

# CIÈNCIA

ANY VII

VOL. VII

NÚM. 50

REVISTA CATALANA

DE

CIÈNCIA I TECNOLOGIA

20 DE

NOBRE.

DE 1932

BUTLLETI DE LA SOCIETAT CATALANA DE CIÈNCIES FISIQUES, QUÍMIQUES I MATEMÀTIQUES

ADHEP'DA A LA "FEDERACIO INTERNACIONAL DE LA PREMSA TECNICA"

ORGAN OFICIAL DE L'ASSOCIACIO DE DIRECTORS D'INDUSTRIES ELECTRIQUES I MECANIQVES DE L'I. E. M. A."

## FUNDICIO INJECTADA A PRESSIO

ESSENT la fundició injectada a pressió una de les branques més modernes de la metallúrgia, així com una de les més interessants per la precisió i perfecció en els seus detalls i, a la vegada, molt desconeguda per una majoria del nostre element tècnic i industrial, creiem d'utilitat donar-ne una idea general.

Podem dir que a Espanya la fundició injectada a pressió és, encara, molt poc emprada i coneguda, el que explica que tan sols tinguem unes tres cases que utilitzin aquest procediment i, encara, d'una manera tan rudimentària que fa que llur producció sigui molt esquifida, dins l'estat florent de les indústries modernes.

D'ací que, tot i tenint molts anys d'existència, es pot dir que encara estem en els seus començaments, pel molt poc que s'ha introduït en les indústries metallúrgiques, amb les quals va lligada tant en l'ordre tècnic com econòmic.

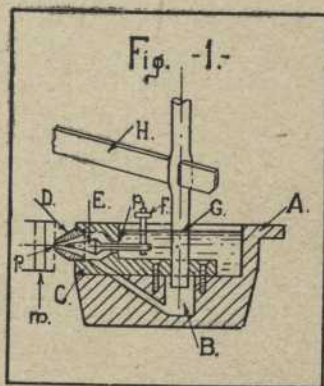
*Què s'entèn per fundició injectada a pressió?*—S'entèn per fundició injectada a pressió, l'obtinguda pel procediment d'injectar el metall fos i a pressió dins els motlles metàl·lics.

A fi de donar una idea de com ha evolucionat fins avui dia aquest procediment de fondre, el recordarem des dels seus inicis.

El principi de la fundició a pressió (aplicada amb aliatge de baix punt de fusió) data ja de molts anys, en què varen tenir lloc els seus primers assaigs.

L'any 1849, STURGIS, després d'una sèrie d'experiments més o menys diferents (però fets amb un mateix fi), va patentar una màquina, encara que un xic barroera, però sí responent als principis indicats.

Per a donar una idea del seu procediment, a continuació representem esquemàticament (fig. 1) una de les parts principals de l'esmentada màquina,



la qual comprèn el dispositiu per a la injecció del metall en el motlle.

A) És el cos de caldera principal on es fon el metall i porta en la seva part inferior el cos de bomba, B, i muntada a la seva esquerra una peça suport C, que porta el broc D pel pas del qual surt el metall a pressió. L'entrada del metall al cos de bomba B té lloc pel pas *p*. Per a obrir i tancar els passos del metall hi ha la vàlvula E, que és moguda per un joc de palanques F. El pistó G de la bomba és mogut per la palanca H. Com es veu, el montlle *m* s'ajusta a l'extrem del broc.

Amb aquesta màquina es va anar treballant uns 30 anys fins que DUSENBURI patentà una altra màquina més perfecta i pràctica, producte de molts experiments però partint d'uns mateixos principis.

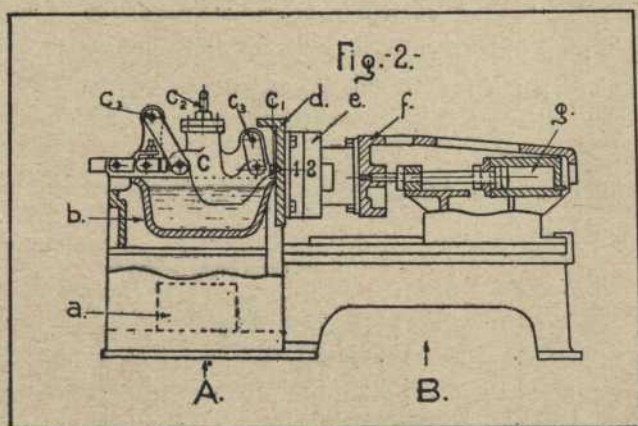
Un avanç molt important fou experimentat l'any 1885, en ésser inventada la màquina linotípia per Otto WERGENSTHALER, que donà lloc a què la fusió a pressió s'apliqués a la fabricació d'una sèrie de nous articles.

Continuant el seu progrés, l'any 1893 WEISS patentà una màquina molt més perfecta, la qual va ésser usada en més o menys escala fins l'any 1914. No obstant, ja abans d'aquesta data, o sigui en l'any 1904, és quan

va experimentar un major increment la fundició a pressió, per haver estat introduïda en la indústria de l'automòbil.

Amb tot i haver-se usat la màquina de WEISS fins a l'any 1914, cal remarcar que no fou la millor durant aquest temps, car ja a l'any 1907 hagué de fer lloc a una màquina més moderna inventada per VAN WAGNER, de tipus neumàtic.

Un model d'aquesta classe de màquines el representem en la Fig. 2, en



secció longitudinal i per a descriure-la la dividirem en dues parts, *A* i *B*.

Com es veu, tots els mecanismes van muntats damunt d'una bancada general *AB*. En la part anterior, *A*, hi van muntats: *a*, el fogar; *b*, la caldera per a fondre el metall; *c*, el colze basculant (aquest moviment té per objecte que en retrocedir el colze quedi a dintre el metall fos per a omplir-se i en avançar s'adapti el seu broc a un punt determinat de la placa *d*) suspès per les palanques *c3*. Aquest colze, que és mogut per una palanca a voluntat, porta en la seva part més alta el tub *c*, per on entra i surt el metall fos a pressió; *d*, és un plat-suport fix a la bancada, on es fixa la placa 1 del motlle *e*.

En la part posterior *B* de la màquina, hi ha els mecanismes per a tancar i obrir el motlle *e*, format de les plaques 1 i 2; *f*, el plat mòbil de la màquina; *e*, el motlle, el plat 2 del qual va fix al plat mòbil *f*; *g*, cilindre que per mitjà de l'aire a pressió acciona el plat mòbil *f*.

Seguint l'evolució de les màquines de fondre a pressió, hem de remarcar que avui dia n'hi ha una gran diversitat de tipus, entre els quals varia la forma i disposició de llurs parts, així com el funcionament. Hi ha models verticals i horitzontals de funcionament automàtic, semi-automàtic i

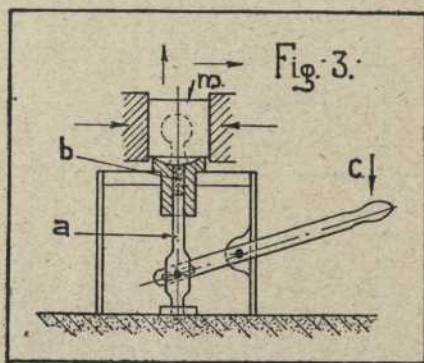
moguts a voluntat. Per al seu accionament s'usa la força motriu, l'aire comprimit i l'aigua a pressió.

Amb l'ús de les màquines de funcionament automàtic, s'ha assolit de reduir el factor home en una proporció de 3 a 1 i a la vegada s'ha duplicat i triplicat la producció, cosa indispensable per a seguir el progrés de les indústries modernes.

Aquesta classe de fundició fou introduïda a Espanya l'any 1921 per J. SEGARRA (català); aquest mateix senyor, poc després, va patentar una màquina per a fondre amb el mateix procediment aliatges a base de coure, i donà un pas molt important en aquest ram de la indústria.

Les màquines per a fondre aliatges a base de coure són més resistents i de construcció diferent a les descrites per a aligacions blanques i es fonamenten en els mateixos principis.

El principi d'aquestes màquines pot indicar-se esquemàticament tal com es representa en la fig. 3.



Aquesta figura indica la part principal formada pel cos de bomba per a injectar el metall a pressió dins del motlle; *b*, és el cilindre o vas on es posa el metall fos, en la part superior del qual s'ajusta el motlle *m*; *a*, el pistó que injecta el metall al motlle, el qual pistó és mogut per la palanca *c*.

Per a operar en aquestes màquines es fa de la següent manera: primer, es posa el pistó *a* en la part baixa del cilindre; segon, es posa el metall fos en el cilindre *b*; tercer, s'ajusta el motlle amb el cilindre, i quart, per mitjà de la palanca *c* s'injecta el metall en el motlle. Aquest sol tenir dos moviments, un d'elevació i un altre de translació.

En aquestes màquines, degut a què el metall usat fon a més alta temperatura, fins a la data no ha estat possible de fer la bomba submergida com en les de metall blanc, de manera que el metall es fon en un gresol a part.

Com en les màquines per a fondre aligacions de metall blanc, d'aquestes també n'hi ha dels diferents tipus, és a dir, de tipus horitzontal i de tipus vertical, de funcionament semi-automàtic i mogudes a voluntat.

Com sigui que fa poc temps que es treballa amb aquests aliatges i són moltes les dificultats que s'han hagut de vèncer, resulta que els tipus més moderns de màquines d'aquesta classe són, encara, molt deficients. Amb tot, malgrat de no haver-se aconseguit un major grau de perfecció, cal remarcar que avui dia s'obtenen amb el seu ús molt bons resultats pràctics i econòmics.

*Els metalls emprats.*—Els metalls emprats en la fundició injectada a pressió, són aligacions no fèrrees, és a dir, a base de plom, estany, zinc, alumini i coure.

A fi de poder emprar en aquest procediment de fondre les aligacions fèrries, ja fa algun temps que s'estan fent experiments, que si bé no permeten dir quan podran ésser posats en explotació, deixen creure que aquest moment no es farà esperar.

Dels aliatges a base de coure es pot dir que, fins avui, només s'han explotat a Europa. A Amèrica no s'hi ha fet quasi res, per considerar que amb el dit procediment no es tenia cap gran avantatge; no obstant, a Europa, s'ha demostrat que la seva explotació, enprada degudament, és remuneradora.

Dels aliatges blancs se'n fan molts i molt diversos; entre ells varia la composició química i, per tant, llurs propietats físiques i mecàniques.

La temperatura de fusió varia entre 100° i 700° C. per a les aligacions blanques i entre 800° i 1100° C. per a les aligacions grogues.

El camp de llur aplicació és molt important, puix amb aquest procediment es fan peces destinades a tota classe de màquines, aparells i objectes que produeixen les indústries modernes. Entre altres, les indústries de l'automòbil, aparells d'electricitat, gas, aigua, sanitaris, etc., i articles de cuina, decoració, joguines, etc.

Es demostra que llur aplicació és molt extensa, pel fet que Europa i Amèrica juntes produeixen anualment més de 2 milions de tones en peces de diferents metalls.

Pel que fa referència a Espanya, la seva producció és molt limitada, ja que tan sols arribem al voltant d'unes 150 tones anyals. S'explica que tinguem un percentatge tan petit, primer, perquè la majoria de les altres indústries no progressen com seria d'esperar; segon, per la rutina industrial que encara patim i, tot això, augmentat per la poca empenya que, tant

en l'ordre tècnic com comercial, donen a la seva explotació les cases que treballen amb aquest procediment; d'ací que, malgrat les instal·lacions existents, encara hem d'importar molt més del que produïm.

*Comparació de la fundició a pressió amb la fundició ordinària.*—Per a comparar els dos procediments de fundició suposarem el cas en què s'hagin de fondre un nombre donat de peces d'un mateix tipus i que es pugui fer amb els dos procediments.

Per a fondre-les per mitjà del procediment ordinari, començarem per fer, primer, el dibuix de la peça; després el model, modelar-les, assecar els motlles, fondre-les, desbarbar-les, desarenar-les i, a més, si tenen parts que s'hagin d'ajustar, caldran altres operacions que s'hauran de repetir tantes vegades com peces hagin de fer-se.

Per tal de fer les mateixes peces amb el procediment de fundició a pressió, començarem fent el dibuix de la peça en el motlle; després, el motllo metàl·lic que sol fer-se, generalment, en dues meitats, anomenades plaques; no hi ha necessitat de fer cap model. Un cop fet el motlle (treball quelcom delicat), es munta a la màquina i es fonen totes les peces d'una vegada; després, es desbarben (operació molt més senzilla que en les foses amb terra) i ja es tenen les peces preparades per a muntar-les, ja que en la majoria dels casos no cal fer-hi res més.

Com es veu, l'obtenció de les peces per aquest procediment de fundició a pressió és molt més simple.

*Avantatges i inconvenients.*—Com els altres procediments de fundició, aquest també té els seus avantatges i inconvenients. Amb el procediment de fundició a pressió poden indicar-se com avantatges els següents: L'acabat de les peces és molt perfecte, quasi com un treball mecànic, puix, si es vol, es deixen acabades del tot. S'hi poden fer forats cilíndrics, cònics, quadrats, rectangulars, etc., així com gravats amb relleu i baix relleu i tota mena de dibuixos. També permet fer gruixos de paret molt primos (fins a 0'5 mm). Les mides poden fer-se molt precises, amb errors, en més o en menys, de 0,01 mm; tractant-se de peces que hagin de tenir parts de metalls diferents, com bronze, llautó, ferro, acer, etc., es poden posar aquestes parts com insercions, avantatges que no es troben en cap altre procediment.

Com a inconvenients també cal indicar-ne alguns de més o menys importants. Aquest procediment no és avantatjós quan les peces que s'han de fer són poques i de poca mà d'obra. Tampoc no permet de fer totes les peces que es presenten en la pràctica. Les aligacions que s'usen és convenient que si-

guin ben estudiades i fetes de metalls purs. També és convenient que l'element tècnic sigui especialitzat i amb experiència, essent aquest un dels factors més decisius per a la bona marxa de la indústria.

Pel que acabem de dir i el que sabem de les altres classes de fundició, podem assegurar que aquest procediment de fundició a pressió és molt més avantatjós que tots els altres.

*Tècnica general de la fundició injectada a pressió.*—Segons hem vist en la fig. 2, en parlar de l'evolució de les màquines emprades en aquesta fundició, el metall entra al motlle per la part mitja de la placa, però això no vol dir que tots els tipus de màquines siguin iguals, puix també n'hi han en què el metall entra per la part baixa de les plaques del motlle. Els resultats pràctics comparats dels dos tipus s'han discutit molt, però no s'ha arribat a un acord definitiu sobre la seva superioritat; no obstant, són molts els casos en què és la forma de la peça el que fa que sigui usat l'un o l'altre sistema d'injecció.

sigui l'un o l'altre el sistema d'injecció emprat, cal procurar que el metall entri al motlle amb cert moviment de remolí. La velocitat del corrent líquid (metall fos) ha de variar amb el punt de fusió del metall i d'acord amb la forma i dimensions de la peça que es fongui. El valor d'aquesta velocitat varia de 18 a 20 m/s per a les aligacions de baix punt de fusió, o sigui les que són a base de plom, estany, zinc, etc.; de 38 a 40 m/s per a les aligacions a base d'alumini, i de 45 a 60 m/s per a les a base de coure.

La pressió a què cal introduir el metall en els motlles varia entre límits molt diferents, ja que depèn de les característiques de la peça a fondre i del metall emprat. Els valors que es poden donar com a més aproximats són de 15 a 30 Kg cmq per a les aligacions blanques i de 30 a 60 Kg cmq per a les aligacions grogues.

A més, mentre s'omple de metall al motlle, cal procurar que la pressió sigui uniforme, puix s'ha comprovat que en augmentar bruscament la pressió, el metall que està en estat líquid es polvoritza i produeix bufats.

En estudiar un motlle per a fondre a pressió, cal tenir en compte una sèrie de factors, els principals dels quals són la disposició de la peça, colada, aigua, etc., tots ells de molta importància per al bon funcionament del motlle, qualitat i acabat de les peces obtingudes.

Cal remarcar que també s'han fet màquines per a aligacions a base de coure que treballen amb el metall en estat pastós i a pressions d'uns 200 Kg cmq. Amb aquestes condicions de treball, les peces obtingudes han estat d'un millor acabat, però de resultats econòmics poc favorables, ja que es redueix molt la durada de treball dels motlles emprats.

En oposició a aquest sistema d'anar augmentant les pressions per assolir una millor estructura i acabat, s'estan fent experiments per obtenir el mateix amb menys pressió. Per a això, es fa el buit en el motllo al mateix temps que hi entra el metall. Dels resultats pràctics obtinguts no se n'ha parlat encara; però és de creure que en molts casos seran satisfactoris. Fins ara, amb l'aplicació del buit, en aliatges blancs, s'ha arribat a reduir les pressions d'un 40 a 50 %.

No obstant els avantatges que reporta l'aplicació del buit sobre del sistema de pressió en aligacions blanques, aquest sistema no s'ha generalitzat molt, perquè si bé simplifica alguns mecanismes, en complica els altres i, de vegades, sense compensació; però, amb aligacions grogues, en què les pressions emprades són el doble, és d'esperar un millor resultat i acceptació.

Com a complement de tot el que hem dit, donarem algunes dades i exemples referents a la part econòmica d'aquesta indústria, per ésser aquest un dels factors més decisius.

Als molts avantatges assenyalats en favor d'aquest procediment, podem, encara, afegir el que es refereix a la part econòmica. És aquesta una de les indústries que avui dia prometen més. Això pot explicar-se, només, per l'alt grau de producció que s'obté amb les màquines modernes, el valor de la qual varia en funció de la forma i dimensió de les peces. El nombre d'operacions

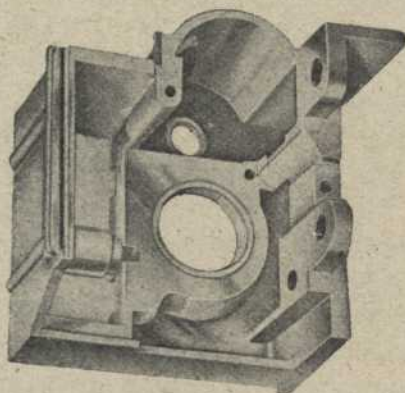


Fig. 4

aproximades és de 1.500 a 2.000 per jornada de 8 hores, amb les aligacions blanques de baix punt de fusió, i de 500 a 1.000 operacions amb aliatges grocs. A més, aquest valor pot augmentar-se, del punt de vista de producció, ja que de segons quines peces poden fer-se'n, en un mateix motlle, una, dues, tres, quatre, etc., impressions, la qual cosa permet, en molts casos, multiplicar la producció. Amb aquest procediment de fundició s'han obtingut en la



pràctica economies sobre el preu de cost de fabricació d'una peça d'un 60 a 80 %.

Per a fer-se càrrec del que acabem de dir, a continuació representem en la fig. 4 una peça fosa per mitjà de la fundició a pressió tal com surt del motlle. El metall de què és feta, és una aligació blanca a base de zinc, estany, etc.

Aquesta peça, com es veu en la figura, és d'una construcció força complicada i d'un tamany  $11 \times 8$  cm. Abans, aquesta peça s'obtenia per mitjà de la mecànica i era formada de parts diferents unides amb caragols i rebllons, i el seu acabat no era, de bon tros, el que es veu en la figura.

Pel que pertoca la part econòmica, pot dir-se que amb la fundició a pressió s'obtingué un benefici, en el preu de cost, d'un 65 %. En la pràctica, són moltes les peces en què s'obtenen economies d'aquest ordre.

Un exemple semblant el podem fer amb una peça feta a base de coure, puix avui són moltes les peces d'aquest metall que es fan a pressió.

Hem de remarcar que treballar amb aliatges grocs és molt més difícil, degut a llur alt punt de fusió i, també, perquè ataquen més els materials del motlle. No obstant, aquestes dificultats, podem dir que en la majoria de les peces fetes per aquest procediment s'han obtingut economies en el preu de cost d'un 50 %.

Pel que acabem de dir, es veurà que són moltes les indústries que deixarien tot seguit els procediments antiquats si coneixessin els molts avantatges que els reportaria l'emprar com a auxiliar la fundició a pressió. Per a això també és necessari que els nostres industrials es desfacin de la rutina, la qual fa víctimes a una majoria de les nostres indústries, que no progressen com fóra d'esperar.

Com a exemple examinarem les possibilitats d'èxit que pugui tenir l'exploració d'una indústria de fundició a pressió, estudiant un dels factors principals entre els diferents que en ella puguin influir.

El factor que estudiem per al fi proposat és el preu de cost de fabricació. Per a deduir-lo prendrem dades pràctiques d'altres indústries establertes que treballen amb aquest procediment.

Per a saber el preu de cost d'una peça, començarem per fixar en 1.500 el nombre d'operacions que pugui fer la màquina emprada, per jornada de 8 hores; a més, fixarem les despeses mitjes següents:

Despeses generals ... ..	100 Ptes.
” combustible i força motriu ... ..	50 ”
” operari i manutenció ... ..	25 ”
” d'esbravar i acabat ... ..	35 ”
	<hr/>
Total despeses ... ..	210 Ptes.

El preu de cost de fabricació d'una peça serà;

$$P = 210 : 1.500 = 0,14 \text{ ptes.}$$

Com podem veure, tot i essent les despeses fixades més aviat crescudes, ens resulta un preu de cost molt avantatjós, ja que hauria d'ésser molt senzilla una peça, perquè només el seu acabat, en el cas de fer-la per un altre procediment, no valgués, almenys, el doble d'aquest valor.

El molt econòmic que resulta el preu de cost de fabricació d'una peça feta per aquest procediment, ja explica, en part, el gran increment que ha experimentat aquesta classe de manufactura en els centres industrials estrangers.

Com ja hem dit, cal tenir present que els industrials que vulguin explotar-la amb profit és necessari que li donin una acurada organització, tant en el sentit tècnic com comercial, a fi de vèncer la rutina que, per desgràcia, encara deixa sentir-se a casa nostra.

Seria d'esperar, vista la seva importància, que els nostres industrials aprofitessin els moments actuals per a donar-li els principis de vida necessaris, per tal que, a no molt trigar, restablerta la normalitat, poguéssim comptar amb una de les indústries més floeixents.

PERE PUJALS

*Director d'Indústries Mecàniques  
de l'I. E. M. A.*