

## Odtlenianie mosiądzów.

Podczas topienia mosiądzów na wolnym powietrzu, a tembardziej w piecach dmuchowych zachodzi utlenianie stopu. Metal staje się mniej płynny, gorzej wypełnia formy i daje na odlewach t. zw. „czarne punkty“. Odlewy z utlenionego mosiądzu trudniej się walcują.

Aby mieć pewność, że metal został całkowicie odtleniony, wprowadza się odtleniacz z pewnym nadmiarem, który zmienia nieco własności stopu.

*Prace poprzednie.* Opinie o stosowanych odtleniaczach mosiądzów są dosyć rozbieżne. Więc Smalley<sup>1)</sup> twierdzi, że krzem jest szkodliwy dla mosiądzów ponieważ w najmniejszych nawet ilościach nadaje im kruchość nie polepszając żadnej innej własności. Magnez działać ma podobnie, a fosfor wprowadzony w ilości większej od 0,15% czyni mosiądz nieużytecznym.

Ta ujemna opinia o krzemie znajduje się w sprzeczności z wynikami doświadczeń Guilleta<sup>2)</sup>, który znajduje, że mosiądz o 40% cynku przez dodatek 0,3% krzemu traci wprawdzie 35% wydłużenia, ale zyskuje 26% wytrzymałości na rozerwanie.

Portevin<sup>3)</sup> uważał, że fosfor zaznacza swój szkodliwy wpływ na udarność już powyżej 0,05%, z powodu występowania związku  $Cu_3P$ , pomiędzy kryształami metalu.

Przeciwnie Nass<sup>4)</sup> woli działanie fosforu niż magnezu.

Obermüller<sup>5)</sup> poleca jako odtleniacze mosiądzów przedewszystkiem mangan, a Vickers<sup>6)</sup> miedzio-mangan i miedzio-fosfor. Rolę

<sup>1)</sup> Smalley, Zs. f. Metallk. 15, (1923), str. 48 i 80. Patrz str. 82.

<sup>2)</sup> Guillet, Revue de Métall., 3, (1906), str. 243. Patrz str. 248 i 279.

<sup>3)</sup> Portevin, Revue de Métall., 20, (1923), str. 155.

<sup>4)</sup> Nass, Foundry 53, (1925), str. 527.

<sup>5)</sup> Obermüller, Werkstoffhandbuch Nichteisenmetalle, Berlin 1928 fasc. F. 4.

<sup>6)</sup> Vickers, Foundry 61, (1933), str. 15.

węgla jako odtleniacza oceniano raczej empirycznie przez używanie do topienia mosiądzów tygli grafitowych i melasy do odtleniania.

Postawiliśmy sobie za zadanie porównanie własności mechanicznych mosiądzów o 33 i 40% cynku, utlenionych w piecu gazowym i odtlenionych przez wprowadzenie różnych substancyj, zawsze w tym samym stosunku, przed odlaniem.

*Wskaźnik porównawczy.* Działanie odtleniacza zmienia zwykle własności mechaniczne w ten sposób, że wydłużenie maleje, a wytrzymałość na zerwanie rośnie, co stwarza trudność w ocenie wartości otrzymanego stopu pod względem technicznym.

Aby tę wartość ocenić, jako jej miernik wprowadziliśmy pracę zerwania. Pracę tę możnaby znaleźć najprościej przez splanimetrowanie wykresu wytrzymałościowego z uwzględnieniem rzeczywistej długości próbki. Zdaje się jednak bardziej wskazanym sposób obliczania pracy posiłkując się wielkościami mierzonymi zwykle przy zerwaniu.

Kiedy nie dysponujemy żadnymi innymi własnościami jak tylko wytrzymałością na rozerwanie  $R$  i wydłużeniem  $A$ , w pierwszym przybliżeniu można porównać powierzchnię  $T$  wykresu rozerwania do ćwiartki elipsy, o osiach  $2R$  i  $2A$ .

Więc:

$$T = \frac{\pi}{4} k R A \quad (1)$$

gdzie  $k$  jest współczynnikiem wyrównawczym, dla mosiądzów wyznaczonych bliskim 1,1. Praca zerwania byłaby więc proporcjonalna do iloczynu  $RA$ .

Jeżeli znamy ponadto granice sprężystości  $Q$ , możemy obliczyć pracę zerwania znacznie dokładniej, porównyując tylko górną część wykresu, powyżej granicy sprężystości, do ćwiartki elipsy o osiach  $2(R - Q)$  i  $2A$ . Praca zerwania wyrazi się wtedy wzorem:

$$T = Q A + \frac{\pi}{4} (R - Q) A \quad (2)$$

Dla mosiądzów liczby otrzymane z tego wzoru zgadzają się z wynikami planimetrowania z dokładnością do 2%, a więc bliską dokładności samych pomiarów wytrzymałościowych. Możnaby starać się jeszcze o zwiększenie dokładności obrachunku przez użycie w obliczeniu wydłużenia równomiernego i przewężeniowego, lecz stosowanie wzoru (2) jako znacznie prostsze i dostatecznie dokładne wydaje się bardziej celowym.

*Materiały.* Do przygotowania probierek używany był mosiądz praktycznie biorąc, pozbawiony zanieczyszczeń.

Odtleniacze były wprowadzane do mosiądzu w formie metali lub stopów o składzie następującym:

Znak	Odtleniacz	Skład	Znak	Odtleniacz	Skład
<i>Al</i>	<i>Al</i>	<i>Al</i> czysty	<i>Mg</i>	<i>Mg</i>	50 <i>Mg</i> , 50 <i>Cu</i>
<i>Sil</i>	<i>Al</i> i <i>Si</i>	87 <i>Al</i> , 13 <i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Mn</i>	31 <i>Mn</i> , 69 <i>Cu</i>
<i>AS</i>	<i>Al</i> i <i>Si</i>	50 <i>Al</i> , 50 <i>Si</i>	<i>V</i>	<i>V</i>	5 <i>V</i> , 95 <i>Cu</i>
<i>Si</i>	<i>Si</i>	9 <i>Si</i> , 91 <i>Cu</i>	<i>Be</i>	<i>Be</i>	3 <i>Be</i> , 97 <i>Cu</i>
<i>Ca</i>	<i>Ca</i>	30 <i>Ca</i> , 70 <i>Cu</i>	<i>Ti</i>	<i>Ti</i>	6 <i>Ti</i> , 94 <i>Cu</i>
<i>SC</i>	<i>Al</i> , <i>Si</i> , <i>Ca</i>	16 <i>Ca</i> , 28 <i>Al</i> , 4 <i>Si</i> , 52 <i>Cu</i>	<i>B</i>	<i>B</i>	11 <i>B</i> , 89 <i>Cu</i>
			<i>P</i>	<i>P</i>	15 <i>P</i> , 85 <i>Cu</i>

*Przygotowanie probierek.* Mosiądz nieutleniony (znak *C*) był przygotowany przez stopienie miedzi i cynku w tyglu grafitowym, ogrzewanym w piecu indukcyjnym wysokiej częstotliwości. Mosiądz normalnie utleniony (znak *O*) stapiany był w piecu gazowym Mekera zasilanym powietrzem sprężonym. Odtlenianie otrzymywano przez wprowadzanie do metalu 0,3% odtleniacza. Miedź, jeżeli znajdowała się w stopie odtleniacza, traktowana była jako jego martwe obciążenie i uwzględniana była jedynie przy obliczaniu składu mosiądzu.

Operacja odtleniania, o ile możliwości, przeprowadzana była zawsze jednakowo. W minutę po stopieniu mosiądzu wprowadzano odtleniacz na dno tygla i mieszano pałeczką węglową. Kiedy odtleniacz rozpuścił się, oczekiwano 1/2 minuty aby pozwolić żużłom wypłynąć, poczem odlewano stop w stalowe kokile. Trudno topliwe odtleniacze (*B*, *V*, *Ti*) były topione w piecu sąsiednim i wlewane do mosiądzu; inne odtleniacze były wprowadzane w stanie stałym.

Odlewy o średnicy 18 mm walcowano, wyżarzano i przeciągano w ten sposób, by otrzymać pręty 8×10 mm przekroju i druty 5 mm średnicy o zgnioście 40%. Część próbek była później wyżarzana w ciągu 1 godz. przy 550° w piecu oporowym, aby usunąć zgniot.

*Pomiary.* Druty 5 mm służyły do otrzymania wskaźników wytrzymałościowych, branych przeciętnie z dwóch prób. Wytrzymałość na rozerwanie *R* mierzona była na 10 tonowej maszynie Amslera.



Granica sprężystości  $Q$  mierzona była z wykresu rozerwania (granica proporcjonalności).

Wydłużenie całkowite  $A$  mierzono, jak dla probierek międzynarodowych, na długości pomiarowej  $l = 10 d$ .

Wydłużenie równomierne było obliczane ze średnic początkowej ( $d_0$ ) i po zerwaniu w pobliżu końców długości pomiarowej ( $d_1$ ).

Otrzymywano wtedy:

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

Wydłużenia przewężeniowe  $b$  znajdowano z różnicy  $b = A - a$ .

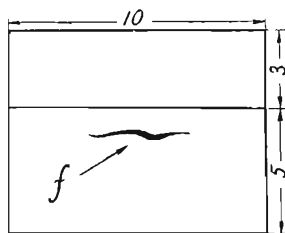
Przewężenie było mierzone z dokładnością do 0,005 mm na zerwanych probierekach przy pomocy mikroskopu ze śrubą mikrometryczną.

Liczba twardości  $H$  była otrzymana przez odciski kulką 3 mm pod obciążeniem 12 kg. W tym celu kawałek drutu służącego do prób na rozerwanie inkludowano w szellaku i polerowano, jak do badań mikrograficznych poczem wykonywano na nim 3 odciski, które mierzono pod mikroskopem z dokładnością 0,002 mm. Spółczynnik sprowadzający nasze wyniki do twardości Brinella otrzymano przez pomiar twardości mosiądzów kulką 10 mm pod obciążeniem 500 kg.

Pręty o przekroju prostokątnym służyły do wykonania probierek na udarność.

Przyjęliśmy niemiecki kształt probierek ( $8 \times 10 \times 100$  mm, karb 3 mm o kącie  $45^\circ$ ), jako dający większą pewność złamania niż francuski, a więc zapewniający większą dokładność.

W tych próbach trafiliśmy na ciekawe zjawisko mogące wprowadzić błędy. Mianowicie, dokładne naogół pomiary udarność dawała czasami wyniki znacznie wyższe od średnich. To miało



Rys. 1. Schemat pęknięcia pod karbem próbki na udarność.  $f$  — pęknięcie wytworzone przez walcowanie.

miejsce wtedy, gdy zbyt gwałtowne walcowanie dawało w środku pręta pęknięcie przechodzące pod karbem, jak wskazuje rys. 1.

W chwili uderzenia pęknięcie próbki zaczęte od karbu rozszerza się tylko do szczeliny, dalej zaś probierka zgina się, jak pozbawiona karbu, co zwiększa pracę zarejestrowaną przy pomiarze.

Pomiary udarności przeprowadzane były zawsze na dwóch próbkach.

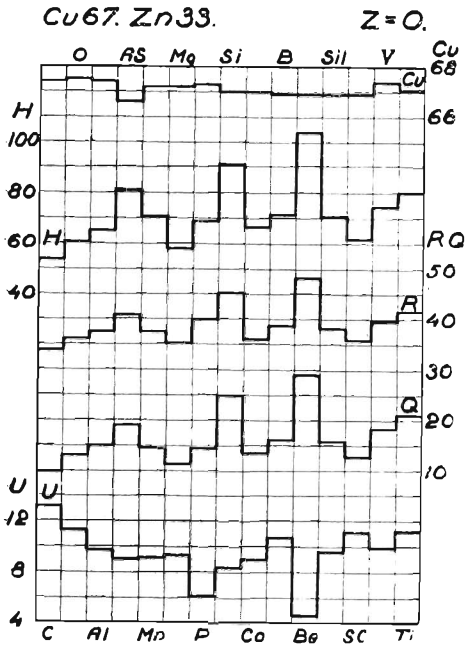
*Mosiądze 33%.* Wyniki pomiarów są zestawione w tablicach I i II-iej i wykreślone na rys. 2, 3, 4 i 5.

TABLICA I.

*Odtlenianie 33% mosiądzu wyżarzonego.*

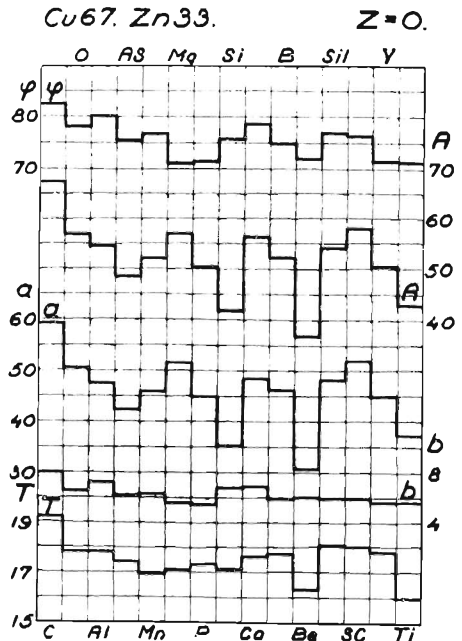
*D* — znak odtleniacza wprowadzonego w ilości 0,3%, *Cu* — zawartość miedzi w procentach, *R* — wytrzymałość na rozerwanie, *Q* — granica sprężystości, *U* — udarność, *H* — twardość Brinella, *A* — wydłużenie całkowite, *a* — wydłużenie równomierne, *b* — wydłużenie przewężeniowe,  $\varphi$  — przewężenie,  $T = QA + \frac{\pi}{4}(R - Q)A$  — wskaźnik proporcjonalny do pracy zerwania.

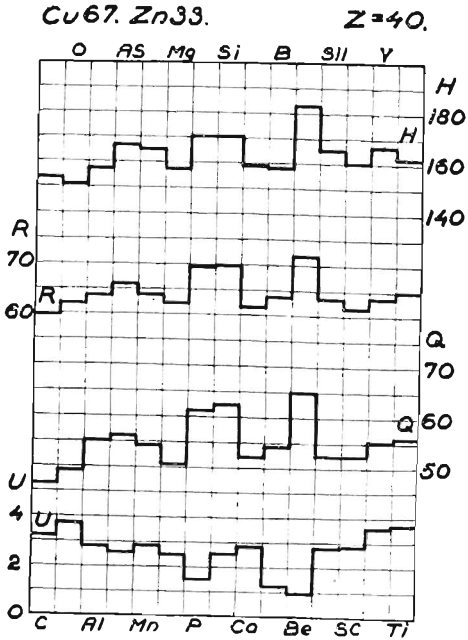
<i>D</i>	<i>Cu</i>	<i>R</i>	<i>Q</i>	<i>U</i>	<i>H</i>	<i>A</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	$\varphi$	<i>T</i>	Uwagi
<i>C</i>	67,4	33,7	9,6	13,1	53,6	67,4	59,3	8,0	82,2	19,2	
<i>O</i>	67,5	36,0	12,9	11,3	60,5	57,0	50,5	6,5	78,1	17,8	
<i>Al</i>	67,4	37,3	14,9	9,7	64,9	54,6	47,4	7,2	80,2	17,8	
<i>AS</i>	66,6	40,7	18,9	9,0	81,0	48,4	42,2	6,2	75,5	17,4	
<i>Mn</i>	67,2	37,3	14,4	9,1	70,5	52,1	45,8	6,3	76,7	16,9	
<i>Mg</i>	67,2	35,1	11,2	9,3	57,9	57,1	51,5	5,6	71,0	17,1	met. porowaty
<i>P</i>	67,3	39,9	14,4	6,1	68,8	50,4	44,9	5,5	71,4	17,3	
<i>Si</i>	67,0	45,2	24,9	8,3	91,1	42,0	35,2	6,8	75,8	17,1	
<i>Ca</i>	67,0	36,0	13,4	9,0	66,2	56,4	49,6	6,9	78,7	17,6	
<i>B</i>	66,9	38,7	16,1	10,7	71,2	52,3	46,3	6,0	74,9	17,7	pęknięcia zgniotowe (udarność)
<i>Be</i>	66,9	48,2	29,0	4,6	104,0	36,9	30,8	6,1	72,0	16,3	
<i>Sil</i>	66,9	38,1	15,7	9,6	70,5	54,2	48,2	6,0	77,0	18,1	
<i>SC</i>	66,9	35,9	12,6	11,1	61,8	58,1	52,1	6,0	76,4	18,0	pęknięcia zgniotowe (udarność)
<i>V</i>	67,4	39,7	18,3	9,9	74,4	50,6	44,9	5,7	71,6	17,8	} met. porowaty . pęknięcia zgniotowe (udarność)
<i>Ti</i>	67,1	41,6	21,1	11,2	79,9	43,1	37,4	5,7	71,4	16,0	



Rys. 2.  
Właściwości 33% mosiądzu wyżarzzonego. Cu — procent miedzi, H — twardość, R — wytrzymałość na rozwanie, Q — granica sprężystości, U — udarność. Nad i pod rysunkiem oznaczenia odłuszczenia.

Rys. 3.  
Właściwości 33% mosiądzu wyżarzzonego.  $\varphi$  — przewężenie, A — wydłużenie całkowite, a — wydłużenie równomierne, b — wydłużenie przewężeniowe, T — wskaźnik proporcjonalny do pracy zerwania.

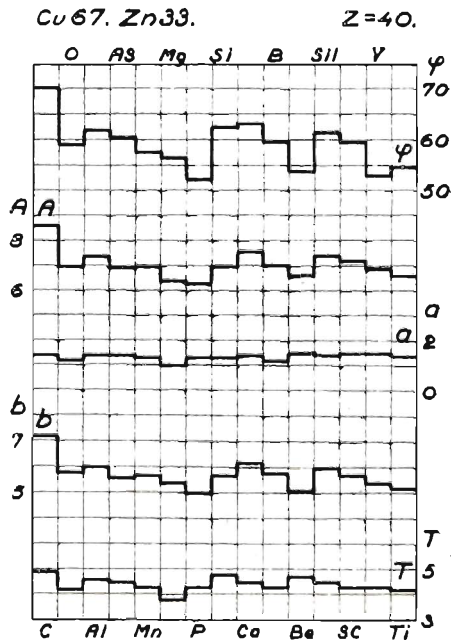




Rys. 4.

Właściwości 33% mosiądzu zgniecione-  
go.  $H$  — twardość,  $R$  — wytrzymałość  
na rozerwanie,  $Q$  — granica sprę-  
żystości,  $U$  — udarność. Nad i pod  
rysunkiem oznaczenia odtleniacza.

Rys. 5.  
Właściwości 33% mosiądzu zgnie-  
cionego.  $\varphi$  — przewężenie,  $A$  — wy-  
dłużenie całkowite,  $a$  — wydłuże-  
nie równomierne,  $b$  — wydłużenie  
przewężeniowe  $T$  — wskaźnik pro-  
porcjonalny do pracy rozerwania.



TABLICA II.  
Odtlenianie 33% mosiądzu o zgnioście  $\pm 0\%$ ,  
Oznaczenia jak w tablicy I.

D	Cu	R	Q	U	H	A	a	b	$\varphi$	T	Uwagi
C	67,4	59,7	46,5	3,2	153,5	8,6	7,2	1,4	70,2	4,9	
O	67,5	62,1	49,2	3,7	151,0	7,0	5,8	1,2	59,0	4,2	
Al	67,4	63,6	55,2	2,8	158,6	7,4	6,0	1,4	61,8	4,6	
AS	66,6	66,0	56,2	2,5	166,6	7,0	5,6	1,4	60,4	4,5	
Mn	67,2	63,8	54,2	2,8	165,0	7,0	5,7	1,3	57,5	4,3	
Mg	67,2	62,2	50,6	2,5	157,1	6,4	5,4	1,0	56,4	3,8	met. porowaty
P	67,3	69,5	61,2	1,5	170,4	6,3	5,0	1,3	52,2	4,3	
Si	67,0	69,7	64,5	2,5	170,3	7,0	5,7	1,3	62,4	4,8	
Ca	67,0	61,6	52,2	2,8	159,0	7,6	6,2	1,4	63,1	4,5	
B	66,9	63,6	54,2	2,1	158,0	7,0	5,8	1,2	59,5	4,3	pęknięcia zgniotowe (udarność)
Be	66,9	73,3	65,9	0,9	183,0	6,6	5,1	1,5	53,8	4,7	
Sil	66,9	63,4	52,4	2,8	165,3	7,4	6,0	1,4	61,3	4,5	
SC	66,9	61,6	52,5	2,8	160,1	7,2	5,7	1,5	59,5	4,3	pęknięcia zgniotowe (udarność)
V	67,4	63,5	55,3	3,6	166,6	6,9	5,4	1,5	53,0	4,3	} met. porowaty pęknięcia zgniotowe (udarność)
Ti	67,1	64,9	56,0	3,7	162,0	6,6	5,2	1,4	54,7	4,2	

Dla mosiądzów wyżarzonych najlepsze własności mechaniczne otrzymano przez stopienie czystych metali w tyglu grafitowym (C. rys. 2 i 3).

Utlenienie przez stopienie w piecu gazowym zmniejsza dosyć znacznie zalety techniczne stopu zwłaszcza jego wydłużenie, bez dostatecznej kompensacji przez zwiększenie wytrzymałości na rozerwanie i granicy sprężystości, co widać ze wskaźnika pracy zerwania  $T$  (rys. 3).

Kiedy własności mosiądzu zostaną obniżone przez utlenienie trudno jest przywrócić mu jego zalety przez użycie odtleniacza. Jeszcze substancje zawierające glin (*Al*, *Sil*, *SC*) działają dosyć korzystnie, zwłaszcza alpac (*Sil*) łatwy do wprowadzenia z powodu niskiej temperatury topienia wyrównuje słaby spadek wydłużenia przez znaczne zwiększenie wytrzymałości na rozerwanie.

Korzystniejsze działanie alpaxu niż glinu czystego można wytłómaczyć łatwiejszym wydzielaniem żużli pod postacią krzemianów niż tlenków glinu.

Przeciwnie, odtleniacze najczęściej stosowane, mianowicie mangan, a zwłaszcza fosfor, dały wyraźnie ujemne wyniki.



Także niekorzystnym okazał się magnez, który daje stop porowaty, co było już dawniej znane.

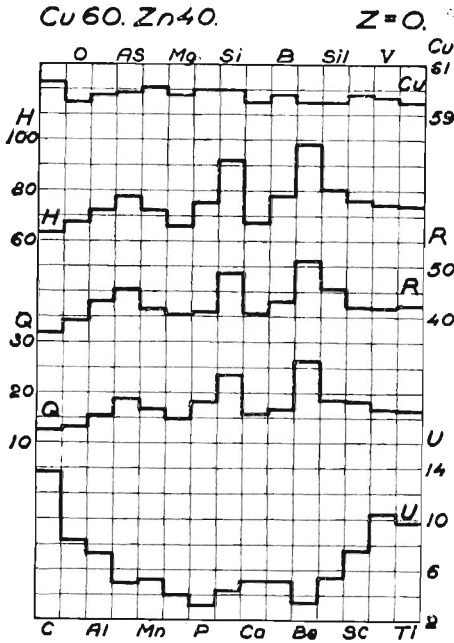
Trzeba zauważyć, że ani beryl, ani wanad nie dały zadawalających wyników, których wolno było po nich się spodziewać.

Dla stopów zgniecionych działanie odtleniaczy nie zaznacza się w taki sam sposób, jak dla wyżarzonych, gdyż wydłużenie równomierne zanika prawie zupełnie i nie może już służyć do oznaczenia wartości odtleniacza.

Mimo tego mosiądz czysty (*C*, rys. 4 i 5) zachowuje jeszcze pierwsze miejsce. Wartość alpaxu, jako odtleniacza jest także potwierdzona, a można uważać za zadawalające odtlenianie krzemem (*Si*), berylem (*Be*) i wapniem (*Ca*), które zaznacza się mniej korzystnie w mosiądzach wyżarzonych. Najbardziej ujemne wyniki dał magnez i fosfor.

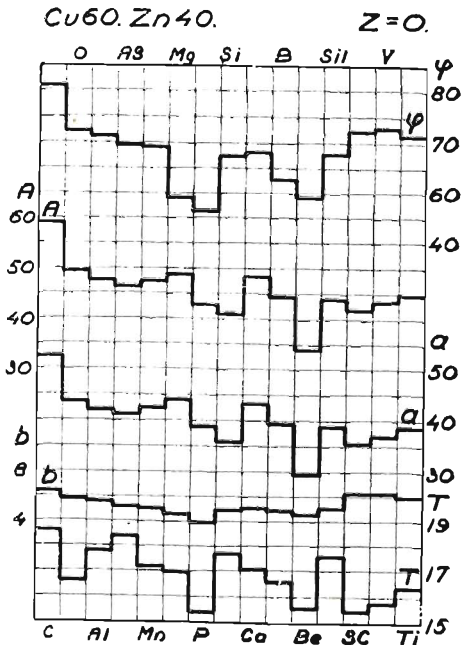
TABLICA III.  
Odtlenianie 40% mosiądzu wyżarzonego.  
Oznaczenia jak w tablicy I.

<i>D</i>	<i>Cu</i>	<i>R</i>	<i>Q</i>	<i>U</i>	<i>H</i>	<i>A</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	$\varphi$	<i>T'</i>	Uwagi.
<i>C</i>	60,3	36,8	12,6	13,7	63,6	58,9	52,5	6,4	81,0	18,6	
<i>O</i>	59,5	39,2	13,3	8,3	67,7	49,4	43,6	5,8	72,3	16,6	
<i>Al</i>	59,8	43,0	15,6	7,3	72,5	47,6	42,0	5,6	71,4	17,8	
<i>AS</i>	59,9	45,5	18,8	4,9	77,9	46,3	41,1	5,2	69,6	18,4	
<i>Mn</i>	60,1	41,5	16,8	5,2	72,5	47,4	42,4	5,0	69,2	17,2	
<i>Mq</i>	59,8	40,4	14,9	4,0	66,0	48,7	44,1	4,6	59,0	17,0	met. porowaty
<i>P</i>	60,0	41,0	18,3	3,2	75,5	42,7	38,8	3,9	56,4	15,4	
<i>Si</i>	60,0	48,6	23,7	4,4	92,2	40,9	35,9	5,0	67,5	17,7	
<i>Ca</i>	59,5	40,6	15,8	5,1	67,4	48,4	43,3	5,1	68,3	17,1	met. porowaty
<i>B</i>	59,8	43,0	16,9	5,1	78,1	44,4	39,5	4,9	62,8	16,6	
<i>Be</i>	59,5	51,1	26,5	3,4	98,5	34,1	29,5	4,6	59,1	15,6	
<i>Sil</i>	59,5	45,7	18,7	5,4	80,6	44,0	38,9	5,1	67,9	17,6	
<i>SC</i>	59,8	41,9	18,5	7,5	76,3	42,0	35,6	6,4	72,4	15,5	pęknięcia zgniotowe (udarność)
<i>V</i>	59,7	41,7	16,9	10,4	74,8	43,5	37,1	6,4	73,0	15,8	} met. porowaty
<i>Ti</i>	59,5	42,2	16,6	9,7	74,2	44,8	38,8	6,0	71,5	16,4	



Rys. 6.

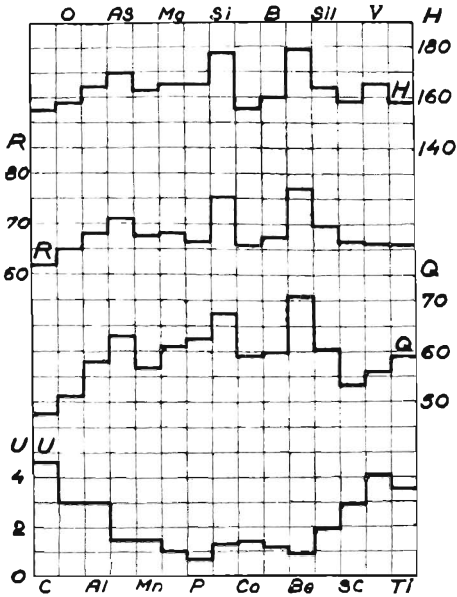
Własności 40% mosiądzu wyżarzzonego.  $Cu$  — procent miedzi,  $H$  — twardość,  $R$  — wytrzymałość na rozzerwaniu,  $Q$  — granica sprężystości,  $U$  — udarność. Nad i pod rysunkiem oznaczenia odtleniaacza.



Rys. 7.

Własności 40% mosiądzu wyżarzzonego.  $\varphi$  — przewężenie,  $A$  — wydłużenie całkowite,  $a$  — wydłużenie proporcjonalne,  $b$  — wydłużenie proporcjonalne,  $T$  — wskaźnik proporcjonalny do pracy rozzerwania.

Cu60. Zn40. Z=40

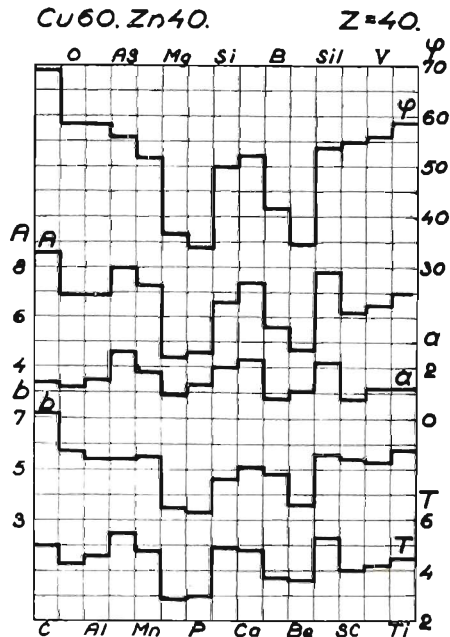


Rys. 8.

Własności 40% mosiądzu zgniecionego.  $H$  — twardość,  $R$  — wytrzymałość na rozciąganie,  $Q$  — granica sprężystości,  $U$  — udarność. Nad i pod rysunkiem oznaczenia odtlenciacza.

Rys. 9.

Własności 40% mosiądzu zgniecionego.  $\varphi$  — przewężenie,  $A$  — wydłużenie całkowite,  $a$  — wydłużenie proporcjonalne,  $b$  — wydłużenie przewężeniowe,  $T$  — wskaźnik proporcjonalny do pracy rozciągania.



*Mosiądz 40%*. Wyniki pomiarów są zestawione w tablicach III i IV i podane na wykresach 6, 7, 8 i 9.

Dla mosiądzu 40% stop otrzymany przez stopienie czystych metali w tyglu grafitowym daje także najlepsze własności (znak *C*, rys. 6 i 7).

Wpływ utlenienia jest bardziej szkodliwy dla mosiądźców 40% niż dla 33% (znak *O*).

Jeżeli przyjąć jako kryterjum pracę rozerwania (*T*, rys. 7), najlepsze wyniki otrzymujemy przy odtleniaczach zawierających krzem (*AS*, *Si*, *Sil*). Odtleniacze te podnoszą w większym stopniu wytrzymałość na rozerwanie i granicę sprężystości, niż obniżają wydłużenie mosiądzu utlenionego.

TABLICA IV.

*Odtlenianie 40% mosiądzu o zgnioście 40%.*

Oznaczenia jak w tablicy I.

<i>D</i>	<i>Cu</i>	<i>R</i>	<i>Q</i>	<i>U</i>	<i>H</i>	<i>A</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	$\varphi$	<i>T</i>	Uwagi
<i>C</i>	60,3	61,7	47,7	5,2	154,8	8,6	7,2	1,4	69,0	5,0	
<i>O</i>	59,5	64,8	51,1	3,0	158,0	6,9	5,7	1,2	58,6	4,3	
<i>Al</i>	59,8	68,0	58,5	3,0	164,2	6,9	5,4	1,5	58,5	4,6	
<i>AS</i>	59,9	70,9	63,0	1,5	170,0	8,0	5,4	2,6	56,0	5,5	
<i>Mn</i>	60,1	67,5	56,8	1,5	163,0	7,3	5,5	1,8	51,8	4,8	
<i>Mg</i>	59,8	68,1	61,1	1,0	165,0	4,4	3,5	0,9	36,8	2,9	met. porowaty
<i>P</i>	60,0	66,5	62,6	0,7	165,0	4,6	3,3	1,3	34,1	3,0	
<i>Si</i>	60,0	75,3	67,5	1,3	177,7	6,6	4,6	2,0	50,0	4,9	
<i>Ca</i>	59,5	65,8	59,2	1,4	155,6	7,4	5,1	2,3	52,2	4,8	met. porowaty
<i>B</i>	59,8	67,5	59,8	1,2	160,0	5,6	4,8	0,8	41,7	3,7	
<i>Be</i>	59,5	77,0	71,0	0,9	178,9	4,7	3,6	1,1	34,7	3,6	
<i>Sil</i>	59,5	69,7	60,5	1,9	163,9	7,8	5,6	2,2	53,8	5,3	
<i>SC</i>	59,8	66,5	53,4	2,9	158,4	6,2	5,4	0,8	55,0	4,0	pęknięcia zgniotowe (udarność)
<i>V</i>	59,7	66,1	56,1	4,1	165,3	6,5	5,3	1,2	56,1	4,2	} met. porowaty
<i>Ti</i>	59,5	66,0	59,0	3,5	158,4	7,0	5,8	1,2	58,9	4,5	

Poprawienie udarności otrzymujemy przez użycie wanadu ( $V$ ) i tytanu ( $Ti$ ) z małym obniżeniem pracy zerwania. Wyraźnie szkodliwy wpływ wywiera fosfor ( $P$ ), zwłaszcza na udarność.

Mangan ( $Mn$ ) wpływa nieznacznie, nie polepszając wyraźnie żadnej własności mosiądzu utlenionego.

Dla mosiądzów zgniecionych, wpływ odtleniaczy kształtuje się podobnie jak dla wyżarzonych.

Pierwsze miejsce mają tu odtleniacze zawierające krzem ( $As$ ,  $Sil$ ,  $Si$ ), pozwalające nawet otrzymać większą pracę rozerwania od pracy mosiądzu czystego.

Zwiększenie udarności wywołują wanad ( $V$ ) i tytan ( $Ti$ ) nie zmieniając znacznie innych własności. Jest to jednak, być może, jedynie pozorny wynik spowodowany przez drobne pęknięcia przy walcowaniu (rys. 1).

Znaczna kruchość jest wywołana magnezem ( $Mg$ ) i fosforem ( $P$ ).

*Streszczenie.* 1. Badanie odtleniania mosiądzu 33 i 40% przeprowadzono przez porównanie własności mechanicznych mosiądzu utlenionego, z własnościami nieutlenionego i własnościami mosiądzów poddanych działaniu odtleniaczy ( $Al$ ,  $B$ ,  $Be$ ,  $Ca$ ,  $Mn$ ,  $Mg$ ,  $P$ ,  $Si$ ,  $Ti$ ,  $V$ , dwa stopy  $Al-Si$  i jeden  $Al-Ca-Si$ ). Wszystkie odtleniacze używane były w ilości 0,3%.

2. Mierzono dla stopów wyżarzonych i dla stopów zgniecionych twardość, wytrzymałość na rozerwanie, granicę sprężystości, przewężenie, wydłużenie całkowite, równomierne i przewężeniowe oraz udarność i obliczono wskaźnik proporcjonalny do pracy rozerwania.

3. Dla mosiądzu 33% najlepsze wyniki dał stop nieutleniony podczas topienia. Między odtleniaczami najlepszymi okazały się stopy zawierające glin, zwłaszcza alpax (87%  $Al$ , 13%  $Si$ ). Wyraźnie szkodliwie działają magnez, mangan i zwłaszcza fosfor.

4. Dla mosiądzów 40% najlepsze wyniki dał stop nieutleniony. Między odtleniaczami okazały się najlepszymi zawierające krzem, a zwłaszcza stop zawierający pozatem 50%  $Al$ . Pod pewnymi względami korzystnymi okazały się wanad i tytan. Fosfor wpływa zawsze szkodliwie.

5. Najlepszy mosiądz otrzymywano, gdy utlenianie jego podczas topienia uniemożliwiało środowisko silnie redukujące, np. węgiel. Działanie odtleniaczy na mosiądze utlenione dawało słabsze wyniki. Najlepszymi okazały się stopy  $Al-Si$ .

## R É S U M É.

*Sur la désoxydation des laitons<sup>1)</sup>*  
*par M.M. W. Broniewski et W. Lewandowski.*

1. La désoxydation des laitons à 33 et à 40 p. 100 de zinc a été étudiée en comparant les propriétés mécaniques de l'alliage ayant subi l'oxydation, avec les propriétés de l'alliage non oxydé, fondu dans des creusets de graphite, ou ayant subi la désoxydation par l'effet de treize désoxydants (*A, B, Be, Ca, Mn, Mg, P, Si, Ti, V*, deux alliages *Al-Si* et un alliage *Al-Ca-Si*). Tous les désoxydants étaient introduits dans la proportion de 0,3 p. 100.

2. Ont été mesurés pour chaque alliage à l'état recuit et à l'état écroui, la dureté, la résistance à la traction, la limite élastique, la striction, l'allongement du à la striction, la résilience et un facteur proportionnel au travail de rupture à la traction.

3. Pour les laitons à 33 p. 100 de zinc les meilleurs résultats sont observés lorsque l'alliage n'avait pas été oxydé. Entre les désoxydants, le meilleur effet produisaient les alliages contenant l'aluminium, surtout l'alpax (87 *Al*, 13 *Si*), un état nettement défavorable était produit par le magnésium le manganèse et surtout par le phosphore (fig. 2—5).

4. Pour les laitons à 40 p. 100 de zinc les meilleurs résultats étaient obtenus pour l'alliage pur et par l'effet désoxydant des alliages contenant le silicium, surtout alliage à 50 p. 100 d'aluminium. Un résultat favorable sous certains rapports était produit par le titane et le vanadium. Le phosphore se montre très nuisible (fig. 6—9).

5. D'une façon générale, le meilleur laiton est obtenu lorsque l'oxydation se trouve empêchée par la fusion des métaux constituants dans un milieu fortement réducteur par la présence de carbone.

L'action des désoxydants sur les laitons oxydés donne toujours un effet moins favorable. Les meilleurs résultats sont encore obtenus par l'emploi d'alliages aluminium-silicium.

---

<sup>1)</sup> Revue de Fonderie Moderne, 27, (1933), p. 175.