcia płyt o podstawy próbki przez zastosowanie płyt stożkowych. Pomysł Riedel'a został zmieniony o tyle, że również i same próbki otrzymały podstawy z wgłębieniami stożkowymi, ściśle odpowiadającymi wkładkom maszyny wytrzymałościowej. Riedel stosował krążek o 45°-owym pochyleniu tworzącej względem osi. Siebel i Pomp, po szeregu prób, doszli do przekonania, że, stosując hartowane i polerowane wkładki, kąt powyższy można zmniejszyć do 8° ( $\tan \alpha = 0,15$ ). Stosując smarowanie podstaw, kąt ten może być jeszcze bardziej zmniejszony.

Doświadczenia wykazały, że słupki z wgłębieniami stożkowymi można stłaczać do połowy wysokości początkowej, przyczem nie daje się zauważyć pęknięć, a tworzące cylindry pozostają po dawnemu proste (rys. 5). O równomierności stłaczania świadczą również badania makroskopowe (rys. 6) i przebieg rekrytalizacji (rys. 7).

Normalne próbki z doświadczenia Siebel'a i Pomp'a posiadały wysokość 40 mm przy średnicy 20 mm. Pochylenie powierzchni stożkowej wynosiło 8°. Największą trudność stanowi dokładne dopasowanie wgłębien próbki do wkładek tłocznych. Dla prób technologicznych, wymagających użycia aparatu zwierciadłowego, okazuje się rzeczą niezbędną te wgłębienia docierać w celu osiągnięcia zupełnej przystawalności do wkładek.

## CZĘŚCI MASZYN.

### Koła o zębach sprężystych.

John T. Wilkin opatentował przekładnię zębatą o zębach wydłużonych, uginających się podczas pracy. Zarys wierzchołków zębów może być bądź ewolwentowy, bądź cykloidalny, pnie zaś zębów — znacznie wydłużone — tworzą się wedł. paraboli sześcienniej. W wierzchołkach zębów obie boczne tworzące doprowadzone są aż do przecięcia ze sobą, tak że zakończenie zęba tworzy kąt ostry, zlekka tylko zaokrąglony, wobec czego i ta część zęba jest dłuższa od normalnej. Pewne niedokładności wykonania zębów są wyrównywane przez niewielkie uginanie się tak utworzonych zębów. Zaletą takiej przekładni jest to, że jednocześnie znajduje się w wechwycie większa ilość zębów, wobec czego koła pracują przy b. dużej liczbie obrotów bez hałasu. Z drugiej strony, zmniejszony nacisk pomiędzy współpracującymi powierzchniami, wobec rozłożenia siły obwodowej na dużą ilość zębów, znajdujących się jednocześnie w wechwycie, powoduje również lepsze smarowanie, a zatem i mniejsze zużycie zębów. (A. m. Machinist 67 (1927), str. 809—810).

## METALoznawstwo.

### Nowe sposoby badania korozji.

Dotychczasowe sposoby badania korozji, polegające na określeniu straty ra wadze próbki badanej, badaniu produktów procesu lub mierzeniu głębokości najbardziej nadgryzionych miejsc, powodują znaczne trudności eksperymentalne, a ponadto nie dają dokładnego obrazu niszczenia materiału przez środki nadgryzające. Istnieją nadto wypadki (nadgryzania granic ziarn i t. p.), gdzie sposoby te całkowicie zawodzą. Dlatego też z powodzeniem można tu użyć badań

mechanicznych. Istota takiego badania polega na tem, że druty lub pręty metalowe, o określonej średnicy ( $1 \div 3 \text{ mm}$ ) zanurza się do kąpeli, zawierającej odpowiedni odczynnik chemiczny, a po upływie określonego czasu rozrywa się taką próbkę. Jeśli  $a$  oznacza szybkość zmniejszania się przekroju (szybkość nadgryzania),  $r$  — promień pręta pierwotny,  $R$  — wytrzymałość pierwotną materiału w  $\text{kg/mm}^2$ , to siła  $P$ , potrzebna do rozerwania po upływie czasu  $t$ , będzie:

$$P = R(r - at)\pi \dots \dots \dots (1)$$

Mając początkowe  $R$  i  $r$ , oraz otrzymując z prób na wytrzymałość  $P$ , możemy określić szybkość nadgryzania  $a$  po upływie czasu  $t$ . Przeprowadzając takie badanie w różnych odstępach czasu, otrzymujemy krzywą szybkości rozpuszczania. W podobny sposób określić można szybkość niszczenia materiału w wypadku, gdy rozpuszczanie materiału nie zachodzi, to znaczy gdy próbka zachowuje w ciągu badania swe pierwotne wymiary. Jeśli wtedy  $R_0$  oznaczać będzie wytrzymałość w  $\text{kg/mm}^2$  zdrowego materiału,  $R_1$  — wytrzymałość w  $\text{kg/mm}^2$  zniszczonej warstwy,  $c$  — szybkość rozprzeszczenia się zniszczonej warstwy,  $R_t$  — wytrzymałość w  $\text{kg/mm}^2$  całego materiału po upływie czasu  $t$  działania niszczonego odczynnika, zaś  $r$  będzie promieniem pierwotnym próbki, to

$$R_t = \frac{1}{r^2} [(r - ct)^2 R_0 + ct(2r - ct) R_1] \dots (2)$$

Z badań przeprowadzonych po oznaczonym okresie czasu  $t$  otrzymamy  $R_t$ . Pierwsze badanie zdrowego materiału da nam  $R_0$ , zaś  $R_1$  — badanie całkowicie zniszczonego (zmienionego) materiału; mając do tego pierwotny promień  $r$ , możemy zawsze obliczyć szybkość tego niszczonego działania  $c$ . Należy tu podkreślić, że metoda ta daje nie średnie, lecz największe wartości szybkości, co ma doniosłe znaczenie przy zjawiskach nadgryzania nierównomiernego. W celu zobrazowania wykreślonego tego zjawiska, buduje się na podstawie wyników prób wytrzymałości wykresy  $P = f(t)$  lub  $R_t = f(t)$ . Dla przykładu przeprowadzono badania korozji drutu glinowego (1,11% Si i 0,53% Fe) w stanie wyżarzonym i twardym w ługu sodowym, w kwasie solnym i w roztworze chlorku miedzi. Dla porównania tej metody z dotychczasową (strata na wadze), ważono próbki po wyjęciu z kąpeli do badania na wytrzymałość, oznaczano w ten sposób stratę na wadze i, przyjmując równomierne rozpuszczanie materiału, oznaczano  $P$  dla tak zmniejszonej próbki. Porównanie otrzymanej i obliczonej wartości  $P$  wykazało, że wartości obliczone są zawsze większe od otrzymanych, co dowodzi, że ta metoda badania korozji daje wartości w istocie maksymalne. Dalej drut glinowy w stanie twardym łatwiej ulegał zniszczeniu, niż w stanie wyżarzonym, co zgadza się z obserwacjami innych badaczy. Metoda ta pozwoliła nadto na wykrycie pewnego zatrzymania szybkości rozpuszczania drutu glinowego w kwasie solnym w początkowym okresie. Procentowe oznaczenie różnicy wartości obliczonej i otrzymanej dla  $P$  wykazuje, że w stanie wyżarzonym dochodzi ona przy zmniejszeniu się  $P$  do 1 kg przy działaniu kwasu solnego do 30%, przy działaniu zaś chlorku miedzi — do 60%, przy działaniu ługu sodowego wynosiła różnica 0%. W stanie twardym, wartości procentowe tej różnicy (w odniesieniu do otrzymanej  $P$ ) dochodzą przy działaniu chlorku miedzi do 300%. Przy badaniach tego rodzaju wyzyskać można również zmiany wydłużenia, co ma pewne znaczenie dla techniki. Przy badaniu drutów miedzianych (przewodniki elektryczne) w amoniakalnym roztworze chlorku miedziowo-amonowego, w kwasie azotowym i nadsiarczanie amonowym okazało się, że są one — odwrotnie do glinowych — bardziej odporne w stanie twardym, niż w stanie wyżarzonym. Jako przykład zastosowania wzoru (2) (bez widocznego

zmniejszania wymiarów próbki w kąpeli) służyć może wyługowywanie cynku z mosiądzów  $\alpha$  i  $\beta$  w gorącym kwasie solnym. Wyługowujące działanie kwasu solnego stwierdzono w drodze analizy mikroskopowej i chemicznej. Te i wiele innych badań wykazują korzyści stosowania metody wytrzymałościowej do badania korozji. Odmianą tej metody jest badanie korozji pod stałym obciążeniem, które — jak wykazały próby — nie wpływa na szybkość korozji. (J. Czochrański, Z f. t. M k u n d e, 1928, str. 1).

Z. J.

## W sprawie teorii samoulepszenia constructal'u i montegal'u.

Podobnie jak w duraluminie, związek chemiczny  $\text{Mg}_2\text{Si}$  wydziela się z roztworu podczas samoulepszenia (o ile nie uwzględniać teorii Fraenkel'a), względnie związek  $\text{CuAl}_2$  w stopach ulepszonych przy wyższej temperaturze, tak i w stopach „constructal” i „montegal” tym czynnikiem jest związek chemiczny  $\text{MgZn}_2$ , względnie  $\text{CaSi}_2$ .

Wyniki te zostały osiągnięte na podstawie analogji: we wszystkich tych wypadkach następuje zmiana rozpuszczalności w stanie stałym. Hartując przy wyższych temperaturach, utrzymuje się przesycony roztwór stały, który przy pokojowej, względnie podwyższonej trochę temperaturze wydziela odpowiedni związek pod postacią podmikroskopową.

W układzie potrójnym Al-Mg-Zn istnieje pseudopodwójny układ Al-Mg-Zn<sub>2</sub>. Graniczna rozpuszczalność  $\text{MgZn}_2$  w Al przy temperaturze eutektycznej (475°) równa się około 28%, zaś przy zwykłej około 4—5%. Większe zawartości  $\text{MgZn}_2$ , niż 12%, powodują znaczne zmniejszenie plastyczności kryształów glinu i z tego powodu nie są stosowane, zaś mniejsze niż graniczna rozpuszczalność przy zwykłej temperaturze, jak było do przewidzenia, nie powodują żadnego ulepszenia.

Wytrzymałość na rozciąganie constructal'u w stanie normalnym, t. j. zahartowanym i ulepszonym, wynosi około 50  $\text{kg/mm}^2$  przy 20% wydłużenia. Dalsza obróbka na zimno powoduje wzrost wytrzymałości do 65  $\text{kg/mm}^2$  przy około 5% wydłużenia.

Pracując dalej w tym kierunku (wyszukiwania związków międzymetalicznych o zmiennej rozpuszczalności), znalaziono, że  $\text{CaSi}_2$  może mieć podwójne znaczenie: 1) działa jako środek uszlachetniający, 2) wyciąga krzem z roztworu w glinie i przez to powoduje zwiększenie przewodności elektrycznej. Wytrzymałość stopu montegal wynosi około 33  $\text{kg/mm}^2$ , przy przewodności elektrycznej  $32 \frac{1}{\Omega}$ , względnie 37  $\text{kg/mm}^2$  przy nieco mniejszej przewodności ( $< 30 \frac{1}{\Omega}$ ). Stop ten jest specjalnie opracowany jako materiał na przewody elektryczne. (Guertler, Z. f. M k u n d e, 1927, Nr. 12, str. 488—491).

W. Ł.

## TECHNIKA CIEPLNA.

### Pył węglowy czy ruszta?

Pod tym tytułem zamieszcza autor rozważania na temat porównania powyższych dwu metod opalania kotłów i w wyniku ich dyskusji dochodzi do wniosku, że, wobec znacznych postępów w budowie palenisk rusztowych, dorównują one pod wieloma względami paleniskom na pył węglowy, a częściowo przewyższają je nawet, ponieważ odpadają przy nich wysokie koszty wytwarzania pyłu, a sprawność obu rodzajów opalania jest jednakowa. (Arch. f. W ä r m e w. 9 (1928), zes. 2, str. 55—58).

## Bibliografia.

**Automaten**, Ph. Kelle. Wydanie 2-gie. Nakładem Springer, Berlin, 1927.

Książka Kellego jest jedyną obszerniejszą niemiecką pracą, poświęconą wyłącznie tokarkom automatycznym. Wydana przed sześciu laty, doczekała się drugiego wydania, które, w porównaniu z pierwszym, wyróżnia się wprowadzeniem doń opisów kilku nowych konstrukcyj, opuszczeniem paru przedawnionych i nieznacznie rozszerzeniem rozdziałów, traktujących o obliczaniu krzywek i wydajności automatów. Wydanie to, podobnie jak i pierwsze, pod względem rysunkowym jest bez zarzutu; zwłaszcza rysunki kreskowe mechanizmów, których jest mnóstwo, są doskonałe. Książka napisana jest w sposób treściwy i tem korzystnie wyróżnia się od wielu technicznych wydawnictw niemieckich; jeżeli przytem jest tak obszerna, zawdzięcza to niezmierniej obfitości zawartego w niej materiału. Mimo to książka nie jest wszechstronna; opisuje bardzo szczegółowo mechanizmy tokarek automatycznych, wprowadza bardzo przejrzysty podział maszyn na działy i grupy, dzięki czemu utraconemu czytelnikowi nie grozi zagubienie się w mnóstwie opisywanych typów; jednakowoż sprawy planowania obróbki, obliczania i budowy krzywek, wreszcie narzędzi i ustawiania maszyn potraktowane są dość pobieżnie, jakgdyby jako ilustracja uzupełniająca istotną treść książki — opis mechanizmów. Jest więc ona niezmiernie cennym podręcznikiem dla techników, interesujących się samymi automatami, jako maszynami, a więc przede wszystkim dla konstruktorów; w mniejszym stopniu przedstawia ona wartość dla techników, pragnących poznać całokształt typów tokarek automatycznych, by móc zeń wybrać dla konkretnego celu najodpowiedniejszy, gdyż, biorąc rzecz z tego punktu widzenia, z jednej strony jest przeładowana opisami mechanizmów, mających tu podrzędniejsze znaczenie, z drugiej zaś brak w niej zdecydowanego rozgraniczenia zakresów właściwszego zastosowania poszczególnych typów. Jest rzeczą naturalną, że w sposób ściśły dokonać się tego nie da, pewna ogólna klasyfikacja typów pod tym kątem widzenia jest jednak możliwa i brak jej odczuwa się wyraźnie; tymczasem autor podporządkował całość klasyfikacji według cech konstrukcyjnych, zadawając się ogólnikowo wyliczeniem dodatnich i ujemnych stron automatów o krzywkach pojedynczych, wielokrotnych i pomocniczych. Ten właśnie rozdział, choć nie wyczerpuje sprawy, rzuca najwięcej światła na wartość i stosowność poszczególnych typów. Autor operuje w nim schematami nadzwyczaj przejrzystymi i celowo nie wiąże ich z żadnym konkretnym rozwiązaniem konstrukcyjnym.

Również mniejszą wartość posiada ta książka dla technika, stojącego na gruncie eksploatacji automatów, gdyż, jak zaznaczyliśmy, autor potraktował te sprawy stosunkowo pobieżnie.

Krytykę tej książki, jako jedynej w tym zakresie, należy przyjąć oględnie; wyknięcie pewnych braków nie powinno wyrobić przekonania o małej wartości książki; wartośćową pozostanie ona już choćby dlatego, że, odrzućwszy ją, nie znaleźlibyśmy w niemieckiej literaturze niczego, czem moglibyśmy ją zastąpić.

Nie można autorowi uczynić zarzutu, że dając tak wiele bardzo cennego materiału dla konstruktorów, dał go zbyt mało dla eksploataatorów; widocznie najłatwiej przyszło mu zgromadzenie obfitego materiału dla pierwszych, dzięki zrozumiałej ofiarności zainteresowanych firm, dla których książka Kellego jest bardzo poważną reklamą; trudniej pójść mu

stało z zebraniem dostatecznie krytycznie przetrawionego materiału z zakresu eksploatacji automatów, — i to niezawodnie, a nie brak zrozumienia dla wagi tych spraw, było przyczyną potraktowania ich nieco po macoszemu. Można jednak uczynić autorowi słuszny zarzut, iż nie potrafił całej treści książki rozdzielić w ten sposób, by sprawy, interesujące w pierwszej linji technika ruchu, wyłączyć z całości książki i przez to udostępnić je tym z czytelników, którzy sprawami konstrukcyjnymi nie interesują się w tym stopniu, by znaleźli czas i ochotę na przestudjowanie całej dużej książki.

Niewątpliwie zadaniem książki było spopularyzowanie zagadnienia tokarek automatycznych w szerokich kręgach technicznych; liczebnie — więcej jest eksploataatorów, niż konstruktorów tych maszyn, wszystko więc wskazywałoby, że potrzeb pierwszych nie należało podporządkowywać potrzebom drugim.

Z kolei należy podkreślić niezmiernie ważną dodatnią stronę książki, polegającą na tem, że po wstępnej ogólnej klasyfikacji automatów autor przystępuje do omówienia ich mechanizmów, nie opisuje jednak różnych typów kolejno w całości, lecz rozdziela automat na typowe części składowe, jak mechanizm napędu głównego, mechanizm zaciągający materiał i podający go, mechanizm sterujący i t. d. W każdym z tych wielkich rozdziałów opisuje różne spotykane w praktyce rozwiązania konstrukcyjne i przez to unika chaotycznego powtarzania się, które byłoby nieuniknione w wypadku innego potraktowania sprawy.

Między rozdziałami książki znajduje się jeden zatytułowany: „Krytyka konstrukcji i wytyczne dla dalszego rozwoju”; niestety za tym bardzo obciążającym tytułem kryje się treść bardzo skromna. Uderzające jest to, że sześć lat przerwy między pierwszą a drugim wydaniem książki nie zezwoliło autorowi zmienić w tym rozdziale nawet kropki nad i.

Mimo tych braków, książka jest dla nas bardzo wartościowa. Zamiast jednak przyswojenia jej w dosłownym przekładzie należałoby raczej sobie życzyć wyzyskania jej łącznie z materiałami amerykańskimi dla stworzenia oryginalnej monografji o automatach, któraby mogła wypaść znacznie skromniejszej ze strony opisów mechanizmów, ale zato rozwinęłaby obszerniej rozdziały traktujące o eksploatacji automatów; ta strona jest szczególnie ważna dla spopularyzowania wśród szerokiego kręgu technicznych i przemysłowych ważnego zagadnienia tokarek automatycznych. Należałoby w tym celu zwrócić się z gorącym apelem do naszych techników, którzy, pracując w tej specjalnej gałęzi, mają szczególnie dane po temu, by zechcieli wziąć na siebie indywidualnie, lub jeszcze lepiej zbiorowo, trud przysporzenia naszej skromnej literaturze technicznej podobnej monografji.

Inż. Wacław Moszyński.

### Sprostowania.

W referacie prof. Hauswalda o Zjeździe Naukowej Organizacji, Nr. 1, str. 13, wiersz 28, ma być: Fayola (zamiast Taylora),

W Sprawozdaniu Lwowskiej Komisji Akademji Nauk Technicznych (str. 143) należy sprostować mylnie wydrukowane (na str. 144) imię ś. p. prof. Niementowskiego winno bowiem być podane Stefan, zamiast wydrukowanego Stanisław.



## POLSKIEGO KOMITETU ENERGETYCZNEGO

BULLETIN DU COMITÉ POLONAIS DE L'ÉNERGIE

## T R E Ś Ć:

O ustaleniu międzynarodowych norm inwentaryzacji sił wodnych, (dok.) nap. Inż. A. Rundo.

Zjazd Palliwowy w Londynie.

WARSZAWA

7 MARCA

1928 r.

## S O M M A I R E:

Sur la standardisation internationale des méthodes d'évaluation des forces hydrauliques (suite et fin) par M. A. Rundo, Ingénieur du Bureau Hydrographique Central.

Séssion prochaine de la Conférence Internationale de l'Énergie à Londres, 1928.

## O ustaleniu międzynarodowych norm inwentaryzacji sił wodnych.\*)

Zestawił Inż. Alfred Rundo, kierownik Oddz. pomiarów i studjów Centr. Biura Hydrograficznego Min. Rob. Publ.

### Polska.

Polski kataster sił wodnych uwzględni następujące okresowe odpływy:

- 1) abs. minimum,
- 2) objętość 12 miesięczną
- 3) „ 9 „
- 4) „ 6 „
- 5) „ 4 „
- 6) abs. maximum.

ad 1). Za abs. minimum przyjmuje się odpływ, odpowiadający najniższemu stanowi, obserwowanemu w okresie przynajmniej 25-letnim.

ad 2). Za miesięczną wodę przyjmuje się odpływ, odpowiadający średniej arytmetycznej z najniższych stanów rocznych w badanym okresie.

ad 3). Za 9-miesięczną wodę przyjmuje się odpływ, odpowiadający średniej arytmetycznej ze stanów, trwających, wraz z wyższymi, 270 dni w roku w badanym okresie.

ad 4). Za 6-miesięczną wodę przyjmuje się odpływ, odpowiadający średniej arytmetycznej ze stanów, trwających, wraz z wyższymi, 180 dni w roku w danym okresie.

ad 5). Za 4-miesięczną wodę przyjmuje się odpływ, odpowiadający średniej arytmetycznej ze stanów, trwających, wraz z wyższymi, 120 dni w roku w okresie badanym.

ad 6). Za abs. maximum przyjmuje się odpływ, odpowiadający najwyższemu stanowi, obserwowanemu w okresie przynajmniej 25-letnim.

Metoda oznaczania stanów okresowych (ad 2, 3, 4, 5) polega na obliczeniu czasów trwania stanów wody przy zastosowaniu stopnia 1-centymetrowego dla każdego roku z osobna. Średnie arytmetyczne wyznaczonych w ten sposób okresowych stanów w poszczególnych latach podają żądane wartości okresowych stanów za badany

okres lat. W razie skonstatowania zmian w dnie koryta, o czym można wnioskować:

- 1) z krzywych objętości przepływu,
- 2) ze związku średnich rocznych stanów wody (dla roku kalendarzowego) z rocznymi wysokościami opadów (dla roku hydrologicznego),
- 3) z porównania wykresów wahań średniorocznych stanów wody w dłuższych okresach lat przesuwanych z wysokościami opadów rocznych w tychże okresach,

stosuje się porównanie krzywych czasów trwania stanów wody dla okresów o stałym stanie dna i jednakowej przeciętnej rocznej sumie opadów.

Otrzymałą stąd redukcję stosuje się jako poprawkę dla stanów okresowych oraz dla stanów, przy których zostały wykonane pomiary objętości wody. Sprawdzianem odpowiedniego przeprowadzenia redukcji jest zgodność 1) wartości krzywej konsumpcyjnej (objętości przepływu), 2) wahań średnich rocznych stanów zredukowanych i wysokości opadów w dłuższych okresach przesuwanych.

Abs. maximum otrzymuje się z porównania wartości, otrzymanych z wzorów empirycznych, z wartościami, otrzymanymi drogą ekstrapolacji tej części krzywej objętości przepływu (według prostej logarytmicznej), dla której pomiary objętości wody zostały wykonane przy możliwie wysokich stanach wody.

Odnosnie do proponowanego przez Kanadyjski Komitet Energetyczny sposobu obliczenia ilości sił wodnych, Centralne Biuro Hydrograficzne M. R. P. wypowiedziało się jak następuje (w piśmie z dn. 21 sierpnia 1926 r. L : XV—946):

1. Proponowana metoda obliczenia normalnego najmniejszego odpływu (ordinary minimum flow) zasadniczo różni się od ogólnie przyjętej tem, że wprowadza zamiast rocznych minimów

\*) Dokończenie do str. 187 — 11 En w Nr. 10 r. b.

wartości okresowe, a mianowicie przeciętne z dwu bezpośrednio po sobie następujących 7-dniowych okresów o najmniejszym odpływie. Koncepcję powyższą w zasadzie należy uważać za racjonalną, gdyż eliminuje ona wpływ, jaki wywierają na wartość przeciętną krótkotrwałe (np. jedno lub parodniowe) wyjątkowe minima. Z drugiej strony, we właściwych rzekom polskim warunkach (ustalenie się stanów niskich przez powolne ich obniżanie) — nie należy oczekiwać, aby stosowanie powyższej metody zwiększyło w znaczniejszej mierze normę ponad tę wartość, którą np. szwajcarski kataster określa jako „jährlich wiederkehrende minimale Wassermenge”, obliczoną zresztą wprost, jako średnia arytmetyczna z minimum rocznych. Przytem należy zastrzec, że o ile odnośny punkt art. C. nie określa minimalnej ilości lat obserwacji, miarodajnej dla obliczenia, powstaje obawa, że odnośna przeciętna, odpowiadająca kilkuletniemu tylko okresowi, może się okazać nie „normalną” (ordinary) we właściwym znaczeniu słowa, lecz przeciwnie — będzie nacechowana wyjątkowo właściwościami odnośnego okresu<sup>17)</sup>, zbyt krótkiego dla wyeliminowania wartości anormalnych.

Wreszcie w kwestji terminu — wydaje się wskazanem „ordinary” przełożyć „normalny” zamiast „zwyczajny” — gdyż ten ostatni termin (odpowiadający niemieckiemu „gewöhnlich”) posiada w terminologii stanów wody odrębne znaczenie.

2. Co się tyczy proponowanej metody obliczenia normalnego 6-miesięcznego odpływu, (ordinary six month flow), to aczkolwiek ma ona na celu oznaczenie tej wartości, której przeciętny czas trwania może być zapewniony w przeciągu 6-ciu miesięcy, w rzeczywistości nie tylko nie prowadzi, zdaniem Centralnego Biura Hydrograficznego, do ścisłego wyznaczenia powyższej wartości, ale nawet nie daje sposobu określenia a priori granicy związanego z proponowaną metodą błędu, ten ostatni bowiem jest zmienny i zależy od wypadkowego układu wielkości odpływu w poszczególnych miesiącach badanego okresu.

Należy przytem zaznaczyć, że ustalenie wartości zmiennej, odpowiadającej pewnemu oznaczonemu czasowi jej trwania, przedstawia zagadnienie, znajdujące zupełnie ścisłe rozwiązanie zapomocą t. zw. krzywych sumarycznych czasu trwania (courbes de durée — Dauerlinien), obliczanych na podstawie krzywych częstotliwości (courbes de fréquence — Frequenzkurven). Niektóre katastry europejskie, jak np. szwedzki (a z pewnemi zmianami i polski) stosują powyższą metodę, opartą na ścisłych podstawach matematycznych. Przy stosowaniu jej osiąga się tę jeszcze korzyść, że otrzymuje się podstawowe dane, które mogą być wyzyskane do wyznaczenia wartości odpływu, odpowiadających dowolnym wartościom czasu trwania (11, 10, 9 i t. d. miesięcy). To ostatnie zaś staje się niezbędnem zwłaszcza w wypadkach, gdy projektodawca operuje mniejszemi ilościami sił wodnych, co go zmusza do bardziej ogólnego ich wyzyskania.

<sup>17)</sup> Jako przykład, mogą posłużyć warunki hydro-meteorologiczne, które np. w dorzeczu Warty wytworzyły w latach 1886—1891 wybitnie obfity, zaś w latach po roku 1920 anormalnie mały odpływ wód.

## Rumunja.

Rumuński Instytut Energetyczny uznaje za najbardziej dogodny do obliczania energii wodnej klasyczny wzór  $10 QH$ , zaś co do proponowanych przez Kanadyjski Zarząd Sił Wodnych norm ilości przepływu uważa:

- odnośnie do normalnego minimum (ordinary minimum flow) — że różni się ono nieznacznie od wartości 335-io dniowego przepływu (według informacji Instytutu przepływ 335-io dniowy odpowiada normie francuskiej „débit caractéristique d'étiage”<sup>17)</sup>);
- odnośnie do normalnego 6-io miesięcznego przepływu (ordinary six-month flow) — że wartość ta bywa często znacznie mniejsza od odnośnej wartości obliczonej na podstawie krzywej czasu trwania (dla rzek rumuńskich różnica ta wynosi ok. 27%)<sup>18)</sup>

Na podstawie rozważań powyższych, Komitet nie uznaje za wskazane zastosowanie metody kanadyjskiej do obliczeń energetycznych, zamiast metod stosowanych w praktyce europejskiej, a opartych przeważnie na obliczeniach czasu trwania.

## Szwecja.

Na podstawie orzeczenia, wydanego przez Sekcję Hydrologiczną Szwedzkiego Komitetu Narodowego Geodezji i Geofizyki, Szwedzki Komitet Elektrotechniczny w kwestjach, dotyczących obliczeń energetycznych, złożył następujące wnioski:

- odnośnie do jednostek, wyrażających moc siły wodnej, proponuje się, dla celów statystyki międzynarodowej, użycie  $kW$ , ze względu na konieczność stosowania jednostki powszechnie przyjętej (jednostka koń mechaniczny w mierze brytyjskiej (Br. HP) równa się  $746 W$ , podczas gdy na kontynencie używany  $KM, PS, CV = 736 W$ );
- odnośnie do wartości współczynnika sprawności (efficiency), to ze względu na znaczną rozpiętość jego wartości dla instalacji o różnej wielkości i stopniu obciążenia, wydaje się wskazanem, w celu osiągnięcia jednolitych wartości, wprowadzenie teoretycznego współczynnika (100%), dającego w wyniku miarę wartości mocy brutto (Gross Power, Roh-Leistung);
- odnośnie do proponowanych przez Kanadyjski Zarząd Sił Wodnych norm przepływu, zauważa Komitet, że:

<sup>17)</sup> Wynik ten jest zgodny z otrzymanym dla rzek Stanów Zjednoczonych przez Amerykański Komitet Normalizacyjny (patrz niżej); błędem natomiast jest twierdzenie, jakoby przepływ 335-io dniowy odpowiadał normie débit caractéristique d'étiage, ta ostatnia bowiem wyraża przepływ 355-io dniowy.

<sup>18)</sup> Różnica ta jest większa niż otrzymana przez Amerykański Komitet Normalizacyjny (15%). Charakterystyczne jest, że — zdaniem Rumuńskiego Komitetu — powyższa rozbieżność jest wynikiem nie trybu odpływu rzek mniejszych, lecz samej istoty procesu obliczenia, podczas gdy ten sam fakt Komitet Węgierski do badań wodnych (Magyar Kiralyi Allamvasutak) przypisuje wyłącznie specyficznym własnościom rzek tamtejszych o trybie niewyrównanym ani przez zlewnie-akumulatory, ani przez zapasy śniegowe lub lodowcowe.

- aa) norma „ordinary minimum flow” nieznacznie różni się od normy szwedzkiej, obliczonej jako średnia arytmetyczna rocznych minimumów przepływu dla możliwie długiego okresu”;
- bb) metoda obliczenia normy „ordinary 6 month flow” prowadzi w niektórych wypadkach do rozwiązań przypadkowych, albowiem zdarza się, że kilka miesięcy w roku posiadają jednakowe wartości minimalnego przepływu, wybór zaś jednego z nich, jako „basic month” może niejednakowo wpłynąć na ostateczną wartość przepływu.

Zamiast powyższej wartości proponuje się więc dla preliminarnej oceny siły wodnej stosowanie obliczenia, opartego na wartości przepływu średniego (ordinary average flow). Pod tą ostatnią należy rozumieć iloraz całkowitego w danym okresie (możliwie długim) odpływu (wyrażonego w  $m^3$ ) i ilości sekund tegoż okresu.

Pozatem jest pożądanę, aby dla charakterystyki siły wodnej stosować wartości przepływu  $Q_{50}$  i  $Q_{75}$  (odpowiadające 6-io miesięcznemu i 9-io miesięcznemu przepływowi).

### Stany Zjednoczone.

Przy opracowaniu przepisów, dotyczących obliczenia zasobów sił wodnych i mocy zakładów wodnych<sup>10)</sup>, zorganizowana ad hoc przez Komitet Normalizacyjny (American Engineering Standard Committee) specjalna sekcja (Sectional Committee on rating of rivers) przyjęła następujące podstawy:

- obliczenie charakterystycznych wartości przepływu winno być oparte na krzywych czasu trwania przepływu dobowego z okresu o ile możliwości długiego — minimalnie pięcioletniego;
- obliczenie mocy winno być oparte na wartości spadku surowego (gross head) oraz sprawności (efficiency) teoretycznej (100%), mając na względzie, że ustalenie rzeczywistej sprawności, zależnej od warunków miejscowych, należy pozostawić ocenie osoby, korzystającej z odnośnych danych;
- za jednostkę mocy biera się kilowat, z podaniem w nawiasie liczby, wyrażającej odpowiednią liczbę koni mechanicznych.

Co się tyczy wyboru charakterystycznych wartości przepływu, to Komitet przyjął tytułem próby, jako podstawowe, dwie następujące:

- dla strefy niskiej — przepływ, zapewniony w przeciągu 90% ogólnego czasu trwania — symbol  $Q_{90}$ ;
- dla strefy średniej — przepływ, zapewniony w przeciągu 50% ogólnego czasu trwania — symbol  $Q_{50}$ .

Co do długości okresu, przyjmowanego za podstawę badania trybu przepływu, przepisy nie ustalają go konkretnie, ograniczając się do uwagi o-

gólnej, że „winien on być dostatecznie długi, by oparte na nim wartości nie mogły ulec zasadniczej zmianie (materially changed) przy zwiększeniu materiału obserwacyjnego”.

Przy konstruowaniu krzywej czasu trwania przepływu, zaleca się operować wartościami przepływu dobowego, wobec niedokładności, powstających przy wprowadzaniu przeciętnych miesięcznych, wzgl. tygodniowych.

Ustalony zgodnie z podstawami powyższymi wzór do obliczenia  $N$ —mocy surowej przy sprawności teoretycznej 100% — przybiera postać następującą ( $Q_n$ , t. j.  $Q_{50}$ , wzgl.  $Q_{90}$  oraz  $H$  wyrażone w stopach angielskich):

$$N_{kW} = Q_n \times H \times 0,085 \text{ w kilowatach,} \\ \text{dokładnie } 0,0836$$

$$N_{HP} = Q_n \times H \times 0,113 \text{ w koniach mechanicznych,} \\ \text{dokładnie } 0,1136.$$

Specjalnemu badaniu poddane zostały przez Sectional Committee wartości charakterystyczne przepływu w ich stosunku wzajemnym oraz metoda ich obliczania na podstawie krzywych czasu trwania, — ta ostatnia w celu porównania odnośnych wyników z wynikami, otrzymanymi przy stosowaniu metody kanadyjskiego Water Power and Reclamation Service, eliminującej użycie krzywych czasów trwania przy wyznaczaniu wartości charakterystycznych.

Za przedmiot badań powyższych posłużył tryb odpływu 7 rzek, położonych w różnych strefach klimatycznych, o dorzeczach, różniących się wielkością zarówno zlewni, jak i odpływu jednostkowego.

Granice zlewni: Waupaca — 800  $km^2$ , Potomac — 30 000  $km^2$ .

Granice średnio-rocznego odpływu jednostkowego: Verde — 2, French Broad — 27  $l/sek/km^2$ .

Badaniu poddano trzy podstawowe wartości charakterystyczne:

- przepływ średni wieloletni  $Q_m$ -mean flow — wyznaczany jako iloraz sumarycznego przepływu z danego okresu ( $m^3$ ) i czasu trwania tegoż okresu (sek);
- przepływ o 50% odnośnie do badanego okresu czasu trwania, vel sześć-miesięczny (w skali rocznej) (symbol  $Q_{50}$ )<sup>20)</sup>;
- przepływ o 90% czasu trwania odnośnie do całkowitego okresu (symbol  $Q_{90}$ ), znajdujący swój odpowiednik w skali rocznej w przepływie 2-miesięcznym ( $365 \times 0,9 = 329$  dni  $\approx 11$  miesięcy).

W wyniku przeprowadzonych badań, okazało się, co następuje:

1) Stosunek  $\frac{Q_m}{Q_{50}}$  jest zmienny w szerokich granicach (1,2—3,1), podobnie jak i czas, w przeciągu którego przepływ nie spada poniżej wartości  $Q_m$  (średnio 28% całkowitego okresu; wartości skrajne: 18 i 36%);

<sup>10)</sup> Przepisy te, o charakterze tymczasowym, po upływie pewnego czasu, dostatecznego dla zebrania materiału, niezbędnego do ich ostatecznej oceny, zostaną zrewidowane i przetworzone w przepisy stałe. Przepisy powyższe nie dotyczą obliczeń, wykonywanych przy szczegółowym projektowaniu i nie mogą z natury rzeczy zastąpić instrukcji, odnoszących się do dokładnych badań energetycznych.

<sup>20)</sup> Odpowiednikiem powyższej wartości w zakresie stanów wody jest stan zwyczajny, przedstawiający wartość środkową (median) stanów danego okresu, uszeregowanych według wielkości.

2) nieco mniej zmienny jest stosunek  $\frac{Q_{50}}{Q_{90}}$  (przeciętnie 2,00).

Niezależnie od powyższego, przeprowadzono badanie nad tem, czy i w jakim stopniu wynik obliczenia wartości charakterystycznej przepływu jest zależny od metody stosowania krzywej czasu trwania, mianowicie od tego:

- czy krzywa czasu trwania przepływu oblicza się według sumarycznego występowania poszczególnych wartości przepływu w całym okresie (metoda uznawana za dokładną — true);
- czy krzywa powyższa oblicza się jako przeciętna z poszczególnych krzywych czasu trwania, odpowiadających występowaniu przepływu w okresach rocznych (metoda przybliżona).

Porównanie wartości charakterystycznych przepływu, obliczonych według dwu wyżej wskazanych sposobów, wykazało nieznaczna naogół ich rozbieżność, mianowicie:

- odnośnie do wartości  $Q_{50}$  stosunek  $\frac{Q_{50a}}{Q_{50b}}$ , t.j. wartości dokładnej do przybliżonej wynosi przeciętnie ok. 0,98 (granice: 0,93—1,04);
- odnośnie do wartości  $Q_{90}$ : stosunek  $\frac{Q_{90a}}{Q_{90b}}$  wynosi przeciętnie ok. 0,94 (granice: 0,90—1,0).

Zauważa się przytem, że przy obliczaniu wartości charakterystycznych przepływu wszystkie operacje prowadzone są z reguły z wartościami przepływu dobowego, jako wartościami podstawowemi<sup>21)</sup>.

Niezależnie od powyższego, przeprowadzono badania porównawcze nad stosunkiem wartości  $Q_{10}$  do wartości, charakteryzujących przepływ przy stanach niskich (low rate of flow), mianowicie:

- do przepływu  $Q_{med. min.}$ , obliczonego jako przeciętna rocznych minimumów przepływu z szeregu lat (average of yearly minima);
- do przepływu t. zw. zwyczajnego minimum  $Q_{ord. min.}$ , obliczanego według norm katastru Kanadyjskiego (Canadian ordinary minimum).

W wyniku powyższych badań okazało się, że:

- przeciętnie  $\frac{Q_{med. min.}}{Q_{90}} = 0,74$  (granice: 0,54—0,90), przyczem czas trwania przepływu  $Q_{med. min.}$  wynosi ok. 97% badanego okresu;
- przeciętnie  $\frac{Q_{med. min.}}{Q_{ord. min.}} = 0,82$  (granice: 0,61—0,96), przyczem czas trwania przepływu  $Q_{med. min.}$  wynosi ok. 93% badanego okresu.

W ten sposób, przy użyciu jako charakterystyki przepływu przy stanach niskich wartości  $Q_{ord. min.}$ , równoważnej odnośnie do czasu jej trwania wartości  $Q_{10}$ , stosuje się wartość prawie o 25% mniejsza niż  $Q_{90}$  (przepływ 11-to miesięczny);

21) Reguła ta różni się zasadniczo od stosowanych przez niektóre katastry (m. in. u nas), a polegających na tem, że jako podstawowa wartość występuje stan charakterystyczny, według którego zapomocą t. zw. krzywych objętości przepływu (vel konsumcyjnych) oblicza się charakterystyczna wartość przepływu.

wartość ta jest jednocześnie w przybliżeniu o 50% wyższa od  $Q_{abs. min.}$ ; świadczy to o raptownym spadku krzywej czasu trwania na przestrzeni krańcowych (od 97 do 100%) wartości czasu trwania.

### Węgry.

Węgierski Komitet badań wodnych (Magyar K. Allamvasutak Igazgatóság), po zbadaniu proponowanej przez Kanadyjską Służbę sił wodnych metody obliczania charakterystycznych wartości przepływu, przyszedł do wniosku:

- odnośnie do wartości normalnego minimum przepływu (Canadian ordinary minimum flow), że w zastosowaniu do rzek węgierskich wartość powyższa odpowiada w przybliżeniu wartości przepływu 340-dniowego<sup>22)</sup>;
- odnośnie do wartości normalnego 6-io miesięcznego przepływu (Canadian ordinary six-month flow) — że wartość ta nie charakteryzuje należycie 6-io miesięcznego przepływu rzek węgierskich oraz że stosunek jej do wartości  $Q_{60}$  waha się w dość szerokich granicach, wynosząc od 62% do 92%, czyli przeciętnie około 75% wartości 6-io miesięcznej przepływu, obliczonej na podstawie krzywej czasu trwania<sup>23)</sup>.

Okoliczność powyższa skłania Komitet Węgierski do odrzucenia proponowanej wyżej normy.

### KONFERENCJA PALIWOWA, 1928.

Uzupełniając wiadomości, podane poprzednio (w Nr. 8) o tegorocznej Konferencji Paliwowej w Londynie, wymieniamy niżej tytuły referatów, zgłoszonych przez Austriacki Komitet Energetyczny. Są to: 1) Gospodarka węglowa Austrii (ref. Związek właśc. kopalń); 2) Suszenie wilgotnego węgla brunatnego przy zachowaniu jego postaci w kawałkach (prof. H. Fleissner); 3) Węgle austriackie, własności techniczne ważniejszych ich pokładów (ref. T-wa gosp. cieplnej); 4) Branie prób i badanie węgla (ref. tegoż T-wa); 5) Metody uszlachetniania węgla małowartościowych (dyr. elektrowni wied. Inż. E. Karel); 6) Gospodarka paliwowa w kolejnictwie, ze szczeg. uwzględnieniem warunków ruchu pociągów (ref. T-wa kolei austr.); 7) Rozwój urządzeń paleniskowych elektrowni wiedeńskiej (dyr. E. Karel). 8) Przekładnie elektryczne w pojazdach elektro-termicznych (Inż. Gelinek); 9) Ujednostajniona nomenklatura paliw gazowych (T-wa gosp. cieplnej); 10) Badanie paliw gazowych (Dr. Löffler i Prof. Müller); 11) Wytwarzanie gazu i produktów ubocznych w gazowni miejskiej w Wiedniu (ref. gazowni); 12) Zastosowanie gazu w gosp. domowym i w przemyśle w Wiedniu (ref. gazowni wied.); 13) Zastosowanie elektryczności do wytwarzania ciepła w zakładach przemysłowych i rzemieślniczych (Inż. E. Karel); 14) Zastosowanie elektryczności do ogrzewania mieszkań i biur (Inż. E. Karel) 15) Kształcenie techników opałowych w Austrii (Prof. Müller); 16) Wpływ zastosowania podgrzanego do wysokiej temperatury powietrza na przebieg spalania (ref. sp-ki akc. „Gefia“); 17) Zastosowanie zasady wybuchu do wyznaczania wartości opałowej gazu (Dr. Löffler).

<sup>22)</sup> Jest to w przybliżeniu zgodne z opiniami Amerykańskiego Komitetu Normalizacyjnego oraz Rumuńskiego Instytutu Energetycznego (330, wzgl. 335-dniowy przepływ).

<sup>23)</sup> Dla rzek Stanów Zjednoczonych stosunek ten obliczono na 85%.