

Le défumage oxydant des agglomérés au brai de houille

par J. DUPONT,

Ingénieur au Syndicat d'Etudes chimique du Groupe Coppée.

SAMENVATTING

De kolenteer, die als bindmiddel gebruikt wordt bij de vervaardiging van agglomeraten van magere of anthracietachtige kolen, is verantwoordelijk voor de rookvorming bij hun verbranding.

Een gecontroleerde oxydatie leidt tot de omvorming van een oppervlakkige laag teer in teercokes, het geen de rookloze verbranding verzekert.

Dit procédé werd in 1954 in toepassing gebracht in de groep Douai van de « Houillères du Nord et du Pas-de-Calais » en heeft een zeer snelle uitbreiding gekend, hetgeen het commercieel succes weerspiegelt van de aldus verkregen brandstof, die onder de benaming « Anthracine 54 » wordt verhandeld.

Het Nationaal Instituut voor de Steenkolenrijverheid bestudeert de toepassing van zijn procédé van behandeling in fluo-zand op het oxyderend rookloos maken van agglomeraten.

Dit procédé, dat met succes beproefd werd, zou toelaten het rookloos maken op automatische wijze uit te voeren, in een beperkte tijd en met uitsluiting van ieder ontvlammingsgevaar.

Men heeft getracht het oxyderend rookloos maken uit te breiden tot agglomeraten van half-vette en vette kolen. Deze toepassing stuit op grote moeilijkheden, want men moet de oxydatie doorvoeren tot de kern van de agglomeraten, om niet alleen de teer, maar ook de kolen te transformeren.

RESUME

Le brai de houille utilisé comme liant dans la fabrication des agglomérés de charbons maigres ou anthraciteux constitue l'élément fumigène de ces agglomérés lors de leur combustion.

Une oxydation ménagée transforme une couche superficielle du brai en coke de brai et conduit à l'obtention d'un combustible non fumeux.

Mise en application en 1954 par le Groupe de Douai des Houillères du Nord et du Pas-de-Calais sous le nom d'anthracine 54, cette technique a pris un développement très rapide qui est le reflet du succès commercial rencontré par ce combustible.

L'Institut National de l'Industrie Charbonnière étudie l'application de son procédé de traitement en lit de sable fluidisé au défumage oxydant des agglomérés.

Ce procédé, expérimenté avec succès, permettrait d'obtenir le défumage d'une façon autothermique, en un temps réduit et en évitant tout risque d'inflammation.

On s'est efforcé d'étendre le défumage oxydant aux agglomérés de charbons demi-gras et gras. Cette application s'avère difficile, car il faut dans ce cas pousser l'oxydation au cœur des agglomérés pour transformer, en plus du brai, la matière charbon.

1. Généralités.

Sur l'ensemble du territoire français, la consommation de charbons maigres et anthraciteux a été de 4.972.000 tonnes du 1^{er} avril 1957 au 31 mars 1958, y compris de petits tonnages de quart-gras.

Dans ce tonnage, 2.007.000 tonnes provenaient d'importations.

Les classés de calibre supérieur à 20 mm représentaient 80 % de ce tonnage.

Cette situation montre bien que la mise à la disposition de la clientèle française d'un bon com-

bustible de remplacement obtenu à partir de fines industrielles était d'actualité.

Les agglomérés défumés ont apporté une solution à ce problème.

2. L'Anthracine.

Par ses qualités, ce combustible peut rivaliser avec les classés maigres :

- Son calibrage est rigoureux.
- Il possède une résistance et une cohésion élevées.
- Sa teneur en cendres est de 6 %.
- Ces cendres, qui sont pulvérulentes, diminuent la tendance à la formation de mâchefer.
- Son excellente réactivité lui confère une tenue au feu remarquable, ainsi qu'une grande souplesse de reprise après ralenti.
- Il s'adapte à tous les types de foyers, ainsi qu'aux chaudières de chauffage central.
- Ne dégageant pas de fumée, il n'encrasse ni les récupérateurs des foyers et chaudières ni les cheminées.
- Il ne pollue pas l'atmosphère des agglomérations.

3. Evolution des fabrications.

La progression des ventes montre le succès rencontré par ce combustible :

de mai 1954 à mars 1955	54.500 t
du 1 ^{er} avril 1955 au 31 mars 1956	144.000 t
du 1 ^{er} avril 1956 au 31 mars 1957	253.000 t
du 1 ^{er} avril 1957 au 31 mars 1958	304.000 t
du 1 ^{er} avril 1958 au 31 mars 1959	441.000 t

4. Mise en œuvre du procédé.

41. Principe.

Par oxydation ménagée, une pellicule superficielle du brai de l'aggloméré se transforme en coke de brai.

Portée à haute température lors de la combustion, cette pellicule constitue une zone de cracking que doivent traverser les huiles lourdes de brai lors de leur dégagement.

Il en résulte une transformation de ces huiles en un gaz n'ayant aucun pouvoir fumigène.

42. Origines et études.

En traitant par de l'air, à température supérieure à 100° C, un goudron de houille obtenu par carbonisation à haute température, la totalité des huiles lourdes et anthracéniques se transforme en brai.

Le procédé, utilisé anciennement sous le nom de Hennebutte, son inventeur, était appliqué à des goudrons préalablement débarrassés de leurs huiles légères et naphthalineuses, ces huiles ne possédant pas la propriété de se polymériser par l'air en quantités notables.

La réaction, qui démarre déjà à 100° C, est fortement exothermique et ne se limite pas à l'obtention de brai.

En effet, en prolongeant l'injection d'air, le point de fusion du brai continue à monter et, à l'extrême limite, il y a formation de coke de brai.

En appliquant le procédé non plus au goudron mais au brai, le phénomène est très rapide, ce qui s'explique par le fait que l'on s'adresse aux huiles de brai qui sont à gros poids moléculaires.

Le procédé de transformation du brai par oxydation est donc connu depuis fort longtemps.

Quant à son application au défumage des agglomérés, des essais auraient déjà été tentés en 1939.

Ils furent repris en 1951 à l'échelle laboratoire par le Groupe de Douai des Houillères du Nord et du Pas-de-Calais et ensuite continués au stade pilote sur des charges de 70 kg de boulets de 40 g sous une épaisseur d'un mètre.

Les paramètres suivants ont été étudiés :

Pour les agglomérés :

charbon : nature - finesse de mouture
brai : qualité et pourcentage
boulets : poids - forme - épaisseur de la couche.

Pour les fumées :

température
taux d'oxygène
flux.

Les résultats obtenus furent confirmés sur des charges de 750 kg qui représentaient des volumes d'environ 1 m³.

L'installation comportait les premiers éléments des fours industriels : foyer producteur de fumées à teneur d'oxygène convenable et ventilateur de recyclage de ces fumées.

Les charges de 750 kg ont été traitées dans le cycle suivant :

a) Préchauffage jusqu'à 250° C	1 h 30
b) Oxydation jusqu'à 325-350° C	3 h
c) Refroidissement par fumées	0 h 30
Refroidissement par air	0 h 30

Durée totale du cycle 5 h 30

C'est sur la base de ces essais que le Groupe de Douai décida la construction d'un four industriel.

43. Fours industriels.

431. Développement de la construction.

Le four A fut mis en chantier en mai 1953 près de Douai, au lieu dit « Fort de Scarpe ».

Les premiers essais de mise en marche eurent lieu en 1953 et la marche industrielle continue débuta en juin 1954.

Le premier four se présentait sous forme d'un tunnel de 64 mètres de longueur, construit en béton et garni intérieurement de briques réfractaires.

Il comportait 20 wagonnets circulant sur rails à voie normale.

Ils étaient composés chacun d'un caisson dont le fond était constitué d'une grille mobile permettant le passage des fumées ainsi que la vidange. Ces caissons étaient munis d'ailettes dans le sens longitudinal de telle sorte que les wagonnets successifs étaient encastrés les uns dans les autres en une rame continue.

L'avancement des wagonnets était réalisé par oléopulseur, l'entrée d'une charge à traiter provoquant la sortie d'une charge défumée.

Les fumées entraient latéralement sous la grille, symétriquement par rapport à un plan médian longitudinal, et circulaient de bas en haut dans la charge.

La hauteur de celle-ci était de 1 m, sa largeur de 1,80 m et sa longueur de 3,20 m.

Le tunnel proprement dit, bien que continu, était divisé, pour le gaz de traitement, en vingt cellules, correspondant chacune à un wagonnet.

Chaque cellule était équipée de deux ventilateurs assurant le recyclage des fumées dans les boulets, fumées conditionnées de façon à faire suivre aux boulets la loi de chauffage voulue.

Les fumées étaient produites par combustion de gaz de cokerie dans un avant-foyer et l'apport d'air frais était fait à partir d'air ayant servi au refroidissement secondaire des boulets.

Ce four avait un défaut majeur qui consistait en un manque d'étanchéité du béton :

- Le béton est poreux aux gaz.
- Il est difficile de réaliser une étanchéité convenable entre le béton et les tuyauteries métalliques à gaz de même qu'avec les wagonnets.

Il en résultait :

- des pertes de fumée par les joints vers l'extérieur ;
- des rentrées d'air non contrôlées venant accélérer la réaction au point d'enflammer les charges ;
- un manque d'isolement de cellule à cellule.

Les entrées de fumée de recyclage de part et d'autre des wagonnets impliquaient un dédoublement complet des circuits de distribution.

A partir de l'expérience acquise avec le four A, les fours B et C qui l'ont suivie ont été modifiés comme suit :

Tunnel : caisson métallique avec joints de dilatation et garni de réfractaire.

Cellules : chaque cellule comporte des patins métalliques avec ressorts de compression réalisant une étanchéité suffisante avec les wagonnets.

Fumées : soufflage d'un seul côté.

Wagonnets : longueur portée à 2 m et munis de dispositifs d'étanchéité.

Comme suite au développement des ventes, la construction de deux nouveaux fours D et E fut décidée.

De nouvelles améliorations y furent apportées dans les circuits de fumée et leur mise en service fin 1957 coïncida avec la mise à l'arrêt du four A.

Il est à noter que, dans tous les fours, chaque cellule comporte des appareils de mesure de température des fumées et que des appareils doseurs d'oxygène équipent chaque four.

Toutes leurs indications sont transmises à distance sur un tableau de contrôle central.

Les cellules sont également équipées de pulvérisateurs d'eau permettant de freiner la réaction si des points chauds venaient à se manifester dans les charges.

Un nouveau type de four est à l'essai à l'échelle industrielle depuis août 1959.

Il s'agit d'un four à bande transporteuse métallique pouvant traiter 120 à 150 tonnes/jour.

Par son principe, le four simplifie grandement les problèmes de manutention — toute échelle gardée, il serait sensiblement moins coûteux que les fours tunnels à wagonnets.

432. Résultats.

a) Capacité de traitement et consommation d'énergie.

Chaque four tunnel est capable de traiter par jour 400 tonnes de boulets crus, avec une consommation moyenne de 20 m³ de gaz de cokerie et 30 kW/h à la tonne traitée.

b) Personnel.

Il y a pour 4 fours :

- 4 hommes par poste pour la conduite des fours ;
- 18 hommes par poste pour les manutentions et expéditions ;
- 45 hommes de jour et d'entretien.

Ce personnel pourra être réduit par des aménagements des installations de manutention.

c) Frais d'exploitation.

Ces frais se sont décomposés en 1958, outre les amortissements et les frais de financement en :

Main-d'œuvre, frais généraux	360 FF
Fournitures : gaz, électricité, divers	350
Entretien, main-d'œuvre, etc.	250
L'amortissement est prévu en 6 ans.	

d) Conditions de marche.

Les conditions actuelles sont :

Teneur en oxygène : 6 à 8 %.

Température des fumées : 330 à 350° C.

Durée du traitement oxydant : 60 à 80 minutes.

e) *Bilan matières et calories.*

La perte de poids au traitement, à humidité égale, serait inférieure à 1,5 % et doit se comprendre comme suit : s'il y a une légère perte de matière sous forme de gaz par le phénomène d'oxydation, elle est compensée partiellement par une fixation d'oxygène, ce qui explique la perte de pouvoir calorifique du combustible qui serait de l'ordre de 200 kcal/kg.

5. Extension du procédé à d'autres catégories d'agglomérés.

Des essais ont été effectués sur des boulets de fines demi-grasses ou même flambantes agglomérées au brai.

Le défumage est possible, mais demande des durées de traitement au moins quatre fois plus grandes.

Ceci se justifie par le fait que, dans ce cas, il faut agir en profondeur et attaquer, en même temps que le brai, la matière charbon. On se heurte également aux phénomènes de transformation plastique du charbon, encore amplifiés par la présence du brai qui se comporte en véritable fondant vis-à-vis des charbons, c'est ainsi que des prises en grappes par collage et que des déformations des boulets se produisent.

Il est possible d'éviter ces inconvénients en travaillant à un seuil de température sensiblement plus bas, mais cela conduit à un nouvel allongement de la durée de traitement.

Du fait que la réaction d'oxydation doit être poussée jusqu'au cœur du boulet et de l'importance de la quantité de matière à oxyder, les phénomènes exothermiques sont violents et les dangers d'inflammation qui existent déjà pour les boulets maigres deviennent très difficiles à éviter.

Si, comme dans le cas des boulets maigres, la perte de poids au traitement est peu sensible, la perte de pouvoir calorifique peut monter à 25 % dans le cas des flambants.

La quantité d'oxygène fixée est telle que l'aggloméré fuse lorsqu'on l'essaie au four à moufle.

Divers artifices peuvent être utilisés pour faciliter le défumage oxydant des boulets faits avec d'autres charbons que les maigres : ajoute à la pâte à agglomérer de catalyseurs d'oxydation, de produits oxydants, de poussier de coke en quantités notables.

On peut également incorporer une partie de charbon préalablement oxydé.

Tous ces artifices conduisent invariablement aux inconvénients suivants :

- traitement difficile à contrôler (inflammations) ;
- usure rapide du matériel d'agglomération (pous-sier de coke) ;
- pertes de pouvoir calorifique ;
- relèvement sérieux des frais d'installation et de fabrication.

A notre avis, lorsqu'on veut défumer des boulets obtenus avec des charbons autres que les maigres ou les quart-gras, on ne peut envisager que la voie de la semi-carbonisation.

6. Essais par Inichar du défumage oxydant des agglomérés au brai de fines maigres en lit de sable fluidisé.

Le lit de sable fluidisé présente les avantages suivants :

- 1^o) Transfert de chaleur plus rapide que dans les procédés de chauffage par convection ou radiation.
- 2^o) Accélération des phénomènes d'échanges gazeux.
- 3^o) La grande uniformité de température s'oppose à la réalisation de points chauds et permet l'utilisation d'air pur comme agent d'oxydation.
- 4^o) Milieu autoextincteur.

Il présente l'inconvénient de constituer un milieu abrasif vis-à-vis des agglomérés. Cependant, les expériences d'Inichar ont montré que cet inconvénient pouvait être atténué en limitant la véritable fluidisation au minimum nécessaire au cheminement des boulets, la majeure partie du temps étant utilisée pour une oxydation en lit calme où les phénomènes d'abrasion ne se manifestaient pas.

Un tel four serait assez simple car il n'y aurait pas de recyclage des fumées et le traitement serait autothermique.

Les dimensions pourraient être sensiblement réduites par rapport aux fours existants du fait d'une rapidité de traitement plus grande.

En résumé, le défumage oxydant des boulets maigres à l'aide de ce type de four, demanderait des investissements sensiblement moins importants que les fours existants à ce jour et ce traitement pourrait se faire moyennant des frais de traitement réduits.