

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCV.

1908

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XVII.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1908

Chimica — *Sulle variazioni della struttura dei bronzi monetari durante la lavorazione* (1). Nota di F. GIOLITTI e E. PANAIN, presentata dal Socio E. PATERNO.

Il processo di lavorazione dei bronzi monetari presenta uno dei casi più completi di una lega sottoposta sistematicamente a successive azioni meccaniche e termiche. A noi parve quindi interessante eseguire lo studio della variazione della struttura per effetto delle laminazioni a freddo, alternate con ricotture, e della compressione dovuta alla laminazione.

Nella Zecca di Roma la massa fusa viene colata in lingottiere di ghisa, riscaldate a circa 100°, ottenendosi delle verghe a sezione rettangolare della lunghezza di circa 40 cm. e dello spessore di 7-8 mm., la cui larghezza varia da cm. 3,5 a cm. 5,5, a seconda del diametro della moneta che si vuol fabbricare. Le verghe così ottenute vengono ricotte al rosso scuro o al rosso ciliegia in un forno a suola girevole, quindi raffreddate rapidamente per immersione in acqua corrente, e sottoposte ad una prima serie di laminazioni, facendole passare 8-10 volte attraverso i cilindri del laminatoio e portandole in tal modo ad uno spessore di mm. 2,5 a 3.

A questa serie di laminazioni si fa seguire una ricottura al rosso incipiente, e poi una successiva laminazione, passandole altre 5-6 volte attraverso i cilindri, e riducendole allo spessore di circa 1 mm.; quindi una nuova ricottura al rosso incipiente e una nuova laminazione, passandole altre due o tre volte attraverso i cilindri, fino a raggiungere lo spessore di 0,6-0,7 mm.

Dopo ogni ricottura, le lastre vengono raffreddate in acqua corrente.

Lo spessore di circa 0,7 mm. corrisponde alla moneta di due centesimi; per le monete di cinque e dieci centesimi, che corrispondono presso a poco allo spessore di mm. 1 e 1,5, il numero delle laminazioni e ricotture è quindi minore.

Dalle lastre ridotte allo spessore necessario, in dipendenza del peso della moneta, si staccano i dischi del diametro voluto; questi vengono « orlettati » mediante compressione nel verso del loro diametro, quindi ricotti e raffreddati lentamente e poi « bianchiti », tenendoli a bagno in acido solforico diluito (circa 2° Bè), per sciogliere lo strato superficiale di ossido, e poscia in acqua, in cui è sospeso del cremore di tartaro finemente polverizzato, contenuto in un tamburo cilindrico, disposto con l'asse orizzontale intorno al quale ruota lentamente.

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto Chimico della R. Università di Roma e nel Laboratorio Chimico della R. Zecca di Roma.

I tondelli bianchiti vengono asciugati con segatura di legno, e infine sottoposti alla coniazione.

I campioni che hanno formato oggetto del nostro studio appartengono ad una medesima fusione di bronzo, proveniente da residui di precedenti lavorazioni, e corrispondono al pezzo da due centesimi.

Le analisi, eseguite determinando il rame elettroliticamente e lo stagno come ossido, hanno dato i seguenti risultati:

	Stagno %	Rame %	Impurezze %
1)	3,85	95,76	0,39
2)	3,78	95,83	0,39
3)	3,83	95,80	0,37
Media	3,82	95,80	0,38 (¹).

I campioni, per l'esame metallografico, furono dapprima lavorati alla lima, poi levigati alle carte di smeriglio, allo smeriglio 100 minuti e all'ossido di cromo. La superficie levigata fu attaccata ripetute volte a caldo con acido nitrico al 0,24 %, facendo seguire ciascun attacco da una leggera levigazione con l'ossido di cromo.

Le fotografie furono fatte alla lampada Nernst, con posa da 5 a 6 secondi, mediante l'apparecchio del Martens costruito dalla ditta Zeiss.

Il fotogramma n. 1, tav. I (ingrandimento 50 diam.), corrisponde al lingotto raffreddato nella lingottiera di ghisa, e non sottoposto ad alcun trattamento; e al medesimo corrisponde il fotogramma n. 2, tav. I, eseguito con maggiore ingrandimento (200 diam.) — ingrandimento che abbiamo conservato per tutti i successivi.

Come appare da questi due fotogrammi il bronzo, raffreddato in quelle condizioni, è costituito da lobi di soluzione solida α di concentrazione eterogenea, tra i quali sono sparsi cristalli della soluzione solida β .

Il bronzo monetario è circa al 4 % di stagno, quindi dovrebbe essere costituito unicamente di cristalli misti α , conformemente al diagramma di equilibrio delle leghe di rame e stagno, e la sua struttura dovrebbe corrispondere a quella rappresentata dal fotogramma n. 2 del lavoro di Giolitti e Tavanti (Gazz. Chim. Ital., XXXVIII, vol. II, pag. 209). Essa invece si avvicina più a quella di una lega contenente oltre l'8 % di stagno, rappresentata dal fotogramma n. 3 dei predetti AA. Entrambi questi fotogrammi sono riprodotti nella nostra tav. I, ai nn. 3 e 4.

La presenza della soluzione solida β trova la sua spiegazione nella velocità con la quale si è raffreddata la lega. Tale velocità non è stata sufficientemente lenta da permettere che i primi cristalli α ricchi in rame aves-

(¹) Il piombo vi è contenuto per circa 0,2 %.

sero potuto reagire col liquido, a mano a mano meno ricco, che si trova in equilibrio coi cristalli separatasi successivamente a temperatura più bassa, per dare cristalli misti omogenei; nè tanto rapida da impedire che a 790° si compia la reazione fra gli orli ricchi in stagno dei cristalli misti, col liquido residuo, per formare i cristalli misti β .

Per una media velocità di raffreddamento — corrispondente a quella della lega fusa e raffreddata in lingottiera di ferro, riscaldate a 100° circa — i primi cristalli α , poveri in stagno, non hanno tempo di reagire col liquido, in equilibrio con quelli meno poveri che si separano successivamente per ulteriore abbassamento di temperatura, per modo che la fase liquida diventa sempre più ricca in stagno, fino a raggiungere una percentuale superiore al limite dei cristalli α saturi, e da essa si separano cristalli β .

Il fotogramma n. 5, tav. I, corrisponde alla precedente lega, ricotta durante mezz'ora a circa 800° e temprata da questa temperatura nell'acqua fredda. I lobi di cristalli α eterogenei si sono trasformati in cristalli omogenei a struttura lamellare, tra i quali si veggono sempre i cristalli misti β .

Il fotogramma n. 6, tav. I, corrisponde alla lega sottoposta alla prima serie di laminazioni a freddo, e mostra come, per effetto di questa azione meccanica, tanto i cristalli α quanto i cristalli β si sono deformati, allungandosi nel senso della laminazione.

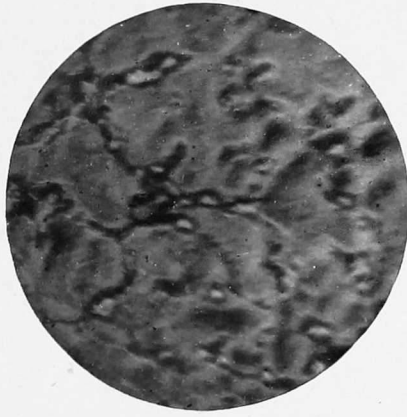
L'azione della ricottura e tempra, sul bronzo già sottoposto alla prima laminazione, fa apparire nella sezione della lega cristalli α a contorni rettilinei, come nel fotogramma n. 7, tav. II, tra i quali compaiono ancora i cristalli β ; la successiva laminazione li deforma allungandoli considerevolmente (fotogramma n. 8, tav. II), e la successiva ricottura e tempra ripristina la precedente struttura cristallina (fotogramma n. 9, tav. II), che viene di poco deformata nell'ultima laminazione, cosicchè nel fotogramma n. 10, tav. II, che corrisponde appunto alla lega a laminazione compiuta, si distinguono nettamente, sebbene un poco deformati i cristalli a contorni rettilinei, ai quali la successiva ricottura restituisce la forma regolare (fotogramma n. 11, tav. II) mentre infine la compressione, dovuta alla coniazione, li spezza, rendendo la struttura finemente cristallina (fotogramma n. 12, tav. II).

Vogliamo far notare che i cristalli β , formati nella solidificazione della lega, si conservano anche dopo tutti i trattamenti meccanici e le ricotture a cui è stato sottoposto il lingotto. Ciò che dimostra come gli effetti delle condizioni nelle quali è stata eseguita la colata si facciano sentire durante tutti i successivi trattamenti e come da tali condizioni dipenda in gran parte il buon andamento della lavorazione.

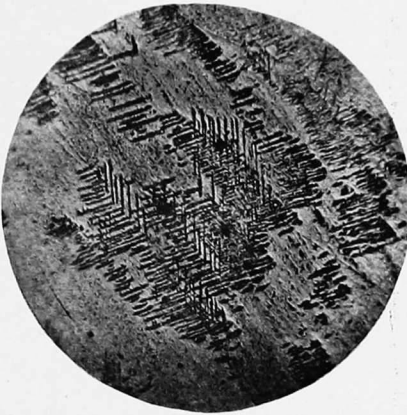
Ci proponiamo perciò di studiare con precisione le variazioni di struttura dei bronzi, dovute alle diverse velocità con le quali essi si sono solidificati; soprattutto perchè appunto a tali variazioni pare siano dovuti vari casi di fragilità, che abbiamo avuto occasione di osservare in bronzi di varia composizione.



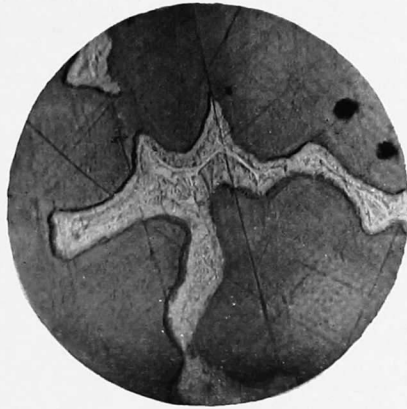
1



2



3



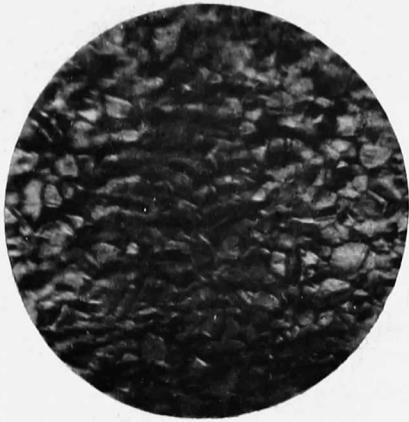
4



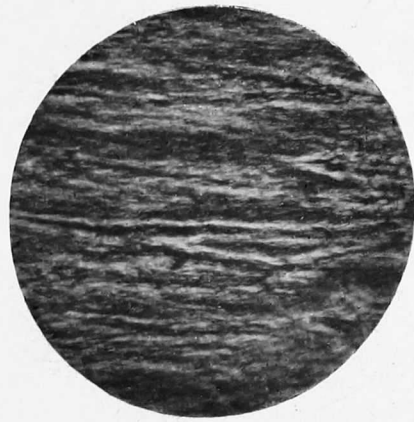
5



6



7



8



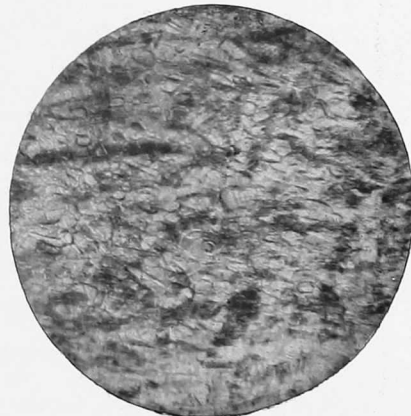
9



10



11



12