

Technologie de la production des anodes cuites

Principes généraux des nouvelles installations réalisées
par Elettrocarbonium dans ce domaine

J. L. GENEVOIS

La première partie de l'article traite d'une façon approfondie, les différents problèmes qui surgissent dans la technologie des anodes cuites, se référant particulièrement au problème de la production du cru.

On examine en particulier :

- l'importance de l'emploi de matières premières appropriées,*
- l'importance de la recette de base et particulièrement de la granulométrie,*
- l'importance du malaxage ; on compare les avantages du malaxage continu et du malaxage non continu,*
- l'importance du moulage ; comparaison entre le moulage par pressage et par vibration,*
- cuisson des anodes.*

La deuxième partie de l'article traite de l'engineering et de la réalisation des grandes installations qui ont été réalisées par Elettrocarbonium pour la production des anodes cuites.

On discute les problèmes liés à l'engineering ; on traite aussi les problèmes liés au démarrage de ces complexes intallations et au training du personnel employé ; ce training du personnel du client a lieu efficacement dans les usines de l'Elettrocarbonium.

Un paragraphe passe en revue, brièvement, les frais d'installation et d'exploitation de ces installations.

On illustre enfin, en détail, les installations réalisées par Elettrocarbonium dans les dernières années. Elettrocarbonium, en se basant sur son expérience de plusieurs dizaines d'années de production ainsi que d'engineering, a eu la possibilité, peut-être unique dans ce domaine, d'expérimenter et d'améliorer continuellement dans ses usines, toute solution à mesure qu'elle venait proposée aux différents clients.

La production des anodes précuites, à cause des dimensions que les usines qui produisent l'aluminium ont atteintes, est un problème qui concerne désormais presque exclusivement les producteurs d'aluminium. On ne peut, en effet, ne plus penser à la production des anodes éloignée du lieu d'emploi des anodes mêmes ; ce dernier coïncide, ou bien au moins il le devrait, avec les localités où l'on peut disposer d'énergie électrique. Je ne me référerai cependant ci-après, qu'aux usines que la Société Elettrocarbonium a étudiées pour des tiers.

La qualité des anodes est extrêmement importante pour garantir une bonne réussite, aussi et surtout du point de vue économique, de la production de l'aluminium.

Dans une usine de 120 000 t/an d'aluminium, une différence de consommation des anodes, par kg d'aluminium, de 0,021 kg d'anodes seules, peut signifier une augmentation des frais, par an, de 200-250 millions de livres.

Ceci explique la grande importance, pour celui qui va commencer une production d'aluminium, de pouvoir compter sur l'assistance de celui qui, depuis longtemps, a appris à construire les anodes et qui a donc une expérience capable de donner la tranquillité nécessaire pour faire face aux problèmes qui peuvent se présenter au démarrage et dans le premier exercice.

La technologie de production des anodes peut être illustrée très aisément, puisqu'il s'agit, somme toute, d'un procédé relativement simple: en parlant à un public d'experts, je ne vais pas faire cela. Je chercherai au contraire, à concentrer l'attention sur certains aspects du problème qui me semblent fort intéressants.

La vérification des qualités des matières premières de nature minérale, mais destinées à la production d'un produit industriel bien défini, est très importante.

Ce n'est qu'en disposant de nombreuses données statistiques, qui mettent en relation la qualité du coke de pétrole et du brai avec les résultats qu'on peut obtenir, que l'on peut définir des recettes et des paramètres technologiques capables de garantir les résultats établis.

Ces résultats doivent en tout cas, pouvoir être vérifiés par des séries expérimentales d'anodes, qui doivent être employées en conditions le plus possibles semblables, sinon identiques, à celles prévues dans l'usine qui sera installée.

Ces expérimentations, dans la Société Elettrocarbonium, sont facilitées par la disponibilité d'un Laboratoire de Recherche et de Développement, très bien équipé (comportant installations en demi-échelle pour l'exécution d'épreuves préliminaires de malaxage continu et discontinu, moulage et cuisson) et de nombreuses installations industrielles surtout dans le domaine des électrodes et des revêtements à base de carbone.

Pour compléter cette expérimentation, il a été jusqu'à maintenant possible, d'éprouver pratiquement, dans les cuves d'électrolyse, les anodes produites, en tirant des indications précieuses de ces épreuves. Cela a été possible grâce aux avantageux et cordiaux rapports de collaboration, qui, heureusement, existent depuis plusieurs dizaines d'années, entre la Société Elettrocarbonium et la Société Montedison.

Après la vérification de l'aptitude des matières premières, il est nécessaire d'adapter la « recette » la meilleure aux effectives possibilités de l'employer, en examinant les compromis inévitables qui dérivent de la disponibilité et du prix des matières premières qu'on a décidé de choisir.

Comme tout le monde le sait, ou peut aisément le comprendre, il est fondamental de pouvoir compter sur une distribution des différentes fractions de coke le plus possible constante et contrôlable. Cela vaut, en particulier, pour les fractions les plus fines. Pour cette raison, nous avons toujours donné notre préférence aux machines avec des caractéristiques d'opérations qui permettent de changer promptement et avec élasticité, les conditions de marche, de façon à les adapter aux inévitables variations des produits qui doivent être fabriqués.

Nous nous référons, en particulier, aux moulins où la présence du matériel à l'intérieur est réduite au minimum et dont le contrôle peut être effectué par l'observation de variables sensibles et aisément réglables.

Pour ce qui concerne la classification des différentes fractions par tamisage et alimentation successive, dosée et constante, il faudrait s'étendre dans la description des infinis, petits procédés (mais très très importants), indispensables pour garantir que chaque fraction rentre dans les limites admises et que, dans les phases d'extraction des silos, ne survienne aucune séparation des différents composants de chaque fraction ou des irrégularités dans l'alimentation.

D'après la bonne réussite de ces opérations « préliminaires » dépend, en grande partie, la bonne réussite de l'opération successive de malaxage, dans laquelle entre aussi le liant.

Au pourcentage du liant et à sa constance qualitative et quantitative, l'expérience de l'Elettrocarbonium donne une très grande importance: de ceci dépend, en grande partie, le juste équilibre des différentes propriétés physiques et chimiques qui caractérisent la qualité et donc, la bonne réussite des anodes.

L'expérience Elettrocarbonium qui remonte, dans le domaine des anodes pour aluminium jusqu'en 1908, se base sur l'emploi de malaxeurs discontinus, dans lesquels le dosage des composants, l'énergie de malaxage, la chaleur à fournir et le temps de malaxage peuvent être réglés avec une grande élasticité, et permettent d'obtenir des résultats de premier ordre, même en présence de variations des caractéristiques des composants initiaux.

Entre-temps, toutefois, l'emploi des malaxeurs continus est devenu de plus en plus perfectionné; les principaux avantages du malaxeur continu, sont, à mon avis, les suivants:

- compacité (et donc un coût global inférieur),
- possibilité de contrôle continu de toutes les grandeurs qui règlent l'opération du malaxage,
- main-d'œuvre réduite, indépendance de l'intervention de l'ouvrier et des rythmes de production (à moins de ne pas adopter des automatisations complexes, qui sont toutefois réalisables),
- possibilité de contrôler et de réduire plus aisément les pollutions.

En considération de ces avantages, la Société Elettrocarbonium a travaillé beaucoup pour pouvoir adapter sa technologie à l'emploi des malaxeurs continus, et elle a réussi à mettre au point, dans l'intérêt de tous les clients qui lui avaient confié l'étude de leurs installations, des recettes qui garantissent des résultats pratiquement égaux à ceux que l'on peut obtenir avec des malaxeurs discontinus.

Pour résumer brièvement les différences parmi les deux types de malaxage, nous pouvons dire qu'avec le malaxage discontinu, il est possible d'arriver à une plus grande et graduelle pénétration du liant, obtenant une pâte apparemment plus « aride » (et aussi plus facile à traiter dans l'opération successive de moulage) que celle que, avec le même pourcentage de liant, on peut obtenir dans une installation avec malaxage continu.

Toujours dans le domaine du malaxage, il faut aussi rappeler que, surtout dans le but de mécaniser et faciliter les opérations d'emmagasiner, de distribution et dosage du brai, la Société Elettrocarbonium a étudié et mis au point (en l'expérimentant dans ses installations) un système simple et efficace pour traiter le brai liquide, ce qui facilite, entre autres, l'opération du malaxage.

Pour ce qui concerne le moulage des anodes crues, la Société Elettrocarbonium avait depuis longtemps mis à côté de ses presses bien connues à action statique, des systèmes de compactage dynamique capables de garantir des résultats satisfaisants du point de vue des poids spécifiques que l'on peut obtenir au cru, et du point de vue de l'homogénéité de structure. Sans doute le moulage « statique » permet d'opérer à des températures plus basses et rend donc le procédé indépendant du pourcentage de liant présent dans la pâte: pour obtenir le même degré de liberté avec une machine à compacter à effet dynamique, il faudrait pouvoir refroidir l'anode crue dans son moule, ce qui complique le procédé.

Même dans ce cas, la Société Elettrocarbonium a dû mettre au point des recettes et des variantes à sa technologie pour seconder le désir de quelques-uns de ses clients, d'employer des machines à compacter à vibration, de prix inférieur et d'installation plus simple.

Moi, je suis convaincu que, dans ce domaine, la meilleure solution serait un compromis, c'est-à-dire une machine dans laquelle, à l'effet dynamique (ondes de forme, amplitude et fréquence variables jusqu'à obtenir l'effet meilleur) on puisse ajouter un effet de pressage « statique » avec des efforts inférieurs par rapport à une pression classique, mais avec un effet non inférieur à cause de la concomitance de la vibration. La Société Elettrocarbonium, en collaboration avec une Société très qualifiée de constructions mécaniques, pense pouvoir suggérer une solution concrète à ce problème et souhaite de référer, dans une prochaine occasion, les résultats pratiques obtenus.

Pour ce qui concerne la cuisson, l'expérience de plusieurs dizaines d'années d'exercice de fours continus à feux tournants, permet désormais à la Société Elettrocarbonium de pouvoir fournir l'engineering complet et exécutif et la direction des travaux de construction des fours avec des volumes utiles de cuisson jusqu'à 3 274 m² (je me réfère à des exemples qui ont été déjà réalisés).

Le grand avantage de pouvoir baser son engineering sur des données effectives d'exercice permet d'adopter des solutions simples et pratiques à l'avantage du client des fours. Bien qu'il s'agisse d'installations classiques et très bien connues, les perfectionnements et les améliorations ont lieu toujours et les engineerings pour tiers ont été modifiés selon les résultats les plus récents.

Nos fours sont du type à chambres avec chapeau et avec une liaison directe de la dernière chambre en préchauffage au carneau d'aspiration des fumées par pipe mobile.

La structure d'ensemble (réduction au minimum des entrées parasites d'air) permet de réduire la consommation du combustible, avec températures de 1 250-1 300 °C à 750 kcal/kg d'anodes cuites, soit que l'on marche avec fuel ou bien au gaz. On a mis au point aussi la combustion dans le four du goudron provenant des filtres électrostatiques en amont de la cheminée, en résolvant de cette façon de graves problèmes de pollution.

Pour l'engineering des installations pour tiers, la Société Elettrocarbonium s'est appuyée le plus possible à ses propres techniciens, afin d'apporter une contribution immédiate d'expériences pratiques à l'avantage des clients.

L'engineering a été soigné par une petite équipe d'ingénieurs et techniciens, qui se sont formés dans la Société; à chacun d'eux on a confié une partie du travail (qui a été ensuite développée en détail par de nombreuses maisons de construction choisies en accord avec le client), ce qui lui permettait d'avoir une parfaite vue d'ensemble, en évitant les projets excessivement détaillés qui sont bien souvent inutiles, parce qu'ils ne considèrent pas les situations particulières qui se présentent à mesure qu'on procède dans la réalisation.

Je sais que cette conception va heurter les convictions de ceux qui, avec des principes plus modernes, soutiennent les avantages d'un « engineering » porté à l'extrême.

Je ne peux cacher que je suis convaincu, après plus de dix-huit ans d'expérience dans l'engineering, le montage et l'exploitation d'installations industrielles, qu'il est extrêmement utile de compter, dans les bornes d'un projet d'ensemble *très* précis, sur le talent et l'invention de tous ceux qui collaborent à la réalisation d'une grande œuvre de technique.

Le plus grand problème lié au démarrage des usines d'anodes est, à mon avis, la formation de la mentalité adaptée dans les personnes préposées à l'exploitation de ces usines. Soit qu'il s'agisse d'installations en zones peu industrialisées ou, au contraire, en zones industrielles, le premier contact des néophytes avec la réalité de la production des anodes est presque toujours un « choc ».

En comparaison des industries très bien connues, riches en machines et appareils scintillants et blouses blanches, la production de produits noirs, monotones dans la forme, les dimensions, l'aspect, peut décourager.

La différence de conduite entre une anode et une autre, les améliorations de leur rendement, sont des données qui peuvent survenir après une longue période par rapport à d'autres technologies. Toute variation du cycle, qui est très long, doit être décidée avec prudence et doit être attentivement interprétée.

Cette grande « inertie » entre chaque action et la valeur de son résultat emporte la création d'une mentalité particulière mais, par contre, après que l'on a appris les côtés du problème, crée une affection toute spéciale en ceux qui y travaillent. Ils finissent par faire leur travail avec une passion et une capacité de raisonner (augmentée par la nécessité de méditer chaque « coup ») toutes spéciales.

Pour ces raisons, la réalisation d'une usine pour la production des anodes est un problème de technique spécialisée, mais une complète instruction du personnel qui devra conduire l'usine, est absolument nécessaire.

L'expérience de plus de soixante-quinze ans dans ce domaine permet à la Société Elettrocarbonium de pouvoir fournir un « training » vraiment complet dans ses laboratoires et ses usines.

Ce training comprend aussi une longue assistance dans les nouvelles usines, pour leur démarrage et leur mise au point, par des techniciens provenant des installations de production et donc parfaitement « up-to-date » et en contact avec tous les services techniques de la Société pour pouvoir compter, pour tout besoin, sur les expériences spécifiques nécessaires.

Elettrocarbonium SpA
Viale della Liberazione 18, 20124 Milan (Italie)