

# ESTUDI DE LA TRANSFORMACIÓ ALFA-GAMMA EN ELS ACERS, PER MITJÀ DEL MICROSCOPI DE PLATINA CALENTA

Quaderns  
d'enginyeria

1(1979) 2 p.107-112

Estanislau Tomas i Morera

Montserrat Marsal i Astort

Laboratori de Metalurgia i Siderurgia  
de la E.T.S.E.I.B.

## RESUM

Aprofitant el microscopi de platina calenta Reichert que existeix en el Laboratori, s'han preparat i dut a terme una serie d'experiències destinades, per una part, a servir de base per als treballs practics dels alumnes i, per altra part, a contribuir a l'estudi de les estructures dels acers en el curs dels tractaments tèrmics.

Aquestes experiències permeten seguir visualment la cinètica de la transformació  $\alpha - \gamma$  i les modificacions en la forma i tamany de gra austenític a diferents temperatures, per a diversos tipus d'acers de construcció.

Les experiències han sigut fonamentalment de tres tipus:

- Observació de l'aparició i transformació del gra austenític a diferents temperatures.
- Observació de les variacions del gra austenític en el trans curs del temps per a una temperatura fixa.
- Relació entre el tamany de gra obtingut en el procés d'austenització i l'estructura de la ferrita pro-eutectoide després d'un refredament controlat.

## SUMMARY

Using the hot plate Reichert microscope, a series of experiments were carried out, in order to serve as practical exercises for the students, and also to contribute to the knowledge of steel structure when being thermally treated.

These experiments allow us to follow visually the kinetic transformation  $\alpha - \gamma$  as well as the modifications in the shape and size of austenitic grain at different temperatures with different types of steel employed in construction works.

The experimental work can be divided basically in three parts:

- Observation and appreciation of austenitic grain at different temperatures.
- Observation of variations of austenitic grain with time at a fixed temperature.
- Relation between the size of grain obtained during the austenitizing process and the structure of eutectoidic ferrite after a controlled cooling.

El laboratori de Metalurgia i Siderurgia de l'Escola posseeix un microscopi metal·lografic Reichert, tipus MEF, amb un microforn acoplat Vacutherm, que permet l'observació de proves metàl·liques a temperatures elevades (fins a 1500°C) i dels fenòmens cinètics que es produeixen en les mateixes.

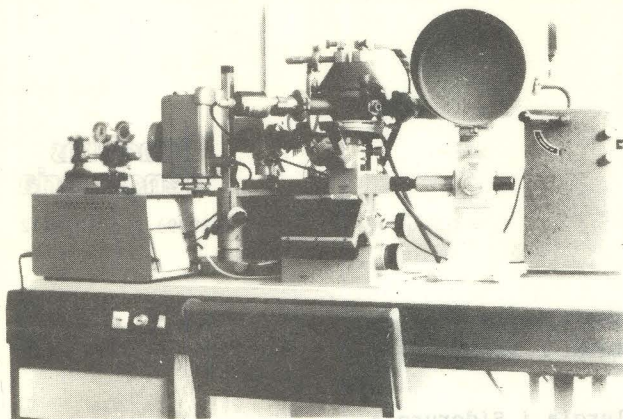


FIG. 1.

El microforn va col·locat sobre la platina del microscopi i en la seva part inferior hi ha una finestra de quarç que permet l'observació de la superfície de la proveta. Per a aquest tipus d'observació el microscopi va proveït d'objectius especials.

Les provetes emprades tenen la forma i dimensions representades en la figura 4.

Un parell termoelèctric acoplat a la proveta mesura la temperatura de la mateixa i, per mitja d'un reostat que gradua el pas de la corrent per les resistències, es pot graduar constantment aquesta temperatura.

En el microforn es pot introduir un gas inert (àrgon) per tal de provocar el refredament de la proveta.

#### Experiències realitzades

Amb l'instrument descrit s'han efectuat una sèrie d'experiències destinades a observar la transformació del ferro  $\alpha$  en ferro  $\gamma$  en uns tipus determinats d'acers i la variació del tamany i forma dels grans d'austenita.

S'han preparat provetes cilíndriques d'acers al carboni i de baix aliatge, en les que s'ha polit la cara objecte d'exploració. Un cop situades en el microforn, les provetes s'han sotmes a un procés d'escalfament i de posterior refredament.

S'ha pres nota de les temperatures en què s'ha produït l'aparició del gra austenític i en què les juntes de gra han sofert una remodelació.

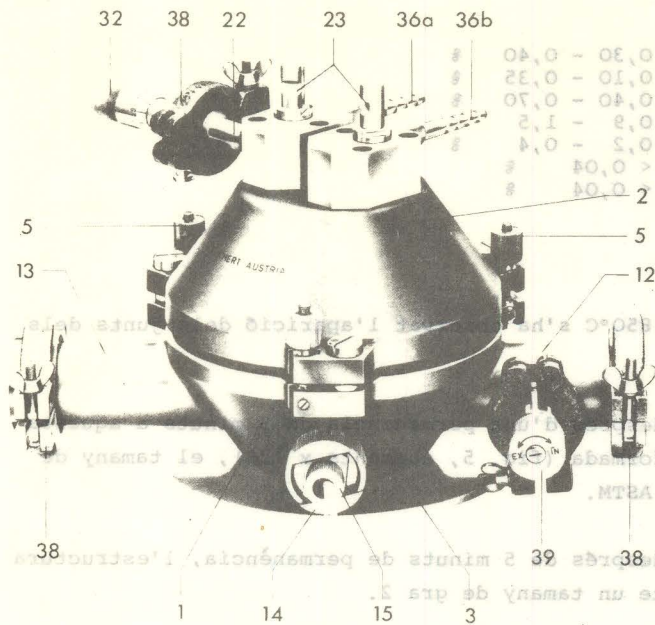
Al mateix temps, provocant refredaments controlats més o menys ràpids, s'ha pogut comprovar la relació entre el tamany de gra austenític obtingut en cada procés i l'estructura resultant després del refredament.

En la present exposició fem referència a tres de les experiències efectuades.

#### 1.ª Experiència

Escalfament d'una proveta d'acer i observació del tamany de gra a diferents temperatures.

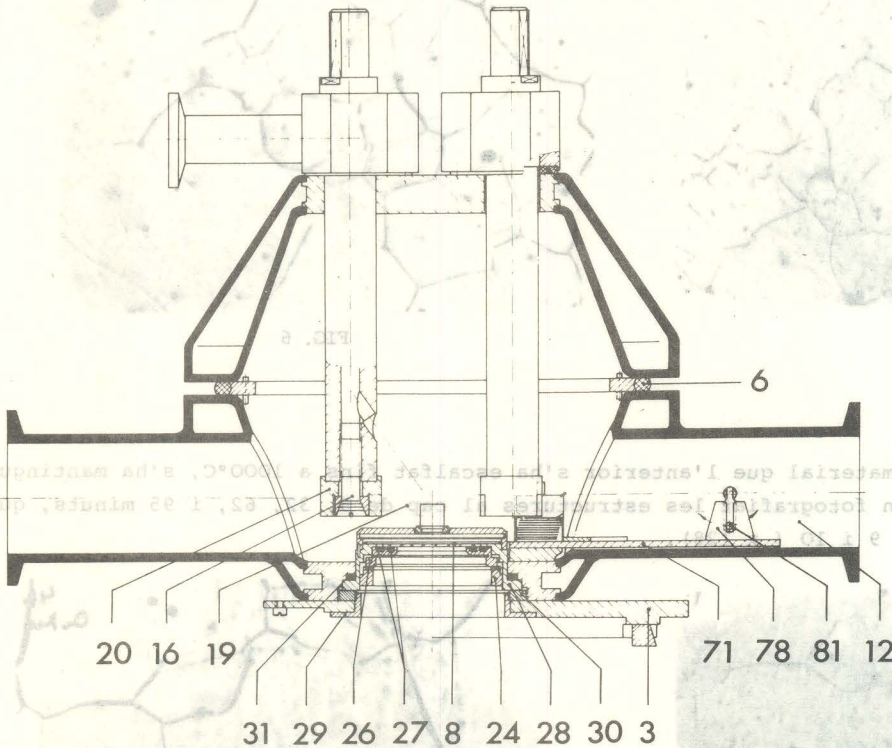
L'acer emprat es del tipus F-125 de composició:



LLEGENDA DE LA FIG. 2

- 1 - Part inferior del microform
- 2 - Part superior del microform
- 3 - Platina per acoplar al microscopi
- 5 - Femella de fixació
- 12 - Raccord de la bomba de buit
- 13 - Raccord de l'aparellatge de mesura de buit
- 14 - Anell de baioneta per al parell termoselèctric
- 15 - Suport del parell termoselèctric
- 22 - Raccord de la vàlvula de reglatge del gas
- 23 - Contactes per als conductors elèctrics
- 32 - Vàlvula de reglatge del gas
- 36 a, b - Raccords de l'aigua de refrigeració
- 38 - Anell d'acoblament
- 39 - Dispositiu per a canviar els vidres protectors

Fig. 2



LLEGENDA DE LA FIG. 3

- 3 - Platina
- 8 - Finestra d'observació
- 12 - Tub d'acoblament amb la bomba de buit
- 16 - Cargols de fixació de les resistències.
- 19 - Resistència calefactora
- 20 - Pincers per a fixar la resistència
- 24 - Anell de fixació
- 26 - Anell
- 27 - Junta
- 28 - Raccord de la finestra d'observació
- 29 - Anell de fixació
- 30 - Anell roscat
- 31 - Junta
- 71, 78, 81 - Dispositiu de canvi dels vidres protectors

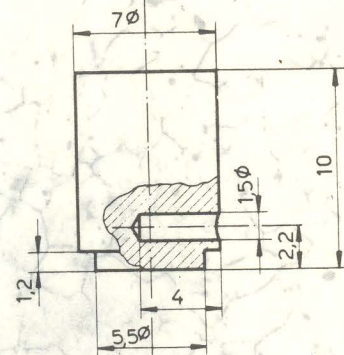


FIG. 4.

C	-	0,30 - 0,40	%
Si	-	0,10 - 0,35	%
Mn	-	0,40 - 0,70	%
Cr	-	0,9 - 1,5	%
Mo	-	0,2 - 0,4	%
P	-	< 0,04	%
S	-	< 0,04	%

Estat del material: Brut de laminació.

S'ha escalfat lentament la proveta i a 850°C s'ha observat l'aparició dels junts dels grans d'austenita.

S'ha seguit escalfant fins a 980°C i, després d'una permanència de 5 minuts a aquesta temperatura, s'ha fotografiat l'estructura formada (fig. 5, augments x 128), el tamany de gra de la qual correspon al n°5 de l'escala ASTM.

S'ha seguit escalfant fins a 1080°C i, després de 5 minuts de permanència, l'estructura formada és la de la figura 6 ( x 128), que té un tamany de gra 2.

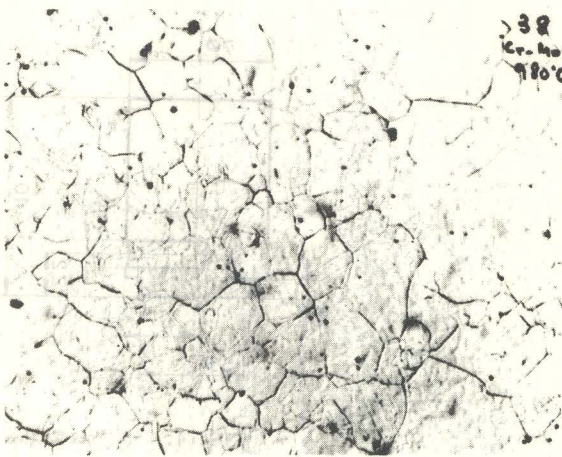


FIG. 5

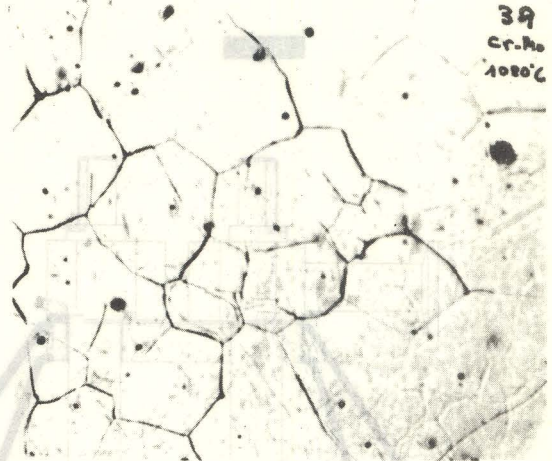


FIG. 6

## 2.ª Experiencia

Una proveta del mateix material que l'anterior s'ha escalfat fins a 1000°C, s'ha mantingut a aquesta temperatura i s'han fotografiat les estructures al cap de 5, 32, 62, i 95 minuts, que son les de les figures 7, 8, 9 i 10 ( x 128).

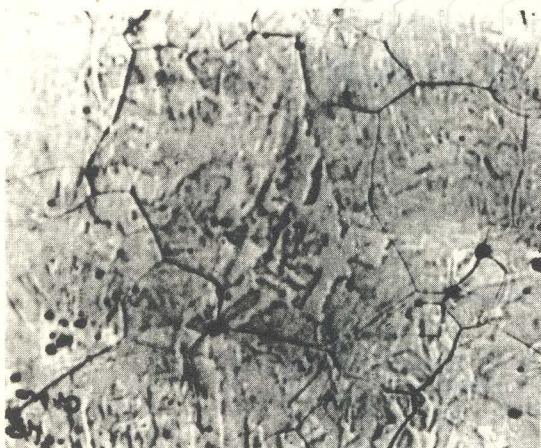


FIG. 7.

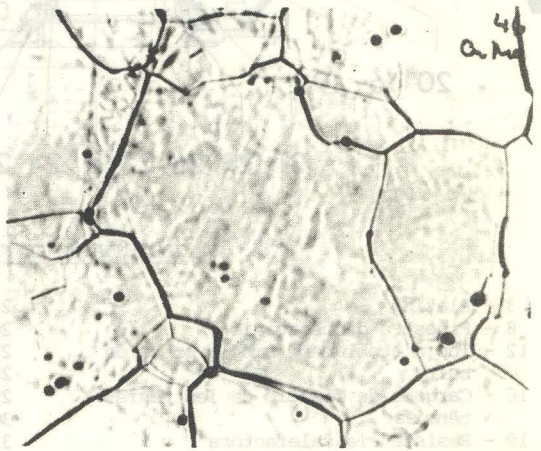


FIG. 8

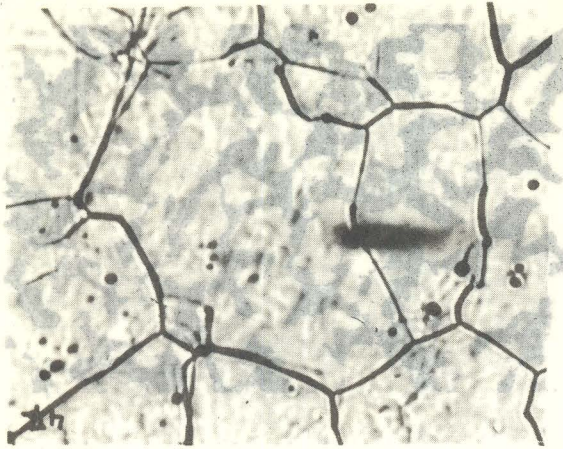


FIG. 9

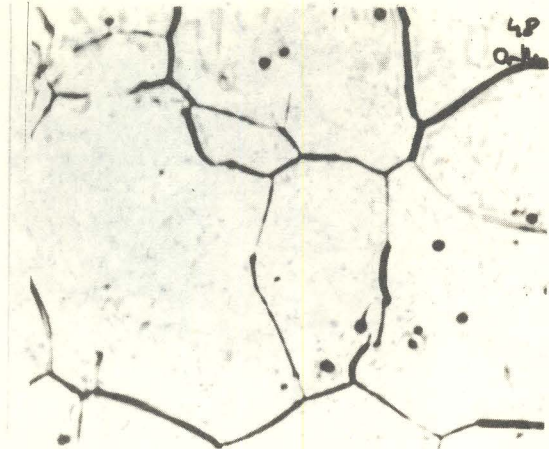


FIG. 10

Con es pot observar, el tamany de gra general no ha augmentat durant tot aquest temps però s'han produït desplaçaments dels junts de gra en alguns punts.

També s'observa que els desplaçaments de les línies no són uniformes, sino que es produeixen amb una certa discontinuïtat. En efecte, a la superfície de la proveta es veu aparèixer una nova retícula quant encara no ha desaparegut l'antiga, i aquella es fa progressivament més visible a mida que aquesta es va fonent. Això vol dir que les línies que són observables corresponen a posicions relativament estables de les fronteres de gra i que les posicions intermitjies són efímeres i no arriben a fer-se visibles.

A les fotografies es veu clarament la desaparició d'alguns grans petits, que són absorbits pel més grossos, i la tendència de les línies límit de tres grans a formar angles de  $120^\circ$  en el vèrtex comú.

### 3.ª Experiència

S'han escalfat 2 provetes d'acer a dues temperatures diferents i s'ha observat el gra austenític obtingut a aquestes temperatures i les estructures obtingudes després d'un refredament lent.

Composició de l'acer:

C . . . . .	0,26%
Mn. . . . .	1,14%
Si. . . . .	0,55%
P . . . . .	0,030%
S . . . . .	0,031%

La primera proveta s'ha escalfat fins a  $900^\circ\text{C}$ . Després de 5 m. de permanència a aquesta temperatura presentava l'estructura austenítica de la figura 11 (augments x 90), amb un tamany de gra n.º7. A continuació s'ha efectuat un referedament controlat, (dins del microfor), des de  $900$  fins a  $500^\circ\text{C}$ , que ha durat 25 minuts, i des d'aquesta temperatura s'ha deixat refredar a l'aire fins a la temperatura ambient.

Després d'un atac amb nital al 4% l'estructura microgràfica es pot veure a la figura 12 (augments x 560).

La segona proveta s'ha escalfat fins a  $1120^\circ\text{C}$ , en que s'ha pogut observar l'estructura de la figura 13 (x 90) que té un tamany de gra n.º3.

A continuació s'ha efectuat un refredament controlat de  $1120^\circ\text{C}$  fins a  $900^\circ\text{C}$  en 5 minuts i de  $900^\circ\text{C}$  a  $500^\circ\text{C}$  en 25 minuts.

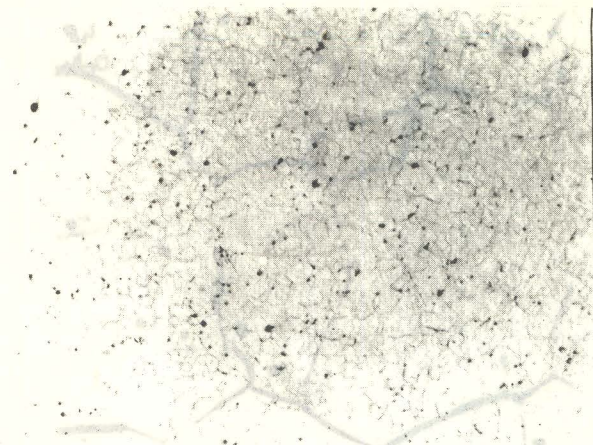


FIG. 11. x 90

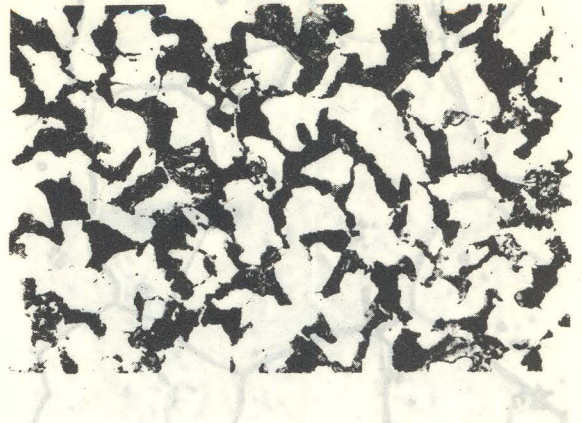


FIG. 12. x 560

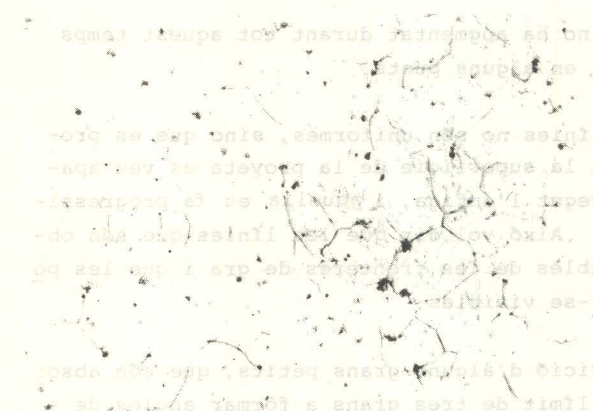


FIG. 13. x 90

Després d'un atac amb nital, l'estructura de les provetes és la de les figures 14 i 15 (augments x 225 i x 560 respectivament).

La ferrita formada en els dos processos, en els quals s'ha obtingut un tamany diferent de gra austenític, presenta una estructura diversa. Essent així que la velocitat de refredament en la zona de transformació al·lotròpica ha sigut pràcticament la mateixa en els dos cassos, les diferències d'estructura de la ferrita es poden considerar degudes fonamentalment, al diferent tamany de gra.

En el primer cas, els grans de ferrita pro-eutectoide, que han nascut en els límits dels grans d'austenita, presenten formes més o menys arrodonides. En el segon cas, es poden veure agulles de ferrita orientades segons les direccions dels plans cristal·logràfics.

Per altra part, la retícula de ferrita permet reconèixer, especialment en aquest segon cas, el tamany del gra original d'austenita.



FIG. 14.



FIG. 15.