

como en reconocimientos, transportes, tratamiento, etc.; segundo, aquellos generalmente denominados «fijos,» que dependen parcialmente del tiempo transcurrido y del tonelaje, é incluyen en parte ó totalmente los desagües, administración, amortización, (1) del capital invertido, etc. Además, hay un factor de no poca importancia que previene de la pérdida de intereses de los valores representados por el mineral que hay reconocido en la mina, y esto debe también tomarse en cuenta.

Bajo el punto de vista de los «gastos fijos,» que dependen en gran parte del tiempo, se deduce y es obvio que será tanto menor cuanto menos tiempo se emplee en la extracción del mineral. La introducción de un plantel aumentado acorta necesariamente el tiempo de extracción, y las economías [y de ahí los beneficios], que pueden hacerse de esa manera, alcanzan casi al total de los gastos fijos sobre el aumento de tonelaje.

Hay, además, otras reducciones inevitables en los gastos de trabajo, distintos de gastos fijos, siempre que se aumenta la cantidad explorada. La cantidad total así economizada depende en parte de la proporción en que se hace el aumento de capacidad sobre la capacidad primitiva, pero la economía total sobre el aumento de tonelaje puede tomarse como minimum igual á los gastos fijos correspondientes á ese aumento. También aumentan las ganancias por los intereses de los beneficios, que con el plantel secundario entrarán á producir mucho antes con el plantel primario. Tomado este interés á un tipo dado, por ejemplo 4 por ciento de interés compuesto, este también deberá considerarse como un factor de ganancia por tonelada de mineral. Una adición menor nace también del mayor interés producido por las ganancias mayores correspondientes á los gastos fijos economizados en el aumento de tonelaje. Incluiremos todas estas ganancias (sin incluir naturalmente la ganancia ordinaria por tonelada de mineral), que provienen de un aumento de capacidad en el título «aumento de ganancias.»

La importancia de este «aumento de ganancias» puede palpase tomando unos pocos ejemplos. En un yacimiento de ley baja, que dé una ganancia de unos 2 dollars por tonelada, bajo las condiciones de gastos fijos que reinan en California, digamos 0.30 dollars por tonelada, por un aumento de tonelaje de 15,000 toneladas anuales, el aumento de ganancias al fin de tres años ascenderá á más de 20,000 dollars. Con una mina que da 10 dollars por tonelada de ganancia y bajo las condiciones de Australia, con un gasto fijo de unos 0.75 dollars, aumento de ganancias en tres años, sobre un aumento de tonelaje igual al anterior sería más de 65,000 dollars. La rapidez con que aumentan estas ganancias es una demostración de la ventaja de la capacidad máxima y es también una demostración de la necesidad de una velocidad máxima en los reconocimientos.

Continuará.

(1) Se entiende por amortización la recuperación del capital invertido, más sus intereses acumulados.

METALOGRAFIA.

LA MICROGRAFIA DE LOS METALES

POR M. LE VERRIER.

(CONTINUA).

II

ESTUDIO DE LAS ALEACIONES DE COBRE.

Comenzaré por exponer las propiedades micrográficas de los latones, sobre los cuales Charpy ha publicado un estudio que puede considerarse como un modelo de micrografía, de una serie metálica. El latón fundido (aleación hasta de 35 por ciento de zinc) produce una figura de estructura dendrítica ó en cristalizaciones arborescentes, con ramificaciones octogonales que representan algo como los esqueletos de grandes cristales. Se podrían trazar los contornos de estos cristales limitando las regiones en que las ramas dendríticas tienen una orientación común. Las figuras dendríticas son más grandes y gruesas cuando el metal ha sido vaciado en masas grandes, por lo tanto la cristalización es tanto más grande cuanto más lento ha sido el enfriamiento. Esta es una estructura y una ley que se encuentra en gran número de metales.

Bajo esta forma, el metal se estira ó alarga muy poco. Cuando se recuece se ve que los elementos dendríticos se aglomeran ó se agrupan; á la temperatura de un buen recocido, hacia los 750 á 800°, desaparecen todas las trazas de las dendritas y se presenta una estructura uniforme. Los cristales primitivos se han dislocado y sus elementos se han agrupado: se ve entonces un mosaico de granos con contornos redondeados ó vagamente poliédricos de aspecto estriado, de dimensiones regulares y mucho más pequeñas que los cristales primitivos.

Bajo esta forma, el metal tiene la propiedad de alargarse muy desarrollada. Las dimensiones de estos granos crecen con la temperatura del recocido. Pasado cierto límite se desarrolla una nueva cristalización en agujas entrelazadas: el metal está entonces quemado. Este fenómeno se produce tanto más fácilmente cuanto menos pura es la aleación; sin duda porque la presencia de metales extraños la hacen más fusible y provocan un principio de licuación á más baja temperatura. El batido en frío quiebra los granos de metal bien recocidos y provoca también la aparición de elementos prismáticos atravesados; el batido completo da una red de agujas finas; el recocido puede regenerar la estructura de mosaico.

Si se compara ahora aleaciones de composiciones diversas, se ve que los latones más ricos en zinc, más quebradizos y duros, tienen una cristalización en lamelas ó bastoncitos cortos muy acentuados, es un entretelado de prismas alargados. El cobre, por el contrario, quedando relativamente pastoso, tiene estructura dendrítica confusa de grandes elementos redondeados ó aun estructura exclusivamente granuda, sin formas cristalinas determinadas, con un grano irregular cuando es mal afinado.

En broncecillos ó convenientemente trabajados las hermosas fotografías publicadas por Guillemin muestran una estructura granuda con frecuencia análoga á la de los latones; la presencia del fósforo que aumenta la fusibilidad provoca la aparición de hermosas cristalizaciones arborescentes, como las dendríticas del latón, pero más alargadas y menos regulares.

Los broncecillos duros con manganeso, estudiados especialmente por Guillemin, muestran una estructura en poliedros con forma de lamelas. Tenemos aquí también

esqueletos de cristales producidos sin duda por los elementos solidificados; pero estos elementos, en lugar de ramificarse en forma radial como en las dendritas, toman origen en el interior de una cubierta cristalina y se disponen paralelamente á las caras: la solidificación parece haber tenido lugar desde el borde al centro en lugar de haber principiado por el centro para seguir á los bordes. Estos broncees pueden trabajarse en caliente y se comprueba que el laminado y sobre todo el estampado, deforman los cristales, desarrollando una estructura granuda, fina y regular; esta forma del metal es mucho más maleable.

Antes de abandonar las aleaciones de cobre, señalaremos una observación reciente y muy ingeniosa de Le Chatelier. Por medio de dos ataques sucesivos, sabiamente graduados, él puso en evidencia, en el bronce de 10 por ciento de estaño, una primera red cristalina de plantas dendríticas muy finas, que corresponden sin duda á un principio de cristalización del cobre; después una segunda red de mallas más grandes, que se sobrepone á la primera sin borrar del todo sus contornos, se compone de grandes granos polédricos, representa, sin duda, la solidificación obtenida de la aleación más fusible. Esta segunda red es la única que aparece en las fotografías ordinarias cuando el ataque ha sido menos moderado. Esta observación será probablemente el punto de partida de un importante progreso.

Para mí representa esta observación el ejemplo menos dudoso, diré quizás el único auténtico, de una separación por medio del microscopio de dos elementos que constituyen una aleación.

Si resumimos las condiciones prácticas que resultan de una manera neta de todos estos hechos, tenemos: 1° los metales fundidos toman una estructura cristalina, en la cual los cristales están representados por esqueletos correspondientes á dos tipos principales: el grupo dendrítico y los poliedros de lamelas, 2° en una misma serie, la cristalización es tanto más neta, cuanto más lento es el enfriamiento; 3° el recocido á una temperatura conveniente, produce en las moléculas una movilidad suficiente y provoca un agrupamiento nuevo, con estructura granuda regular y relativamente fina; la cristalización ha desaparecido ó no se manifiesta sino por los contornos más ó menos polidédricos de los granos homogéneos; 4° el sobrecocido á una temperatura más ó menos vecina al punto de fusión provoca una nueva cristalización, y el metal se quema tanto más fácilmente cuanto mayor cantidad de elementos liquidables contiene; 5°, que la estructura cristalina puede ser modificada y hacerse completamente granuda por el trabajo del metal en caliente; 6°, la estructura cristalina corresponde en general á los metales quebradizos, sobre todo cuando los elementos son gruesos; la estructura granuda regular es la más favorable para el alargamiento.

Todas estas leyes son simples y comprensibles y concuerdan con los resultados generales de las observaciones hechas respecto á la cristalización de las rocas. Las encontraremos de nuevo en la serie del fierro y del acero, y podemos decir que no encontraremos ninguna otra netamente establecida. Solamente que aquí las descripciones hechas por los autores se complican, las teorías divergentes se multiplican por efecto de los inmensos esfuerzos que se han hecho para arrancar á la naturaleza los secretos de la repartición de los compuestos carburados del fierro, y por querer deducir de los estudios microscópicos más de lo que puede prácticamente proporcionar.

III

ESTUDIO DEL FIERRO Y DEL ACERO.

El fierro forjado atacado por el ácido nítrico mues-

tra: 1°, algunas líneas oscuras que resultan de la penetración del reactivo entre las distintas capas; 2°, pequeñas cavidades en forma de un tamiz repartidas en toda la superficie y que representan los negativos ó huecos provenientes de cristales disueltos por el ácido; 3°, contornos finos irregulares que representan las placas que abarcan varias de las cavidades anteriormente citadas.

Las cavidades parecen cortes de octaedros, pero con frecuencia sus contornos no son tan netos que se pueda afirmar que no representan también algunos apuntamientos del cubo. Su formación puede explicarse admitiendo que el reactivo ha penetrado por entre la unión de dos cristales ó por los clivajes de éstos y que un pequeño apuntamiento así aislado ha sido disuelto ó se ha desprendido, sin que las partes vecinas hayan sido despulidas; los contornos finos limitan lo que nosotros llamaremos los granos, que están limitados por superficies de poca adherencia por ser formados por aglomeraciones de pequeños cristales; estos granos aparecen naturalmente alargados en el sentido del laminado.

Por el calentamiento, estos granos se desarrollan y se reúnen. Cuando el fierro ha sido quemado, se ve que se forman granos grandes que se encuentran á veces en la separación de las capas; su superficies puede ser desigualmente brillante, lo que proviene de que algunos han sido menos pulidos que otros por el ataque. Por fin, cuando el calentamiento ha sido demasiado fuerte, la superficie de estos granos toma un aspecto estriado; cada grano parece que está compuesto de un apilamiento de lamelas irregulares y ligeramente encorvadas: Este aspecto hace suponer la presencia de grandes caras de clivajes más ó menos confundidas y deformadas por el trabajo; es indicio de una cristalización mucho más grande.

El acero fundido da una cristalización tanto más caracterizada cuanto más duro y más carburado es. Con los aceros llamados dulces se ven poliedros de contornos vagos, bordeados de contornos relativamente sombríos, que son constituidos por puntos huecos. En el acero semi-duro se ve aparecer los poliedros de lamelas, constituidos por un contorno exagonal brillante y destacándose lamelas brillantes sobre un fondo obscuro, orientados paralelamente á tres facés principales. Esta cristalización desaparece ó se deforma más ó menos por el laminado ó el recocido. El aspecto se hace granudo y regular; en el metal duro se ven granos alargados y encorvados que parecen provenir de las lamelas dobladas y entrelazadas, una brillante, la otra sombría: el acero dulce muestra con mayor frecuencia un agrupamiento de granos redondeados, contorneados de una red de pequeñísimas líneas sombrías. Por lo demás, estos granos tienen diversos brillos.

Las placas blandas ofrecen con frecuencia, bajo un aumento poderoso, á la vista un aspecto puramente estriado, con estrías onduladas alternativamente oscuras y brillantes, y bajo cierta inclinación de la iluminación se erizan de colores nacarados, debidos á interferencias luminosas.

La tendencia natural de los primeros observadores ha sido de tomar las partes brillantes por fierro puro, las negras por carbón.

La mayor parte de los autores han adoptado para las placas brillantes el nombre de *ferrita*, para las placas brillantes el nombre de *perlita*. Esta última sería, según su opinión, una mezcla de carburo y de fierro. Estas denominaciones suponen entre ambas clases de placas una diferencia de naturaleza que dista mucho de estar demostrada. Probablemente en ello solamente se tiene que ver una diferencia en el ataque: la fe-

rita representa las partes que no se han despulido, pero que probablemente se despulirían por medio de un ataque diferente ó más enérgico. La cantidad de perlitas, en efecto, está muy distante de aparecer en proporción con el contenido en carbón del acero; es muy variable en un mismo metal y las diferencias son muchísimo mayores que las que podrían atribuirse á la distribución irregular de los carburos. La cantidad de ferrita visible varía según el modo de hacer el ataque y disminuye cuando se prolonga la acción de un mismo reactivo. Por último, el fierro forjado puede tomar una estructura con lamelas muy semejante al de la perlita, cuando ha sido quemado.

Este aspecto de estructura de lamelas es, pues, el efecto de un modo de cristalización común á todas las variedades del fierro y del acero. Se produce más fácilmente en los metales carburados que son más fusibles, pero también puede producirse en el fierro puro con tal que haya sido sobrecalentado ó una temperatura muy elevada. Siguiendo la ley general establecida para las aleaciones de cobre, los cuerpos que aumentan la fusibilidad hacen desarrollarse con más perfección la cristalización.

Así, por ejemplo, siendo las demás condiciones iguales, los poliedros son más grandes y más manifiestos en un acero fosforoso. Es la presencia de grandes caras de cristalización la que produce en esta clase de metales aun forjados, el grano plano y brillante que se puede observar con el ojo desnudo. El acero cromado, por el contrario, teniendo la tendencia de permanecer pastoso, cristaliza mucho menos netamente. Al microscopio este acero fundido en bruto ó sobrecalentado por el recocido, muestra granos gruesos de formas confusas más bien que verdaderos poliedros. El acero nikelado, que se amolda bien, cristaliza también muy netamente; aun forjado y recocido sus granos no se redondean, y conservan la forma de agujitas entrelazadas y con frecuencia enganchadas. Esta estructura tan unida produce una gran resistencia unida á la facilidad notable de alargarse; el metal no es quebradizo como el acero duro de estructura poliédrica.

En los aceros templados duros, el ataque químico, en general, no hace aparecer figurar ninguna bien neta, y la estructura parece amorfa; esto es más bien por efecto de la resistencia al ataque y no porque esa sea la estructura real. Por medio de sus procedimientos ingeniosos, Osmond hace aparecer estrías finas entrelazadas, generalmente orientadas según dos direcciones principales, aspecto en que se distingue vagamente de la perlita ordinaria. Osmond ha estimado esto como un nuevo constituyente que ha denominado *martensita*.

Yo no veo ninguna razón concluyente para establecer una diferencia esencial entre las tres manifestaciones de la estructura en lamelas, á saber: 1º, los poliedros con lamelas del acero fundido; 2º, las estrías finas triangulares del acero templado; 3º las estrías onduladas de la perlita en los aceros forjados ó recocidos.

La primera nos muestra bandas, ya anchas, ya estrechas, paralelas en una gran extensión, pero con tres direcciones principales, en un poliedro. Estos son los clivajes bien desarrollados de una cristalización grande. La segunda muestra de estrías muy finas en que las tres orientaciones están igualmente desarrolladas y se cruzan por todas partes; este es el efecto natural de una cristalización instantánea en pequeños elementos, pero con las mismas formas.

En cuanto á la perlita, el aspecto ondulado de sus lamelas proviene sin duda de que las caras de clivaje han sido deformadas por acciones mecánicas. Hagamos, además, notar que se encuentran todas las transiciones posibles entre estos tres tipos, tanto bajo el

punto de vista de las dimensiones como de la disposición de las estrías. Todas estas apariencias pueden, por lo demás, explicarse por los juegos de luz sobre las caras orientadas de diferentes modos y, sin que niegue que puedan existir lamelas de naturaleza diferente, no veo hasta ahora prueba ninguna.

En cuanto á la ferrita, lo único que puede decirse de cierto es que es constituida por una parte del metal no despulido por un ataque débil, pero esto no prueba que un ataque más fuerte no la despula ni que tenga una constitución química especial. Por lo demás, todos los autores admiten que las bandas brillantes de la perlita se relacionan al contorno de los poliedros sin discontinuidad, y que estas bandas deben ser compuestas de ferrita. En cuanto á las bandas sombrías que se atribuyen á la presencia de los carburos, puede ser que no sean sino caras oblicuas no alumbradas. La perlita se compondría, pues de dos cuerpos, uno de los cuales se identifica con la ferrita, y el otro no tiene sino una existencia puramente hipotética. En suma, nada impide admitir que los tres constituyentes del acero sean solamente tres aspectos diferentes de un solo ó mismo cuerpo, en el cual los clivajes pueden estar más ó menos desarrollados, más ó menos susceptibles de abrirse por la erección ó por las acciones químicas.

Continuará

AGRICULTURA.

EL AGUA EN SUS RELACIONES CON LA AGRICULTURA.

PRIMERA PARTE.

(CONTINÚA.)

Según los climas, el fruto de la vid sufre daños y pérdida por causa de las lluvias torrenciales ó las muy insistentes de los meses de Junio y Julio.

Las lluvias deben ser consideradas como un manantial natural de las aguas que humedecen el suelo. Pero siendo insuficientes, entonces se recurre al riego, si las circunstancias locales y adelanto del progreso lo permiten.

Mr. Marie-Dery dice y con demasiada razón: "Que las lluvias no obran sólo por sí, sino por los diversos productos minerales que llevan en disolución y cuyo papel tiene tanta importancia en la agricultura." Como es ya sabido por lo que venimos estudiando, para que haya lluvia es necesaria una nube ó nubes y que éstas intercepten una notable proporción de los rayos solares. Añade el entendido meteorologista, que hay una baja de temperatura ya sea por la interceptación de los rayos solares por las nubes, ya por la evaporación del suelo humedecido, ó en fin por la dirección de los vientos.

Producen mejor efecto los aguaceros grandes, seguidos de un cielo claro y de calor, que los seguidos por un cielo cubierto y brumoso. El suelo, la estación, la planta y la fase de la vegetación que recorre, con el estado general del cielo y de la temperatura son las circunstancias que más influencia ejercen sobre el papel de las aguas en la producción vegetal.

Se ha determinado la cantidad y calidad de impurezas que el agua de lluvia tiene en suspensión. La cantidad es ordinariamente mayor en lugares habitados y menor en aquellos en que se encuentran lejos de los centros de población. Con la duración de las aguas esas substancias disminuyen en cantidad, es decir, que las primeras aguas contienen mayor cantidad de impurezas que las que siguen. El aire es purificado por-