

## TROIS MOIS D'EXPERIENCE DANS LE DEFUMAGE DES BOULETS AU FOUR D'OXYDATION A LIT DE SABLE FLUIDISE

par H. DUFOUR

Ingénieur Divisionnaire aux Charbonnages d'Hensies-Pommerœul

### RESUME

*Les Charbonnages d'Hensies-Pommerœul ont mis en service, au début de cette année, un four d'oxydation à lit de sable fluidisé pour le défumage des boulets au brai.*

*Dans cet article :*

- a) *Nous décrivons les dispositifs adoptés pour réaliser, lors de sa mise en œuvre, les objectifs suivants :*
  - 1) *Réduire au maximum, lors de l'enfournement des boulets crus, la proportion de fines. Ces dernières perturbent d'une manière incontrôlable, le régime des températures.*
  - 2) *Assurer aux boulets défumés un refroidissement suffisant à l'air, avant de le parfaire par arrosage, afin de conserver à ces boulets un maximum de cohésion.*
  - 3) *Faciliter la manutention, l'appoint et éventuellement la vidange du sable.*
- b) *Nous démontrons ensuite l'influence du soutirage du sable sur le débit horaire en boulets défumés.*
- c) *Nous détaillons les points à surveiller pour améliorer le bilan thermique et assurer une marche régulière et efficiente.*
- d) *Les incidents de marche que nous relatons n'ont d'autre but que de montrer les améliorations nécessaires ou souhaitables dans la construction de ce type de four.*

*L'exposé se termine par l'examen des caractéristiques physiques des boulets défumés, de la courbe de dispersion des temps de séjour, et du prix de revient du traitement oxydant.*

## DRIE MAANDEN ONDERVINDING MET HET ONTROKEN VAN EIERKOLEN IN DE OXYDATIEOVEN MET BEWEGEND ZANDBED

door H. DUFOUR

Afdelingsingenieur bij de Charbonnages d'Hensies-Pommerœul

### SAMENVATTING

*De Charbonnages d'Hensies-Pommerœul hebben in het begin van dit jaar een oxydatie oven met bewegend zandbed in dienst genomen voor het ontroken van eierkolen met teer.*

*In dit artikel :*

- a) *beschrijven wij de toestellen die we aangebracht hebben om in bedrijf de volgende resultaten te bekomen :*
  - 1) *de hoeveelheid fijnkool bij het laden van de eitjes tot het minimum herleiden; deze fijnkool verstoort op onontkoombare wijze de temperatuurregeling;*
  - 2) *de ontrookte eitjes voldoende afkoelen vooraleer gebruik te maken van water, dit om aan het produkt zijn weerstand niet te ontnemen;*
  - 3) *de behandeling, het toevoegen en eventueel het wegnemen van het zand vergemakkelijken;*
- b) *tonen wij aan welke invloed het aftappen van het zand heeft op het uurdebiet in ontrookte eitjes;*
- c) *halen wij aan op welke punten men letten moet om de thermische balans te verbeteren en een regelmatige en degelijke werking te bekomen;*
- d) *wanneer wij enkele storingen beschrijven is het enkel om aan te duiden welke wijzigingen in de bouw van dit type van oven nodig of wenselijk zijn.*

*Tenslotte onderzoeken wij de fysieke kenmerken van de ontrookte eitjes, de spreidingskromme van verblijfsduur, en de kostprijs van de oxydatie.*

## INHALTSANGABE

Die Gesellschaft der Steinkohlenbergwerke Hensies-Pommerœul hat seit Beginn dieses Jahres einen Ofen mit Sandwirbelbett zur thermisch-oxydativen Nachbehandlung und Rauchlosmachung von Pechbriketts in Dienst gestellt.

In dem vorliegenden Beitrag :

- a) beschreiben wir die Einrichtungen die wir geplant haben um die folgenden Zwecke zu erreichen :
  - 1) Möglichst weitgehende Beschränkung des bei Aufgabe der unbehandelten Briketts entstehenden Anfalles an Feinkorn. Dieses Feinkorn stört in unkontrollierbarer Weise den Temperaturbereich.
  - 2) Den nachbehandelten Eierbriketts muss genügende Abkühlung an der freien Luft belassen werden, bevor sie endgültig durch Wasserberieselung abgekühlt werden. Dieser Kühlungsart erhält ihnen einen Höchstwert an Kohäsion.
  - 3) Handhabung , Auffüllung und geg. Falles Abzug des Sandes sollen leicht ausführbar sein.
- b) Zeigen wir danach den Einfluss des Sandabziehens auf den stündlichen Durchsatz an nachbehandelten Briketts
- c) legen wir im Einzelnen die zu beachtenden Wege dar, um bei stetigem, regelmässigem und wirksamem Ofengang die Wärmebilanz zu verbessern
- d) von uns mitgeteilte betriebliche Zwischenfälle haben keinen anderen Zweck als die notwendigen oder wünschenswerten Verbesserungen in der Bauart dieses Ofentyps aufzuzeigen.

Der Beitrag schliesst mit Darlegung der physikalischen Kennwerte der nachbehandelten Eierbriketts, Untersuchung der Streukurve der Verweilzeiten und Errechnung eines Selbstkostenpreises für die thermisch-oxydative Nachbehandlung.

## NOTE PRELIMINAIRE

Dans la présente note, nous avons voulu donner l'expérience que nous avons acquise au cours des trois premiers mois de fonctionnement de l'installation de défumage des boulets par le procédé d'oxydation à lit de sable fluidisé.

Nous nous abstenons, dans le présent exposé, de faire une description de ce dispositif de défumage, car nous supposons que tous les lecteurs connaissent suffisamment les principes et les dé-

## SUMMARY

At the beginning of this year, the Hensies-Pommerœul Collieries put into service an oxidation oven with fluidized sand bed for the de-smoking of pitch briquets.

In this article :

- a) We describe the devices adopted to achieve the following objectives :
  - 1) To reduce as much as possible, when the raw briquets were put into the oven, the proportion of smalls. The latter disturb the temperature system in an uncontrollable manner.
  - 2) To ensure that the de-smoked briquets are sufficiently air-cooled before completing the cooling by spraying, in order to preserve a maximum of cohesion.
  - 3) To facilitate the handling, the addition of sand or, when necessary, its removal.
- b) We then show the influence of the by-pass of the sand on the hourly output of de-smoked briquets.
- c) We give in detail, the points to be watched to improve the thermic balance and ensure regular, efficient working.
- d) We relate certain working incidents simply to point out what improvements are necessary or desirable in building this type of oven.

The paper ends with an examination of the physical characteristics of the de-smoked briquets, the dispersal curve of the time kept in the oven, and the prime costs of the oxidizing treatment.

## VOORAFGAANDE OPMERKING

Het is onze bedoeling U te spreken over de ondervinding die wij gedurende de eerste drie maanden van haar werking hebben opgedaan met een installatie voor het ontroken van eierkolen met het procédé van oxydatie in bewegend zandbed.

Wij gaan hier het ontroeringsprocédé niet meer bespreken, omdat we veronderstellen dat onze toehoorders voldoende op de hoogte zijn zowel

tails d'exécution du four, tant par les publications d'Inichar que par les exposés antérieurs qui ont été faits ici à cette tribune.

Nous donnerons d'abord les grandes lignes des installations particulières d'Hensies, c'est-à-dire le silo de stockage, le dispositif d'alimentation du four en boulets crus, celui de décharge du four, les dimensions et conditionnements des transporteurs d'évacuation des boulets défumés et la mise en œuvre du sable.

Nous ferons part ensuite des remarques d'ordre pratique : durée du montage, capacité horaire, conditions à remplir pour l'obtention d'une marche régulière, incidents de marche et remèdes apportés.

Enfin, nous terminerons en donnant les caractéristiques physiques des boulets défumés et un prix de revient approximatif, car nous manquons de recul pour fixer avec précision les frais résultant de l'entretien et de l'amortissement.

## I. DESCRIPTION DE NOTRE INSTALLATION DE MANUTENTION (fig. 1).

### a) Transporteurs d'alimentation en boulets crus des tours de stockage.

A la sortie des presses, les boulets sont amenés jusqu'au silo de stockage de la nouvelle usine par 2 transporteurs en caoutchouc de 660 mm de largeur, d'où ils sont soutirés pour l'alimentation du four de défumage.

### b) Silo de stockage des boulets crus (fig. 2 et 3).

Sa capacité est de 900 m<sup>3</sup>, c'est-à-dire environ 700 t, et permet une marche continue de l'installation de défumage les samedis de repos prévus dans le cadre de la réduction hebdomadaire du temps de travail et les dimanches.

La hauteur de la paroi verticale jusqu'au bec de sortie est de 11 m. A l'intérieur du silo, une paroi inclinée à 45° permet de réduire l'effet de la pression due à la hauteur de stockage sur les boulets accumulés dans les parties inférieures du silo. Ce dernier est muni de descenseurs hélicoïdaux alimentés par raclage sur le transporteur d'amenée supérieur.

La pente du descenseur est régressive : de 49° sur le bord extérieur à 23° sur le bord intérieur; elle permet aux boulets de descendre à vitesse constante et de se déposer lentement et sans choc ni chute, sur les boulets accumulés dans la partie inférieure du silo.

Cette disposition heureuse du silo et de ses dispositifs de remplissage permet de limiter le bris au maximum : nous n'avons en effet que 2,2 % de déchets recueillis sous les sinex d'entrée du

van de principes als van de praktische bijzonderheden van de oven, en dit tengevolge van de publicaties van Inichar en van de uiteenzettingen die hier voor mij door andere sprekers zijn gehouden.

Wij zullen vooreerst in grote lijnen de bijzonderheden in de installaties van Hensies-Pommerœul beschrijven, 't is te zeggen de stockeerbunker, de laadinrichting der rauwe eitjes, de ontladinrichting, de afmetingen en opstelling van de transportbanden voor het opvangen der ontrookte eitjes en de manier waarop het zand wordt aangewend.

Nadien zullen we U enkele praktische gegevens verstrekken : duur van het opbouwen, uurcapaciteit, voorwaarden voor een regelmatige gang, storingen in het bedrijf en de middelen om ze te verhelpen.

We zullen eindigen met de fysieke eigenschappen van de eitjes en met een benadering van de kostprijs, benadering omdat we nog niet lang genoeg gewerkt hebben om de kosten van onderhoud en delging nauwkeurig te kunnen berekenen.

## I. DE BEHANDELING DER GRONDSTOFFEN (fig. 1).

### a) Voedingstransporteur van de rauwe eitjes naar de stockeerbunker.

Van aan de uitgang van de pers worden de eitjes naar de stockeerbunker van de nieuwe fabriek gebracht langs twee gummitransportbanden met een breedte van 660 mm; van uit de bunker gaan ze naar de oven.

### b) Stockeerbunker van de rauwe eitjes (fig. 2 en 3).

Hij heeft een capaciteit van 900 m<sup>3</sup> of ongeveer 700 t, hetgeen voldoende is om de ontrookingsinstallatie doorlopend te voeden gedurende de zaterdagen dat er in het raam van de verkorting van de wekelijkse arbeidsduur niet gewerkt wordt, evenals gedurende de zondagen.

De hoogte van de verticale wand bedraagt, tot aan de uitgang, 11 m. Binnen in de bunker bevindt zich een wand op een helling van 45° waardoor de druk van de hogergelegen lading op de eitjes gestockeerd in het onderste gedeelte van de bunker wordt verminderd. De bunker is voorzien van schroefvormige wentelgoten die gevoed worden door de lading van de hogerliggende aanvoeriem af te schrapen.

De helling van deze wentelgoot vermindert geleidelijk van 49° aan de buiten- tot 23° aan de binnenomtrek; dank zij deze goot glijden de eitjes met een constante snelheid af en zetten ze zich langzaam en zonder slag of stoot neer op de lading

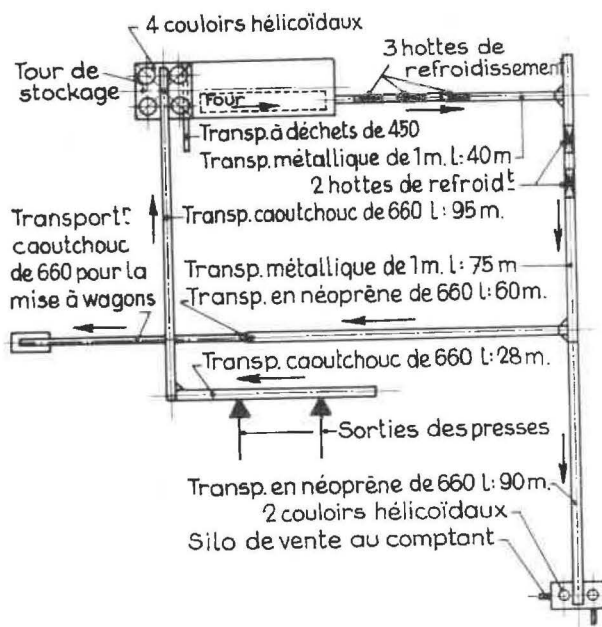


Fig. 1. — Schéma de la manutention des boulets.  
Schema van de behandeling der eitjes.

tour de stockage : stockeertoren  
 4 couloirs hélicoïdaux : 4 wentergoten  
 four : oven  
 3 hottes de refroidissement : drie koelkappen  
 transport. à déchets de 450 mm : transporteur voor afval, 450 mm  
 transp. métallique de 1 L 40 m : metalen band 1 m; L 40 m  
 transp. caoutchouc 660 pour la mise à wagons : gummi band 660 mm voor het laden der wagons  
 transp. en néoprène de 660 m L 60 m : neopreen band 660 mm; L 60 m.  
 sortie des presses : van de persen  
 transp. en néoprène 660 L 90 : neopreen band 660 m; L 90 m.  
 2 couloirs hélicoïdaux : twee wentelgoten  
 silo de vente au comptant : bunker voor kleinverkoop.

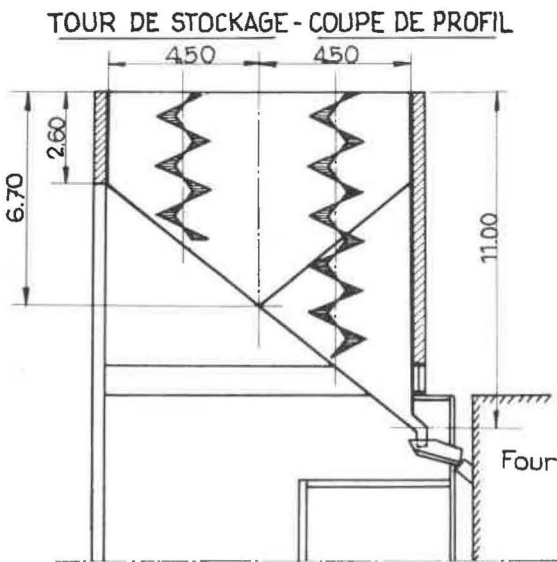


Fig. 2. — TOUR DE STOCKAGE, coupe de profil :  
stockeertoren, langsdoornede.

four. Nous espérons réduire ce pourcentage par l'adoption de boulets avec forme rationnelle.

TOUR DE STOCKAGE - VUE EN PLAN

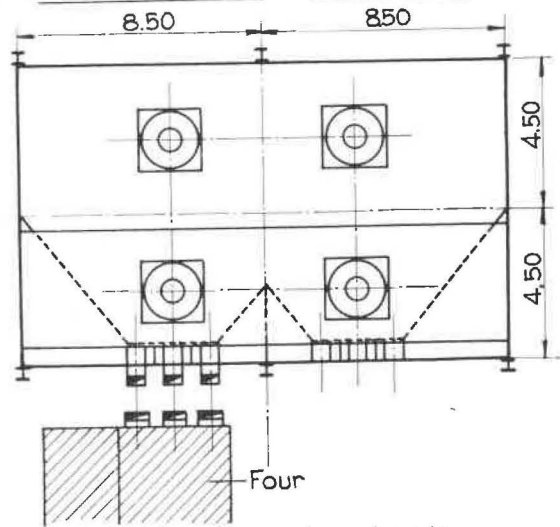


Fig. 3. — Vue en plan : planzicht.  
four : oven

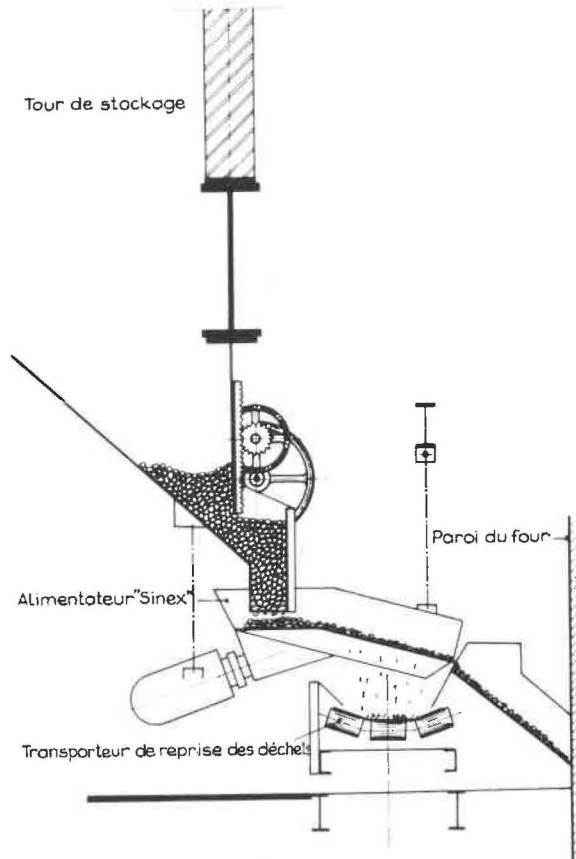


Fig. 4  
Alimentateur Sinex : voedingszeef Sinex  
paroi du four : ovenwand

die reeds in het onderste gedeelte van de bunker aanwezig is.

Met deze constructie van de bunker en de vulinrichting slaagt men er in de gebroken eitjes tot een minimum te beperken; wij vangen inderdaad slechts 2,2 % brokken op aan de ingang van de oven, en hopen dit percentage nog te verminderen door aan de eitjes een meer rationele vorm te geven.

### c) Alimentation du four (fig. 4).

Il importe pour obtenir une marche régulière du four et un maintien aisé du régime des températures dans les chenaux d'oxydation :

- 1) d'assurer l'alimentation de chaque chenal par un débit réglable et constant;
- 2) d'éviter l'introduction massive de fines lors de l'enfournement des boulets. Ces fines provoquent, par leur combustion, une montée incontrôlable des températures.

Nous avons atteint ces objectifs de la manière suivante :

Les boulets sortent de la tour par 3 ouvertures munies de registres à crémaillères alimentant chacune une boîte parallépipédique sous laquelle s'écoulent 3 cribes doseurs électromagnétiques du type Grizzly F 33 D, fournis par la Firme Sinex, d'une puissance de 750 W chacun.

Ces boîtes suppriment les à-coups de débit d'alimentation du four dus au remplissage plus ou moins complet du silo.

Chaque crible alimente un des 3 chenaux du four; il comporte une platine horizontale jouant le rôle de doseur, suivie d'une grille inclinée à 14° pour l'élimination des fines.

### d) Manutention des déchets.

Un transporteur de 450 mm collecte les fines éliminées par les sinex d'entrée et les achemine dans un wagon pour être ultérieurement repasées dans la fabrication des boulets crus.

### e) Evacuation des boulets défumés (fig. 5).

A la sortie du four, le sable, en quantité importante par rapport aux boulets, 3 pour 1, est séparé de ceux-ci par 3 Grizzly Sinex F 45 d'une puissance de 2500 W, et capables d'un débit de 200 t/h en continu.

Ce tonnage relativement élevé se justifie comme suit : pour un débit en boulets défumés de 10 t/h avec rapport sable/boulets de 3 à 1, à la sortie du four et une pulsation par chenal de 4 s toutes les 90 secondes, le débit instantané est de 300 t/h.

Ces Sinex ont leur commande inversée de façon à soustraire les bobines au flux d'air chaud à la sortie du four.

Les boulets défumés, débarrassés de leur sable, sont regroupés dans une goulotte collectrice et remis sur le transporteur métallique d'évacuation par l'intermédiaire d'un Sinex répartiteur F 33 D.

### c) Voeding van de oven (fig. 4).

Wil men een regelmatige werking van de oven bekomen en zonder moeite het temperatuurregime in de oxydatiekanalen bewaren dan moet men er voor zorgen :

- 1) ieder kanaal te voeden met een regelbaar en constant debiet;
- 2) dat bij het laden van de eierkolen geen grote hoeveelheden fijnkool meegevoerd worden. Door hun verbranding veroorzaken deze fijnkolen een temperatuurstijging die op geen enkele wijze onder controle kan gehouden worden.

Wij hebben het vooropgestelde doel op de volgende manier bereikt : de eitjes verlaten de bunker langs drie openingen voorzien van een schuif die door middel van een heugel wordt in beweging gebracht en komen in een kast met de vorm van een parallelepipedum; hier worden ze langs onder uitgehaald met behulp van drie elektromagnetische doseertrilzeven van het type Grizzly F 33 D, geleverd door de firma Sinex, elk met een capaciteit van 750 Watt.

Met deze kasten vermijdt men de stoten in het debiet die te wijten waren aan de min of meer volledige vulling van de bunker.

Iedere trilzeef leidt naar één der kanalen van de oven; ze bestaat uit een horizontale plaat die voor de verdeling zorgt, en verder uit een rooster met een helling van 14° waarop de fijnkool wordt afgezonderd.

### d) Behandeling van de afval.

De fijnkolen worden onder de Sinex verzameld door een band met een breedte van 450 mm en in een wagon gevoerd waarmee ze terug naar de fabriek van de rauwe eitjes gebracht worden.

### e) Het afvoeren van de ontrookte eitjes (fig. 5).

Aan het uiteinde van de oven wordt het zand, dat in veel groter hoeveelheid aanwezig is dan de produkten (3 tegen 1) afgezonderd door middel van 3 zeven Grizzly Sinex F 45, met een vermogen van 2500 Watt, elk met een capaciteit van 200 t/h.

De reden van deze hoge tonnage is de volgende : indien men per uur 10 t ontrookte eitjes wil, en de verhouding eitjes tot zand is 3 tot 1, wanneer bovendien de lading uit de oven wordt gestoten gedurende 4 seconden van de 90, bekomt men een ogenblikkelijk debiet van 300 t/h.

De aandrijfpunten van deze Sinex liggen aan de tegenovergestelde kant dan gebruikelijk, zodat de spoelen niet worden beïnvloed door de hete luchtstroom.

De ontrookte eitjes die ontdaan zijn van het zand, worden verzameld in een enkele goot en over een Sinex-verdeler F 33 D naar de metalen

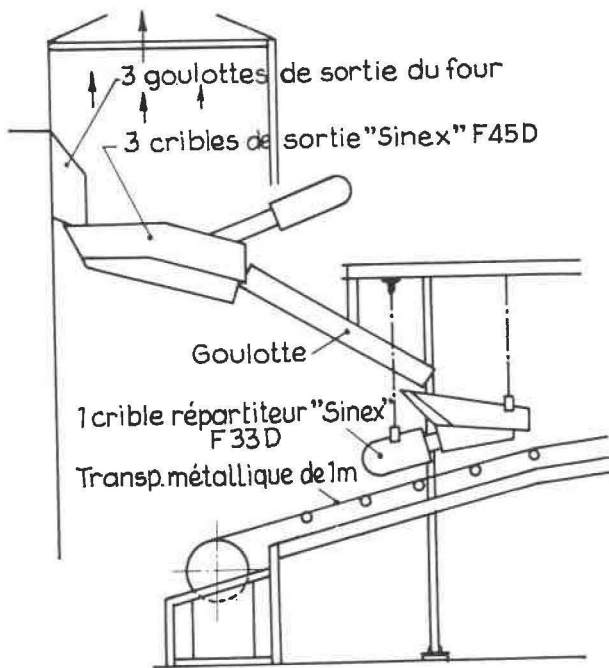


Fig. 5.

3 goulottes de sortie du four : drie schuiven aan de uitgang van de oven

3 cribles de sortie Sinex : drie Sinex-trilzeven aan de uitgang van de oven

goulotte : schuif

1 crible répartiteur Sinex : een verdeeltrilzeef Sinex

transp. métallique d'un m : metalen band van 1 m.

Ce dernier engin a pour effet d'amortir les pulsations et de régulariser le débit d'alimentation du transporteur métallique. On obtient ainsi un étalement uniforme des boulets sur le transporteur, tant en largeur qu'en longueur, dans le but de réaliser le refroidissement optimum par air.

Les boulets défumés sont refroidis sur 2 transporteurs métalliques placés en série, de 1 m de largeur, l'un de 40 m et le deuxième de 70 m de longueur, se déplaçant à la vitesse de 7,50 m/min.

La durée de refroidissement à l'air est ainsi de 14 min.

Il résulte en effet des essais effectués aux Laboratoires du Bergbauforschung, à Essen, par le Docteur Peeters, que le temps optimum de séjour à l'air libre des boulets défumés doit être d'au moins 11 minutes avant de les arroser, si l'on veut conserver aux boulets leur maximum de cohésion, en évitant la micro-fissuration par choc thermique. C'est la raison pour laquelle nous avons donné à ces transporteurs une longueur relativement grande.

Deux transporteurs en néoprène, placés à angle droit à l'extrémité du second transporteur métallique, assurent la répartition des boulets défumés, soit par wagons, soit par camions.

band gebracht waarop ze zullen verwijderd worden. Deze laatste Sinex dient om de stoten in de toevoer op te vangen en ervoor te zorgen dat de transporteur continu wordt gevoed. Men bekomt hiermee een gelijkvormige verspreiding van de eitjes over de ganse band, zowel in de breedte als in de lengte, hetgeen een vereiste is voor een goede luchtkoeling.

De ontrookte eitjes worden afgekoeld op twee metalen banden in serie, met een breedte van 1 m, en een lengte van 40, respectievelijk 70 m, die zich voortbewegen met een snelheid van 7,50 m/min. De afkoeling aan de lucht duurt dus 14 min.

Uit de proeven gedaan door Dokter Peeters in de laboratoria van de Bergbauforschung te Essen volgt immers dat de eitjes minstens 11 minuten in de vrije lucht moeten verbleven hebben voordat ze met water mogen besproeid worden, als men ten minste een maximale cohesie wil behouden en mikrospleten tengevolge van te sterke temperatuurschommelingen wil vermijden. Dat is de reden waarom wij deze transporteurs betrekkelijk lang hebben genomen.

Aan het einde van de tweede metalen band bevinden zich, dwars daarop, twee riemen in neopreen, die de eitjes overbrengen hetzij in wagons, hetzij in vrachtwagens.

#### f) Koelapparaat (fig. 1).

Op deze metalen banden met een breedte van 1 m hebben wij 5 kappen geplaatst, elk voorzien van een ventilator met een doormeter van 1 m, die met een vermogen van 1,5 pk en een onderdruk van 10 mm waterkolom een uurdebiet van 30.000 m<sup>3</sup> kan ontwikkelen. Deze apparatuur heeft voor doel de besproeiing te vermijden althans zolang de omgevingstemperatuur beneden de 15° ligt.

Zo nodig kan de koeling worden vervoleindigd met behulp van sproeiërs die op het einde van de 2<sup>e</sup> metalen band zijn opgesteld.

Met een buitentemperatuur van 14° vinden wij de volgende temperaturen aan de perszijde van de kappen der ventilatoren : 40, 34, 31, 27 en 23°. De eitjes komen bij de eerste drie kappen toe aan 335° en gaan er vandaan aan 206°; gekomen bij de tweede groep van twee kappen, hebben ze een temperatuur van 157° en aan het einde ervan van 123°. Zonder water heeft men op het einde van de tweede metalen band 73° en op het ogenblik van het laden 47°.

#### II. BEHANDELING VAN HET ZAND (fig. 6).

Het prijsverschil tussen het gebruik van vochtig en van droog zand is gering als men rekening houdt met de onkosten voor het vervoeren, ver-

**f) Dispositif de refroidissement (fig. 1).**

Sur ces transporteurs métalliques de 1 m de largeur, nous avons prévu 5 hottes munies chacune d'un ventilateur de 1 m de Ø, capable de débiter 30.000 m<sup>3</sup>/h pour une puissance absorbée de 1,5 ch et une hauteur manométrique de 10 mm de C.E. Cette disposition a pour but de nous dispenser d'arroser les boulets défumés, tout au moins par température ambiante inférieure à 15°.

Au cas où cela s'avérerait nécessaire, des arroseurs disposés en fin de parcours du 2<sup>e</sup> transporteur métallique permettent de parfaire le refroidissement.

Pour une température extérieure de 14°, nous relevons les températures suivantes aux cheminées des 5 hottes de refroidissement : 40, 34, 31, 27 et 23°. Les boulets arrivent à 335° à l'entrée des 3 premières hottes et en sortent à 206°, ils se présentent à l'entrée des 2 dernières à 157° et en ressortent à 123°. Sans arrosage, on arrive en fin du parcours du 2<sup>e</sup> transporteur métallique, à 73° pour tomber à 47° au chargement à camions.

**II. MANUTENTION DU SABLE (fig. 6).**

La différence de prix entre la mise en œuvre du sable humide et du sable sec est minime, si l'on tient compte des frais de transport, d'évaporation et de manutention du sable humide. En outre, il est impossible de recevoir ce dernier pendant les périodes de gel. Aussi avons-nous opté pour le stockage du sable sec. Le silo prévu à cet effet a une capacité de 80 t. Le sable y est emmagasiné par un air-lift dont l'alimentation en air est assurée par le ventilateur de l'air-lift principal. Il suffit, lorsqu'on met cet air-lift en œuvre, de surcharger par des poids le dispositif de régulation de débit du ventilateur des air-lifts primaires.

Cette disposition permet un apport facile de sable sec par le chenal de retour et, au besoin, une vidange aisée d'une partie de sable en circulation par le même chenal de retour. Il suffit, en effet, de déverser ce sable au pied de l'air-lift de stockage.

La capacité de ce dernier est de 30 t/h. Un tube creux permet le passage de l'air-lift dans l'axe de ce silo et son remplacement éventuel.

**III. MONTAGE DU FOUR**

Ce montage, commencé le 19 août 1963, a été terminé le 20 décembre, après modification du soutirage.

Il faut prévoir pour le montage du four : 350 heures de chef-monteur, 4600 heures de monteurs et aides et 1850 heures de soudeurs.

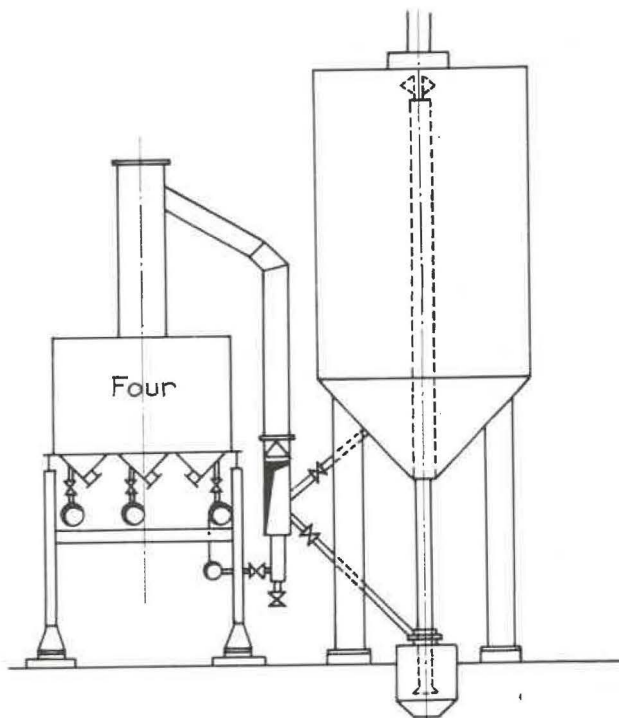


Fig. 6. — Silo à sable - Zandbunker  
four : oven

dampen en behandelen van het vochtige zand. Bovendien kan men over geen vochtig zand beschikken bij vorst. Om die redenen hebben wij verkozen het zand droog te stockeren. De hiertoe bestemde bunker heeft een capaciteit van 80 t. Om hem te vullen gebruikt men een air-lift waarvan de voeding in lucht verzekerd wordt door de ventilator van de hoofd-air-lift. Wil men deze air-lift voor het zand in werking brengen dan volstaat het doormiddel van enkele gewichten het regelapparaat van de ventilator der primaire air-lifts te beïnvloeden.

Met deze uitrusting wordt het gemakkelijk droog zand toe te voegen in het terugvoerkanaal of zo nodig het zand dat in dit kanaal circuleert gedeeltelijk te recupereren. Het volstaat immers een gedeelte van dit zand naar de voet van de air-lift van de stockerbunker te voeren.

Deze air-lift heeft een capaciteit van 30 t/h; in het midden van de bunker bevindt zich een holle buis waar de air-lift doorheen gaat, hetgeen ook de vervanging ervan mogelijk maakt.

**III. HET MONTEREN VAN DE OVEN**

Met de montage werd begonnen op 19 augustus 1963; ze werd beëindigd op 20 december, met inbegrip van een verandering aan het aftapsysteem.

Men moet voor het monteren van de oven het volgende voorzien : 350 uren hoofdmonteerder,

Pour la maçonnerie de la chambre du brûleur : 150 heures de maçons et 150 heures d'aides-maçons.

Pour la pose des réfractaires dans la chambre de réchauffage du sable : 600 heures de maçons et 450 heures d'aides-maçons.

Pour le montage du silo à sable, il a fallu 74 h et pour le montage de l'air-mix : 117 h.

Nous insistons sur les soins à apporter au placement des diffuseurs et aux soudures d'étanchéité du four et des trémies de soufflage sous les diffuseurs. Ce point est important pour éviter les geysers et obtenir une fluidisation uniforme, d'où un cheminement régulier.

Un joint mal fait provoque un geyser à cet endroit, diminue la fluidisation sous le diffuseur incriminé, ce qui ralentit la circulation et diminue la capacité du four.

#### IV. GRANULOMETRIE DU SABLE EMPLOYE

C'est du sable fin n° 1 des Nouvelles Sablières de Mol et dont la granulométrie est la suivante :

5,6 % < 125 $\mu$	88,5 % < 315 $\mu$
3,6 % < 200 $\mu$	99,5 % < 500 $\mu$

C'est donc pratiquement du 0/0,5 mm.

#### V. PUISSANCE

##### a) Puissance installée.

302 kW pour le four (surtout les ventilateurs : 265 kW).  
35 kW pour les transporteurs.

##### b) Puissance consommée en marche continue.

244 kWh pour le four.  
28 kWh pour les transporteurs.

#### VI. ENSEIGNEMENTS TIRES DE 3 MOIS D'EXPLOITATION DU FOUR

##### A. Capacité horaire.

##### a) Marche sans soutirage.

La capacité totale des chenaux de traitement est de l'ordre de 72 t dont 14,4 t pour les chenaux de préchauffage et 57,6 t pour les chenaux d'oxydation.

Admettons une durée moyenne de traitement de l'ordre de 75 minutes. Pour un rapport sable/boulets de 5 à 1, le poids des boulets dans le four est de  $72/6 = 12$  t.

4600 uren monteerders en helpers en 1850 uren lassers.

Metselwerk van de verbrandingskamer : 150 uren metsers en 150 uren handlangers.

Het plaatsen van de vuurvaste stenen in de opwarmingskamer van het zand : 600 uren metsers en 450 uren handlangers.

Voor het monteren van de zandbunker : 74 uren; voor de air-mix : 117 uren.

Wij wijzen er op dat veel zorg moet besteed worden aan het plaatsen van de zeven en de afdichtingslasnaden van de oven en de trechters van de zeven. Doet men dit niet, dan bekomt men geysers en een onregelmatige beweging, dus ook een onregelmatige verplaatsing.

Een gebrekkige voeg veroorzaakt ter plaatse een geyser; het zand komt tegenover deze zeef minder gemakkelijk in beweging; de circulatiesnelheid vermindert daardoor en de capaciteit van de oven eveneens.

#### IV. KORRELGROOTTE VAN HET GEBRUIKTE ZAND

Men gebruikt het zand n° 1 van de Nieuwe Zandgroeven van Mol dat de volgende samenstelling heeft :

5,6 % < 125 $\mu$	88,5 % < 315 $\mu$
3,6 % < 200 $\mu$	99,5 % < 500 $\mu$

Dus praktisch 0/0,5 mm.

#### V. VERMOGEN

##### a) Het geïnstalleerd vermogen.

302 kW voor de oven (voral ventilatoren : 265 kW).  
35 kW voor de transporteurs.

##### b) Vermogen verbruikt in continu werk.

244 kW voor de oven.  
28 kW voor de transporteurs.

#### VI. ONDERVINDING OPGEDAAN GEDURENDE DE 3 MAANDEN VAN WERKING

##### A. Uurcapaciteit.

##### a) Zonder aftappen.

De totale capaciteit van de operatiekanalen bedraagt 72 t ongeveer, waarvan 14,4 t in de voorverwarmingszone en 57,6 t in de eigenlijke oxydatiezone.

Wij veronderstellen een gemiddelde behandelingsduur van 75 minuten. Wanneer de verhouding zand tot eitjes 5/1 bedraagt bekomt men als hoeveelheid eitjes in de oven :  $72/6 = 12$  t.



D'où un tonnage horaire de  $(12/75) \times 60 = 9,5$  t/h.

b) *Marche avec soutirage.*

Si nous tablons sur un rapport sable/boulets de 5/1 dans les chenaux de préchauffage et de 3 pour 1 dans les chenaux d'oxydation, nous avons alors dans le four un poids de boulets de  $(14,4/6) + (57,6/4) = 16,8$  t.

Capacité horaire :  $(16,8/75) \times 60 = 13,4$  t.

Si on pousse le soutirage à son maximum et en marchant dans les chenaux d'oxydation avec un rapport sable/boulets de 2/1, le tonnage horaire limite serait de 16,8 t.

Tout ceci, bien entendu, à condition d'avoir des boulets suffisamment réactifs, c'est-à-dire à faible teneur en brai (7 %), parce que ces boulets sont plus poreux et s'oxydent plus rapidement que des boulets à 8 % et permettent le maintien aisé d'un régime de températures suffisamment élevé (320 à 350°).

A noter que, si la marche avec soutirage permet une très forte augmentation de la capacité horaire pour une même durée de traitement, elle s'accompagne de certains risques. En effet, il importe qu'à aucun moment, le débit de sable dans un des 3 chenaux ne tombe en dessous du débit soutiré. Lorsque cet incident se produit, les boulets s'accumulent l'un sur l'autre, sans sable intercalaire, au-delà du seuil de soutirage et l'on risque une inflammation spontanée.

## B. Amélioration du bilan thermique.

Pour améliorer le bilan thermique du four et, par suite, sa capacité de traitement, il faut :

- 1) Réduire le plus possible la teneur en brai des boulets qui sont alors plus poreux et s'oxydent plus facilement et plus rapidement.
- 2) Maintenir un régime de température suffisamment élevé pour avoir des réactions d'oxydation suffisamment rapides.
- 3) Eviter les rentrées d'air froid par les registres de sortie et une ouverture trop grande des registres de cheminée.
- 4) Réduire au maximum l'air indispensable à la fluidisation. Comme à chaud, cette quantité est moitié moindre que celle nécessaire pour fluidiser le sable froid, nous avons placé des butées pour limiter, en régime, l'ouverture des robinets d'alimentation en air des diffuseurs.

### Analyses des fumées recyclées.

CO<sub>2</sub> : 2,65 %  
CO : 1,25 %  
O<sub>2</sub> : 14,1 %

Het uurdebiet wordt dan :  $(12 \times 60)/72 = 9,5$  t/h.

b) *Met aftappen.*

Nemen wij als verhouding zand tot eitjes 5/1 in de voorverwarmingskanalen en 3/1 in de oxydatiezone dan bevinden er zich in de oven  $(14,6/6) + (57,6/4) = 16,8$  ton.

Uurcapaciteit :  $(16,8 \times 60)/72 = 13,4$  t.

Indien we het aftappen opdrijven tot het maximum, en in de oxydatiekanalen een verhouding zand tot eitjes van 2/1 krijgen, bekomen we als limiet van het uurdebiet : 16,8 t.

Bij dit alles veronderstelt men dat men met voldoende reactieve eitjes te doen heeft, dit wil zeggen eitjes met weinig pek (7 %) : dergelijke eitjes zijn poreuzer en reageren sneller dan eitjes met 8 % teer en het is daarmee gemakkelijker een regime van voldoende hoge temperaturen in stand te houden (320 tot 350°).

Er valt op te merken dat het aftappen weliswaar een sterke vermeerdering van het uurdebiet voor eenzelfde behandelingsduur mogelijk maakt maar ook zekere risico's meebrengt. Inderdaad mag het zanddebiet in elk der kanalen op geen enkel ogenblik minder bedragen dan het afgetapt debiet. Wanneer dit toch gebeurt vallen de eitjes voorbij het aftappunt op elkaar zonder tussenvulling van zand en loopt men gevaar dat er een spontane ontvlaming ontstaat.

## B. Verbetering van de thermische balans.

Om de thermische balans van de oven en dus ook zijn productiecapaciteit te verbeteren moet men :

- 1) Bij de bereiding van de eitjes zo weinig mogelijk pek gebruiken, waardoor men de porositeit verhoogt en een gemakkelijker en snellere oxydatie bekomt.
- 2) Een voldoende hoge temperatuur aanhouden hetgeen een vlugge oxydatie geeft.
- 3) Beletten dat koude lucht indringt langs de uitgang van de oven en ook de schuiven op de schouw niet te ver openen.
- 4) De lucht die nodig is voor het in beweging zetten van het zand zoveel mogelijk beperken. Bij warm zand heeft men maar half zoveel lucht nodig als bij koud; daarom hebben wij vaste stuiten geplaatst die in regime de koers beperken van de afsluiters die de zeven van lucht voorzien.

### Ontleding van de herwonnen gassen.

CO<sub>2</sub> : 2,65 %  
CO : 1,25 %  
O<sub>2</sub> : 14,1 %

$H_2 + CH_4 : 0 \%$

$N_2 : 82 \%$

+ des vapeurs de brai qui contiennent la presque totalité des calories utilisables.

### C. Conditions à remplir pour une marche régulière et efficiente.

- 1) Nous ne pouvons que nous féliciter de l'adoption de diffuseurs dont les plats forés pour le soufflage de l'air sont en acier inoxydable, ce qui évite le colmatage des trous par oxydation d'où diminution et répartition irrégulière du débit d'air de fluidisation.
- 2) Eviter l'introduction massive de fines lors de l'enfournement des boulets. Nous croyons que notre système de dosage à l'entrée du four est efficace à ce point de vue.
- 3) Surveillance constante des températures fournies par les thermocouples placés après le seuil de soutirage.

Ces températures ne doivent pas descendre en dessous de 315° qui est la température à laquelle s'amorce la réaction d'oxydation. Si cette température tend à diminuer dans un chenal après le seuil de soutirage, il faut réduire l'alimentation en boulets de ce chenal. On augmente le débit dans le cas contraire.

- 4) Relever régulièrement, dans chaque chenal, les hauteurs de lit après soutirage ainsi qu'en fin des chenaux d'oxydation.

Les hauteurs après soutirage ne doivent pas descendre en dessous de 350 mm. Ceci a une grande importance pour éviter l'accumulation de boulets, sans sable intercalaire, après le seuil de soutirage.

Lorsque cet incident survient, il se produit un renforcement du soufflage à cet endroit, ce qui déclenche un début d'incendie que l'on déclenche par une diminution du taux de  $O_2$  et une élévation de température des fumées recyclées. Les températures montent également en fin de chenal.

Dès que la hauteur de lit d'un chenal tend à tomber en dessous du minimum requis, il faut couper immédiatement le soutirage sur le chenal incriminé.

Lorsqu'on tarde à intervenir, le phénomène a tendance à s'accroître. En effet, lorsque la partie située en aval du soutirage est fluidisée abusivement, la fluidisation est moins énergique dans le chenal de préchauffage correspondant et ralentit la circulation du sable en amont du soutirage, d'où une remise de sable en plus faible quantité en tête des chenaux d'oxydation.

$H_2 + CH_4 : 0 \%$

$N_2 : 82 \%$

+ pekdampen waarin zich haast al de bruikbare calorieën bevinden.

### C. Voorwaarden voor een regelmatige en doelmatige werking.

- 1) Wij hebben gelukkig voor de doorboorde platen die in onze zeven de lucht moeten doorlaten onze keuze laten vallen op roestvrij staal; hierdoor wordt verstopping door roestvorming vermeden alsook de daaruit volgende onregelmatige verdeling van de lucht nodig voor de beweging.
- 2) Men moet vermijden grote hoeveelheden fijne kolen samen met de eitjes te laden. Wij menen dat ons doseersysteem aan de ingang van de oven op dat punt voldoening geeft.
- 3) De temperatuur gemeten door de thermokoppels achter het aftappunt moet doorlopend in het oog gehouden worden. Ze mag niet dalen beneden 315°, bij welke temperatuur de oxydatie een aanvang neemt. Wanneer men bemerkt dat de temperatuur in een kanaal achter het aftappunt een neiging heeft om te dalen, moet men in dat kanaal minder eitjes toevoeren. In het tegenovergestelde geval verhoogt men het debiet.
- 4) Op regelmatige tijdstippen moet men in elk kanaal de hoogte van het zandbed meten achter het aftappunt en ook aan het einde van de oxydatiekanaalen. Deze hoogte mag niet minder zijn dan 350 mm, en is van het hoogste belang wil men de opeentasting van eitjes zonder zand er tussen vermijden achter het aftappunt.

Wanneer dit toch gebeurt bekomt men op dat punt een sterkere luchtstroom met een begin van brand als gevolg; men ondervindt dit aan een vermindering van het zuurstofgehalte en een stijging van de temperatuur der herwonnen gassen. Ook op het einde van het kanaal stijgt de temperatuur.

Zodra de dikte van het bed in een bepaald kanaal een neiging vertoont om te verminderen moet men onmiddellijk het aftappen stopzetten in het betreffende kanaal.

Aarzelt men om tussen te komen dan zal het verschijnsel neiging vertonen om zich te verscherpen. Wanneer immers stroomafwaarts meer lucht voor de beweging gebruikt wordt zonder reden, wordt het zand in het overeenkomstig kanaal van voorverwarming minder hevig in beweging gebracht zodat de circulatie van het zand stroomopwaarts van het aftappunt vertraagt en er zich dientengevolge nog minder zand naar het beginpunt van de oxydatiekanaalen begeeft.

Il faut noter également que l'air de soufflage trouve un passage préférentiel dans le chenal où le lit est déséquilibré, l'oxydation et le défumage sont moins bons.

- 5) Surveiller la pression dans la chambre au pied de l'air-lift. Celle-ci est en relation directe avec le débit de sable en circulation. Il importe de maintenir cette pression aux environs de 0,800 m. Une plus grande hauteur implique une circulation plus rapide du sable dans la chambre de réchauffage et une diminution de sa température, d'où obligation de réduire le tonnage de boulets enfourné.
- 6) Maintenir à la sortie de la chambre de réchauffage la température du sable aux environs de 400°.

Pour ce faire, nous pouvons agir sur deux éléments :

- a) l'allure du brûleur;
- b) la vitesse de circulation du sable.

#### D. Incidents de marche. Remèdes apportés ou prévus.

##### 1) Début d'incendie après le seuil de soutirage.

Le premier incident sérieux est survenu le 25 janvier vers 21 h. Le préposé à la conduite du four constate une montée des températures du sable des chenaux d'oxydation, qui atteignent rapidement 400° et mettent en branle les dispositifs d'alarme acoustique et optique : klaxon, allumage des lampes rouges.

La teneur en O<sub>2</sub> des fumées recyclées était tombée de 14 à 11,5 %, ce qui est l'indice d'un incendie à l'intérieur du four.

Une inspection montre que la gaine d'aspiration des fumées à recycler est portée au rouge sur le dessus du four.

Par les hublots, on détecte un amas de boulets en ignition sans sable intercalaire, après le seuil de soutirage.

Le préposé a aussitôt coupé le brûleur, l'alimentation en boulets ainsi que le soutirage.

Un léger arrosage a permis d'éteindre le feu très rapidement. Après retour à la normale des températures et des hauteurs du lit de sable, la marche normale a pu être reprise vers 23 h.

Après cet incident, nous avons fait relever les hauteurs de lit tous les 1/4 d'heures.

M. Ledent propose l'adoption d'un pressostat qui aurait pour rôle de couper le soutirage dans le chenal de traitement dont la hauteur de sable baisse exagérément. Dans ce cas, il fermerait automatiquement la vanne électromagnétique de soutirage de ce chenal.

Men moet ook nog opmerken dat de luchtstroom zich bij voorkeur begeeft naar die punten van de kanalen waar het bed uit zijn normale vorm is en de oxydatie en ontroking minder goed.

- 5) De druk in de kamer aan de voet van de air-lift nagaan. Deze staat rechtstreeks in verband met de hoeveelheid zand in circulatie. Hij moet steeds rond de 800 mm bedragen. Een hogere druk veronderstelt ook een snellere circulatie van het zand in de opwarmingskamer en dus een vermindering van zijn temperatuur; in dat geval moet de aanvoer van eitjes verminderd worden.
- 6) Aan de uitgang van de opwarmingskamer moet de temperatuur van het zand rond de 400° liggen. Om dit te bekomen kunnen wij twee elementen gebruiken :

- de gang van de brander;
- de omloopsnelheid van het zand.

#### D. Storingen in het bedrijf.- Middelen om ze te verhelpen, toegepast of ontworpen.

##### 1) Begin van brand achter het aftappunt.

Het eerste ernstig incident is gebeurd op 25 januari rond 21 h. De aangestelde voor de oven stelt een verhoging vast van de temperatuur van het zand in de oxydatiekanalen, temperatuur die snel 400° bereikt en gans de geluids- en lichtalarminstallatie in werking brengt : hoorn en rode lampen.

Het zuurstofgehalte van de herwonnen rookgasen was verminderd van 14 tot 11,5 % hetgeen wijst op een brand binnen in de oven.

Tijdens een inspectie kan men zien dat de aanzuigleiding van de te herwinnen rookgassen boven op de oven rood geworden is.

Door de kijkaten ziet men een massa brandende eitjes zonder zand juist achter het aftappunt.

De aangestelde heeft onmiddellijk de brander stopgezet, de voeding en het aftappen afgesneden.

Het vuur kon met een kleine hoeveelheid water geblust worden; nadat de temperaturen en de dikte van het zandbed hun normale waarden terug hadden aangenomen kon opnieuw normaal gewerkt worden; dit was rond 23 h.

Na dit incident hebben wij beslist dat de dikte van het zandbed om het kwartier moest gemeten worden.

Dhr Ledent stelt voor een pressostaat te plaatsen die voor taak zou hebben de aftapping stop te zetten in het kanaal waarin de dikte van het zandbed op abnormale wijze vermindert. Hij zou dan ook automatisch de elektromagnetische afsluiter die het aftappen regelt, sluiten.

2) *Combustion de la garniture d'ébonite de la cheminée de l'air-mix.*

Le 2 février, un accident matériel mettait le four à l'arrêt pour 24 heures.

Il était dû à la combustion de la garniture en ébonite de la cheminée de l'air-mix. L'ébonite ne peut supporter une température supérieure à 120°.

Normalement, la température des fumées aspirées sur la chambre de réchauffage est abaissée à 80° par arrosage à raison de 8 m<sup>3</sup> d'eau par heure.

Par suite d'un manque d'eau, la température de ces fumées a dépassé 120° et l'ébonite a flambé en formant un mélange tonnant.

Le pH des eaux, ayant servi à l'arrosage des gaz, n'étant que de 5,5, nous avons décidé de marcher sans la garniture en ébonite. La corrosion aura, en effet, une action lente et, si la nécessité s'en fait sentir, nous remplacerons cette partie de la cheminée par une gaine en acier inoxyidable.

Pour prévenir le retour de cet incident, nous avons installé une bêche d'alimentation des pompes, avec vanne à flotteur et un signal d'alarme déclenché par la baisse du niveau d'eau.

3) *Claquage des soudures aux tôles supports des diffuseurs dans la chambre de réchauffage.*

Cet incident ralentit la circulation du sable dans la chambre de réchauffage et entraîne une élévation de la température du sable.

Ces 5 diffuseurs en acier réfractaire sont soudés à leur encadrement support en tôle inoxyidable.

La température de 900° des fumées sortant du brûleur a pour effet de solliciter fortement ces soudures.

Nous envisageons le remplacement de ces diffuseurs par d'autres dont l'encadrement support serait assemblé aux diffuseurs par soudure et rivetage.

4) *Claquage des soudures des trémies de soufflage.*

Cet incident s'est produit le 10 mars, vers 10 h 30 du matin au milieu de la période de rallumage.

Entre les 8<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> rangées de diffuseurs des chemaux de traitement, comptées à partir de la sortie du four, les soudures d'assemblage des entretoises de support des diffuseurs de la 8<sup>e</sup> rangée aux traverses de support de ceux-ci ont claqué. Un vide de 6 mm s'est créé à l'endroit de la soudure et du côté entrée du four. En même temps, on constate à cet endroit des fissures le long des arêtes pyramidales des trémies de soufflage de part et d'autre des entretoises supports.

Une fuite d'air et de sable s'est ainsi créée. Une visite intérieure du four a permis de constater que,

2) *Verbranding van de ebonietbekleding van de schouw van de air-mix.*

Op 2 februari heeft een materieel ongeval de oven voor 24 uren stilgelegd. Het betrof de verbranding van de ebonietbekleding van de schouw van de air-mix. Het eboniet verdraagt geen temperaturen boven 120°.

In het normale geval blijft de temperatuur van de gassen die uit de opwarmingskamer afgezogen worden door besproeiing beneden de 80°; dit vergt een waterdebiet van 8 m<sup>3</sup>/h.

Tengevolge van een gebrek aan water is de temperatuur van deze gassen boven de 120° gestegen en is het eboniet in vuur geschoten met vorming van ontplofbare dampen.

Vermits het pH van het water dat voor het besproeien der rookgassen gebruikt werd slechts 5,5 bedroeg hebben we beslist de ebonietbekleding eenvoudig weg te laten. De corrosie zal in feite zeer traag werken en indien het ooit moest nodig blijken kunnen we een deel van de schouw door een buis in roestvrij staal vervangen.

Om de herhaling van soortgelijk incident te voorkomen hebben we voor het water een voorraadbak geplaatst waaruit de pompen gevoed worden; hij is voorzien van een toevoer kraan met vlotter en een alarmsignaal dat in werking treedt wanneer het waterpeil daalt.

3) *Breuk van de lasnaden aan de platen waarop de zeven van de opwarmingskamer rusten.*

Wanneer dit zich voordoet wordt de circulatie van het zand in de opwarmingskamer vertraagd en stijgt bijgevolg de temperatuur van het zand.

Deze vijf zeven in vuurvast staal zijn door lasnaden bevestigd aan hun draagramen in roestvrij staal.

De rookgassen van de brander, die een temperatuur van 900° hebben, veroorzaken in deze lasnaden grote spanningen.

We denken er aan de zeven door andere te vervangen, in welk geval het draagram zou zijn samengesteld met behulp van lasnaden en klinknagels.

4) *Breuk van de lasnaden aan de luchttrechters.*

Dit incident vond plaats op 10 maart, rond 10 h 30 's morgens, midden in de periode van het in gang zetten.

Tussen de 8ste en 9de rij zeven van de operatiekanalen, gerekend van de ingang van de oven af begaven het de lasnaden die de steunijzers van de zeven der 8ste rij verbinden met de dwarsliggers waarop ze rusten. Het gevolg hiervan was een opening van 6 mm op de plaats van de lasnaad aan de zijde van de ingang van de oven. Terzelfdertijd ontstonden scheuren langs de ribben van de pyra-

à cet endroit, 2 diffuseurs s'étaient déplacés et que les joints en bourre d'amiante devaient être renouvelés. Ceci afin de supprimer les geysers résultant du déplacement de ces diffuseurs.

Cet incident a comme cause fondamentale un fonctionnement imparfait des purges de sable des trémies de soufflage sous les diffuseurs des chaux de traitement (fig. 7).

A la retombée du lit de sable, après chaque pulsation, celui-ci repasse en faible quantité par les trous de soufflage des diffuseurs et vient s'accumuler dans les trémies sous ces derniers.

Cette trémie pyramidale dont la base est le diffuseur possède, sur une de ses faces, un piquage de 3" pour le soufflage d'air.

Le sable s'accumule en talus à partir de ce raccord de soufflage et l'air ne fluidise plus qu'une portion du diffuseur.

Il subsiste au-dessus de ceux-ci, dans le lit de sable, une zone morte qui n'est plus fluidisée. On y trouve d'ailleurs des boulets ayant conservé leur forme primitive mais complètement calcinés. Ceci crée des zones de dilatation inégales d'où des surtensions.

Nous avons depuis assuré une évacuation régulière des fuites de sable, en les ramenant dans les collecteurs de soufflage que nous purgeons périodiquement.

midelvormige trechters voor de luchttoevoer aan beide zijden van de steunijzers.

Zo ontstond er een verlies van lucht en zand. Tijdens een onderzoek in het inwendige van de oven kon worden vastgesteld dat twee zeven daar ter plaatse waren verschoven en dat de dichtingen in asbest moesten vervangen worden, ten einde de geysers die zich door het verschuiven van de zeven hadden gevormd te doen ophouden.

De oorzaak van dit incident moet vooral gezocht worden in een slechte werking van de spuinrichting voor het zand aan de voet van de luchttrchters onder de zeven van de operatiekanalen (fig. 6).

Zo dikwijls het zandbed, na elke stoot, terug neervalt, gaat een kleine hoeveelheid door de zeven en hoopt zich op in genoemde trechters.

De pyramidale trechter, met de zeef als basis, bevat in een van zijn zijvlakken een opening van 3" langswaar de lucht wordt ingeblazen.

Het zand hoopt zich op volgens een lijn van natuurlijke helling vertrekkend van deze opening, en de lucht heeft nog slechts tot een gedeelte van de zeef toegang.

Zo blijft er boven deze zeef in het zandbed een dode zone die niet meer in beweging komt. Men vindt er ten andere eitjes die hun oorspronkelijke vorm hebben bewaard doch volkomen gecalcineerd zijn. Het gevolg hiervan zijn zones met ongelijke uitzetting en dus abnormale spanningen.

We hebben sedertdien het zand voortkomend van deze verliezen regelmatig weggeruimd, door het te verzamelen in een goot die regelmatig geleidigd wordt.

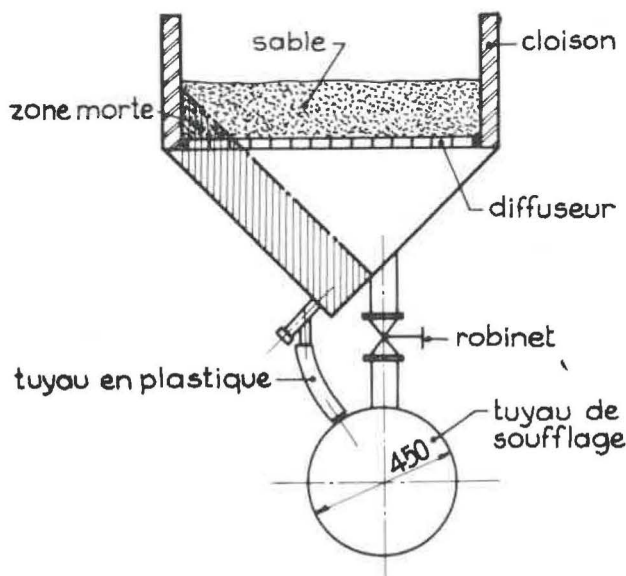


Fig. 7.

zone morte : dode zone  
sable : zand  
cloison : scherm  
diffuseur : zeef

tuyau en plastique : plastiek buis  
robinet : afsluiter  
tuyau de soufflage : luchtaanvoerleiding.

5) *Incident dû à un arrosage exagéré pour l'extinction d'un début d'incendie.*

Dans la soirée du 17 mars s'est déclaré un début d'incendie provoqué par un ancrage après soutirage, dû à une baisse exagérée de la hauteur de lit d'un des chenaux d'oxydation.

Pour le combattre, le préposé a utilisé une quantité d'eau exagérée qui a mouillé le sable se trouvant dans le chenal de soutirage et qui est venue au pied de l'air-lift.

Ce dernier s'est bloqué provoquant l'arrêt de la circulation du sable et le blocage du chenal sous crible et du chenal de retour.

Nous avons dû enlever le sable humide accumulé dans le chenal de soutirage, dans la chambre de l'air-lift et nettoyer les diffuseurs du chenal de soutirage et de la chambre au pied de l'air-lift.

A la suite de cet incident, nous avons proscrit l'eau pour enrayer un début d'incendie et décidé d'asperger l'endroit avec du sable.

6) *Blocage du clapet anti-retour sur la tuyauterie de refoulement des gaz recyclés.*

Le 24 mars, nous avons constaté que l'ampérage du ventilateur de recyclage était tombé de 145 à 125 A. Les courbes caractéristiques de ce ventilateur montrent que le débit avait varié de 8.250 à 6.250 m<sup>3</sup> N/h, soit une chute de l'ordre de 24 % et une diminution équivalente du débit calorifique des gaz recyclés au brûleur.

Nous étions dans l'impossibilité d'assurer un régime normal des températures.

Un démontage de la gaine de refoulement nous a montré le clapet anti-retour calé par un dépôt de brai durci sur les parois de la gaine.

L'axe de ce clapet s'articulait à l'intérieur de la gaine. Nous l'avons prolongé et muni d'un bout carré pour le faire jouer si nécessaire et repérer la position d'ouverture du clapet.

### E. Résultats techniques.

1) *Production.*

Notre production de janvier et février a atteint 8.945 t pour une marche effective de 941 h, soit une moyenne de 9,5 t/h.

Nous avons atteint en pointe une production de 13 t/h.

5) *Incident veroorzaakt door een overdreven besproeiing bij het doven van een begin van brand.*

In de nacht van 17 maart kende men een begin van brand veroorzaakt door het vastlopen der lading achter het aftappunt als gevolg van een abnormale vermindering van de dikte van het zandbed in een der oxydatiekanalen.

Om deze brand te blussen heeft de aangestelde toezichter te veel water gebruikt; het water heeft het zand nat gemaakt in het aftapkanaal en het natte zand is aan de voet van de airlift gekomen.

Deze is stil gevallen met als gevolg het blokkeren van de zandomloop, van het kanaal onder de trilzeef en van het terugvoerkanaal.

Wij hebben het natte zand moeten wegnemen in het aftapkanaal en de kamer van de air-lift, en de zeven van het aftapkanaal evenals de kamer aan de voet van de air-lift moeten reinigen.

Tengevolge van dit incident hebben wij verboden water te gebruiken voor het bestrijden van een begin van brand en opgelegd dit te doen met zand.

6) *Blokkeren van de terugslagklep op de persleiding van de herwonnen gassen.*

Op 24 maart hebben we bemerkt dat de ventilator voor het herwinnen der gassen slechts 125 A nam in plaats van 145. Uit de karakteristieke krommen van deze ventilator blijkt dat zijn debiet gevallen was van 8.250 op 6.250 Nm<sup>3</sup>/h, hetzij 24 % te weinig, hetgeen een gelijkaardige vermindering betekent van de calorieën die door deze herwonnen gassen naar de brander worden gevoerd.

Het bleek onmogelijk een normaal temperatuurregime in stand te houden.

Bij het afbreken van de buitenkant van de persleiding bleek dat de terugslagklep was geblokkeerd door een afzetting van pek die op de wanden van de leiding was hard geworden.

De as van deze klep bevond zich volledig in de leiding; wij hebben ze verlengd en het uiteinde voorzien van een vierkante blok zodat we ze desnoods kunnen doen draaien en in elk geval zien in welke stand ze staat.

### E. Technische resultaten.

1) *Productie.*

De produktie van januari en februari heeft 8.945 t bereikt voor 941 uren van effectief bedrijf, hetzij gemiddeld 9,5 t/h. We hebben een maximum bereikt van 13 t/h.

2) *Rallumage.*

Il faut compter 6 h pour relancer le four après un arrêt de 24 h. Si cet arrêt est de 48 h, il faut compter environ 10 h avant de reprendre l'alimentation en boulets.

3) *Caractéristiques physiques des boulets défumés.*

Partant de boulets crus dont les caractéristiques sont les suivantes :

Poids : 20,90 g  
M.V./sec : 16,2 %  
Hu : 1,6 %  
Cohésion : 90,1 kg

nous obtenons des boulets défumés aux caractéristiques ci-dessous :

Poids : 20,45 g, soit une perte de 2 %  
M.V./sec : 14,5 %, c'est-à-dire une diminution de 1,7 % par rapport au boulet cru.

Hu : 0,7 %

Cohésion : 94,4 kg, c'est-à-dire une augmentation de 5 % sur celle du boulet cru.

A noter également une diminution du P.C. de l'ordre de 2 %.

Si nous cassons un boulet à sa sortie du four, nous constatons la présence d'un nodule central dont l'importance varie en raison inverse du degré de défumage du boulet.

A notre demande, M. Grand'Ry, Directeur du Service des Recherches à Carbochimique, a bien voulu se livrer à des examens sur nos boulets défumés, afin d'élucider le mécanisme du traitement oxydant. Il vous livrera tantôt, avec l'autorité et la compétence qui le caractérisent, les résultats de ses travaux.

Nous l'en remercions vivement.

*Dispersion des temps de séjour des boulets dans le four.*

Avant le placement des purges de sable, nous obtenions pour un cycle de 90 s avec 3 pulsations de 4 s, la courbe de dispersion suivante pour les temps de séjour.

Les premiers boulets sortent après 35 min et 50 % après 50 min. Dans un diagramme où les % de boulets sont portés en ordonnées suivant un canevas normal déduit de la loi de Gauss, et les temps en abscisses, suivant une échelle logarithmique, l'allure théorique est linéaire. Dans le cas ci-dessus, elle est linéaire jusque 50 %; il y a ensuite une distorsion pour atteindre 92,5 % des boulets sortis après 155 min.

Après placement des purges de sable, nous avons amélioré la durée de traitement.

Les premiers boulets sortent après 52 min, c'est-à-dire 17 min plus tard que dans le premier cas et 50 % des boulets sont évacués après 80 min, donc après un temps de séjour allongé de 30 min.

2) *Het weder aansteken.*

Wanneer de oven 24 uren stilgelegen heeft moet men zes uren rekenen om hem weer op gang te brengen. Heeft hij 48 uren stilgelegen, dan worden het er 10. Eerder mag men geen eitjes laden.

3) *Fysieke kenmerken van de ontrookte eitjes.*

Uit rauwe eitjes met volgende kenmerken :

Gewicht : 20,90 g  
V.B. droog : 16,2 %  
Vocht : 1,6 %  
Cohesie : 90,1 kg

hebben wij ontrookte eitjes met volgende kenmerken bekomen :

Gewicht : 20,45 g, hetzij een verlies van 2 %  
V.B. droog : 14,5 %, hetzij 1,7 % minder dan het rauwe eitje

Vocht : 0,7 %

Cohesie : 94,4 kg, dus een vermeerdering van 5 % ten opzichte van het rauwe eitje.

Men moet ook een vermindering van de verbrandingswarmte van 2 % noteren.

Wanneer wij een eitje bij het verlaten van de oven stukslaan zien we een centrale kern waarvan de omvang omgekeerd evenredig is met de ontrookingsgraad van het eitje.

Op ons verzoek heeft dhr Grand'Ry, Directeur van de Dienst Opzoeken bij de Carbochimique, zich beziggehouden met het onderzoek van onze ontrookte eitjes ten einde een inzicht te krijgen in het oxydatieverschijnsel. Hij zal U straks met het gezag en de bevoegdheid die hem eigen zijn onderhouden over de resultaten van zijn werk, waarvoor wij hem zeer dankbaar zijn.

*Spreiding van de verblijfsduur der eitjes in de oven.*

Zonder aftappen van zand bekwamen wij voor een cyclus van 90 s met drie stoten van 4 s de volgende spreidingskromme voor de duur van verblijf.

De eerste eitjes kwamen naar buiten na 35 min en 50 % na 50 min. Indien men een diagram maakt met als ordinaat het % der eitjes die uitreden volgens een normaal schema afgeleid van de kromme van Gauss, en in abscis de tijd volgens een logarithmische schaal, dan bekomt men theoretisch een rechte. In ons geval is het een rechte tot 50 %; nadien is er een vervorming en bekomt men 92,5 % na 155 min.

Door het plaatsen van de aftappunten van zand hebben we de verblijfsduur verbeterd. De eerste eitjes komen uit na 52 min, dit is 17 min later dan in het eerste geval, en 50 % der eitjes zijn behandeld na 80 min hetgeen een verlenging betekent van 30 min.

### Degré de défumage.

Pour apprécier la qualité du défumage, nous utilisons le test de contrôle employé aux usines de Douai. On mesure le temps en secondes s'écoulant entre l'entrée du boulet dans un four à moufle chauffé à 950° et l'apparition des premières fumées durables s'échappant de ce boulet.

Le défumage est réputé parfait si cet intervalle de temps est de 90 s.

Nous avons obtenu des durées moyennes suivant le test de Douai de 60 s se répartissant comme suit :

60 % en-dessous de 90 s

40 % au-delà de 90 s.

A noter qu'il n'y a pas de proportionnalité entre le degré de défumage et les indices d'aérosols.

C'est ainsi que des essais en poêle domestique, effectués suivant le procédé décrit dans le Bulletin Technique d'Inichar « Houille et Dérivés » en date du 23-6-61, ont permis d'établir les comparaisons suivantes :

Test au four à moufle : temps d'apparition des premières fumées : 20 s, 50 s, 80 s, 100 s.

Test en poêle domestique : indice d'aérosols (g par kg brûlé) : 10,8, 10,2, 6,2, 1,8.

Pour le boulet cru, l'indice d'aérosols est de 30 g/kg brûlé.

On voit donc que, même pour le boulet imparfaitement défumé, l'amélioration du degré de fumivorité est très sensible.

### F. Prix de revient du défumage des boulets.

Il est établi dans 3 cas et sur la base d'un tonnage horaire de 10 t :

A. — Une marche de 7 jours sur 7.

B. — Une marche de 6 jours sur 7 avec rallumage le lundi matin.

C. — Une marche de 5 jours sur 7 avec rallumage le dimanche soir.

La décomposition du prix de revient dans ces trois hypothèses est reprise au tableau I.

Nous avons donné, dans le prix de revient, une estimation de l'entretien et nous n'avons pas fait intervenir l'amortissement, dans l'ignorance de la durée de cette installation et du tonnage annuel que nous pourrions traiter suivant les nécessités du marché.

On voit immédiatement que la marche en continu apporte un gain d'environ 4 F/t sur la marche de 5 jours sur 7.

### G. Conclusions.

1) La conduite du four sera facilitée par l'adoption d'un pressostat enregistrant les hauteurs

### Ontrotingsgraad.

Om de ontrotingsgraad na te gaan passen we dezelfde test toe als te Douai. Men meet de tijd in seconden die er verloopt tussen het inbrengen van een eitje in een moffeloven op 950° en het verschijnen van de eerste stabiele rook uit het eitje.

Men oordeelt de ontroking volledig wanneer deze tijdsduur 90 seconden bereikt.

Wij hebben volgens de test Douai een gemiddelde duur van 60 seconden bekomen, verdeeld als volgt :

60 % beneden 90 s

40 % boven 90 s.

Er valt op te merken dat er geen evenredigheid bestaat tussen de ontrotingsgraad en de aerosolindex.

Men vergelijking tussen proeven uitgevoerd in huiskachels zoals beschreven in de Technische Mededeling van Inichar van 23-6-1961 (Kolen en Afgeleiden) met de test geeft het volgende resultaat :

Test in de moffeloven : tijdsverloop voor het verschijnen der eerste sporen van rook : 20 s, 50 s, 80 s, 100 s.

Test in de huiskachel : aerosolindex (g per verbrande kg) : 10,8, 10,2, 6,2, 1,8.

Met rauwe eitjes is de aerosolindex gelijk aan 30 g/verbrande kg.

Men ziet bijgevolg dat het rookverwekkend vermogen van de eitjes, zelfs bij onvolkomen ontroking, sterk verminderd is.

### F. Kostprijs van het ontrokken der eitjes.

Hij werd berekend in drie veronderstellingen en steeds voor een uurproductie van 10 t :

A. — Men werkt zeven dagen op de zeven.

B. — Men werkt zes dagen op de zeven en steekt de maandagmorgen aan.

C. — Men werkt vijf dagen op de zeven en steekt de zondagavond aan.

De samenstelling van de kostprijs in die drie veronderstellingen wordt in de hiernavolgende tabel gegeven.

Wij hebben in deze kostprijs omtrent het onderhoud een schatting moeten doen, en van delging hebben we niet gesproken omdat we niet weten hoe lang de installatie zal meegaan en hoeveel ton we per jaar in verband met de behoeften van de markt zullen kunnen produceren.

Men bemerkt onmiddellijk dat de continu werking ten opzichte van de werking gedurende 5 dagen op de 7 een voordeel van 4 F/t meebrengt.

### G. Besluiten.

1) De oven zal beter kunnen bestuurd worden met behulp van een pressostaat geplaatst achter het



TABLEAU I

Eléments du prix de revient	Marche de 7 jours sur 7 F/t	Marche de 6 jours sur 7 rallumage le lundi matin F/t	Marche de 5 jours sur 7 rallumage le dimanche soir F/t
Salaires et charges sociales (6 hommes + 1 surveillant)	16,75	15,50	17,00
Fuel léger	16,80 (12 litres/t)	17,60 (12,6 litres/t)	18,62 (13,3 litres/t)
Electricité (kWh à 0,60 F)	16,20 (27 kWh/t)	17,10 (28,5 kWh/t)	18,15 (30,3 kWh/t)
Eau	0,20 (800 litres/t)	0,22 (847 litres/t)	0,22 (890 litres/t)
Sable (314 F/t rendu - 7,1 kg/l)	2,23	2,23	2,23
Déchets $\left\{ \begin{array}{l} 2,2 \% \text{ par passage dans} \\ \text{four} \\ 2 \% \text{ de perte en poids} \\ 1,3 \% \text{ après four} \end{array} \right.$	31,70	31,70	31,70
Entretien + pièces de rechange (es- timation)	10,00	10,00	10,00
<b>Total en F/t sans amortissement</b>	<b>93,88</b>	<b>94,33</b>	<b>97,90</b>

TABEL I

Elementen van de kostprijs	7 dagen op 7 F/t	6 dagen op 2 men steekt 's maandags 's morgen aan F/t	5 dagen op 7 men steekt 's zondags 's avonds aan F/t
Lonen en sociale lasten (6 man en een opzichter)	16,75	15,50	17,00
Lichte fuel	16,80 (12 liters/t)	17,60 (12,6 liters/t)	18,62 (13,3 liters/t)
Elektriciteit (kWh aan 0,60 F)	16,20 (27 kWh/t)	17,10 (28,5 kWh/t)	18,15 (30,3 kWh/t)
Water	0,20 (800 liters/t)	0,22 (847 liters/t)	0,22 (890 liters/t)
Zand (314 F/t ter plaatse - 7,1 kg/l)	2,23	2,23	2,23
Afval $\left\{ \begin{array}{l} 2,2 \% \text{ per volledige door-} \\ \text{tocht door de oven} \\ 2 \% \text{ gewichtsverlies} \\ 1,3 \% \text{ achter de oven} \end{array} \right.$	31,70	31,70	31,70
Onderhoud en wisselstukken (naar schatting)	10,00	10,00	10,00
<b>Totaal in F/t zonder delging</b>	<b>93,88</b>	<b>94,33</b>	<b>97,90</b>

de lit après le seuil de soutirage et réglant automatiquement l'importance de celui-ci.

- 2) On pourra, grâce à ce procédé, marcher avec un rapport réduit sable/boulets dans les chaux d'oxydation et, par conséquent, pousser au maximum la production horaire.
- 3) Les piquages de soufflage devront être placés à la pointe des trémies sous diffuseurs, de façon à assurer la purge régulière du sable.

aftappunt, die de dikte van het zandbed meet en automatisch op de gewenste waarde houdt.

- 2) Met behulp van dit procédé zal men kunnen werken met een lagere verhouding zand/eitjes in het oxydatiekanaal en bijgevolg de uurproductie zo hoog mogelijk opdrijven.
- 3) De blaasopeningen moeten aangebracht worden in het laagste punt van de trechters onder de zeven, zodat het zand er regelmatig wordt weggeblazen.

- 4) Les incidents de marche seront très réduits lorsque le personnel sera rompu à la conduite du four.
  - 5) Le four à lit de sable fluidisé s'adapte bien aux variations de débit.
  - 6) Le boulet défumé rencontre la faveur des utilisateurs. Indépendamment de sa combustion sans émission de fumée et sans machefers, ils lui trouvent une longue durée et un excellent pouvoir calorifique, d'où une faible consommation.
  - 7) Ce four n'a pas déçu nos espérances. C'était d'ailleurs notre conviction dès notre choix, puisque le bâtiment et les passerelles des transporteurs ont été prévus pour recevoir une deuxième installation.
  - 8) Il convient enfin de rendre hommage à Inichar qui, avec la collaboration de Stein et Roubaix, a mis sur le marché un instrument appelé à un grand développement et qui nous affranchira partiellement des importations de charbon étranger. Ceci pour le plus grand bien de notre Industrie charbonnière et de l'Economie belge en général.
- 4) De storingen in het bedrijf zijn uiterst zeldzaam eens dat het personeel volledig vertrouwd is met de oven.
  - 5) De oven met bewegend zandbed past zich goed aan aan een variërend debiet.
  - 6) Het eitje wordt door de koper gegeerd. Het biedt niet alleen een verbranding zonder rook en slakken maar het brandt ook lang en heeft een goed verwarmingsvermogen en bijgevolg een klein verbruik.
  - 7) Deze oven heeft aan onze verwachtingen voldaan. Wij zijn daar ten andere van in het begin van overtuigd geweest vermits het gebouw en de verbindingsbruggen voorzien werden voor een tweede installatie.
  - 8) Tenslotte past het hulde te brengen aan Inichar die, samen met Stein et Roubaix, een instrument op de markt heeft gebracht dat een grote toekomst wacht en dat ons gedeeltelijk onafhankelijk van de invoer van vreemde kolen zal maken, voor het meerder welzijn van onze Kolenindustrie en van de Belgische Economie in het algemeen.
-