

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

credo parlino molto chiaramente in favore della dottrina centralista, dimostrando che il moncone periferico di un vago resecato non contiene fibre nervose e non è eccitabile, finchè la rigenerazione degli elementi nervosi, che è in atto nel moncone centrale, non ha raggiunto e oltrepassato la cicatrice.

Per il problema speciale poi, dal quale sono partito, aggiungo alle conclusioni di pag. 739 che: *l'intervallo di 45-60 giorni fra la vagotomia destra e la sinistra, non permette il ristabilirsi di vie nervose dal lato prima operato, che possano spiegare la sopravvivenza degli animali.*

Chimica — *Sulla fabbricazione della ghisa malleabile* (1). Nota di F. GIOLITTI, F. CARNEVALI e G. GHERARDI, presentata dal Socio E. PATERNÒ.

Proseguendo l'interpretazione dei risultati delle nostre esperienze intorno al processo di fabbricazione della ghisa malleabile, esponiamo senz'altro le ipotesi che a noi paiono meglio fondate, per spiegare i fenomeni che il prof. Wüst attribuisce alla « inversione » del processo dell'affinazione (2).

Prima di tutto ci pare che l'aumento temporaneo della proporzione dell'anidride carbonica nell'esperienza X del prof. Wüst, debba attribuirsi esclusivamente a cause accidentali: ad esempio, ad un temporaneo abbassamento di temperatura, ecc.

In secondo luogo crediamo di poter affermare che non esiste alcuna relazione fra questo fenomeno e la presenza della zona perlitica osservata dal Wüst. E ciò non solo perchè constatammo la presenza di questa zona in tutti i numerosissimi campioni di ghisa affinata (*raffreddati lentamente*) che ebbero occasione di esaminare, e pei quali sarebbe difficile ammettere sia *sempre* avvenuto il fenomeno di « inversione » supposto dal Wüst, ma anche (e sopra tutto) perchè tale zona si presenta *sempre* anche in una classe di prodotti pei quali non è possibile ammettere l'inversione fra il processo di cementazione e quello di affinazione ossidante: vogliamo dire degli acciaj dolci cementati con idrocarburi gassosi puri, in presenza di un abbondante deposito di carbonio solido finemente diviso.

voro del Bethe, vedi: A. Perroncito, *La rigenerazione dei nervi*. Memorie del R. Istituto Lomb. di Scienze e Lettere, 1908, vol. XX, fascicolo 10. Questa Memoria contiene la letteratura precedente dell'argomento. Vedi inoltre: A. Bethe, *Bemerkungen zur Arbeit von A. Perroncito*. Ziegler's Beiträge zur patholog. Anat. u. s. w. 1908, XLIII, pp. 233-237.

(1) Ricerche eseguite nell'officina Delta della Soc. Gio. Ansaldo Armstrong e C., e nell'Istituto Chimico della R. Università di Roma.

(2) F. Wüst, *Ueber die Theorie des Glühfrischens*, Metallurgie, V (1908), pp. 7-12.

Il fotogramma 7 (tav. II, ingrand. 6 diam.) <sup>(1)</sup> rappresenta la sezione, levigata ed attaccata con soluzione amilica di acido nitrico, di un cilindretto di acciaio dolce (0,05 % C), cementato durante tre ore con metano puro a 1100°: in condizioni, dunque, nelle quali non si può supporre che il processo di cementazione possa mai trasformarsi in un processo di ossidazione; come lo prova l'abbondante deposito di carbonio che ricopre i cilindretti

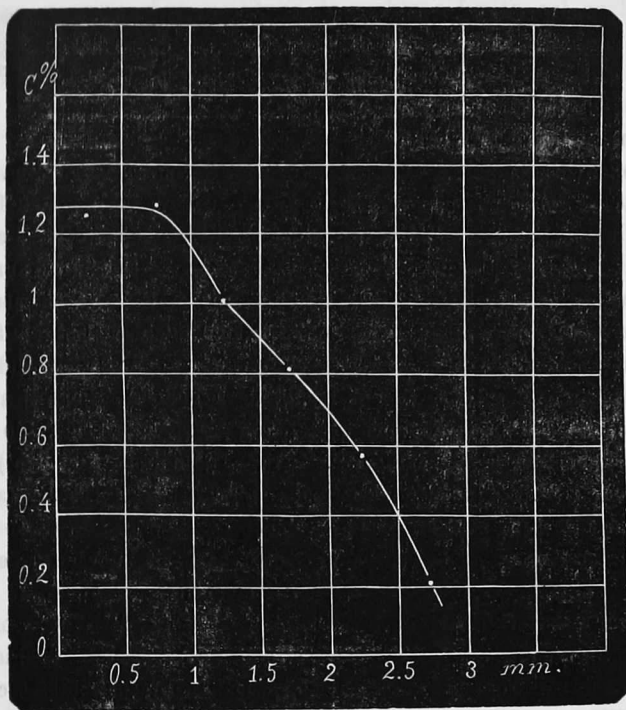


FIG. 2.

d'acciaio alla fine dell'esperienza. Nel fotogramma si vede (se bene non così fortemente marcato come nella fotografia del prof. Wüst, eseguita con mezzi assai migliori dei nostri) l'anello scuro, compreso fra le due zone — esterna ed interna — più chiare. Il fotogramma 9 (tav. II) rappresenta con un maggiore ingrandimento (75 diam.) un tratto del lembo esterno della sezione dello stesso cilindretto. In essa si vede bene la zona esterna, contenente aghi di cementite lucidi che la fanno apparire più chiara sotto deboli ingrandimenti; la zona intermedia di perlite pura, del tutto opaca; ed il principio della zona interna, chiara per i suoi lembi lucidi di ferrite. L'analisi, ese-

<sup>(1)</sup> La figura 1 e i fotogrammi citati in questa Nota sono stati pubblicati nel precedente fascicolo di questi Rendiconti.

guita sul materiale degli strati successivi dello spessore di mezzo millimetro asportati al tornio dal cilindretto, diede i seguenti risultati:

Profondità in mm.	Carbonio %
0,25	1,28
0,75	1,30
1,25	1,02
1,75	0,82
2,25	0,58
2,75	0,21

rappresentati graficamente nel diagramma qui unito (figura 2).

Questa curva ha un andamento analogo alla curva A della fig. 1, qualora si tenga conto del fatto che, trattandosi nei due casi dei due fenomeni *inversi*, dell'affinazione e della cementazione, le due curve devono essere — per così dire — « invertite » l'una rispetto all'altra. Del resto l'analogia di « distribuzione » del carbonio nelle zone esterne delle ghise affinate e degli acciai cementati appare chiara anche dall'esame microscopico: è infatti evidente l'analogia fra la microfotografia che rappresenta la sezione dell'acciaio cementato nel fotogr. 9 (tav. II), e quella dell'orlo della sezione di una ghisa bianca (della composizione indicata più indietro) affinata con ossido di ferro per 48 ore, rappresentata nel fotogr. 8 (tav. II, ingrand. 20 diam.). Anche qui compaiono le due zone chiare (ipo- e ipereutectica) separate dalla zona scura di perlite pura: ed anche qui, come per le curve, i rapporti sono invertiti: nella ghisa affinata la zona ipoeutectica è quella esterna, e quella ipereutectica (caratterizzata dagli aghi di cementite) è l'interna.

Stabilito così che la zona perlitica non è dovuta all' « inversione » del processo di affinazione, e prima di esporre le nostre ipotesi, dobbiamo far notare che tale zona non è più ricca in carbonio della zona interna contigua, come il Wüst pare supporre. Ciò è provato in modo ben chiaro dai risultati delle analisi, rappresentati graficamente dalle due curve A e B (fig. 1) e dalla curva della fig. 2 (1). Da queste curve risulta evidente un semplice rallentamento della variazione della concentrazione del carbonio in corrispondenza della zona di perlite (ciò che è ben naturale quando si pensi che la

(1) L'affermazione del Wüst si fonda sulla supposizione che il sistema costituito da perlite e carbonio di ricottura debba necessariamente contenere sempre una quantità di carbonio totale superiore a quella contenuta nel sistema ferrite-carbonio di ricottura. Ora è evidente invece che si può soltanto affermare che il primo sistema contiene il 0,9 % di carbonio totale più di quanto non ne contenga uno formato da ferrite e da una uguale quantità di carbonio di ricottura; ed è superfluo ricordare come dall'esame microscopico (che permette di determinare con una certa approssimazione il carbonio totale nei sistemi ferrite-perlite) non possa trarsi alcuna indicazione, nemmeno grossolana, sulla proporzione del carbonio di ricottura contenuto in un acciaio od in una ghisa.

zona costituita di perlite pura deve avere composizione costante): rallentamento seguito e preceduto da due tratti di curva più rapidamente ascendenti, raccordati alla loro volta con tratti meno inclinati. Queste variazioni trovano il loro riscontro nella microstruttura delle zone affinate. Così, esaminando l'orlo estremo della sezione di una ghisa affinata per 48 ore (v. fotogramma 8, tav. II, ingrand. 20 diam.), vi troviamo procedendo dall'esterno all'interno, un primo strato costituito da perlite e ferrite, nel quale la proporzione della ferrite diminuisce da prima gradualmente (primo tratto lentamente ascendente della curva B (fig. 1), per cessare poi quasi bruscamente cedendo il posto alla perlite pura (tratto rapidamente ascendente) <sup>(1)</sup>). La seconda zona, formata da perlite quasi pura, e quindi necessariamente a composizione costante, corrisponde al tratto quasi orizzontale della curva (tratto che nei diagrammi non risulta netto come dalla linea punteggiata, a causa dell'impossibilità di analizzare strati abbastanza sottili e numerosi). Infine nella terza zona appare bruscamente una quantità notevole di cementite (tratto rapidamente ascendente della curva) che va poi lentamente aumentando (ultimo tratto della curva). Le stesse osservazioni — invertite — possono ripetersi per gli acciai cementati con idrocarburi (v. fotogramma 9, tav. II).

Ciò posto, non è difficile trovare una spiegazione semplice di questi fenomeni: basta, per ciò, riferirsi alle leggi ben note che regolano la separazione primaria della ferrite e della cementite dalle leghe ferro-carbonio, in funzione della temperatura e della concentrazione del carbonio. Consideriamo, per esempio, il caso della ghisa affinata durante 48 ore, al quale si riferisce il fotogramma 8 (tav. II).

Quando il pezzo di ghisa si trova ad una temperatura elevata — superiore ai 900° — la concentrazione del carbonio varia uniformemente a mano a mano che dalla superficie esterna si procede verso l'interno. Lasciando raffreddare la massa lentamente, i cristalli di ferrite e di cementite cominciano a separarsi dove la concentrazione del carbonio è rispettivamente minima e massima: cioè la ferrite comincia a separarsi alla superficie del pezzo, e la cementite nel suo interno. Col procedere del raffreddamento, i cristalli di ferrite si vanno formando a poco a poco anche nelle zone a mano a mano più carburate, e quelli di cementite anche nelle zone meno carburate di quelle nelle quali hanno cominciato a formarsi. Ma i cristalli dei due costituenti si formano, naturalmente, in maggior quantità nei punti dove esistono già dei cristalli dei costituenti stessi, agenti come « germi » di cristallizzazione: e ciò entro i limiti posti dalla relativa lentezza colla quale hanno luogo gli uguagliamenti di concentrazione nelle soluzioni solide.

<sup>(1)</sup> Questo fatto risulta più evidente nel fotogramma 2 (tav. I), che rappresenta un punto della zona affinata della stessa ghisa, ma con un ingrandimento maggiore (60 diam.).

Talchè si avrà un accumularsi della ferrite (mista a perlite) nella zona esteriore del pezzo metallico: ed un fenomeno simile si verificherà per la cementite nelle zone più profonde. In tal modo quella sottile zona intermedia, che sola in principio aveva la composizione della perlite (0,9 % C), andrà allargandosi, perchè all'esterno vi si aggiungeranno le zone che prima avevano composizione ipoeutectica, arricchite in carbonio per la separazione della ferrite depostasi attorno ai cristalli di essa già formati alla superficie esteriore della massa, e all'interno vi si aggiungeranno le zone contigue ipereutectiche, impoverite di carbonio per la separazione di cementite intorno ai « germi » di essa preformati nelle zone più profonde.

Raggiunta la temperatura eutectica — 690° — la zona di perlite, così allargatasi, si solidificherà isotericamente; e le due zone contigue ad essa conterranno nelle parti con essa confinanti delle quantità rispettivamente di ferrite e di cementite, maggiori di quelle che risulterebbero da una uniforme variazione della concentrazione del carbonio.

È questa appunto la struttura corrispondente ai vari diagrammi precedenti e alle varie micrografie riprodotte prima.

Su queste ipotesi torneremo fra breve, in altra occasione: poichè esse hanno spiegato chiaramente il fenomeno della sfaldatura profonda dei pezzi d'acciaio cementato (fenomeno che si manifesta soprattutto negli ingranaggi cementati un po' profondamente), ed hanno indicata la via per evitarlo. Per ora ci basta aver mostrato come si possa spiegare con un semplice fenomeno di liquazione la formazione della zona perlitica, tanto per il caso delle ghise affinate, quanto per quello degli acciai cementati, senza ricorrere all'ipotesi dell'inversione del processo di affinazione o di cementazione: ipotesi che nel primo caso è assai improbabile; nel secondo, inammissibile.

Aggiungiamo alcune osservazioni che confermano le vedute del prof. Wüst su di un altro punto. Il prof. Wüst ha dimostrato chiaramente che l'affinazione della ghisa si compie per azione dei gas ossidanti, scaldando nello stesso spazio chiuso la ghisa e l'ossido di ferro non in contatto l'una con l'altro. Ora, alcune nostre osservazioni mostrano che, anche quando la ghisa è scaldata *in contatto* coll'ossido di ferro, l'azione dei gas che si diffondono nella ghisa ha ancora una forte preponderanza sul fenomeno della diffusione del carbonio dall'interno all'esterno della massa metallica, per effetto della differenza di concentrazione creata dall'affinazione superficiale di contatto. Il fotogramma 6 (tav. I) rappresenta (all'incirca ai  $\frac{2}{3}$  della grandezza naturale) la sezione trasversale, levigata ed attaccata, di un pane della solita ghisa bianca, affinato durante 192 ore in contatto con ossido di ferro in granuli. Sulla sezione risulta evidente la zona perlitica scura: e vi è anche evidente il passaggio brusco tra questa zona e quella interna, nella quale appare la cementite (in questo caso divenuta granulata per lungo riscaldamento).



Il fotogramma 5 (tav. I) rappresenta con un po' più forte ingrandimento (250 diam.) un punto della linea di separazione fra le due zone. Il pane di ghisa presentava due sottili screpolature longitudinali, delle quali si vedono sulla sezione le tracce, ingrossate dalla sfaldatura degli orli prodottasi durante la levigazione della sezione stessa: tali screpolature erano tanto sottili che non apparivano all'esterno del pane di ghisa. Ora, dalla fotografia appare evidente (e l'analisi micrografica lo ha — come or ora vedremo — confermato) che l'affinazione ha avuto luogo anche sulle superficie delle screpolature, dove i granuli di ossido ferrico non potevano giungere, con intensità pari a quella con cui si è manifestata sulla superficie esterna del pezzo: ciò che prova come anche in questo caso l'azione affinatrice dei gas abbia una forte preponderanza su quella dell'ossido solido.

Inoltre il Wüst aveva già osservato che alla superficie dei pezzi di ghisa affinata si forma sempre uno strato sottile di ferrite pura, che egli considera come ferro proveniente dalla riduzione, per opera del carbonio della ghisa dell'ossido ferrico adoperato come agente affinatore: ferro che, a causa dell'elevata temperatura, sarebbe rimasto « saldato » sulla superficie della ghisa.

Ora, le nostre esperienze non confermano tale ipotesi.

Infatti, lo strato di ferrite aumenta gradualmente col prolungarsi del processo dell'affinazione, raggiungendo in molti punti — per la ghisa affinata durante 192 ore, rappresentata dal fotogramma 6 (tav. I) — lo spessore di 3-4 mm. (come appare nella parte superiore e sui due lati del suddetto fotogramma). Ora in questo caso, poichè l'orlo esterno della zona di ferrite coincide ancora coll'orlo della sezione primitiva del pane di ghisa, mentre l'orlo interno corrisponde in modo evidente ad un'area assai minore, è necessario concludere che lo strato di ferrite non è costituito da materiale estraneo « saldatosi » sulla superficie esterna della ghisa affinata, ma risulta dalla completa decarburazione dello strato esteriore della ghisa stessa. A conferma di ciò, riproduciamo nel fotogramma 3 (tav. I, ingrand. 50 diam.) la fotografia di un punto dell'angolo a sinistra (in alto) della sezione del fotogramma 6: nella fotografia — presa in un punto della linea che separa nettamente la zona di ferrite pura da quella di ferrite e perlite — appare chiaramente che i grandi granuli di ferrite delle zona esterna non sono che la continuazione di quelli intercalati alla perlite della zona sottostante; nè possono, quindi, provenire da materiale estraneo saldatovi. E, infine, una prova decisiva di quanto, affermiamo risulta dal fatto che lo strato di ferrite pura si forma anche (ed in ugual misura) nelle zone adiacenti alle facce delle sottili screpolature, dove l'ossido di ferro (che dovrebbe fornire la ferrite pura) non può giungere. Ciò appare già dal fotogramma 4 (tav. I), che riproduce una fotografia presa, con un ingrandimento di 100 diam., presso l'estremità interna della screpolatura che appare a sinistra del fotogr. 6.

Quanto al fenomeno della riduzione completa dell'ossido di ferro che è a contatto colla superficie della ghisa, con formazione di ferro puro che resta in parte aderente alla massa metallica, anch'esso si verifica frequentemente: ma il ferro che così si forma, costituisce una massa spugnosa (quale è quella che aderisce all'orlo sinistro della piastrina di ghisa del fotogr. 6), ed è nettamente separato e distinto dalla zona esterna di ferrite pura compatta che si forma *sempre* su *tutta* la superficie dei pezzi di ghisa affinata.

Questo strato esterno, completamente decarburato, fornisce una ulteriore prova dell'azione preponderante dei gas ossidanti che si diffondono nel metallo, su quella dovuta alla tendenza ad uguagliarsi della concentrazione del carbonio disciolto. Basta infatti pensare che — mentre i gas ossidanti che si diffondono nella ghisa bruciano prima del carbonio contenuto negli strati esterni, decarburandoli — il fenomeno dell'uguagliamento della concentrazione del carbonio disciolto tenderebbe invece a portare il carbonio dagli strati interni, che ne sono più ricchi, agli esterni, che ne sono rimasti privi. È dunque evidente la preponderanza — o, più esattamente, la *maggiore velocità* — del primo processo.

**Matematica.** — *Alcune nuove espressioni assolute delle curvature in un punto di una superficie.* Nota di C. BURALI-FORTI, presentata dal Corrispondente LEVI-CIVITA.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

**Patologia vegetale.** — *Rapporto fra micotrofia e attività funzionale nell'Olivo* <sup>(1)</sup>. Nota di L. PETRI, presentata dal Socio G. CUBONI.

Le ricerche sopra la diffusione delle micorize nei vegetali superiori sono state rivolte di preferenza alle essenze forestali o a piante viventi spontaneamente, trascurando, forse un po' troppo, le piante agrarie coltivate, come se la facoltà di formare micorize rappresentasse un carattere primordiale, proprio delle piante selvatiche o inselvatichite, tendente a scomparire per la coltura continuata. Così fra le *Oleaceae* sono citate come piante micotrofiche facoltative il *Fraxinus excelsior*, il *F. Ornus*, la *Syringa vulgaris* e il *Ligustrum vulgare* <sup>(2)</sup>; ma, per quanto io sappia, intorno alla micotrofia dell'*Olea europaea*, sia selvatico che coltivato, nessuna ricerca è stata

<sup>(1)</sup> Ricerche eseguite nell'Osservatorio per lo studio della biologia e patologia dell'Olivo in Lecce.

<sup>(2)</sup> Cfr. Stahl E., *Der Sinn der Mykorrhizenbildung*, Jahrb. f. Wiss. Bot., Bd. XXXIV.