

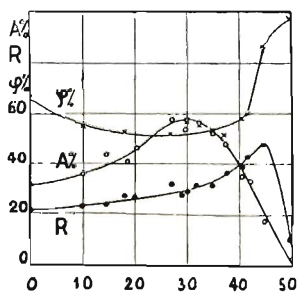
W. BRONIEWSKI i S. TRZEBSKI.

## O mechanicznych własnościach stopów miedzi z cynkiem.

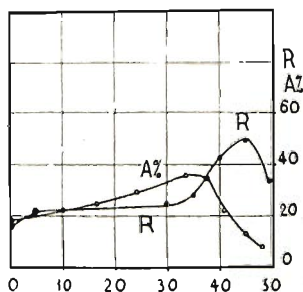
Niejednokrotnie już podejmowano prace nad własnościami mechanicznymi przemysłowych stopów miedzi z cynkiem.

Jedna z pierwszych prac w tej dziedzinie została wykonana około 1880 r. przez H. Thurstona<sup>1)</sup> dla Rządu St. Zjedn. Praca ta dotyczy stopów, które nie przeszły, po odlaniu, żadnej obróbki mechanicznej i podaje prawie wszystkie własności mechaniczne, stosowane wówczas. Maximum wytrzymałości na rozerwanie wskazane tu zostało dla stopów o 40% cynku, a maximum wydłużenia przy 30%.

Znane prace Charpy'ego<sup>2)</sup> dotyczą natomiast stopów zgniecionych przez walcowanie i wyżarzonych. Wyniki tych pomiarów, wykonanych na probierkach frapeuskich są podane na rys. 1.



Rys. 1.



Rys. 2.

<sup>0</sup>/<sub>100</sub> wagowy cynku.

Własności mechaniczne mosiądzów według Charpy'ego (rys. 1) i Lohra (rys. 2)  
R — wytrzymałość na rozerwanie, A — wydłużenie, φ — przewężenie.

<sup>1)</sup> Thurston, A Treatise on Brasses, Bronzes and other Alloys; New-York, 1893, streszczone przez Charpy'ego (l. cit.).

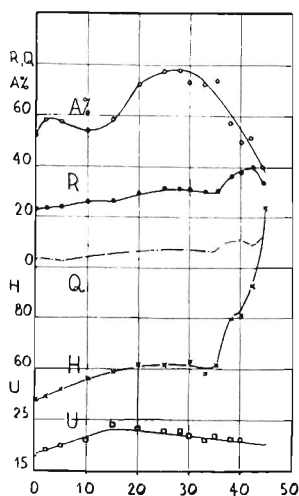
<sup>2)</sup> G. Charpy, Contribution à l'étude des alliages, Paris, 1901, str. 1.

Widzimy tu, że według pomiarów Charpy'ego maximum wytrzymałości na rozerwanie znajduje się około 45% cynku.

Prace Lohra<sup>1)</sup> dotyczą stopów odlanych i hartowanych. Pomiary wykonane były na probierkach o  $0,4 \times 5$  cali dlatego też zanotowano znacznie mniejsze wydłużenia, niż w poprzedniej pracy (rys. 2).

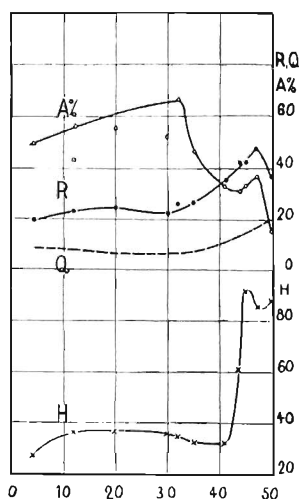
Przy badaniach L. Guilleta<sup>2)</sup> mosiądże zawierające do 35% cynku są walcowane na zimno, pozostałe na gorąco. Wyżarzanie odbywa się przy 750°. Wytrzymałość na rozerwanie mierzona była na probierkach francuskich, udarność na probierkach Mesnagera; twardość mierzono przez odcisk kulką o średnicy 10 mm pod ciśnieniem 3000 kg.

Krzywa wydłużenia (A%, rys. 3) wykazuje dwa maxima; pierwsze z nich, odpowiadające stopowi o 2% cynku, jest zapewne spowodowane oddziaływaniem cynku na utlenioną nieco miedź.



Rys. 3.

% wagowy cynku.



Rys. 4.

Własności mechaniczne mosiądźców według Guilleta (rys. 3) i Johnsona (rys. 4). R — wytrzymałość na rozerwanie, Q — granica sprężystości, A% — wydłużenie, H — twardość Brinella, U — udarność.

Drugie, dla 28% cynku jest znacznie wyższe, niż w pracy Charpy'ego, prawdopodobnie wskutek dokładniejszego wyżarzania stopów.

Przy próbach udarności probierki łamały się począwszy od składu 42% cynku.

<sup>1)</sup> Lohr, Journ. Phys. Chemistry, 17 (1913) str. 1.

<sup>2)</sup> L. Guillet, Revue de Métall. 11 (1914) str. 1094.

Badania Johnsona<sup>1)</sup> wykonane były na metalu odlanym. Wyżarzanie odbywało się, bądź przy 650°, bądź przy 350°; ten ostatni zabieg, z pewnością niewystarczający, stosowany był dla stopów „bogatych w cynk”. Dla prób wytrzymałości na rozerwanie służyły probierki krótkie, w których długość pomiarowa była 3,55-krotnie większa od średnicy. Pomiarów twardości dokonywano przez odcisk kulką o średnicy 10 mm pod ciśnieniem 500 kg.

Rys. 4 przedstawia otrzymane wyniki. Widzimy tutaj, że pomiary wydłużenia wykazują taką rozbieżność punktów, że wykreślenie według nich krzywej jest zupełnie dowolne.

Pomiar twardości ( $H$ , rys. 4) daje liczby znacznie niższe od otrzymanych w pracy poprzedzającej (rys. 3).

Robiony był również szereg pomiarów, dotyczących jedynie twardości dla wszystkich składów stopów miedzi z cynkiem.

Turner i Murray<sup>2)</sup> przeprowadzali badanie twardości metodami Shora i Brinella na stopach odlewanych. Metodą Brinella nie udało się im określić twardości stopów bliskich 60% cynku, zbyt kruchych. Meneghini<sup>3)</sup> podejmuje te same badania za pomocą odcisków mikroskopowych kulką o średnicy 3 mm pod ciśnieniem około 11 kg.

Bauer i Vollenbruck<sup>4)</sup> badają kolejno twardość stopów hartowanych i wyżarzonych. Odciski robione były za pomocą kulki o średnicy 5 mm pod ciśnieniem 250 kg.

Analogiczna praca wykonana została przez Broniewskiego i Strasburgera<sup>5)</sup> za pomocą odcisków mikroskopowych kulki o średnicy 3 mm pod ciśnieniem 12 kg.

Wyżej wymienione prace nad własnościami mechanicznymi stopów miedzi z cynkiem nie są jednak kompletne i często sobie przeczą. W szczególności kształty krzywych wydłużenia i twardości różnią się między sobą bardziej, niżby to można było przypisać wpływowi niejednakowych wymiarów probierek oraz odmiennej obróbce stopów. Prawdopodobny również wydaje się wpływ utleniania podczas topienia, bardzo znaczny dla niektórych mosiądzów<sup>6)</sup>.

<sup>1)</sup> F. Johnson, *J. Inst. Met.* 20 (1918), str. 233.

<sup>2)</sup> Turner et Murray, *J. Inst. Met.* 2 (1909), str. 98.

<sup>3)</sup> Meneghini, *J. Inst. Met.* 14 (1915), str. 150.

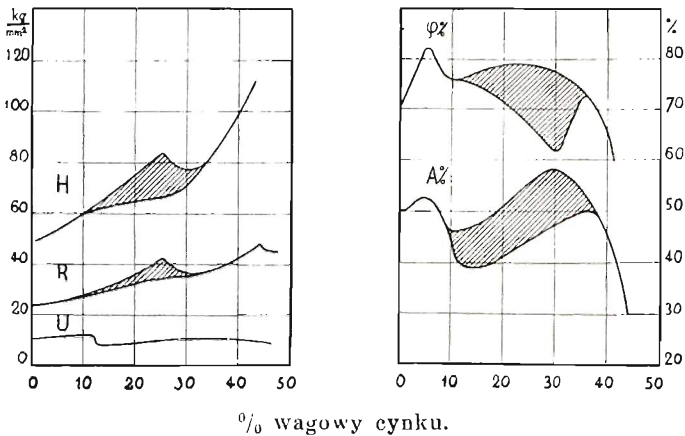
<sup>4)</sup> Bauer und Vollenbruck, *Zs. Metallkunde*, 19 (1927), str. 86.

<sup>5)</sup> Broniewski et Strasburger, *Revue de Métall.* 25 (1931), str. 19 i 79.

<sup>6)</sup> Broniewski i Lewandowski, *Revue de Fonderie Moderne*, 27 (1933) str. 175.

Uważaliśmy więc za wskazane podjąć badania własności mechanicznych stopów miedzi z cynkiem, wolnych od tlenków, oraz ustalić wpływ atmosfery utleniającej.

*Stopy utlenione.* Badania wstępne wykonane zostały przy współpracy p. Czarneckiego, nad stopami miedzi z cynkiem, topionymi bez żadnych specjalnych ostrożności w tyglach z gliny ogniotrwałej, w piecu nadmuchowym Mekera. Przed pomiarem stopy były walcowane i wyżarzane. Wyniki otrzymane w tej pracy są przedstawione na rys. 5, gdzie powierzchnie zakreskowane przedstawiają obszar rozproszenia punktów pomiarowych.



Rys. 5. *H* — twardość, *R* — wytrzymałość na rozerwanie, *U* — udarność,  $\varphi$  — przewężenie i *A* — wydłużenie przy rozrywaniu dla mosiądzów utlenionych.

Widzimy, że (rys. 5) rozbieżność tych wyników jest znaczna. Wogóle utlenianie podnosi twardość *H* i wytrzymałość na rozerwanie *R*, przyczem stopy wykazują dążność do utworzenia maximum przy 25% cynku. Udarność *U* wykazuje lekki spadek przy 12% cynku. Przewężenie  $\varphi$  i wydłużenie przy rozerwaniu *A* wykazują przy 5% cynku maximum, spowodowane odtlenieniem tlenu miedziowego przez cynk. Rozproszenie punktów pomiarowych staje się szczególnie wydatne dla tych dwóch własności powyżej 10% cynku i słabnie znowu powyżej 36%. Jest rzeczą godną uwagi, że na granicy roztworu stałego przy solidusie, czyli w okolicach 30% cynku utlenianie jest w stanie obniżyć o 20% zarówno przewężenie jak i wydłużenie. Ma to szczególne znaczenie dla przemysłu, gdy warunki zamówienia wymagają ściśle określonego wydłużenia dla mosiądzów o 28 i 33% cynku, przeznaczonych głównie do wytłaczania.

*Badanie stopów nieutlenionych.* Dla otrzymania tych stopów miedź i cynk elektrolityczne topiono w tyglach z czystego grafitu w piecu o prądach szybkozmiennych. Stop odlewano w kokilach w postaci prętów o 17 mm średnicy. Pręty te, przed walcowaniem, ujednorodniano przez wyżarzenie w ciągu 24 godz. przy 550° w piecu oporowym.

Gdy przy walcowaniu lub przeciąganiu sumaryczny zgniot osiągał 20%, następowało wyżarzenie przy 650°. Kolejne te czynności powtarzano kilkakrotnie i dopiero końcowy zgniot doprowadzono do 40%.

Połowa tak otrzymanych probierek była bezpośrednio poddawana pomiarom, drugą połowę wyżarzano naprzód przez 2 godz. przy 550°.

Następujące własności zostały przez nas zbadane:

$R$  — wytrzymałość na rozerwanie w  $\text{kg/mm}^2$  mierzona była na probierkach o średnicy 5 mm.

$Q$  — granica sprężystości określana była według zarejestrowanej krzywej wytrzymałościowej i odpowiadała w rzeczywistości granicy proporcjonalności.

$A$  — wydłużenie całkowite przy rozerwaniu mierzone było na probierkach międzynarodowych, w których długość pomiarowa wynosiła dziesięciokrotność ich średnicy.

$a$  — wydłużenie równomierne przy rozerwaniu określane było przez pomiar średnicy probierki przed próbą ( $d_0$ ) i po zerwaniu ( $d_1$ ) w pobliżu znaków pomiarowych, wtedy:

$$a = 100 \left( \frac{d_0^2}{d_1^2} - 1 \right)$$

$b$  — wydłużenie przewężeniowe otrzymywano z różnicy:

$$b = A - a$$

$\varphi$  — przewężenie przy rozerwaniu mierzono w % zapomocą mikroskopu o śrubie mikrometrycznej, dającej 0,005 mm dokładności.

$H$  — twardość mierzona była dla stopów wyżarzonych zapomocą odcisków mikroskopowych kulki o średnicy 3 mm pod ciśnieniem 12 kg (metoda Le Grix); do pomiarów twardości stopów zgniecionych używano kulkę o średnicy 1 mm.

$U$  — udarność mierzono w  $\text{kg/cm}^2$  na probierkach małego typu niemieckiego o wymiarach  $10 \times 8 \times 100$  mm z karbem głębokości

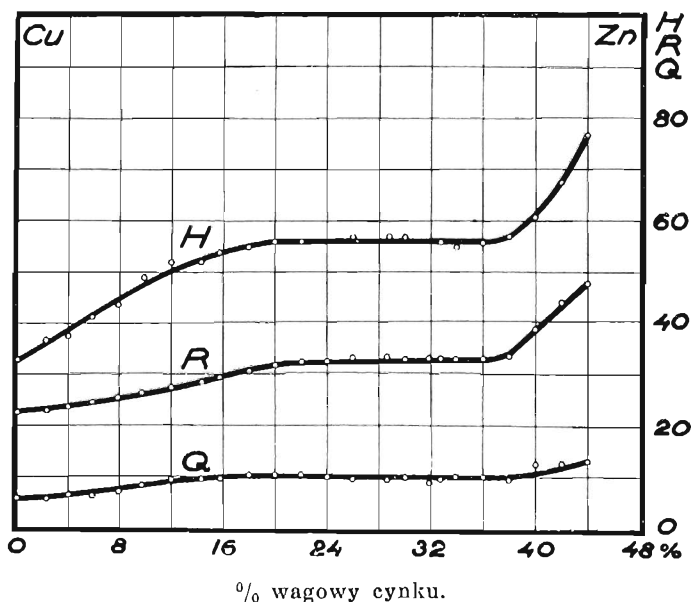
3 mm i o kącie 45°. Te probierki zdawały się najbardziej nadawać do prób na udarność mosiądzów, jak to wykazała praca wstępna<sup>1)</sup>.

Gdy znane jest wydłużenie probierki międzynarodowej ( $A$ ) można z niego wyprowadzić z dostatecznym przybliżeniem wydłużenie dowolnej probierki z równania

$$A = a + \frac{10}{n} b$$

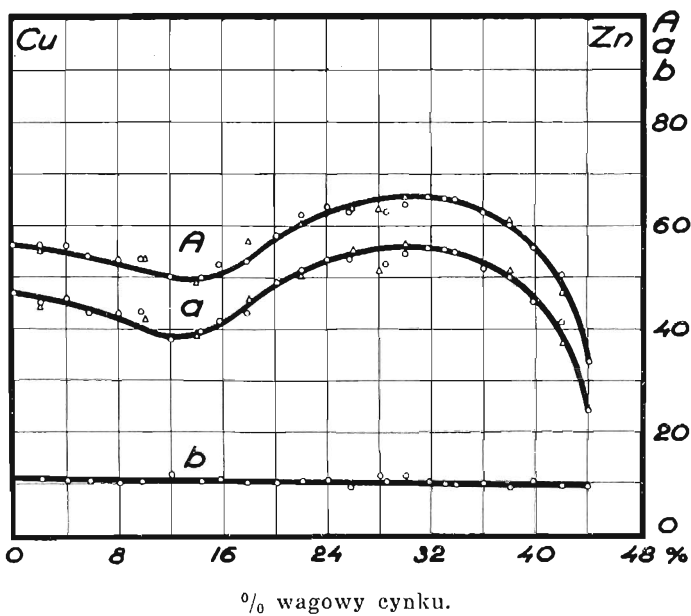
przyczem  $n$  jest to stosunek długości pomiarowej do średnicy nowej probierki. Równanie to jest słuszne tylko w wypadkach, gdy wydłużenie zwane równomiernem jest nim w rzeczywistości. W istocie probierki zwężają się trochę bardziej w środkowej części, tak że średnia wartość  $a$  otrzymana z rachunku jest nieco za niska i wskutek tego wartość  $b$  jest nieco za wysoka.

*Stopy wyżarzone.* Wyniki pomiarów otrzymane dla stopów miedzi z cynkiem nieutlenionych i wyżarzonych są podane na tablicy 1 i na rys. 6, 7 i 8.

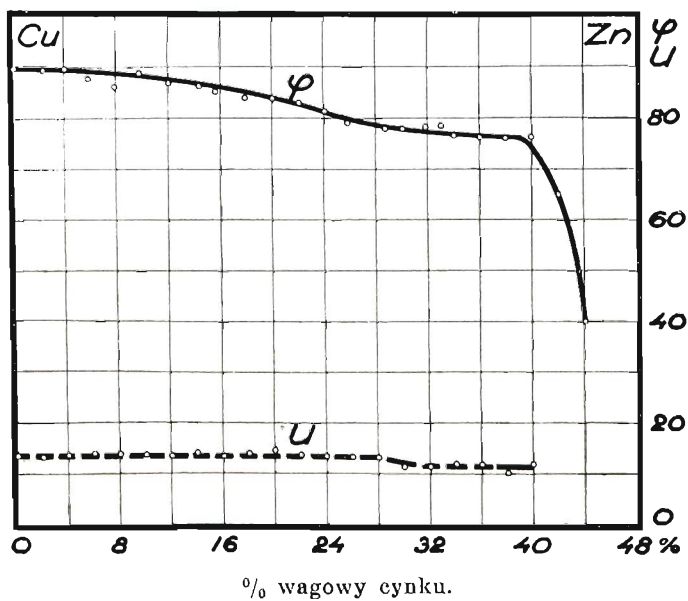


Rys. 6.  $H$ —twardość,  $R$ —wytrzymałość na zerwanie,  $Q$ —granica sprężystości stopów wyżarzonych.

<sup>1)</sup> Broniewski i Lewandowski, l. cit., str. 398.



Rys. 7. *A*—wydłużenie całkowite w %, *a*—wydłużenie równomierne, *b*—wydłużenie przewężeniowe stopów wyżarzonych.



Rys. 8.  $\varphi$ —przewężenie w %, *U*—udarność stopów wyżarzonych. Linja przerywana odnosi się do niezłamanych probierek.

TABLICA I.

*Mechaniczne własności wyżarzonych stopów miedzi z cynkiem.*

Zn—procent ciężarowy cynku, *R*—wytrzymałość na rozerwanie, *Q*—granica sprężystości, *A*—wydłużenie całkowite przy rozerwaniu, *a*—wydłużenie równomierne, *b*—wydłużenie przewężeniowe,  $\varphi$ —przewężenie, *H*—twardość Brinella, *U*—udarność.

Zn %	<i>R</i>	<i>Q</i>	<i>A</i> %	<i>a</i> %	<i>b</i> %	$\varphi$ %	<i>H</i>	<i>U</i> <sup>1)</sup>
0	22,9	6,1	55,9	47,0	8,9	90,0	33,0	13,8*
2,3	23,3	5,0	56,3	45,1	11,2	89,2	36,9	13,0*
4,0	23,9	5,4	55,6	46,0	9,6	90,5	37,5	13,9*
5,8	25,0	6,1	55,7	44,3	11,4	88,5	41,4	14,2*
7,8	25,8	7,0	54,7	44,0	10,7	86,1	43,6	13,9*
9,7	26,6	9,0	50,5	43,4	11,6	89,1	49,3	13,7*
12,0	27,0	9,7	49,2	38,0	11,2	87,3	52,0	13,5*
14,4	28,6	8,3	48,9	38,1	10,8	84,3	52,0	14,8*
15,7	29,5	9,0	52,6	41,0	11,6	85,8	54,0	13,6*
17,9	30,8	10,1	52,8	42,7	10,1	83,5	55,0	14,1*
20,1	31,9	10,4	58,8	47,5	11,3	84,7	56,2	14,8*
22,1	32,4	10,7	62,2	52,5	9,7	83,6	56,2	13,9*
23,9	32,7	8,6	63,8	53,0	10,8	82,1	—	13,3*
25,8	33,9	9,5	61,6	53,3	8,3	76,0	57,3	12,6*
28,6	34,0	9,3	62,4	52,1	10,3	77,4	57,3	12,5*
30,0	33,4	9,3	65,1	54,3	10,8	73,7	57,3	14,3*
31,8	33,0	8,8	65,5	55,8	9,7	78,6	—	11,2*
32,6	33,4	9,3	65,2	54,0	11,2	79,2	56,2	—
33,9	33,0	10,4	65,1	55,7	9,4	76,3	55,0	12,2*
36,0	33,0	10,2	62,4	52,3	10,1	76,2	56,3	12,0*
38,0	33,4	9,6	60,7	50,0	10,7	76,3	57,3	10,3
40,7	36,8	12,9	55,0	46,2	8,8	76,6	60,8	12,1
42,0	41,3	12,3	50,6	40,4	10,2	67,7	67,5	—
44,1	47,8	13,3	32,8	23,4	9,4	39,7	76,8	—

<sup>1)</sup> Gwiazdka oznacza probierkę nadpękniętą przy uderzeniu. Liczby bez gwiazdki odpowiadają normalnemu złomowi.



Widzimy, że (rys. 7) wykresy twardości  $H$ , wytrzymałości na rozerwanie  $R$  i granicy sprężystości  $Q$  mają wygląd analogiczny. Krzywe wzrastają aż do około 20% cynku; wtedy następuje bieg krzywych prawie poziomy rozciągając się aż do granicy roztworu stałego, następnie, powyżej 36% cynku, krzywe ponownie wznoszą się.

Krzywe wydłużenia całkowitego  $A$  i równomiernego  $a$  (rys. 7) mają podobny wygląd tak, że wartość wydłużenia przewężeniowego  $b$  utrzymuje się prawie bez zmiany na poziomie zbliżonym do 10%. Krzywe wydłużenia  $A$  i  $a$  wykazują płaskie maximum pomiędzy 30 i 34% cynku oraz płaskie minimum pomiędzy 12 i 14%.

Krzywe przewężenia ( $\varphi$ , rys. 8) utrzymuje się na wysokim poziomie aż do 40% cynku, poczem następuje szybki spadek.

Próby udarności ( $U$ , rys. 8) nie wywołują złamania próbek o składzie poniżej 40% cynku, a otrzymane wartości zawierają się między 12 a 14 kg/cm<sup>2</sup>.

Ustalone własności mechaniczne pozwalają na obliczenie współczynnika Brinella i współczynnika pracy rozerwania stopu.

Spółczynnik Brinella jest stosunkiem wytrzymałości na rozrywanie do twardości  $k = \frac{R}{H}$ . Dla niektórych kategorii stopów jest on wielkością prawie stałą i wskazuje wtedy na możliwość zastąpienia próby na rozerwanie przez znacznie tańszą i szybszą próbę twardości.

Spółczynnik pracy rozerwania wskazuje względną wartość stopów zwłaszcza o ile wytrzymałość na rozerwanie i wydłużenie zmieniają się w nich w kierunku odwrotnym. Mogliśmy stwierdzić, że dla mosiądzów wogóle ważny jest dla tego współczynnika wzór wprowadzony dla mosiądzów technicznych<sup>1)</sup>.

$$T = A \left[ Q + \frac{\pi}{4} (R - Q) \right]$$

Wielkość tych współczynników podana została na tablicy II i na rys. 9.

Widzimy (rys. 9), że współczynnik  $k$  zmniejsza się z początku w miarę wzrostu zawartości cynku, przechodzi przez maximum przy 12%, poczem powoli wzrasta, zachowując dla głównych mosiądzów przemysłowych, od 28 do 40% cynku, wartość prawie niezmienną.

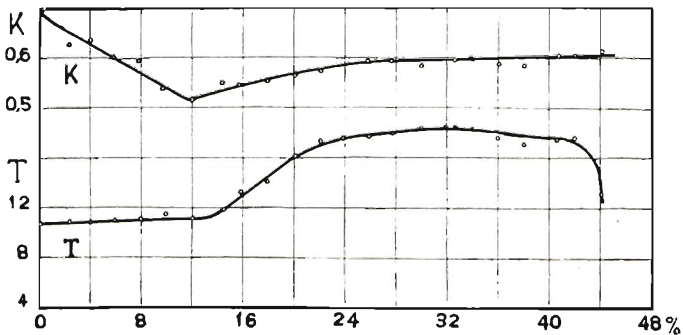
<sup>1)</sup> Broniewski i Lewandowski, Odtlenianie mosiądzów.

TABLICA II.

Spółczynnik Brinella  $k = \frac{R}{H}$ ; współczynnik pracy rozerwania stopu

$$T = A \left[ Q + \frac{\pi}{4} (R - Q) \right]$$

% Zn	$k = \frac{R}{H}$	$T$	% Zn	$k = \frac{R}{H}$	$T$
0	0,694	10,8	23,9	—	17,6
2,3	0,632	10,9	25,8	0,592	17,7
4,0	0,638	10,8	28,6	0,594	17,9
5,8	0,604	11,7	30,0	0,583	18,4
2,8	0,597	11,9	31,8	—	18,4
9,7	0,540	11,5	32,6	0,595	18,4
12,0	0,520	11,5	33,9	0,600	18,3
14,4	0,550	11,8	36,0	0,586	17,6
15,7	0,547	13,2	38,0	0,583	17,2
17,9	0,560	14,1	40,7	0,606	17,4
20,1	0,568	16,1	42,0	0,612	17,7
22,1	0,576	17,3	44,1	0,622	13,1



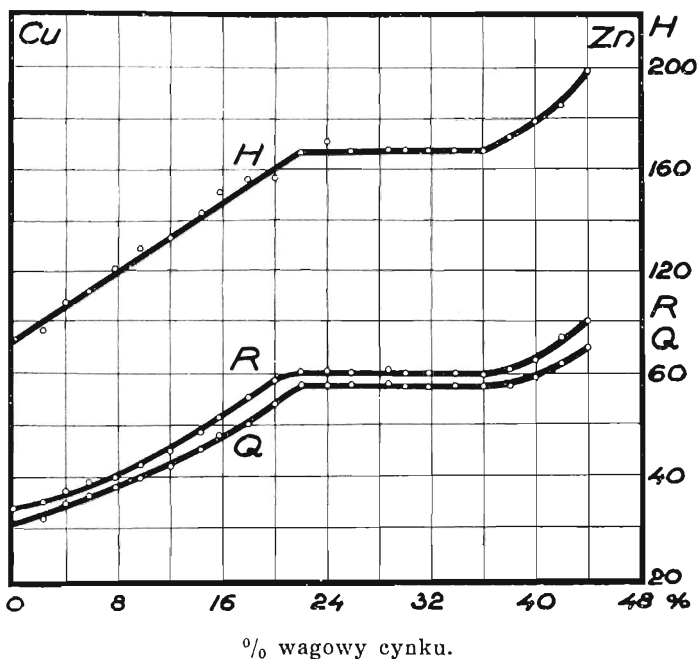
% wagowy cynku.

Rys. 9. Spółczynnik Brinella  $k = \frac{R}{H}$ ; współczynnik pracy rozerwania stopu  $T$ .

Spółczynnik  $T$  prawie się nie zmienia do 12% cynku, poczem wzrasta dość szybko aż do 22% cynku i przechodzi przez b. płaskie maximum pomiędzy 28 i 34% cynku; natomiast powyżej 40% szybko spada.

Widzimy więc, że mosiądze przemysłowe, zawierające od 28 do 34% cynku, empirycznie wyróżnione i najczęściej używane istotnie mogą uchodzić za najbardziej wartościowe.

*Stopy zgniecione.* Wyniki otrzymane dla stopów o zgnieciu 40% są podane na tablicy III i na rys. 10 i 11.

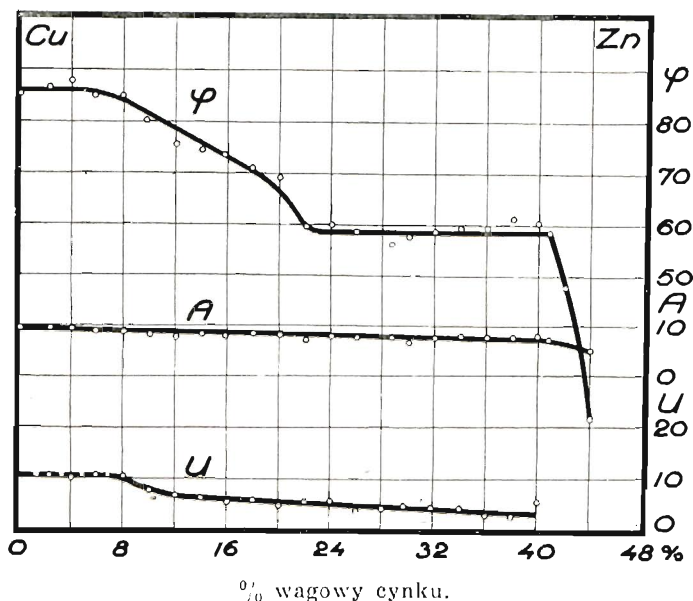


Rys. 10.  $H$ —twardość,  $R$ —wytrzymałość na rozerwanie,  $Q$ —granica sprężystości stopów zgniecionych.

Dla stopów zgniecionych twardość  $H$ , wytrzymałość na rozerwanie  $R$  i granica sprężystości  $Q$  (rys. 10) przyjmują wartości wyższe niż dla stopów wyżarzonych (rys. 6), ale krzywe odpowiadające tym własnościom zachowują ten sam przebieg co dla stopów wyżarzonych, mianowicie część prawie pozioma krzywych między 20 i 36% zawarta jest między dwiema rosnącymi jej gałęziami.

Wydłużenie całkowite ( $A$ , rys. 10), które staje się prawie równe wydłużeniu przewężeniowemu, opada powoli z 9 do 5% nie wykazując żadnych punktów szczególnych.

Krzywa przewężenia ( $\varphi$ , rys. 11) zachowuje również ten sam wygląd ogólny jaki miała dla stopów wyżarzonych, ale uwydatnia silniej załamania w pobliżu 6, 22 i 40% cynku. Część krzywej po-



Rys. 11.  $\varphi$ —przewężenie w %,  $A$ —wydłużenie całkowite w %,  $U$ —udarność. Linia przerywana odpowiada probierkom niezłamanym.

między temi dwoma ostatnimi składami przyjmuje prawie poziomy kształt.

Przy próbie udarności probierki łamią się już od 8% cynku i znajdujemy przy tym składzie na krzywej ( $U$ , rys. 11) zagięcie, uzależnione raczej od formy probierki niż od budowy stopu.

*Streszczenie.* 1. Badanie własności mechanicznych było przeprowadzane dla mosiądzów nieutlenionych zawierających do 44% cynku.

2. Mierzonych było 6 własności związanych z rozerwaniem, twardość i udarność dla stopów wyżarzonych przy 550° i dla stopów zgniecionych do 40%.

3. Dla stopów wyżarzonych, krzywe twardości, wytrzymałości na rozerwanie i granicy sprężystości wykazują część prawie poziomą między 20 i 36% cynku, zawartą między dwiema rosnącymi gałęziami. Wydłużenie przy rozerwaniu wykazuje kolejno minimum przy 13 i maximum przy 32% cynku. Przewężenie wykazuje wyraźny spadek dopiero powyżej 40% cynku. Krzywe wydłużenia

TABLICA III.

*Mechaniczne wiadomości stopów miedzi z cynkiem, zgniecionych na 40°/o.*  
*Zn* — procent ciężarowy cynku, *R* — wytrzymałość na rozerwanie, *Q* — granica sprężystości, *A* — wydłużenie całkowite przy rozerwaniu, *a* — wydłużenie równomierne, *b* — wydłużenie przewężeniowe,  $\varphi$  — przewężenie, *H* — twardość Brinella, *U* — udarność.

<i>Zn</i> °/o	<i>R</i>	<i>Q</i>	<i>A</i> °/o	<i>a</i> °/o	<i>b</i> °/o	$\varphi$ °/o	<i>H</i>	<i>U</i> <sup>1)</sup>
0	34,5	29,5	9,5	0,6	8,9	86,0	92	10,4
2,3	35,3	31,7	10,0	0,8	9,2	86,7	96	10,5*
4,0	37,5	35,5	9,0	0,6	8,4	88,0	108	10,0*
5,8	39,2	36,5	8,6	0,6	8,0	85,0	112	10,8*
7,6	40,1	37,4	8,8	0,8	8,0	85,2	121	10,6
9,7	42,4	39,7	7,0	0,6	7,3	80,8	129	7,6
12,0	45,0	42,0	7,6	0,5	7,1	75,5	133	6,7
14,4	48,7	45,2	8,2	0,6	7,6	76,0	143	6,3
15,7	51,7	48,1	7,8	1,2	6,6	73,8	151	5,1
17,9	55,3	49,9	8,4	1,2	7,2	71,0	156	5,9
20,1	58,7	54,2	8,0	0,7	7,3	69,3	156	4,7
22,1	60,3	58,0	7,0	0,8	6,2	59,6	167	5,3
23,9	60,8	57,0	8,1	0,8	7,3	60,0	171	5,6
25,8	60,4	57,7	7,6	0,6	7,0	58,5	167	3,6
28,6	61,0	57,5	7,6	0,6	7,0	56,0	167	4,0
30,0	59,7	57,0	6,5	1,2	5,3	57,0	167	4,9
31,8	59,8	57,0	7,8	0,8	7,0	58,7	167	4,9
33,9	60,3	56,0	8,0	0,6	7,4	58,2	167	4,1
36,0	59,0	57,0	7,8	0,4	7,4	59,2	167	2,8
38,0	61,0	57,5	7,6	0,5	7,1	61,0	173	2,7
40,7	62,5	59,1	7,9	0,6	7,3	60,3	179	5,4
42,0	67,3	62,0	9,7	1,4	8,3	46,0	185	—
44,1	69,8	65,0	5,0	0	5,0	21,5	199	—

<sup>1)</sup> Gwiazdka oznacza probierkę nadpękniętą przy uderzeniu. Liczby, pozbawione gwiazdki odpowiadają złomowi normalnemu.

przewężeniowego i udarność zmieniają się słabo ze zmianą składu stopów.

4. Zgniot wpływa w pierwszym rzędzie na wydłużenie przy rozerwaniu, które silnie zmniejsza i czyni je prawie niezależnym od składu. Twardość, wytrzymałość na rozerwanie i granica sprężystości są podwyższone, ale krzywe odpowiadające im zachowują wygląd ogólny, ustalony dla stopów wyżarzonych.

5. Utlenienie przy topieniu głównie wpływa na własności mechaniczne mosiądzów o składzie od 12 do 35% cynku. Wydłużenie przy rozerwaniu, przewężenie i udarność są zmniejszone, podczas gdy twardość i wytrzymałość na rozerwanie zwiększają się.

Tłom. C. B.

## R É S U M É.

*Sur les propriétés mécaniques des alliages cuivre-zinc<sup>1)</sup>  
par MM. W. Broniewski et S. Trzebski.*

1. L'étude des propriétés mécaniques a été faite pour les laitons non oxydés contenant jusqu'à 44 p. 100 de zinc.

2. Ont été mesurés 6 paramètres de traction, la dureté et la résilience pour des alliages recuits à 550° et des alliages écrouis à 40%.

3. Pour les alliages recuits la dureté, la résistance à la traction et la limite élastique montrent un palier entre 20 et 36% de zinc précédé et suivi par des tranches de courbes ascendantes. L'allongement à la traction manifeste successivement un minimum et un maximum vers 13 et 32% de zinc. La striction ne montre une chute accentuée qu'à partir de 40% de zinc. L'allongement de striction et la résilience ne varient que faiblement avec la composition des alliages (fig. 6, 7 et 8).

4. L'érouissage influe, en premier lieu, sur l'allongement à la traction qu'il réduit fortement et rend presque indépendante de la composition. La dureté, la résistance à la traction et la limite élastique se trouvent augmentées, mais conservent l'allure générale constatée pour les alliages recuits (fig. 10 et 11).

5. L'oxydation à la fusion influence surtout les propriétés mécaniques des laitons de 12 à 35% de zinc. L'allongement à la traction, la striction et la résilience se trouvent réduits, alors que la dureté et la résistance à la traction sont augmentées (fig. 5).

<sup>1)</sup> Revue de Fonderie Moderne 28 (1934).