

MỘT VÀI NÉT VỀ TÌNH HÌNH NGÀNH GANG THÉP HIỆN NAY VÀ NGÀY MAI

PHAN TỬ PHÙNG

I — TÌNH HÌNH KHÁI QUÁT

1. Cho đến đại chiến thế giới lần thứ hai, luyện kim vẫn là một ngành công nghiệp sản xuất vật liệu của các nước kĩ nghệ lớn hoặc của các miền sản xuất nguyên liệu. Nhưng hiện nay tình hình đã đổi khác. Nhiều nhân tố đã làm thay đổi bản đồ phân bố công nghiệp luyện kim trên thế giới. Sự xuất hiện các nước độc lập đi theo con đường phát triển công nghiệp tự chủ, cùng với kinh nghiệm về việc cung cấp sắt thép không được đầy đủ cho nhu cầu chiến tranh trong đại chiến vừa qua, đã thúc giục các nước tự xây dựng lấy công nghiệp gang thép của mình. Thêm nữa, sự phát hiện các mỏ sắt lớn mới ở Úc, ở châu Mĩ la-tinh và các vùng khác trên thế giới, cùng với sự giảm giá vận tải quặng sắt và than do các tàu thủy chuyên dụng có trọng tải lớn, càng tạo điều kiện cho việc phát triển ngành luyện kim ở nhiều nơi trên thế giới. Tất nhiên, sự phát triển của công nghiệp luyện kim không chỉ do vì điều kiện địa lí, mà quan trọng hơn, là do nhu cầu của thị trường và sự đổi mới của kĩ thuật. Nếu cách đây 100 năm, sản lượng thép của cả thế giới chỉ mới khoảng 1 triệu tấn thì đến nay con số ấy đã đạt đến khoảng 600 triệu tấn. Nhất là những năm gần đây, tốc độ tăng càng nhanh do có sự đổi mới về kĩ thuật. Các phương pháp, các quá trình mới được đưa vào sản xuất đã nhanh chóng đưa đến những thay đổi cơ bản so với các phương pháp cũ, lưu trình cũ. Những sự đổi mới này đã kích thích các phương pháp và lưu trình cũ cải tiến để đưa đến những năng suất lớn hơn của thiết bị. Riêng tốc độ tăng trong ngành luyện kim đen không thể nhanh như ở một

số ngành công nghiệp khác vì nó đòi hỏi một sự đầu tư rất lớn về vốn.

2. Trong những năm gần đây, việc xây dựng các xí nghiệp luyện kim mới có hai xu hướng khác nhau rõ rệt: 1) Xây dựng những xí nghiệp lớn có vòng sản xuất hoàn chỉnh. 2) Xây dựng những xí nghiệp nhỏ, tí hon. Với xu hướng thứ nhất, người ta xây dựng hoặc dự định xây dựng các xí nghiệp có công suất tối ưu hiện nay rất ít khi dưới 8 — 10 triệu tấn thép/năm. Ở Tây Đức người ta cho rằng công suất của một nhà máy luyện kim li tưởng trong tương lai phải là 20 triệu tấn/năm, trong đó, về nguyên liệu thì 10 triệu tấn là quặng thiêu kết, 10 triệu tấn là quặng viên; về thép thì 12 triệu tấn là thép lò thổi cỡ lò 400 tấn, 6 triệu tấn là thép lò thổi cỡ lò 250 tấn và 2 triệu tấn là thép lò điện cỡ lò 150 tấn với phương án sản phẩm là 2 tấn thép tấm cho 1 tấn thép hình. Ở Anh cũng đã thảo xong đề án xây dựng xưởng luyện kim công suất 10 triệu tấn thép/năm và đang xúc tiến phương án xây dựng liên hiệp gang thép "siêu châu Âu" với công suất dự tính 24 triệu tấn thép/năm.

Hiện nay, qui mô của một xí nghiệp luyện kim hiện đại, cùng với công suất thiết bị thích hợp, là một vấn đề đang được tranh cãi nhiều.

Bên cạnh xu hướng xây dựng những xí nghiệp khổng lồ, xu hướng xây dựng những xưởng nhỏ, cỡ "mini" cũng rất phát triển. Công suất của các loại xí nghiệp luyện kim này thường là 50 — 200 nghìn tấn, cá biệt có khi đến 400 nghìn tấn/năm. Ở Mĩ có khoảng 45 xưởng như vậy; và người ta vẫn tiếp tục xây dựng thêm ở Mĩ, ở châu Âu và cả ở nhiều

nước khác. Những xưởng nhỏ như vậy có khả năng cạnh tranh tốt trong điều kiện yêu cầu cao về kim loại và sử dụng được những kĩ thuật hiện đại nhất của sản xuất, kể cả việc nấu thép trong lò điện với biến thể công suất siêu cao và máy đúc liên tục, máy cán có kết cấu đơn giản nhưng hiện đại và cơ khí hóa cao. Do được cơ khí hóa với trình độ cao và sử dụng được những trang bị và công nghệ hiện đại, nên các xưởng nhỏ không cần nhiều người, thông thường là vài trăm người. Các xưởng mini, chủ yếu dùng nguyên liệu tại chỗ, điện năng rẻ, đường vận tải đến khách hàng gần.

3. Trong phương án sản phẩm, cơ cấu sản phẩm vẫn tiếp tục thay đổi theo 7 xu thế sau đây: giảm tỉ lệ đúc; tăng tỉ lệ thép tấm, giảm tỉ lệ thép hình; tăng tỉ lệ tôn cán nguội so với tôn cán nóng; tăng mạnh tỉ lệ ống hàn so với ống không hàn; tiếp tục tăng nhanh sản lượng tôn tráng kẽm và tráng thiếc; tăng nhanh sản lượng kim loại tráng phi kim loại; nâng cao chất lượng sản phẩm kim loại — giảm hàm lượng tạp chất, thu hẹp phạm vi dao động về thành phần hóa học, về cơ tính và về độ chính xác của kích thước, trau chuốt thêm bề mặt và nâng cao cơ tính.

4. Trình độ kĩ thuật sản xuất luyện kim ngày càng được nâng cao. Trong mấy năm gần đây, Tây Đức và nhất là Nhật-bản, thực tế đã đạt được và thậm chí vượt MI trong nhiều chỉ tiêu về trình độ kĩ thuật trong ngành luyện kim đen.

5. Việc phát triển công nghiệp luyện kim, cường hóa các quá trình luyện kim, trong đó có việc sử dụng ôxi đã làm nhiễm bẩn môi trường sinh hoạt. Ví dụ từ năm 1964 đến năm 1967, khối lượng các chất nhiễm bẩn xả vào không khí lên từ 125 đến 145 triệu tấn. Mức độ tiếng ồn cũng tăng lên. Do đó ở MI, từ năm 1961 đến năm 1965, để chống nhiễm bẩn nước đã phải chi đến 210 triệu đôla, để chống nhiễm bẩn không khí đã phải chi đến 239 triệu đôla. Năm 1969 đã chi 172 và 155 triệu đôla, năm 1970 đã chi 188,1 và 197,5 triệu đôla. Các nước khác cũng tiêu tốn rất nhiều vào các mục đích này.

II — NHỮNG TIỀN ĐỀ CỦA SỰ TIẾN BỘ KHOA HỌC KỸ THUẬT TRONG NGÀNH LUYỆN KIM

Đề có thể thấy được xu hướng phát triển kĩ thuật luyện kim trong một vài chục năm

tới, chúng ta hãy xem lại những tiền đề của sự phát triển khoa học kĩ thuật hiện nay trong ngành luyện kim.

1. Nguyên liệu luyện kim và lò cao hiện đại

Nói đến luyện kim thì trước hết phải nói đến than và quặng. Trữ lượng than luyện cốc của cả thế giới rất hạn chế. Theo hội nghị khoa học kĩ thuật luyện kim quốc tế ở Tôkiô năm 1970 thì đến năm 2000, sản lượng thép của cả thế giới sẽ vào khoảng 1500 — 3000 triệu tấn hằng năm, và với tốc độ như hiện nay thì người ta thường chú ý tính toán đến con số ở giới hạn trên. Với các phương pháp công nghệ như hiện nay thì hằng năm người ta sẽ phải dùng đến 1000—2000 triệu tấn gang. Nếu tỉ lệ tiêu thụ than cốc, thậm chí giảm xuống chỉ còn 300 kg/tấn gang, thì nhu cầu than luyện cốc cũng sẽ phải đến 600 — 900 triệu tấn mỗi năm.

Ở rất nhiều nước đang tiến hành việc nghiên cứu luyện cốc bằng than không thích hợp cho việc luyện cốc. Nếu phối liệu cốc được đem nung sơ bộ trước, thì hiện nay người ta đã có thể đưa vào phối liệu đến 60 — 70% than có hàm lượng chất bốc cao mà vẫn nâng cao được năng suất của lò cốc. Than cốc hình đã có thể chế tạo hoàn toàn từ loại than không phải để luyện cốc.

Trữ lượng quặng sắt không nghèo của cả thế giới ước tính khoảng 500 tỉ tấn, cho nên, dù sản lượng gang thép có phát triển theo nhện độ nói trên, thì trữ lượng này vẫn còn đủ dùng vài trăm năm. Gần đây, ở Úc đã tìm thấy nhiều mỏ quặng sắt lớn, trữ lượng quặng giàu, ít nhất cũng phải khoảng 15 tỉ tấn.

Tình hình nhập quặng của nhiều nước ngày càng tăng. Từ năm 1963 đến năm 1967 tỉ lệ quặng nhập ở Nhật-bản từ 84% tăng lên 92%, ở Ý từ 84% lên 93%, ở Tây Đức từ 75% lên đến 84%. Do phải nhập nhiều quặng nên khoảng cách vận chuyển ngày càng tăng và người ta càng chú ý đến tính kinh tế của việc vận chuyển đường biển.

Việc dùng tàu lớn để chở quặng lại dễ ra vấn đề phải xây dựng cảng có mớn nước sâu, ví dụ cảng của xưởng Ôita có thể cho tàu 300 nghìn tấn vào. Những cảng của các xí nghiệp luyện kim khác đều đã có thể cho các loại tàu 100 — 150 nghìn tấn vào và có đủ thiết bị để bốc dỡ.

Phương hướng mới về vận chuyển quặng là chở tinh quặng ở dạng bùn quặng, Tinh quặng

chứa Fe > 70% dưới dạng bùn quặng được bơm xuống tàu với nồng độ chất rắn ~ 75%. Nước được hút ra khỏi tinh quặng đến hàm lượng ~ 8%. Khi bốc dỡ, lại dùng áp lực để bơm nước vào tinh quặng rồi bơm lên bờ. Tinh quặng sau đó lại được đem khử nước để đưa đi gia công tiếp như thông thường. Hiện nay đã có những hệ thống đường ống chở bùn quặng dài ~ 80 km qua những đồi cao 520 m, và người ta đang thiết kế những hệ thống đường ống chở bùn quặng dài đến 400 km. Tiền đầu tư cho việc vận chuyển 5 triệu tấn quặng mỗi năm ban đầu theo 160 km đường bộ, sau đó theo 8000 km đường biển theo phương pháp cổ điển là 145 triệu đôla, nếu theo phương pháp bùn quặng thì chỉ có 85 triệu đôla. Chi phí cho việc vận chuyển một tấn quặng, có tính cả khấu hao của cả hai phương pháp tương ứng là 7,85 và 3,85 đôla. Phương pháp vận chuyển này đã mở đường cho việc khai thác những vùng mỏ mà trước đây, theo các phương pháp vận chuyển cổ điển, vẫn được xem là không kinh tế. Ví dụ như vùng mỏ Cuadrémue ở bang Maixco vùng Tây-nam Ấn-độ nằm cách xa bờ biển 50 km ở độ cao trên 1000 m. Biển lại nông nên tàu 100 nghìn tấn phải đậu xa bờ đến 10 km. Nếu đào kênh cho tàu vào thì rất tốn kém. Dùng phương pháp vận chuyển bùn quặng, người ta đã có thể dùng tàu lớn 250 nghìn tấn để chuyên chở và việc khai thác khu mỏ lại trở nên rất kinh tế.

Về việc chuẩn bị nguyên liệu cho mẽ nấu, thì một trong những phương hướng chủ yếu là thu hẹp sự dao động về kích thước của than cốc và quặng kim loại. Người ta đã tính ra rằng, muốn cho lò cao đạt được năng suất cao thì phải giữ cho kích thước quặng cục nằm trong giới hạn 10–25 mm, kích thước quặng thiêu kết 10–50 mm. Kinh nghiệm của một xưởng ở Nhật-bản cho biết, khi thu hẹp phạm vi dao động của quặng từ 10–60 mm xuống 10–25 mm thì năng suất của lò cao tăng thêm 3%, tỉ lệ tiêu hao than cốc giảm được 5,5–8%. Do vậy tỉ lệ quặng viên ngày càng tăng so với quặng thiêu kết. Trong vòng 5 năm vừa qua, sản lượng quặng viên ở Liên-xô tăng từ 0,3 lên đến 10,4 triệu tấn, ở MI từ 32,2 triệu tấn (1965) tăng lên đến 60 triệu tấn (1970).

Với điều kiện nguyên liệu và mẽ liệu đã được chuẩn bị tốt, và do ngày càng nắm được bản chất của quá trình luyện kim trong lò cao, việc điều khiển các lò cao hiện đại không còn là vấn đề "ghê gớm" như trước đây 30 năm nữa. Bản thân lò cao hiện đại phát triển theo hai hướng :

1) Tăng kích thước lò dựa trên sự nghiên cứu về chuyển động của thể rắn và thể khí. Nếu ở năm 1950, các lò cao cỡ 800 m³ với đường kính nổi lò 7 m và sản lượng 1000 tấn/ngày đã được xem là lò cao khổng lồ, thì ngày nay dung tích có ích của lò cao đã vượt trên 4000 m³, đường kính nổi lò trên 14 m và sản lượng trên 10000 tấn/ngày.

2) Hoàn thiện kĩ thuật chạy lò (chuẩn bị tốt nguyên liệu mẽ nấu, tăng độ đồng nhất của thành phần, nâng cao tính chất của liệu...), cường hóa quá trình lò cao (dùng gió giàu ôxi, tăng áp suất đỉnh lò, nâng cao nhiệt độ gió nóng...) và sử dụng nhiều hiđrôcacbua để thay thế than cốc làm nguồn năng lượng nhiệt và làm chất hoàn nguyên. Hiđrôcacbua được phun vào mắt gió khoảng 100 kg/tấn, thay thế được phần lớn than cốc. Ở Liên-xô trong 5 năm vừa qua, tỉ lệ tiêu thụ than cốc giảm từ 682 xuống 614 kg/tấn. Ở MI từ năm 1965 đến năm 1969 tỉ lệ than cốc giảm từ 650 xuống 635 kg/tấn. Ở Tây Đức từ năm 1965 đến năm 1970 giảm từ 668 xuống 585 kg/tấn. Tỉ lệ trung bình này ở các lò cao của Nhật-bản từ năm 1965 đến năm 1970 giảm từ 507 kg/tấn xuống 479 kg/tấn. Hai mươi bốn lò cao của hãng Nippon Steel đầu năm 1970 đạt 443 kg/tấn. Có một lò cao của hãng Nippon Kokan đã đạt được con số kỉ lục 360 kg/tấn do có thời thêm khí hoàn nguyên bằng cách đốt cháy không hoàn toàn dầu mazut.

Hì vọng trong một tương lai không xa, lượng cốc tiêu thụ sẽ giảm xuống đến 300 kg/tấn, rồi đến 230 kg/tấn hoặc 250 kg/tấn. Nên nhớ rằng cách đây khoảng 20 năm, con số tiên tiến này là khoảng 700 kg/tấn, và đối với nước ta thì con số này còn nằm trên 800 kg/tấn.

2. Sắt xộp và vấn đề luyện kim đen không dùng than cốc.

Việc thay thế than cốc bằng nhiên liệu lỏng hoặc khí không chỉ vì than luyện cốc ngày càng khan hiếm mà còn do giá than cốc ngày càng cao. Nếu năm 1912 giá tiền 1 tấn than cốc ở MI bằng giá 40 kWh, thì đến năm 1949 đã bằng giá 350 kWh. Nếu lấy đơn vị giá cả là 100, thì ở Tây Đức giá than cốc từ năm 1959 đến năm 1970 tăng từ 100 lên 125 còn giá khí thiên nhiên thì lại giảm từ 135 xuống 70, và dầu mazut từ 80 xuống 45.

Công nghiệp luyện kim với thiết bị lò cao và lò thổi ôxi chỉ kinh tế khi có qui mô lớn. Hơn nữa, nhiều trường hợp như đối với các nước mới phát triển chẳng hạn, không những

không đủ vốn để xây dựng qui mô lớn mà còn không thể nào tiêu thụ hết số lượng kim loại lớn như vậy trong những năm đầu mới phát triển. Các nước này lại thiếu sắt thép vụn để có thể phát triển loại xưởng tí hon (xưởng «mini»); thêm nữa, phần lớn lại thiếu than luyện cốc.

Theo lưu trình «Midland—Ross» thì quặng viên sẽ được thiêu trong lò đứng rồi vào lò kim loại hóa để được hoàn nguyên bằng khí thiên nhiên nóng đã được chuyển hóa và thổi vào lò theo lối đối lưu từ dưới lên. Quặng viên kim loại hóa được tháo ra từ dưới đáy lò và được khí trở làm nguội đến 50°C để tránh khỏi bị ôxi hóa trở lại. Quặng viên thành phẩm sẽ được đem chứa trong những thùng lớn có dung tích $\sim 5000\text{ m}^3$ và có môi trường khí trung tính. Xưởng Portland ở bang Oregon (Mĩ) đã dùng lưu trình này để sản xuất 400 nghìn tấn quặng viên mỗi năm dùng làm nguyên liệu để nấu thép trong lò điện hồ quang. Tổng số vốn đầu tư xây dựng toàn bộ, bao gồm cả thiết bị để kim loại hóa quặng viên và nhà máy nấu luyện, vào khoảng 35 triệu đôla, nghĩa là chỉ bằng 1/3 chi phí để xây dựng lò cao và lò thép của một xưởng cùng công suất. Chi phí nhiệt cho 1 tấn quặng viên kim loại hóa vào khoảng $\sim 3,4$ triệu kcal. Do việc phát triển xí nghiệp gang thép bằng quặng viên kim loại hóa rất có lãi nên xí nghiệp đầu tiên xây dựng vào năm 1969 với 18 người phục vụ và 8 nhân viên quản lý (trong đó đã tính thêm 30% để đào tạo cán bộ cho tương lai), đến nay đã được phát triển rất nhanh và mạnh ở khắp nơi (ở Georgetown, ở Hamburg, ở Louisiana, v.v...).

Ở Mêhicô thì dùng phương pháp Hoyalata y Lamina để hoàn nguyên quặng trong 4 lò nối tiếp nhau bằng khí thiên nhiên đã chuyển hóa. Chu trình hoàn nguyên gồm 4 giai đoạn, mỗi giai đoạn hoàn nguyên 3 giờ, lần lượt trong từng lò nối tiếp nhau. Năm 1969, phương pháp này được ứng dụng ở Môntêriô để hoàn nguyên quặng cục, đã sản xuất mỗi ngày đêm 500 tấn sắt xộp dùng làm nguyên liệu cho lò điện hồ quang.

Các hãng ở Canada, Mĩ, Tây Đức lại dùng phương pháp SL/RN để sản xuất sắt xộp trong lò ống quay bằng nhiên liệu rắn (1). Ngoài việc kim loại hóa quặng sắt thường hoặc quặng viên, người ta còn dùng phương pháp này ở Canada để hoàn nguyên quặng sắt niken, sau đó đem luyện thép kết cấu chứa 1—2% Ni và thép không gỉ chứa 9% Ni. Cho đến cuối năm 1968, trong tổng số 3 triệu tấn quặng kim loại hóa, riêng phương pháp SL/RN này đã

sản xuất ra $\sim 1,6$ triệu tấn. Lò quay kim loại hóa lớn nhất có đường kính 6 m, dài 60—70 m với công suất 500—600 nghìn tấn sắt xộp hằng năm.

Ở Mĩ còn dùng phương pháp hoàn nguyên trong lớp sôi. Hãng United States Steel Corp. đã xây dựng thiết bị có công suất 1,5 triệu tấn/năm và dùng khí H_2 và CO để hoàn nguyên. Thiết bị này xây dựng ở Vênezuela, và sản phẩm kim loại hóa chứa $> 90\%$ Fe sẽ được dùng để nấu thép. Các hãng Esso Research, Hydrocarbon Research đã đưa vào sản xuất phương pháp hoàn nguyên quặng cảm trong lớp sôi bằng hỗn hợp H_2 và CO và lấy từ dầu mỏ. Sản phẩm là những bánh quặng chứa 92,5% Fe dùng để luyện thép. Người ta đã xây dựng ở bang Texas một xí nghiệp sản xuất hằng năm 1 triệu tấn nguyên liệu theo phương pháp này và đã bắt đầu sản xuất trong năm 1972.

Những năm gần đây, xu hướng sử dụng quặng kim loại hóa chủ yếu để luyện thép trong lò điện ngày càng rõ nét. Trong hội nghị khoa học kĩ thuật luyện kim quốc tế ở Tôkiô, phó chủ tịch công ty British Steel Corp. đã trình bày kết quả tính toán so sánh giá thành thép sản xuất theo phương pháp cổ điển trong 2 lò cao và 3 lò thổi ôxi, và theo phương pháp kim loại hóa trong 9 lò quay, theo phương pháp SL/RN rồi nấu quặng kim loại hóa trong 16 lò điện hồ quang. Theo các giá cả của năm 1970 (than luyện cốc 16,8 đôla/tấn, điện 0,09 đôla/kWh), khi qui mô của sản lượng $\leq 2,5$ triệu tấn/năm thì dùng phương pháp không lò cao lợi hơn. Nếu giá than luyện cốc tăng lên đến 24 đôla/tấn và giá điện hạ xuống còn 0,07 đôla/kWh chẳng hạn, thì phương pháp không lò cao vẫn có lợi cho qui mô sản lượng 9 triệu tấn thép/năm, mặc dù quặng vụn cần về thành cục trước.

Kết quả tính toán ở Tây Đức, Mĩ, cũng tương tự như vậy.

3. Lò thổi ôxi nguyên chất và lò điện siêu công suất với kĩ thuật luyện thép hiện nay.

Xu hướng thay đổi các lưu trình và phương pháp luyện thép trong 10—15 năm qua vẫn không thay đổi. Đó là xu hướng thay lò Bessemer, Thomas, Martin bằng lò thổi ôxi và lò điện.

(1) Phương pháp này lấy tên 4 chữ đầu của 4 hãng: Steel Co. (Canada), Lurgi Gesellschaft für Chemie (Tây Đức), Republic Steel Co. (Mĩ) và National Lead (Mĩ).

Vấn đề sử dụng ôxi nguyên chất để khử các tạp chất ở trong gang không phải là vấn đề gì mới lạ, vì từ năm 1856, Bessemer đã đề xuất vấn đề này và đã nhận được bằng phát minh. Sở dĩ hồi ấy không thực hiện được là vì chưa có những phương pháp sản xuất ôxi nguyên chất một cách rẻ tiền để đưa việc sản xuất thép bằng ôxi nguyên chất vào qui mô công nghiệp. Điều này chỉ có thể thực hiện được 94 năm sau đó, vào đầu những năm 1950.

Vấn đề chủ yếu để có thể sử dụng tốt hơn loại lò này là vấn đề hoàn thiện kết cấu đầu phun O_2 . Ngoài ôxi ra, người ta còn thổi thêm vào lò các vật liệu dạng bột. Xí nghiệp Sêrê-pôvetsk ở Liên-xô đã tinh luyện thép bằng cách thổi vào trong dòng O_2 , đạt được tốc độ khử P nhanh gấp 10 lần so với thông thường. Quá trình OLP và LD-AC nấu được gang P cao trong lò thổi ôxi và thu được xỉ có hàm lượng P_2O_5 cao.

Các phương pháp luyện thép bằng ôxi nguyên chất đều có đặc điểm chung là thổi ôxi lên trên mặt bề kim loại và dẫn đến một quá trình luyện kim riêng biệt được đặc trưng bằng sự phân bố của ôxi thổi vào giữa ba mức với những tác dụng hoàn toàn khác nhau về cơ bản: tác dụng ở mặt bề kim loại, tác dụng ở mặt xỉ, và tác dụng ở môi trường khí lò. Tùy theo ý muốn, có thể thực hiện được những phản ứng luyện kim mà các phương pháp luyện kim khác (Thomas, Martin đã thực hiện).

Nhưng lò luyện thép bằng ôxi nguyên chất còn là một công cụ luyện kim hoàn toàn khác với các công cụ đương thời. Nó có những ưu điểm sau đây:

- có thể nấu được bất kì loại gang nào, khắc phục được những nhược điểm về mặt này của các thiết bị cũ,

- có thể nấu được sắt thép vụn nhiều gấp bội so với phương pháp bằng gió,

- có thể nấu được các loại thép rất sạch, nhất là sạch nitơ, và nấu được đủ loại thép kể cả thép không rỉ.

- có khả năng có công suất lớn (đến 400 tấn) và thời gian nấu nhanh (khoảng 1/2 giờ một mẻ) nên sản lượng và năng suất cao hơn hẳn các phương pháp luyện thép khác.

Cùng với sự phát triển của lò cao hiện đại, lò luyện thép thổi ôxi đã đưa công nghiệp luyện kim phát triển nhanh chóng. Cho đến năm 1969, sản lượng thép lò thổi ôxi đã bằng tổng sản lượng thép sản xuất của tất cả các phương pháp khác vào năm 1952 (là năm bắt đầu xuất hiện lò thép thổi ôxi LD ở Linz).

Từ năm 1971 trở đi, thép lò thổi ôxi đã chiếm hơn 1/2 tổng sản lượng của toàn thế giới. Dự kiến đến năm 1977, sản lượng thép lò thổi ôxi sẽ bằng tổng sản lượng thép tất cả các loại lò của năm 1969.

Đi đôi với sự phát triển luyện thép bằng ôxi nguyên chất, kĩ thuật luyện thép còn được đánh dấu bằng một sự phát triển mới: dùng lò điện siêu công suất để sản xuất thép với khối lượng và năng suất rất cao. Việc sử dụng công suất điện cao đã làm thay đổi về cơ bản việc sử dụng lò điện mà trước đây vẫn xem là loại thiết bị có công suất thấp, chủ yếu chỉ dùng để tinh luyện thép. Ngày nay, lò điện đã trở thành một loại thiết bị để sản xuất thép qui mô lớn và năng suất cao. Lò điện đã được sử dụng để sản xuất thép cacbon thường với qui mô lớn. Theo quan điểm hiện tại về đơn vị công suất máy biến thế cho một tấn dung tích lò điện là: công suất thường 130—210 kW/t, công suất cao 220—290 kW/t, công suất siêu cao 330—500 kW/t. Hiện đã có những lò điện siêu công suất để nấu thép với đơn vị công suất là 500—650 kW/t. Năng suất mỗi giờ của các lò điện hồ quang loại lớn đã đạt đến 100 tấn. Thời gian nấu mỗi mẻ loại thép chất lượng tốt với chế độ một lần xỉ chỉ mất khoảng 2 giờ. Năng lượng điện tiêu hao cho một tấn thép khoảng 480—500 kWh/t. Dung tích của các lò điện loại siêu công suất này đã đạt đến 200—250 t.

Với việc sử dụng sắt xốp làm nguyên liệu, loại lò điện này có thể cho liệu vào lò liên tục, với công suất máy biến thế rất lớn, thời gian nấu chảy rút nhanh, thời gian tinh luyện chỉ mất khoảng 10—20 phút, nên có thể làm tăng sản lượng lên khoảng 30—40%. Do đó, sắp xếp cùng với lò điện siêu công suất đang cạnh tranh mạnh với lò cao và lò thổi. Các loại lò điện siêu công suất này thích hợp cho các xí nghiệp luyện thép ăn sắt thép vụn hoặc sắt xốp trong qui mô các xí nghiệp mini cỡ 100 đến 300 000 tấn/năm với mặt hàng rất chuyên, hoặc trong các xí nghiệp cỡ 1 triệu tấn/năm đặt trong một vùng có thị trường luyện kim và có nguồn sắt thép vụn, nhưng không thích hợp cho một xí nghiệp luyện kim hoàn chỉnh ăn từ quặng sắt trở đi.

4. Đúc liên tục.

Kĩ thuật đúc thép liên tục bắt đầu phát triển từ ngay sau đại chiến thế giới, và là sự tiếp tục phát triển của một kĩ thuật đã được sử dụng rộng rãi trong ngành luyện kim màu.

Đó là kĩ thuật đúc những thỏi bằng cách rót đều và liên tục thép vào trong một khuôn không đáy và được làm nguội rất nhanh.

Trong 10 năm qua, kĩ thuật đúc liên tục đã được áp dụng ở qui mô lớn. Năng suất trung bình của máy đúc liên tục thỏi slab loại một dòng hiện nay là 500 nghìn tấn/năm. Với phương pháp rót mẻ tiếp mẻ, người ta có thể rót được liên tiếp 12 — 15 mẻ ở máy đúc liên tục.

Nhờ đúc liên tục mà các xí nghiệp gang thép đã có thể không cần dùng máy cán blumín và slabin.

Đúc liên tục có những ưu điểm sau đây so với phương pháp đúc thỏi thường :

- sản phẩm đồng nhất theo chiều dọc, tiết kiệm được nhiều kim loại, tránh được sự thiên tích ở trong thỏi thép ;

- bố trí mặt bằng gọn nhẹ, không cần dùng đến những máy cán phá, công suất thiết bị lớn ;

- những ưu điểm về chất lượng (đồng nhất về tổ chức, không có thiên tích) đủ bù lại những vấn đề đặc biệt do kĩ thuật mới đề ra.

Hiện nay, phương pháp đúc liên tục chưa áp dụng được cho tất cả mọi loại thép, nhưng phạm vi ứng dụng kĩ thuật này ngày càng rộng. Đã có thể khẳng định được rằng, các xí nghiệp sau đây có thể dùng phương pháp đúc liên tục :

- xí nghiệp nhỏ có mặt hàng chuyên và công suất bị giới hạn không cho phép sử dụng máy cán to, công suất lớn.

- xí nghiệp sản xuất tấm với mọi qui mô về công suất đòi hỏi có máy cán phối tấm slabin ;

- xí nghiệp sản xuất thanh dài mà chưa đủ công suất để sử dụng máy cán blumín.

Chúng ta đã sơ lược phác qua những tiền đề kĩ thuật đã thúc đẩy sự tiến bộ của công nghiệp luyện kim trong vòng hơn chục năm qua. Có thể tóm tắt những đặc điểm cơ bản của một xí nghiệp luyện kim của những năm 70 như sau :

1) Hai lưu trình công nghệ chiếm ưu việt về kinh tế trong những điều kiện hiện tại là : lưu trình luyện thép lò thổi ôxi nguyên chất, và lưu trình luyện thép lò điện siêu công suất. Tất cả mọi khả năng để tạo ra công suất cao hiện nay trong công nghiệp luyện kim đều dựa trên hai lưu trình này.

2) Xưởng luyện thép bằng ôxi nguyên chất đang chiếm một tỉ lệ quan trọng. Công suất tối ưu cho một xí nghiệp liên hiệp lò cao — lò thổi ôxi phải vào cỡ 12 000 đến 20 000 tấn/ngày hay 4 — 7 triệu tấn/năm. Phần lớn cỡ xí nghiệp như vậy hiện nay chưa bố trí đúc thỏi được hết bằng phương pháp đúc liên tục. Chỉ có loại cỡ 0,5 đến 1,5 triệu tấn thì vừa khớp với qui mô đúc liên tục để cán, hiện đang tồn tại.

3) Lò điện siêu công suất phù hợp với một cỡ khác về công suất : cỡ 1 đến 2 triệu tấn/năm trong một số xí nghiệp của Mĩ, nhưng phần lớn ở các xưởng mini đang phát triển mạnh mẽ và nhanh chóng. Các xí nghiệp mini này, cỡ từ 100 đến 500 000 tấn/năm, phù hợp với một sơ đồ rất đơn giản : dùng sắt thép vụn hoặc sắt xộp (quặng hoàn nguyên trước), dùng lò điện công suất cao, đúc liên tục và sản phẩm cán chuyên. Lợi thế của loại xí nghiệp này không chỉ vì tính hợp lí về chi phí vận chuyển nguyên liệu, nhiên liệu và thành phẩm, mà còn ở chỗ giảm được đến mức thấp nhất chi phí cho các công trình và chi phí chung khác.

III — LUYỆN KIM Ở NĂM 2 000

Sự phát triển của ngành luyện kim trong mấy chục năm qua thật đặc biệt nhanh chóng, do đó cũng thật khó mà dự đoán được hết sự tiến triển trong khoảng hơn hai mươi năm tới, khoảng năm 2000 sẽ ra sao. Sự tiến triển trong ngành luyện kim vẫn còn chưa chấm dứt, điều này thể hiện rõ ở chỗ, hiện nay những người lãnh đạo của các tập đoàn luyện kim đã đề ra nhiệm vụ phải thu lợi được trong thời hạn dưới 5 năm để cho xí nghiệp của họ khỏi trở thành lạc hậu trước khi khấu hao xong.

1. Bốn vấn đề mấu chốt của ngành luyện kim

— Như đã nói ở trên, sự tiến triển nhanh chóng của ngành luyện kim là do sự thôi thúc của nhu cầu thị trường. Trong một giai đoạn không lâu, xu hướng này vẫn không thay đổi, và người ta cũng không sợ rằng thép sẽ bị các vật liệu khác cạnh tranh và thay thế. Những kim loại có khả năng thay thế được thép thì còn xa mới nổi lên được, ví dụ như nhôm với sản lượng 10 triệu tấn mỗi năm có mức độ tăng là 2 triệu tấn/năm, còn quá xa so với mức độ tăng của thép là 30 triệu tấn/năm. Các vật

liệu tổng hợp khác cũng chỉ có thể thay thế được thép trong những trường hợp cá biệt, và đứng về sản lượng mà nói thì còn quá xa so với sản lượng và nhu cầu về thép. Thêm nữa, thép phối hợp với các vật liệu khác, trong đó kể cả với vật liệu tổng hợp, thành những vật liệu có những tính chất hoàn toàn mới mà trong mười, mười lăm năm tới có thể sử dụng một cách rất rộng rãi (như tôn tráng phi kim loại, sandwich, kim loại tổng hợp, vải tráng phi kim loại, v.v...). Thép vẫn giữ một vai trò to lớn trong sự phát triển tương lai của kĩ thuật.

— Nhu cầu của thép sẽ còn phát triển mạnh, vì 2/3 dân số thế giới hiện nay chỉ mới có mức sử dụng hằng năm 20—30 kg/đầu người so với mức 600—700 kg/đầu người của các nước phát triển. Sự phát triển này sẽ tăng khi các nước chậm phát triển được công nghiệp hóa, mức tăng này dự kiến đến khoảng 50—200 kg/đầu người ở các nước chậm phát triển, và 600—900 kg/đầu người ở các nước phát triển.

Do hai nhân tố trên, nên dự tính mức tiêu thụ của thế giới (trừ phi có tổng khủng hoảng kinh tế) sẽ là :

1 tỉ tấn/năm vào khoảng năm 1980—1982

2 tỉ tấn năm vào khoảng năm 2000.

Nếu như vậy thì trong vòng 12 năm tới, người ta sẽ sản xuất một số lượng thép bằng tổng số thép đã có kể từ khi có ngành luyện kim cho đến ngày nay.

Muốn thế, trong vòng mười năm tới phải tạo ra được một công suất hay khả năng sản xuất như đã có, kể từ sau đại chiến thế giới đến nay (không kể những đổi mới cần thiết).

Do đó, kĩ thuật mới phải trả lời được những vấn đề mấu chốt sau đây mà ngành luyện kim đề ra :

1) Nguồn năng lượng

Mọi người đều thấy rằng ngành luyện kim phải dứt khoát tách khỏi nguồn năng lượng của than cốc, vì sự tăng gấp đôi sản lượng thép trong vòng 12 năm tới không phải và không thể đồng thời là sự tăng gấp đôi sản lượng than cốc. Do đó, ngành luyện kim phải hướng về một nguồn năng lượng khác : đó là quá trình hoàn nguyên trước pha rắn mà chúng ta đã biết mấy năm nay, hoặc bằng than không hóa cốc, hoặc bằng những hiđrô-cacbon lỏng, hoặc bằng chất khí mà khoảng mười năm tới sẽ phát triển rất mạnh. Ngành luyện kim cũng có thể hướng về một nguồn năng lượng khác : đó là năng lượng hạt nhân,

khí mà nguồn năng lượng này đã trở thành một nguồn năng lượng kinh tế hơn. Mấy năm gần đây, nhiều nước đã đề cập đến vấn đề này. Người ta đã tính toán rằng, việc chuyển nhiệt năng phân rã của nguyên tử thành điện năng, rồi từ điện năng trở thành nhiệt năng để sử dụng vào ngành luyện kim làm mất đến 60—70% năng lượng ban đầu. Do đó, có xu hướng cho rằng phải sử dụng được năng lượng ban đầu phát sinh ra trong lò phản ứng nguyên tử thì mới kinh tế. Lò phản ứng nguyên tử loại thế hệ thứ nhất chỉ cho được nhiệt năng ở nhiệt độ 300—500°C. Ở các loại lò phản ứng dùng chất khí (chủ yếu là oxit cacbon) làm lạnh, thì nhiệt độ chất làm lạnh có thể đạt đến $\sim 750^\circ\text{C}$. Loại khí với nhiệt độ như thế, được sử dụng rất hạn chế trong ngành luyện kim đen.

Trong những lò phản ứng nhiệt độ cao dùng khí He ở áp suất 30—40 at để làm lạnh, thì nhiệt độ chất làm lạnh có thể đạt đến $\sim 850^\circ\text{C}$. Nhiệt độ cao nhất trong một thời gian ngắn của chất làm lạnh có khi đến 1000°C và trong tương lai có thể đạt đến 1200°C, thậm chí có thể đạt được nhiệt độ cao hơn nhiệt độ nóng chảy của gang và thép.

Để cốc hóa và để nung kim loại, thì việc dùng các nguồn năng lượng đồng hành như khí lò cốc và khí lò cao vẫn có hiệu suất hơn. Do đó, phương hướng để sử dụng năng lượng nguyên tử vào ngành luyện kim có lẽ chủ yếu là để làm sắt xốp, rồi đem nấu thành thép ở trong lò điện hồ quang, hoặc là để nấu gang trong lò điện.

Nếu năng lượng nguyên tử có thể đồng thời sử dụng được dưới dạng năng lượng nhiệt và năng lượng điện lấy từ các nguồn năng lượng không sử dụng vào các quá trình nhiệt, thì kết quả sử dụng năng lượng nguyên tử mới thích hợp hơn.

Nhiệt của khí làm lạnh lò phản ứng có thể sử dụng để sản xuất ra hỗn hợp khí hoàn nguyên $\text{CO} + \text{H}_2$ bằng cách khí hóa nhiên liệu rắn, hoặc bằng cách chuyển hóa khí thiên nhiên, hoặc nhiên liệu lỏng, đồng thời dùng để cung cấp nhiệt cho quá trình hoàn nguyên kim loại từ quặng sắt ra, còn năng lượng điện thì đem cung cấp cho lò điện để nấu gang hoặc nấu thép từ sắt xốp ra.

Người ta hi vọng rằng trong 5—10 năm tới sẽ có những lò phản ứng mà nhiệt độ chất làm lạnh có thể đạt đến 850°C hoặc thậm chí đến 1200°C.

2) Nguồn quặng

Hiện nay và trong một thời gian nữa, nguồn

quặng chưa thành vấn đề gì lớn. Trữ lượng hiện nay trên thế giới khoảng 200 tỉ tấn, đủ dùng cho hai hoặc ba chục năm tới.

Cũng nên chú ý, phần lớn dự trữ này là quặng nghèo mặc dù dễ làm giàu, tất nhiên đòi hỏi kĩ thuật phải giải quyết nhiều vấn đề về sản phẩm của mỏ là những sản phẩm đã được tinh chế hơn.

Tất nhiên, nhu cầu 2 tỉ tấn thép ở năm 2000 không cho phép khai thác như kiểu cách hiện nay. Nhu cầu đòi hỏi kĩ thuật phải chú ý đến những nguồn dự trữ quặng nghèo hơn (ví dụ như laterit chẳng hạn). Con đường thủy luyện mà người ta đang hướng tới có thể sẽ gây ra một sự đảo lộn sâu sắc về vấn đề xử lí quặng, kể cả những phương pháp tuyển bằng sinh vật và bằng vi khuẩn.

3) Vấn đề vận tải

Trong sản xuất luyện kim, nguồn nguyên liệu thường ở xa nơi tiêu thụ, phương pháp giải quyết hiện nay chủ yếu vẫn là cách vận tải thủy (bằng đường biển). Xu hướng này vẫn không thay đổi mặc dù nguyên liệu có thay đổi (quặng đã được hoàn nguyên trước thành sản phẩm kim loại hóa, hay bán sản phẩm luyện kim).

Muốn giải quyết vấn đề vận tải đường biển thì phải có nhiều tàu cỡ lớn (60 000 — 100 000 tấn trở lên) và phải có cảng lớn để có thể bốc dỡ được. Ngoài phương pháp vận tải cổ điển ra, đã xuất hiện những phương pháp vận tải tiên tiến hơn như phương pháp vận tải bùn quặng trong đường ống và bằng tàu lớn (phương pháp Marcona đã nói ở trên), đã giải quyết vấn đề khai thác cho những mỏ quặng ở xa, tách biệt, hoặc điều kiện khai thác và vận tải khó khăn (tàu chở 250 000 và 500 000 tấn, bốc dỡ nhanh và bốc dỡ ở tận ngoài khơi). Kĩ thuật vận chuyển như vậy đòi hỏi phải nghiền vụn quặng. Quặng nghiền như vậy ngoài ý nghĩa có tác dụng tốt đối với việc làm giàu quặng còn có ý nghĩa độc lập của nó trong giá trị chuyên chở.

Đòi hỏi với việc vận chuyển nguyên liệu, việc vận chuyển sản phẩm luyện kim cũng trở thành một vấn đề lớn trong giá thành của sản phẩm.

4) Vấn đề tài chính

Việc phát triển các thiết bị sản xuất và phương tiện vận tải lớn của ngành luyện kim đòi hỏi một số vốn rất lớn. Chúng ta không đi vào chi tiết, ở đây chỉ xin nêu lên mấy con số để suy nghĩ.

Nếu trong mười năm qua, số tiền của cả

thế giới đã bỏ ra cho công nghiệp luyện kim là 40 tỉ đôla (1960—1970), thì với sản lượng 1 tỉ tấn vào năm 1980 và 2 tỉ tấn vào năm 2000, sẽ đòi hỏi một sự đầu tư như sau :

Năm 1970—1980 : 89 tỉ đôla

Năm 1980—2000 : 200 đến 245 tỉ đôla

Trong đó số vốn phân phối như sau : khoảng 70% cho luyện kim ; 15—20% cho khai thác quặng ; 10—15% cho năng lượng và vận tải đường thủy.

2. Hai hướng đi trong kĩ thuật luyện kim.

Sau khi giải quyết những vấn đề trên, kĩ thuật luyện kim sẽ đi theo hướng nào ?

Hiện nay hai kĩ thuật mới có lẽ sẽ đánh dấu cho sự phát triển của công nghiệp luyện kim trong tương lai mười hai năm tới do những vấn đề mấu chốt của ngành luyện kim phải giải quyết mà chúng ta vừa xới lên ở trên là :

1) Hoàn nguyên trước quặng sắt

Ở trên, chúng ta đã lướt qua những vấn đề kĩ thuật hoàn nguyên trước quặng sắt. Có rất nhiều phương pháp, và một số đã có qui mô sản xuất công nghiệp.

Sản phẩm hoàn nguyên được xem như là một loại sắt thép vụn nhân tạo còn có đất chảy của quặng, hoặc như là tinh quặng và được dùng làm nguyên liệu để nấu thép hoặc để cho vào lò cao.

Lò điện siêu công suất hoàn toàn phù hợp với việc nấu luyện loại sản phẩm này, hơn nữa do kích thước nguyên liệu rất đều và đã được tiêu chuẩn hóa nên dễ dàng cho liệu liên tục vào lò điện, tạo điều kiện cho lò điện có thể nấu được liên tục, nâng cao được sản lượng lên khoảng 20—40% so với việc chất sắt thép vụn không liên tục. Sự phù hợp này giữa sắt xốp và lò điện hồ quang đã được thực hiện nhiều năm nay tại các xí nghiệp ở Mêhicô, và sơ đồ công nghệ này đã được lặp lại trong nhiều xí nghiệp mini đã, đang, hoặc sắp vận hành (Oregon Steel, Georgetown, Hamburg...).

Ngoài việc nấu quặng hoàn nguyên ở trong lò điện siêu công suất, việc đưa quặng hoàn nguyên trước vào lò cao ở các xí nghiệp luyện kim cổ điển hoàn chỉnh đã giải quyết được vấn đề than cốc, hầu như giảm được đến một nửa lượng than cốc cần tiêu thụ so với khi nấu gang bằng quặng thiếu kết. Đó là một trong những biện pháp quan trọng song song với biện pháp phun than, phun hiđrô-

eachua vào lò cao để giải quyết vấn đề than cốc nói chung.

Việc xây dựng các xí nghiệp hoàn nguyên trước không bắt buộc phải ghép vào một chỗ cùng với xí nghiệp luyện kim. Sở dĩ còn có vấn đề ngần ngại xây dựng những xí nghiệp hoàn nguyên trước to lớn ở các vùng mỏ, là vì cho đến nay còn có khó khăn trong vấn đề vận chuyển quặng hoàn nguyên thô (hay là quặng ôxi hóa), vì sự ôxi hóa trở lại làm ảnh hưởng xấu đến chất lượng thương phẩm của quặng hoàn nguyên. Nhưng vấn đề này chắc chắn có thể giải quyết được trong một thời gian ngắn. Nhiều dự án xây dựng xưởng với qui mô 1—3 triệu tấn quặng hoàn nguyên trước đang được nghiên cứu, hoặc đã được thực hiện để cung cấp quặng hoàn nguyên trước loại thương phẩm cho thị trường thế giới.

2) Luyện thép liên tục

Luyện thép trong lò thổi ôxi nguyên chất được xem gần như là lưu trình rất phù hợp cho việc tinh luyện gang. Vấn đề tồn tại là vấn đề không liên tục của quá trình. Sự không liên tục của quá trình luyện thép gây những khó khăn và bất lợi về kinh tế và kĩ thuật:

— *Tồn thất về hiệu quả*: mỗi mẻ mới lại là một lưu trình mới tương ứng với những điều kiện ban đầu chưa xác định;

— *Khó khăn cho việc tự động hóa*: chế độ nấu luyện không ổn định nên các tham số cho việc tự động hóa cũng không ổn định;

— *Hiệu suất sử dụng thiết bị thấp*: thiết bị luyện kim công kênh, nặng nề, tốc độ nhanh, nhưng mỗi giờ chỉ sử dụng có 1—2 lần;

— *Không hợp lí trong cả quá trình luyện kim*: khâu đầu (lò cao) và khâu cuối (cán thép) thì liên tục, khâu giữa (luyện thép) thì lại không liên tục.

Những điều không hợp lí nói trên đòi hỏi phải nghiên cứu một sơ đồ sản xuất thép đơn giản hơn và phù hợp hơn. Hiện đã có một vài phương án, thậm chí đến qui mô bán sản

xuất về luyện thép liên tục dựa trên cơ sở dùng ôxi nguyên chất để tinh luyện gang, nhưng vấn đề này còn đòi hỏi nhiều cố gắng về kĩ thuật và nhiều tính toán về kinh tế hơn nữa.

Theo những dự báo hiện tại thì qui mô phát triển của công nghiệp luyện kim có thể tiến triển như sau:

— Trong một giai đoạn đầu khoảng 15 năm sẽ có một sự tiến triển, hoặc một cuộc cách mạng trong các lưu trình sản xuất gang thép. Sự phát triển vĩ đại này sẽ là:

1. Sự hoàn nguyên trước quặng ở pha rắn dẫn đến một sự đảo lộn sâu sắc về bản chất các nguồn năng lượng cần dùng cho kĩ thuật luyện kim.

2. Sự tinh luyện gang liên tục dẫn đến một sự đổi mới sâu sắc về tổng sơ đồ của một xí nghiệp luyện kim.

— Sau giai đoạn đó, theo những khả năng dự đoán hiện nay có thể nhìn thấy được, thì còn có thể có những biến đổi sâu sắc hơn nữa, ví dụ như việc sử dụng năng lượng hạt nhân vào trong quá trình hoàn nguyên quặng ở pha rắn, việc tuyển và làm giàu quặng bằng sinh vật, và còn có thể có nhiều cái khác nữa.

Tổng quát lại, sự phát triển với qui mô công nghiệp hiện thực và chắc chắn sẽ là hai loại xí nghiệp luyện kim:

— Xí nghiệp luyện kim vùng duyên hải với sản lượng rất qui mô, cỡ hàng hai chục triệu tấn/năm với việc ứng dụng kĩ thuật rất linh hoạt tùy theo tình hình thị trường nguyên liệu;

— Xí nghiệp luyện kim loại nhỏ (từ ngũ nhỏ (mini) phải hiểu đến qui mô 2—3 triệu tấn/năm), đặt ở các vùng có nguồn cung cấp nguyên liệu và có thị trường tiêu thụ sản phẩm luyện kim. Các xí nghiệp này thường được chuyên môn hóa về sản phẩm chứ không linh hoạt như các xí nghiệp vùng duyên hải.