

J. CZOCHRALSKI i N. LEWICKA

Wykres rekrytalizacji brązów aluminowych 2% i 5% Al

Diagramme de la récrystallisation des bronzes d'aluminium à 2% et 5% Al

TREŚĆ: Badano rekrytalizację brązów aluminowych 2% i 5% Al. Próbkę sześcienną poddano zgniotowi na zimno od 2% do 90% i wyżarzono w różnych temperaturach (250° do 1000°). Po przecięciu badano metalograficznie wielkość ziaren otrzymując w ten sposób dane dla ustalenia wykresu rekrytalizacji obu brązów. Otrzymano wykresy nie odbiegające od ogólnego typu wykresów rekrytalizacji dla metali czystych. W stosunku do miedzi otrzymano wielkości ziaren większe, zwłaszcza przy większym dodatku Al oraz wyższych temperaturach wyżarzania.

Wstęp.

Ilość istniejących prac o rekrytalizacji roztworów stałych jest jeszcze bardzo mała i nie pozwala na wyciągnięcie wniosków ogólnych, dotyczących wpływu składnika rozpuszczonego na przebieg rekrytalizacji. Całkowite wykresy rekrytalizacji zostały wyznaczone przez Bass'a i Glocker'a¹⁾ dla mosiądzów 70% Cu i 63% Cu, przy czym stwierdzono dla obu materiałów zgodność wykresów rekrytalizacji z ogólnym schematem rekrytalizacji metali czystych, wprowadzonym przez Czochralskiego²⁾. W porównaniu do miedzi powierzchnia wielkości ziarna dla mosiądzu 70% Cu do 600° przebiega bardziej płasko, poczynając zaś od tej temperatury bardziej stromo niż dla czystej miedzi, czyli otrzymuje się przy wyższych temperaturach materiał bardziej grubokrystaliczny dla mosiądzu niż dla miedzi, co zwłaszcza zaznacza się przy większych stopniach zgniotu. Mosiądz zaś 63% Cu wykazuje we wszystkich zakresach temperatur i zgniotów ziarno mniejsze od czystej miedzi, co Bass i Glocker tłumaczy jako skutek działania fazy β , która dla tego składu mosiądzu może pojawiać się zwłaszcza w wyższych temperaturach i działać zaszczepiająco na rekrytalizowane ziarna. Wobec tego

jednak nie można by uważać wykresu rekrytalizacji mosiądzu z 63% Cu jako przykład wykresu jednofazowego roztworu stałego, podobnie jak i innych prac wykonanych dla stali niklowych przez Schottky'ego i Jungbluth'a³⁾, a dla stali 0,2% C przez Pomp'a⁴⁾ i Körber'a⁵⁾. Niejednokrotnie również stwierdzono duży wpływ drugiego składnika, nie rozpuszczającego się w metalu, na wielkość ziarna rekrytalizowanego. Wpływ ten jednak nie zaznacza się zawsze w kierunku rozdrobnienia ziarna rekrytalizowanego, lecz działanie obcego składnika jest rozmaite zależnie od natury metali. Loofs-Rassow⁶⁾ stwierdziła przy rekrytalizacji ołowiu wpływ Cu i Ni w kierunku rozdrobnienia ziarna, podobnie Boczwara i Merkuriew⁷⁾ stwierdzili przy rekrytalizacji cyny zmniejszenie ziarna przez dodatek Cu i Al, natomiast Widmann⁸⁾ stwierdził duży wpływ żelaza, niklu i ołowiu na zwiększenie ziarna rekrytalizowanego w stosunku do czystego srebra. Przy badaniu wpływu małych dodatków drugiego składnika, wchodzącego w roztwór stały z metalem badanym, stwierdzono dotychczas wpływ zmniejszający ziarno, przy czym zaznacza się on w tym większej mierze im bardziej ograniczony jest roztwór stały obu metali⁷⁾⁸⁾. Pracę niniejszą podjęto celem systematycznego podejścia do zagadnienia rekrytalizacji roztworów stałych.

Część doświadczalna.

Do sporządzenia materiału do badań użyto aluminium rafinowanego o czystości 99,992% Al

³⁾ H. Schottky, Jungbluth, *Kruppsche Monatshefte*, **4**, 197 (1923)

⁴⁾ A. Pomp, *Stahl Eisen*, **40**, 1261 (1920)

⁵⁾ F. Körber, Mitt. K.W.I. Eisenforschung, **4**, 41 (1922)

⁶⁾ E. Loofs-Rassow, *Metallwirtschaft*, **10**, 161 (1931)

⁷⁾ A. Boczwara, Merkuriew, *Zwetynye Metally*, **5**, 495 (1930)

⁸⁾ H. Widmann, *Z. Physik*, **45**, 200 (1927).

¹⁾ A. Bass, R. Glocker, *Z. Metallkunde*, **20**, 179 (1928)

²⁾ J. Czochralski, *Intern. Z. Metallogr.*, **8**, 30 (1916).

oraz miedzi elektrolitycznej. Po przez stop przejściowy 50%-owy odlano brązy aluminiowe, których skład, jak wykazała analiza chemiczna, był następujący:

T A B L I C A I.

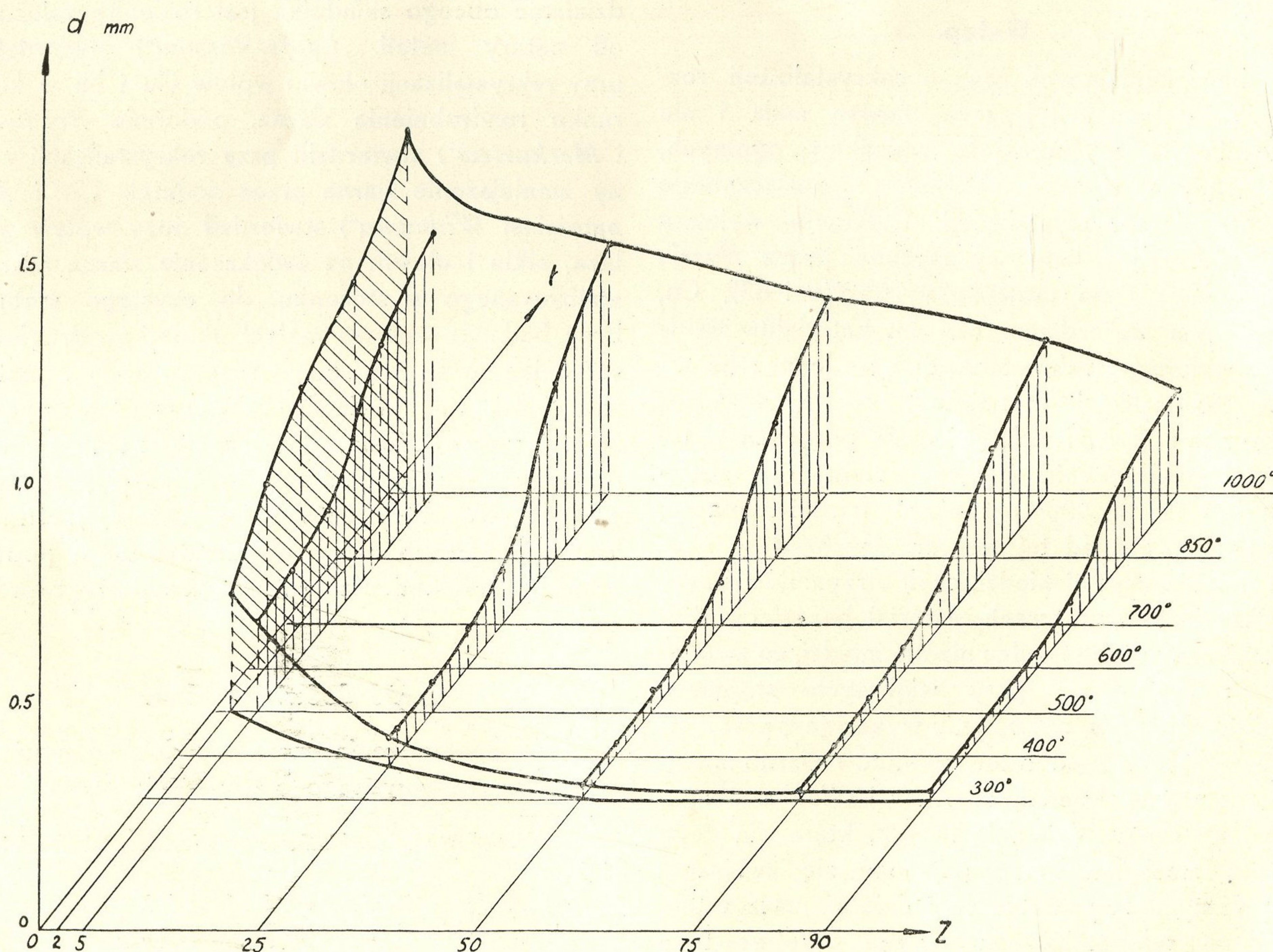
Materiał	Cu	Al	Fe
Brąz 2	97,83	1,86	ślady
Brąz 5	94,45	5,28	"

Brązy po odlaniu wyżarzono, celem ujednolodzenia, w temperaturze 850° w ciągu 7-miu godzin, a następnie przewalcowano na zimno do połowy grubości na taśmy o przekroju 12×100 mm. Po walcowaniu wyżarzono materiał w temperaturze 850° w ciągu 8 godzin. Tak otrzymano brązy o przeciętnej średnicy ziaren: dla brązu 2 równej 0,345 mm, dla brązu 5 równej 0,145 mm. Stanowiły one materiał wyjściowy do badań rekrytalizacji.

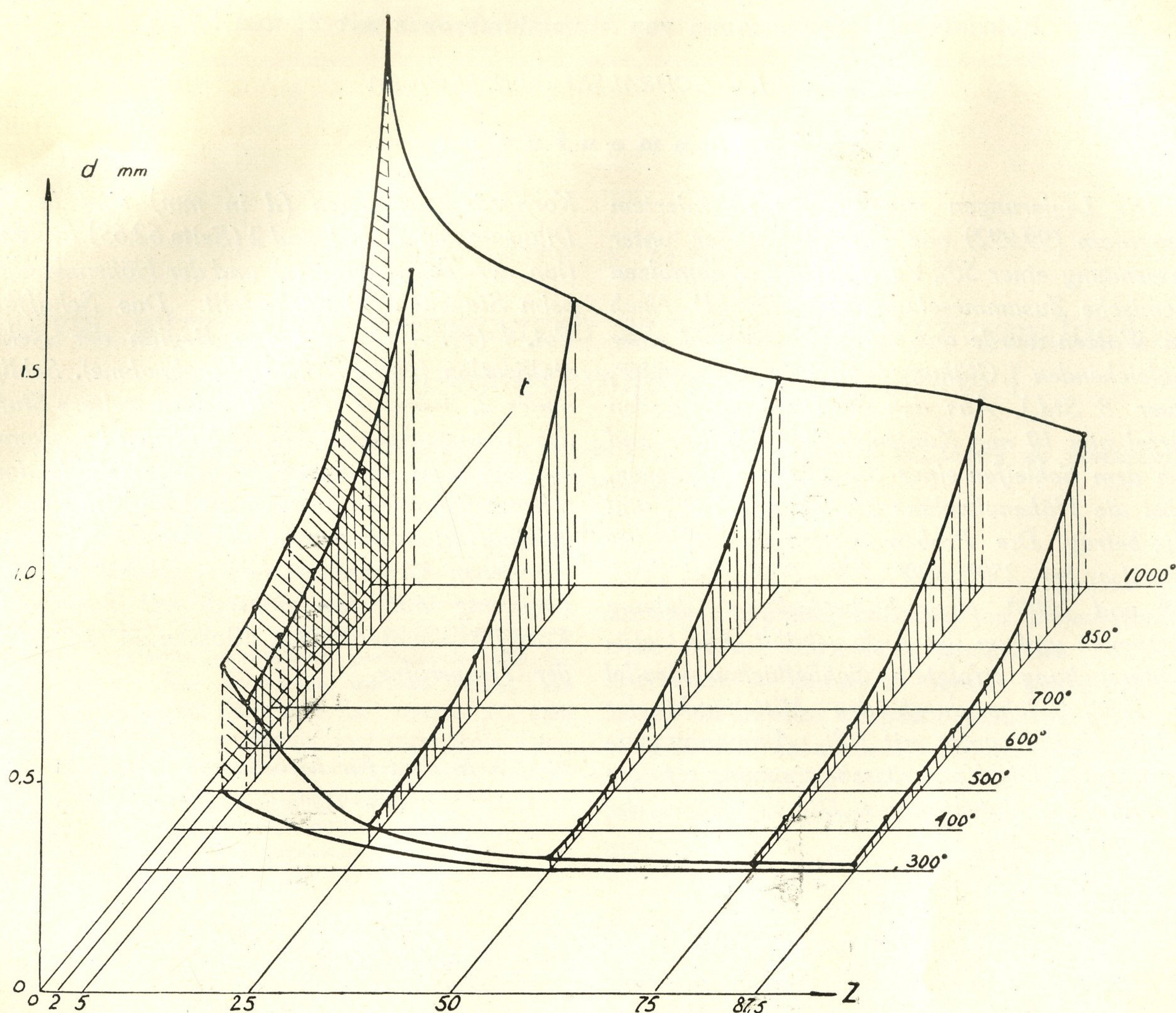
Z taśm wycięto próbki sześciennie o krawędzi równej 10 mm i prostopadłościenne o wymiarach $5 \times 5 \times 10$ mm, przeznaczone do większych zgniotów. Próbki były odkształcane przez ściskanie na 50 tonnowej maszynie o napędzie hydraulicznym do następujących stopni zgniotów:

2%, 5%, 25%, 75%, 90% (zmniejszenie wysokości), przy czym dla osiągnięcia tego samego stopnia odkształcenia brązu 5 należało stosować większe obciążenie jak dla brązu 2. Maksymalny zgniot jaki osiągnięto dla bogatszego w aluminium brązu na próbkach o przekroju 25 mm^2 , w danych warunkach zgniatania, był 87,5%. Zgniecione próbki wyżarzano w ciągu $\frac{1}{2}$ godziny w temperaturach 250° , 300° , 400° , 500° , 600° , 700° , 850° , 1000° , po czym studzono na powietrzu. Podczas wyżarzania brąz o mniejszej zawartości aluminium silnie się utleniał na powierzchni. Następnie przecinano próbki przez środek, równoległe do kierunku ściskania, szlifowano i wytrawiano 10% nadsiarczanem amonowym (celem rozpuszczenia warstwy odkształconej przez przecinanie i szlifowanie) następnie polerowano szlif i wytrawiano powtórnie w ciągu 3 do 5 minut w 10% nadsiarczanie anomowym. Średnicę ziaren mierzono pod mikroskopem.

Wyniki pomiarów wielkości kryształów w zależności od stopnia zgniotu i temperatury wyżarzania podane są dla brązu 2 (rys. 1) i brązu 5 (rys. 2) w postaci wykresów przestrzennych. Stwierdzono metalograficznie, że w temp. 250°



Rys. 1. Wykres rekrytalizacji brązu aluminiowego 2% Al. Z — zgniot w procentach, t — temperatura wyżarzania, d — średnie liniowe wymiary ziaren.



Rys. 2. Wykres rekrytalizacji brązu aluminowego 5% Al. Z — zgniot w procentach; t — temperatura wyżarzania; d — średnie liniowe wymiary ziaren.

brązy nie rekrytalizowały, w temp. zaś 300° próbki o zgnioie równym i większym od 50% rekrytalizowały. W temp. 400° rekrytalizowały wszystkie próbki z wyjątkiem tych, które posiadały zgniot 2% i 5%. Fot. 1 (Pl. XII) przedstawia próbkę brązu 2 o zgnioie 25% wyżarzoną w temp. 400°; widoczne są drobne kryształy zrekrystalizowane obok dużych kryształów. Fot. 2, 3, 4 (Pl. XII) daje porównanie zmian ziarnistości, jakie zachodziły w brązach w zależności od warunków rekrytalizacji.

Wnioski i streszczenie.

1. Wykres rekrytalizacji brązów aluminowych 2% i 5% Al odpowiada ogólnemu schematowi rekrytalizacji metali czystych.
2. Temperatury początku rekrytalizacji dla

obu brązów nie wykazują różnic i są wyższe od temperatury rekrytalizacji czystej miedzi.

3. Dodatek 2% i 5% Al do Cu przesuwają płaszczyznę wielkości ziarna do większych wartości⁹⁾.

4. Do 700° przebieg płaszczyzny wielkości ziarna dla obu brązów jest prawie jednakowy, po czym dla brązu 5% Al płaszczyzna wznosi się bardziej stromo, niż dla brązu 2% Al. Większy więc dodatek Al (5%) powoduje w wyższych temperaturach silniejszy wzrost ziaren.

⁹⁾ E. Rassow, L. Velde, Z. Metallkunde, 13, 557 (1921).

Warszawa, 1937,

Zakład Metalurgii i Metaloznawstwa
Politechniki Warszawskiej.

Rekristalisationsdiagramm von Aluminiumbronze mit 2% und 5% Al

von J. CZOCHRALSKI und N. LEWICKA

Zusammenfassung

Die Legierungen wurden aus raffiniertem Aluminium (99,992) und Elektrolytkupfer unter Verwendung einer 50% Vorlegierung erschmolzen (chemische Zusammensetzung siehe Tafel I). Nach dem Walzen wurde das Ausgangsmaterial einer ausgleichenden Glühung unterworfen (850°, Dauer 8 Std.). Aus den Walzstreifen wurden Würfel von 10 mm Kantenlänge geschnitten und nach dem Schleifen einer Stauchung unterzogen, wobei die Höhenabnahme 2%, 5%, 25%, 75% und 90% betrug. Die Proben wurden daraufhin serienweise bei 250°, 300°, 400°, 500°, 600°, 700°, 850° und 1000° einer halbstündigen Glühung unterzogen und an der Luft gekühlt. Die Gefügeuntersuchung erfolgte an Schlißflächen parallel zur Würfelfläche durch den Mittelpunkt der Proben. Geätzt wurde mit 10% Ammoniumpersulfatlösung. Die Korngrössebestimmung erfolgte mit Hilfe des Fadekreuzes. Die Ergebnisse der

Korngrössemessungen (d in mm) sind in den Diagrammen Abb. 1 und 2 (Seite 62,63) in Funktion der Temperatur (t) und der Höhenabnahme beim Stauchen (z) dargestellt. Das Schlißbild Fot. 1 (Pl. XII) zeigt den Beginn der Rekristallisation (400°, 25% Höhenabnahme). Schlißbilder 2, 3 und 4 (Pl. XII) zeigen weitere Stufen des Kornwachstums. Die erhaltenen Diagramme weichen nicht ab vom üblichen Rekristallisationschema der reinen Metalle. Im Vergleich zum Rekristallisationsdiagramm des Kupfers liegen die erhaltenen Korngrößen höher, besonders für die Legierung mit dem höheren Al-Gehalt. Die Korngrößenunterschiede wachsen an mit steigender Temperatur.

Warszawa, 1937,

Institut für Metallurgie und Metallkunde
der Technischen Hochschule.