

Un nouveau procédé de réduction de la teneur en humidité du gâteau de filtre (*)

G. BURTON,

Ingénieur Principal Divisionnaire à Inichar

SAMENVATTING

De slikkoeken die men bekomt met zuigende filters bevatten over het algemeen te veel water om zonder meer bij de cokesmengsels te kunnen worden gevoegd.

De thermische droging langs de klassieke weg is kostelijk, zodat men zoekt naar een eenvoudig en goedkoop middel om dit vocht te verwijderen.

Laboratoriumproeven hebben uitgewezen dat een groot deel van het water kan verwijderd worden door het verwarmen van de koek tijdens zijn verblijf op de filter. Verwarming door middel van hete rookgassen duurt lang en is praktisch niet uitvoerbaar. Elektrische panelen hebben een hoog verbruik en bieden kans op gevaarlijke oppervlakkige verhitting.

Deze mededeling behandelt de studie van een nieuw procédé waar oververhitte stoom gebruikt wordt voor de verwarming van de koek.

Beschrijving van de proefondervindelijke installatie en van het verloop van de verwarming door middel van stoom. Voordelen van de methode: een zeer snelle verwarming van de koek dank zij het vrijkomen van een grote hoeveelheid warmte gedurende het condenseren van de stoom; ieder risico van plaatselijke oververhitting wordt vermeden; de hoe danigheid van de kolen wordt niet aangetast.

Invloed van verschillende parameters: temperatuur van de stoom, duur van de behandeling, dikte van de koek, korrelgrootte van het behandelde produkt. Voor produkten die tussen de 10 en 15 % bestanddelen van minder dan 50 mikron bevatten, schommelt de bekomen vochtigheid tussen 4 en 12 %. Economische balans van het procédé.

INHALTSANGABE

Der von den Vakuum-Filtern abgeworfene Kohlschlamm ist im allgemeinen so feucht, dass man ihn nicht ohne weiteres der Kokskohle oder der Brikettierkohle zusetzen kann.

RESUME

Les gâteaux de schlamms que l'on obtient sur les filtres à vide ont généralement une teneur en humidité trop élevée pour être incorporés tels quels dans les pâtes à coke et d'agglomération.

Leur séchage thermique par les méthodes classiques est onéreux et il serait intéressant de trouver un procédé simple et bon marché pour réduire cette humidité.

Des essais faits en laboratoire ont montré que l'échauffement du gâteau pendant son séjour sur le filtre entraîne une réduction sensible de son humidité. L'échauffement de ce gâteau par des fumées chaudes est lent et inapplicable pratiquement. L'emploi de panneaux rayonnants est onéreux et entraîne une surchauffe superficielle dangereuse.

L'objet de la communication est l'étude d'un nouveau procédé où l'échauffement du gâteau est réalisé par de la vapeur surchauffée.

Description de l'installation expérimentale et du processus d'échauffement du gâteau par la vapeur. L'avantage de ce procédé est de permettre un échauffement très rapide du gâteau grâce à la chaleur importante libérée par la condensation de la vapeur et l'élimination de tout risque de surchauffe locale et de dégradation du charbon.

Influence de différents paramètres: température de la vapeur, durée du traitement, épaisseur du gâteau, granulométrie du produit traité. Pour des produits dont les teneurs en — 50 microns varient de 10 à 50 %, on obtient des humidités finales de 4 à 12 %. Economie du procédé.

SUMMARY

Slurry cakes obtained on vacuum filters generally have a too high humidity content to be incorporated as such in coking and briquetting smalls.

(*) Communication F2 présentée au Quatrième Congrès International sur la Préparation du Charbon, organisé par le National Coal Board et la Coal Preparation Plant Association, Harrogate 1962.

Die Trocknung dieser Schlämme nach den herkömmlichen Verfahren ist sehr kostspielig, so dass es sich ohne Zweifel lohnen würde, ein einfaches und billiges Verfahren zur Senkung des Wassergehaltes der Filterschlämme zu entwickeln.

Versuche im Laboratorium haben gezeigt, dass die Erhitzung des Kuchens auf dem Filter zu einer erheblichen Senkung seines Wassergehaltes führt. Eine Erwärmung durch heisse Rauchgase dauert zu lange und ist praktisch undurchführbar. Die Verwendung von Strahlkörpern ist kostspielig und führt zu einer gefährlichen Ueberhitzung an der Oberfläche des Filterkuchens.

Gegenstand des Aufsatzes sind Untersuchungen über ein neues Verfahren, bei dem der Filterkuchen durch überhitzten Dampf erwärmt wird.

Der Aufsatz enthält eine Beschreibung der Versuchsanlage und des Vorganges der Erwärmung des Kuchens durch den Dampf. Die Vorzüge des Verfahrens liegen darin, dass sich der Kuchen durch die erhebliche bei der Kondensation des Dampfes frei werdende Wärme sehr rasch erhitzt und dass jede Gefahr einer örtlichen Ueberhitzung und einer Verschlechterung der Verkokungseigenschaften ausgeschaltet ist.

Der Verfasser untersucht die Auswirkungen der verschiedenen Einflussgrößen: der Dampftemperatur, der Behandlungsdauer, der Dicke des Filterkuchens und des Körnungsaufbaus des Schlammes. Bei einem Schlamm mit 10-50 % feinsten Körnungen unter 50 μ erreicht man einen Endwassergehalt zwischen 4 und 12 %. Den Schluss bilden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen.

Thermal drying by the orthodox methods is expensive and it would be interesting to discover a cheap, simple process to reduce this humidity.

Laboratory tests have shown that the heating of the cake while it is on the filter results in a considerable reduction of the humidity. The heating of this cake by hot flue gas is slow and inapplicable in practice. The use of radiating panels is expensive and results in dangerous superficial overheating.

The subject of the report is the study of a new process whereby the heating of the cake is achieved by superheated steam.

Description of the experimental installation and of the process for heating the cake by steam. The advantage of this process is that it allows very rapid heating of the cake thanks to the considerable heat liberated by the condensation of the steam and the elimination of any risk of local overheating and depreciation of the coal.

Influence of various parameters: temperature of the vapour, duration of the treatment, thickness of the cake, size analysis of the product treated. For products in which the percentages in — 50 microns vary between 10 and 50 %, final humidities of 4 to 12 % are obtained. Economy of the process.

INTRODUCTION

Les gâteaux de schlamm brut ou flotté obtenus sur les filtres à vide contiennent en général de 18 à 25 % d'humidité résiduelle suivant leur granulométrie.

Ces produits humides sont difficiles à manipuler, les pâtes où on les incorpore difficiles à homogénéiser et la quantité importante d'eau qu'ils apportent accroît souvent exagérément la teneur en humidité globale de ces pâtes.

On a tenté de réduire l'humidité des schlammes filtrés par des moyens mécaniques (essorage centrifuge, compression) mais les résultats sont jusqu'à présent peu satisfaisants, surtout lorsque le pourcentage d'ultra-fins inférieurs à 50 microns est important.

Il existe évidemment le recours au séchage thermique traditionnel, mais cette opération est très

onéreuse, nécessite une manutention difficile des gâteaux de filtre humides et provoque une altération des propriétés cokéfiantes du produit traité.

Depuis quelque temps, des recherches sont en cours dans le but de réduire l'humidité du gâteau pendant son séjour sur le filtre même.

REDUCTION D'HUMIDITE SUR LE FILTRE

On peut obtenir une réduction importante de la teneur en humidité de gâteaux de filtre en profitant de la réduction de la viscosité de l'eau par élévation de sa température.

La viscosité de l'eau passe en effet de 1,32 à 0,28 centipoise lorsque sa température croît de 10 à 100° C. Cette réduction de viscosité entraîne une meilleure efficacité du drainage et une diminution importante de la teneur en eau résiduelle.

Le problème consiste à porter l'entière de gâteau, en un temps très court, à la plus haute température possible qui, dans le cas d'un gâteau humide soumis à une dépression, correspond à la température d'ébullition de l'eau sous la pression régnant au point considéré. La faible perméabilité des gâteaux de filtre et leur opacité au rayonnement infrarouge rendent ce problème très complexe. L'apport de calories peut se faire de différentes façons :

Par des fumées chaudes.

Théoriquement, on peut calculer que, pour un gâteau de schlamm flotté de 25 mm d'épaisseur, la durée d'échauffement, au moyen de fumées à 600° C, serait de 5 à 6 minutes, par suite de la faible perméabilité du gâteau et de la capacité calorifique réduite des gaz chauds. En pratique, les échanges calorifiques entre la fumée et le gâteau sont extrêmement rapides et elle libère ses calories dans une mince tranche superficielle du gâteau en évaporant l'eau contenue dans cette tranche. Ce phénomène se poursuit jusqu'au séchage complet de cette tranche superficielle et se répète dans des tranches de plus en plus profondes du gâteau.

On n'atteint donc pas le but cherché qui est un chauffage uniforme du gâteau sur toute son épaisseur, mais on obtient un séchage total d'une zone superficielle et se répète dans des tranches de plus en plus profondes du gâteau.

Le produit sec traversé par des fumées à haute température s'échauffe rapidement et, si l'on n'interrompt pas l'opération, on provoque sa carbonisation puis son inflammation.

L'échauffement des zones inférieures du gâteau provient en partie d'un effet de conduction, mais principalement de la recondensation dans ces zones froides d'une partie de l'eau évaporée dans la tranche supérieure en voie de séchage.

En conclusion, ce procédé ne semble pas présenter d'intérêt par suite de la durée trop longue de l'opération, des dangers d'altération et d'inflammation des produits et des difficultés de mise en œuvre industrielle.

Par rayonnement infrarouge.

Ce procédé est à l'étude aux Etats-Unis depuis quelques années aux stades laboratoire et semi-industriel.

Le résultat est analogue à celui obtenu dans le cas précédent. Le gâteau étant pratiquement opaque aux rayons infrarouges, la quasi totalité des calories émises se concentre dans une mince tranche superficielle qui s'échauffe et sèche très rapidement. Mais ici, le phénomène ne se poursuit pas dans la masse du gâteau car les couches sous-jacentes ne peuvent être atteintes par le rayonnement.

Si l'on maintient l'exposition aux rayons infrarouges au-delà du temps nécessaire au séchage de la couche superficielle, on provoque très rapidement l'inflammation du charbon.

Dans nos conditions expérimentales (panneau radiant à 850° C à environ 70 mm de la surface du gâteau), cette inflammation était obtenue en moins d'une minute.

Le phénomène est beaucoup plus rapide que dans le cas précédent des fumées chaudes, car l'apport calorifique est beaucoup plus important. On observe un échauffement assez rapide et important de toute la masse du gâteau. Cet échauffement uniforme ne peut être attribué ni à la pénétration du rayonnement ni à la conduction par l'air traversant le gâteau, car des essais sur produit initialement sec nous ont montré que, dans ces conditions et malgré la plus forte perméabilité du gâteau, sa partie inférieure s'échauffe beaucoup plus lentement que lorsqu'on part d'un gâteau humide. L'uniformité de l'échauffement ne peut s'expliquer que par la condensation dans toute l'épaisseur du gâteau de l'eau vaporisée dans la zone superficielle. Cette hypothèse se trouve confirmée par deux observations expérimentales :

- 1) l'échauffement initial du gâteau est suivi d'un refroidissement lorsque la zone superficielle est sèche et ne dégage plus de vapeur ;
- 2) il est possible de maintenir pratiquement constante la température du gâteau en humectant sa surface, méthode que nous avons été amenés à appliquer pour éviter l'inflammation.

En conclusion, il semble que les principaux inconvénients du procédé par rayonnement infrarouge sont le danger d'inflammation, la trop faible vitesse d'échauffement dans le cas de gâteaux épais et le prix élevé des calories mises en œuvre.

Par de la vapeur.

Nous avons vu l'importance du phénomène de condensation de vapeur dans la transmission de chaleur au sein du gâteau. Dans les deux cas précédents, la vapeur était produite aux dépens de l'eau du gâteau par séchage d'une zone superficielle de celui-ci. Nous nous sommes demandé s'il ne serait pas plus simple et moins onéreux de produire la vapeur dans un générateur classique et de l'amener au contact du gâteau.

Ce sont les résultats obtenus par cette méthode qui font l'objet de la suite de cette note.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

L'appareillage utilisé pour étudier en laboratoire l'action de la vapeur d'eau sur un gâteau de filtration est schématisé à la figure 1.

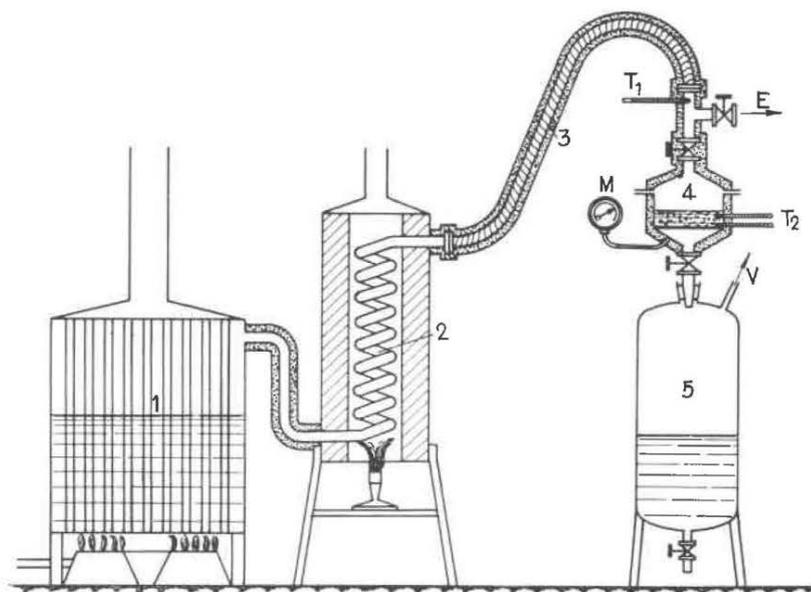


Fig. 1.

La vapeur est produite dans une petite chaudière à tubes de fumée verticaux 1 d'une capacité évaporatoire d'environ 12 kg/h. La vapeur passe ensuite dans un surchauffeur 2 constitué par un serpentin en acier inoxydable chauffé par un brûleur à gaz. Par l'intermédiaire d'une canalisation souple calorifugée, la vapeur est amenée au filtre 4. Celui-ci est constitué par un entonnoir métallique calorifugé comportant une partie cylindrique de 200 mm de diamètre intérieur. Une tôle perforée surmontée d'un tissu filtrant (toile métallique ou de nylon) supporte le gâteau. La paroi de l'entonnoir comporte un certain nombre de perforations permettant d'introduire dans le gâteau des thermomètres T_2 et des sondes manométriques. Un manomètre M donne la valeur de la dépression appliquée sous le support filtrant. L'entonnoir est surmonté d'un capot d'amenée de vapeur muni d'une vanne de commande, d'une vanne d'échappement E et d'un thermomètre T_1 donnant la température de la vapeur. L'ensemble est adapté sur un réservoir métallique 5 relié à une pompe à vide V.

Après traitement par la vapeur, une partie du gâteau chaud est traitée dans un petit mélangeur à enveloppe chauffée destiné à pulvériser les mottes de schlamm. Un courant d'air créé dans ce mélangeur élimine les buées produites au cours du refroidissement du produit.

PROCESSUS D'ÉCHAUFFEMENT DU GÂTEAU PAR LA VAPEUR

Le processus d'échauffement du gâteau ainsi que l'équilibre de drainage obtenu sont illustrés par les données expérimentales rapportées aux figures 2 et 3.

Les conditions expérimentales sont les suivantes :

Produit traité :

Schlamm flotté de charbon à coke à 9,60 % de cendres.

Granulométrie : 26,6 % de — 40 microns
40,0 % de — 100 microns
82,2 % de — 400 microns

Épaisseur du gâteau : 26 mm (1").

Vapeur surchauffée à 162° C .

Vide sous le filtre pendant la période de condensation : 690 mm de mercure.

La figure 2 donne l'évolution de la température en fonction du temps à des niveaux situés à 6, 12 et 18 mm sous la surface du gâteau. On constate aux

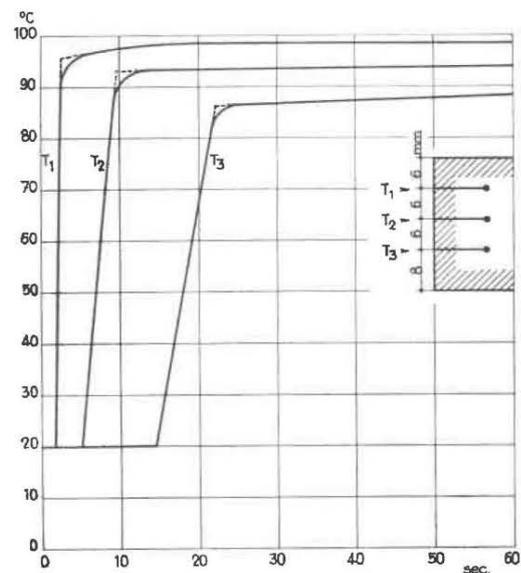


Fig. 2.

trois niveaux une évolution semblable de la température : elle demeure tout d'abord pendant un certain temps stationnaire à sa valeur initiale, puis elle croît brusquement pour se stabiliser rapidement à un niveau dépendant de la situation du point de mesure dans le gâteau.

Les temps nécessaires pour atteindre les températures de stabilisation sont, pour les trois points de mesure envisagés, respectivement de 2,5 s, 10 s et 22 s, ce qui correspond approximativement à un rapport 1 : 4 : 9.

Ces données permettent d'expliquer le processus d'échauffement de la façon suivante.

La vapeur arrivant au contact du gâteau froid se condense pratiquement instantanément grâce à la surface d'échange très importante, en libérant sa chaleur latente de vaporisation. Il se constitue ainsi un front de condensation qui progresse de la surface vers le fond du gâteau sous l'effet de la dépression. A l'avant de ce front, le gâteau est saturé en eau froide et conserve sa température originelle. A l'arrière s'établit progressivement un régime d'équilibre que nous définirons plus loin.

La vitesse de progression du front de condensation est conditionnée par ses possibilités d'alimentation en vapeur. Au fur et à mesure de cette progression, la vapeur doit, pour atteindre ce front de condensation, traverser une couche de gâteau de plus en plus épaisse et ce, sous une dépression à peu près constante. On en conclut que la vitesse de progression du front est proportionnelle au débit de vapeur atteignant ce front, débit qui est inversement proportionnel à l'épaisseur de la couche de gâteau à l'arrière de ce front.

Si l'on appelle x l'épaisseur du gâteau à l'arrière du front et V la vitesse de propagation de ce front, on peut écrire :

$$V = \frac{dx}{dt} = K \frac{1}{x}$$

K étant une constante dépendant de la nature et de la granulométrie du gâteau et de la dépression appliquée au filtre.

On en déduit : $x^2 = 2Kt$, ce qui signifie que le temps mis par le front de condensation pour atteindre une profondeur x dans le gâteau est proportionnel au carré de cette profondeur. Cette loi est vérifiée par les résultats expérimentaux donnés plus haut (temps dans le rapport 1 : 4 : 9 pour atteindre des profondeurs dans le rapport 1 : 2 : 3).

Cette loi de chauffe du gâteau présente un intérêt particulier du fait qu'elle est analogue à celle qui préside à la formation du gâteau sur le filtre. On sait en effet que, toutes autres conditions restant constantes, l'épaisseur du gâteau formé sur un filtre varie comme la racine carrée de la durée d'immersion du filtre.

Si l'on admet que la dilution de la pulpe envoyée au filtre reste constante, il est facile d'établir que la section de filtre nécessaire pour l'échauffement complet du gâteau reste constante, quelles que soient la granulométrie du produit traité, la dépression appliquée au filtre et la vitesse de rotation de celui-ci. La similitude des lois de formation du gâteau et de son échauffement a ainsi pour résultat une régulation partielle du procédé.

Les résultats expérimentaux de la figure 2 permettent d'estimer par extrapolation que la durée totale d'échauffement du gâteau est de l'ordre de 40 s. Après cette période, il ne se produit plus de condensation de la vapeur et celle-ci traverse le gâteau à l'état gazeux en abandonnant une partie de sa chaleur sensible. Il s'établit alors un état d'équilibre dans le gâteau dont certaines caractéristiques physiques sont données à la figure 3.

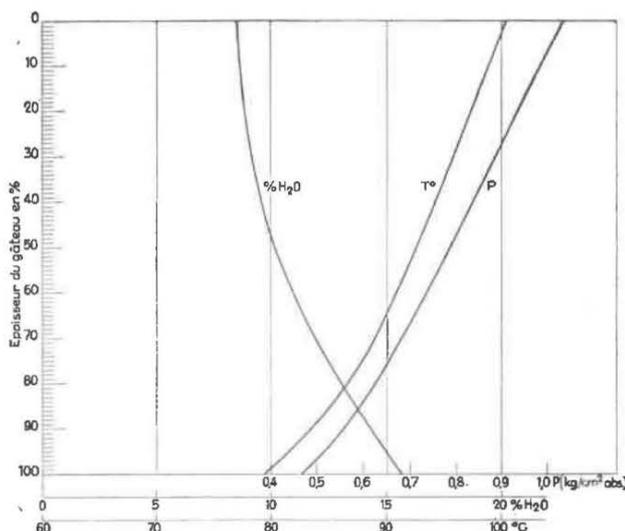


Fig. 3.

Les courbes de répartition de pression (P), de température (T°) et de teneur en humidité (% H_2O) correspondent à l'état du gâteau après 60 s de traitement à la vapeur, soit environ 20 s après le passage du front de condensation.

En étudiant les courbes de pression et de température, on constate que la température existant en chaque point du gâteau correspond à la température d'ébullition de l'eau sous la pression régnant en ce point.

La teneur en humidité varie de 8,5 % à la surface du gâteau à environ 15,5 % au fond de celui-ci avec une teneur moyenne de 11 %.

ASPECT CALORIFIQUE DU PROBLEME ET ANALYSE DU RESULTAT OBTENU

La vitesse d'échauffement du gâteau s'explique en partie par la loi de propagation du front de condensation exposée plus haut, mais surtout par la

chaleur importante dégagée par la condensation de la vapeur d'eau. Un kilogramme de vapeur d'eau qui se condense à 80° C libère en effet plus de 550 kcal.

Les calculs suivants sont établis sur la base d'une tonne de charbon sec dont les caractéristiques ont été données plus haut et réparti sur le filtre en une couche uniforme de 26 mm d'épaisseur.

Pour échauffer ce gâteau à une température moyenne de 90° C, il faut lui fournir environ 52.000 kcal dont 55 % sont absorbés par le charbon et 45 % par l'eau du gâteau. Ces calories correspondent à la condensation de $52.000/550 = 58$ kg de vapeur.

L'échauffement étant terminé au bout de 40 s, pendant les 20 s suivantes, on soutire à travers le gâteau un flux de vapeur dont le débit peut être évalué à 60 m³/heure/m² de gâteau. La tonne de charbon sec occupant une surface de 50 m², en 20 s on soutire donc 16,7 m³ de vapeur, soit environ 10 kg.

La consommation totale de vapeur est donc de 68 kg par tonne de charbon sec. A la fin de cette opération, la teneur en humidité du gâteau est tombée de 18 à 11 % ou de 220 à 124 kg d'eau par tonne de charbon sec, soit une élimination de 96 kg d'eau.

Sur cette quantité, l'évaporation due à la récupération de la chaleur sensible de la vapeur intervient pour 4,6 kg seulement. La presque totalité de la réduction de teneur en eau provient donc d'une efficacité accrue de drainage due à l'échauffement du gâteau.

A la sortie du filtre, le gâteau possède une température moyenne de 90° C. Il est possible, en le refroidissant dans de bonnes conditions, d'utiliser toute la chaleur dégagée au cours de ce refroidissement pour vaporiser une quantité additionnelle d'eau. Une tonne de gâteau à 11 % d'humidité passant de 90 à 30° C dégage environ 22.000 kcal et, si ces calories sont utilisées intégralement, elles permettent de vaporiser 39 kg d'eau.

La quantité d'eau par tonne de charbon sec descend ainsi finalement de 124 à 85 kg, ce qui correspond à une teneur en humidité de 7,80 %.

La figure 4 donne une représentation graphique de cette succession d'opérations. Le carré X correspond à 1 kg d'eau par tonne de charbon sec.

Une filtration normale à froid donne un gâteau à 18 % d'humidité, soit 220 kg d'eau par tonne de charbon sec (courbe 1). Le traitement à la vapeur donne, à la sortie du filtre, un gâteau chaud dont la teneur en eau correspond à la courbe 3, 91,4 kg d'eau (surface a entre les courbes 2 et 3) sont éliminés par drainage à chaud et 4,6 kg (surface b entre les courbes 2 et 3) par évaporation. Le refroidissement du gâteau permet encore l'évaporation de

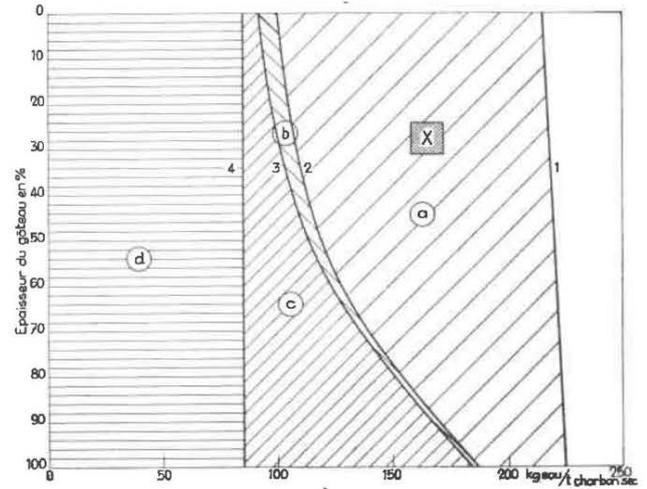


Fig. 4.

39 kg d'eau (surface c) et l'on arrive finalement à la teneur 4, soit 85 kg par tonne de charbon sec (surface d) ou 7,80 % si l'on se rapporte au produit humide.

INFLUENCE DE DIFFERENTS PARAMETRES

Température de la vapeur.

Nos essais ont montré qu'il n'est pas intéressant de surchauffer la vapeur au-delà de 140 à 150° C. Une température supérieure de la vapeur n'apporte que peu de calories supplémentaires. Si l'on passe, par exemple, de 150 à 200° C, l'enthalpie de la vapeur passe de 663 à 686 kcal/kg, soit un accroissement de 23 kcal, ce qui ne représente que 4 % de la chaleur de condensation. On constate que, dans le procédé de chauffage par la vapeur, c'est la chaleur de condensation qui est de loin prépondérante. Une surchauffe au-delà de 150° C a de plus pour inconvénient de réduire la vitesse de chauffage du gâteau de filtre par suite d'un retardement de la condensation.

Une légère surchauffe à 140-150° C présente, sur une vapeur saturée, l'avantage d'éliminer les condensations au contact des parois des appareils.

Durée de traitement.

A la fin de la période de condensation, le gâteau est en état d'équilibre thermique et l'équilibre de drainage est déjà pratiquement atteint. Si l'on poursuit l'action de la vapeur au-delà de cette période, cette vapeur est utilisée de façon très peu économique car elle n'abandonne que de la chaleur sensible qui ne représente que 4 à 5 % des calories nécessaires à sa production et la réduction d'humidité du gâteau par évaporation est pratiquement négligeable. On a donc intérêt à interrompre l'exposition

du gâteau à la vapeur le plus rapidement possible après son échauffement complet, en se réservant toutefois une marge de sécurité de quelques secondes pour parfaire le drainage.

Épaisseur du gâteau.

Ce sont évidemment la granulométrie et l'épaisseur du gâteau qui déterminent le temps nécessaire pour son échauffement. Mais l'épaisseur du gâteau a également une influence assez sensible sur la teneur en humidité en fin de traitement. Par exemple des gâteaux du même produit mais de 26, 19 et 13 mm d'épaisseur, soumis pendant 60 s à de la vapeur surchauffée à 160° C, ont, après traitement, des teneurs en humidité respectivement de 10,46 %, 9,56 % et 8,53 %. Cette diminution s'explique par une intervention proportionnellement plus importante de l'évaporation (débit de vapeur supérieur pendant un temps plus long) et par une courbe d'équilibre de drainage plus favorable.

Granulométrie du produit traité.

Pour étudier l'influence de la granulométrie sur les résultats de séchage, nous avons constitué 5 produits dont la répartition granulométrique se traduit par des droites sur le diagramme Rosin-Rammler-Bennett et dont les teneurs en produits inférieurs à 50 microns sont de 50, 40, 30, 20 et 10 %.

Les répartitions granulométriques de ces produits sont les suivantes :

	I	II	III	IV	V
	%	%	%	%	%
— 50 μ	50	40	30	20	10
50 - 100 μ	19	21	21	20	14
100 - 200 μ	17	21	25	27	29
200 - 400 μ	11	14	18	25	33
+ 400 μ	3	4	6	10	14

Des gâteaux de 19 mm d'épaisseur de ces produits ont été soumis à une filtration normale à froid, puis à une filtration sous vapeur surchauffée à environ 140° C. Une partie de gâteau chaud a été traitée dans l'appareil démoiteur à enveloppe chauffée.

La figure 5 donne les teneurs en humidité des différents produits obtenus.

La courbe A donne les teneurs en humidité obtenues après filtration à froid avec périodes de séchage de 50 s pour les échantillons à 10 et 20 % de — 50 μ , 60 s pour l'échantillon à 30 % de — 50 μ et 150 s pour les deux derniers.

La courbe B donne les teneurs en humidité des gâteaux chauds à la sortie du filtre. Les durées de traitement sont identiques aux périodes de séchage citées ci-dessus.

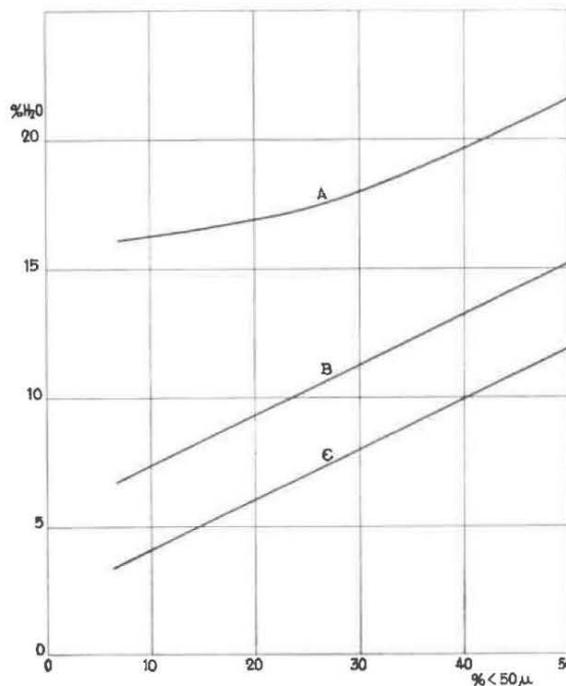


Fig. 5.

La courbe C enfin donne les humidités mesurées après démontage et refroidissement des gâteaux. On constate que le traitement à la vapeur réduit de 40 à 60 % la quantité d'eau contenue dans le gâteau, suivant sa granulométrie. Cette réduction s'élève à 50 à 80 % après récupération de la chaleur emmagasinée dans le gâteau. Certains schlamms grenus nous ont donné des teneurs en humidité finale inférieures à 4 %.

Les schlamms flottés les plus courants en Belgique contiennent environ 30 % de produits inférieurs à 50 microns. Par traitement à la vapeur, il est possible de ramener leurs teneurs en humidité aux environs de 7 à 8 %.

Pour terminer ce chapitre, il convient de dire quelques mots au sujet des risques d'altération de certaines propriétés du charbon. On reproche généralement au séchage thermique d'altérer gravement les propriétés cokéfiantes du charbon. Nous avons réalisé une série d'essais pour établir l'effet du traitement à la vapeur sur ces propriétés et avons constaté que, loin de les altérer, ce traitement a plutôt tendance à les améliorer. Ainsi un schlamm gras flotté, qui possédait un indice d'agglutination de 18, voyait cet indice s'élever à 20 après traitement à la vapeur.

ECONOMIE DU PROCÉDE

Les investissements nécessaires pour équiper une installation de filtration sous vide pour le fonctionnement à la vapeur sont relativement réduits. Une

étude faite dans le but d'équiper une installation de filtration de 45 t/h, y compris le montage d'un générateur de vapeur, montre que les frais d'amortissement et d'intérêt s'élèvent à environ 1,50 FB par tonne de produit sec.

Les frais de fonctionnement comportent essentiellement la production de la vapeur. On peut évaluer la consommation à 70 kg par tonne de produit sec. Dans ces conditions, la vapeur intervient pour environ 4 FB par tonne sèche.

En ce qui concerne la consommation d'énergie électrique qui représente un poste important dans la filtration sous vide, l'introduction de la vapeur permet de réaliser une économie importante. En effet, la vapeur peut être condensée à la sortie du filtre et la pompe à vide ne travaille plus que comme extracteur d'air du condenseur. La consommation d'énergie, qui s'élève à 5 kWh par tonne sèche en filtration classique, peut être ramenée à 3 kWh par tonne y compris l'énergie nécessaire pour le soutirage du condensat et le démoiteur. On enregistre donc une économie de 2 kWh par tonne et le bilan est le suivant :

Amortissement et intérêts	1,50 FB/t
Fonctionnement	
vapeur	4,00 FB/t
énergie électrique	— 1,50 FB/t
main-d'œuvre	
entretien	1,00 FB/t
Total :	5,00 FB/t

En poursuivant nos recherches, après la rédaction de cette note, nous avons constaté que les gâteaux tels qu'ils se forment sur les filtres à vide habituels se prêtent mal au traitement par la vapeur. Il se forme, au contact de la toile filtrante, une couche très peu perméable qui réduit fortement le gradient de pression dans le gâteau. Il en résulte que la durée d'échauffement du gâteau est trop longue et que l'abaissement de teneur en humidité n'est pas satisfaisant.

Pour tirer pleinement avantage du traitement par la vapeur, il semble donc qu'il sera nécessaire de mettre au point une technique particulière de filtration mieux adaptée au procédé.

Nous étudions actuellement en laboratoire et à l'échelle semi-industrielle des procédés de traitement par vapeur sous pression qui donnent des résultats très satisfaisants et paraissent pouvoir être transposés sans grandes difficultés à l'échelle industrielle.