

RAPPORT  
ter publikatie  
"NAAR BETERE TUNNELOVENS"  
door  
J.H.van der Velden

nijverheidsorganisatie



postbus 342  
7300 AH apeldoorn

bezoekadres  
laan van westenenk 501

telex 49095 tnoap  
telefoon 055 - 77 33 44

Bestemd voor publikatie in het  
tijdschrift :  
"Klei en Keramiek"

Ref. no. : 77-09013  
Dossier no. : 8711-4005  
Datum : 1 september 1977

„Voor de rechten en verplichtingen  
van de opdrachtgever met betrek-  
king tot de inhoud van dit rapport  
wordt verwezen naar de Algemene  
Voorwaarden van TNO”.

Niets uit deze uitgave mag worden  
verveelvoudigd en/of openbaar ge-  
maakt door middel van druk, foto-  
copie, microfilm of op welke ande-  
re wijze ook, zonder voorafgaande  
schriftelijke toestemming van TNO.  
TNO aanvaardt geen enkele aan-  
sprakelijkheid met betrekking tot  
de inhoud en/of de vorm van deze  
uitgave.

NAAR BETERE TUNNELOVENS x)

door

J.H. van der Velden

Centraal Technisch Instituut TNO, Apeldoorn

De aanpassing van nieuwe tunneloveninstallaties aan eigentijdse en verwachte toekomstige eisen wordt besproken. De uiteenzetting heeft vooral betrekking op openvlam- tunnelovens voor het bakken van stenen, dakpannen en andere soorten bouwkeramiek.

TOWARDS BETTER TUNNELKILNS

The adaptation of new tunnel kiln installations to contemporary and expected future demands is discussed. The paper especially refers to open flame tunnel kilns for firing bricks, roofing tiles and other kinds of constructional ceramics.

x) Dit artikel geeft een samenvatting van een voordracht die de heer van der Velden ter gelegenheid van de Technische Dagen 1977 op 7 september te Wageningen heeft gehouden.

De voordracht werd toegelicht met dia's van moderne Europese tunneloveninstallaties.

De titel van deze inleiding vereist wel een nadere toelichting. Met tunnelovens worden hier openvlam-wagentunnelovens bedoeld, voor zover die worden gebruikt voor het bakken van stenen, dakpannen en andere soorten bouwkeramiek. Met "Naar betere tunnelovens" wil niet gesuggereerd worden, dat de bestaande tunnelovens niet zouden hebben voldaan. Het tegendeel is immers het geval. De tunneloven is inmiddels ook in de Nederlandse steen- en dakpannenindustrie een vertrouwd en gewaardeerd oventype geworden. Mede door het relatief lage brandstofverbruik wint de toepassing veld. "Naar betere tunnelovens" dient dan ook verstaan te worden als: "naar tunnelovens, die beter zijn aangepast aan eigentijdse en verwachte toekomstige eisen".

Ten dele zijn de eisen waaraan een tunneloveninstallatie moet voldoen van bedrijfsinterne beslissingen en omstandigheden afhankelijk. Zij hebben betrekking op productiecapaciteit, produktkwaliteit, plaatsruimte en dergelijke. In belangrijke mate worden die eisen echter bepaald door omstandigheden, waarop de individuele ondernemer in de keramische industrie nauwelijks invloed kan uitoefenen. Men denke bijvoorbeeld aan loonkostenontwikkeling, arbeidsschaarste, stijgende energiekosten, beperkingen in de brandstofkeuze en milieuproblematiek.

In deze inleiding zal de aanpassing van de tunneloven aan die bedrijfsinterne en bedrijfsexterne omstandigheden wat nader worden belicht aan de hand van het schema in figuur 1.

In het schema zijn zaken opgenomen, die bij de beoordeling van de ontwerp kwaliteit bijzondere aandacht verdienen. Hoofdpunten zijn: de bedrijfszekerheid van de installatie, de inpasbaarheid in het totale fabricagesysteem, de flexibiliteit, de bediening en het onderhoud, de veiligheid, het energieverbruik, alsmede de investeringskosten en de opleveringstermijn.

### Bedrijfszekerheid

Voor wat betreft de bedrijfszekerheid dienen voldoende waarborgen aanwezig te zijn, dat de installatie in het vereiste produktietempo de gewenste produktkwaliteit zonder storingen en gedurende een aanvaardbare gebruiksperiode kan opleveren.

Hiertoe is het onder meer noodzakelijk:

- dat de gewenste kwaliteit van het gebakken produkt voor wat betreft niveau en constantheid nauwkeurig wordt aangegeven,
- dat de eigenschappen van het gedroogde halffabrikaat zorgvuldig worden gekarakteriseerd en zonodig worden aangepast en

- dat het bakproces ten aanzien van het temperatuurverloop mat de tijd, de ovenatmosfeer en de toe te passen groepeeringswijze van het produkt, met zorg wordt gespecificeerd.

Het verdient aanbeveling deze activiteiten reeds vóór het aanvragen van offertes voor een nieuwe oveninstallatie te ontplooien. Daarmee kan worden voorkomen, dat de potentiële ovenconstructeur in het meestal vrijblijvende offertestadium, dat echter voor de bedrijfszekerheid van de installatie beslissend is, over onvoldoende aanwijzingen beschikt. De vergelijkbaarheid van uitgebrachte offertes wordt er bovendien door bevorderd.

Aan de hand van de ter beschikking komende gegevens kan een potentiële constructeur naar eigen inzicht en ervaring een voorstel voor de dimensionering, inrichting en uitrusting van de installatie uitwerken en ter realisering aanbieden. Type en uitvoeringsvorm van het stookstelsel zijn een essentieel onderdeel van het ovenontwerp. In figuur 2 zijn de vier voor bouwkeramiek toegepaste openvlamstooksystemen schematisch weergegeven. Het zijn de van boven gestookte ovens met een discontinu, dan wel continu voortbewegende lading en de van terzijde gestookte ovens eveneens met een discontinu of een continu ladingtransport.

Tot voor kort was men voor gasgestookte ovens breder dan 3,5 à 4 meter aangewezen op van boven gestookte ovens. Door de ontwikkeling van gasbranders met een zeer krachtige impuls van de vlamgassen worden thans ook van terzijde gestookte ovens tot in grote breedten (7,5 meter) toegepast.

De hoogte van produktenstapels in tunnelovens is sinds de toepassing van hoog gemechaniseerde laad- en lossystemen drastisch verlaagd. De temperatuurverdeling in de tunneldoorsnede werd daardoor beter en de deformatie van de onderste delen van de lading geringer. Een en ander heeft tot een aanzienlijke kwaliteitsverbetering van gestapelde produkten geleid.

De thans in gebruik komende hergroeperingsinrichtingen voor het gebakken produkt bevorderen de toepassing van in baktechnisch opzicht optimale produktenstapelingen in de oven, hetgeen eveneens van niet te onderschatten betekenis is voor de produktkwaliteit.

### Inpasbaarheid

Een volgend kritiek punt (figuur 1) is de inpasbaarheid van de oveninstallatie in het gehele reeds bestaande of nieuwe fabricagesysteem.

Uiteraard is de plaatsruimte die de oven met sporen, laadstation, losstation en groepeerinrichtingen vergt van belang.

Ook dient bekeken te worden of de optredende bodembelastingen tot een aanvaardbare oplossing voor de fundering van de installatie leiden.

Verder dient nagegaan te worden of de opstelling van de installatie tot voldoende korte en eenvoudige routes van tunnelovenwagens, hulpstoffen, energiedragers en afvalstoffen leidt.

Tenslotte wordt de inpasbaarheid bepaald door de mate waarin de volumestromen, massastromen en warmtestromen mede door toepassing van buffervoorzieningen kunnen worden gesynchroniseerd. In hoeverre een deel van de Nederlandse grofkeramische industrie in de toekomst het karakter zal krijgen van een volledig continu werkende procesindustrie is gezien de sociale implicaties van een dergelijk fabricagesysteem moeilijk te voorspellen. De voortschrijdende mechanisering en automatisering werkt zo'n ontwikkeling wel in de hand. De besparingen aan investeringskosten bij de tunneloven zouden door het wegvallen van de ovenwagenreserve voor het weekeinde aanzienlijk zijn. Er zou ook een effectiever gebruik gemaakt kunnen worden van de uit het bakproces terug te winnen warmte.

#### Flexibiliteit

De eigenschap, die bij uitstek kan bijdragen tot een betere kwaliteit van de tunneloven is zijn flexibiliteit. Een weloverwogen formulering van reële wensen op dit punt stelt de ovenconstructeur in staat hieraan zover mogelijk tegemoet te komen.

De meest voor de hand liggende punten waarop de flexibiliteit wordt beoordeeld zijn de mogelijkheden tot het variëren van het produktietempo, tot produktieonderbreking, tot uitbreiding van de installatie en de mogelijkheden tot het wijzigen van het type produkt, de zetwijze of de grondstofsamenstelling.

Flexibiliteit in de hoeveelheid te recupereren warmte en in de keuze van de brandstofsoort winnen aan betekenis.

#### Bediening en onderhoud

De punten genoemd onder bediening en onderhoud behoeven geen nadere toelichting. Ze houden nauw verband met de mate van mechanisering en automatisering van de fabricage. Vakbekwaamheid bij toezicht, bediening en onderhoud is en blijft van essentieel belang.

### Veiligheid

Op het punt veiligheid heeft de zorg voor het milieu de laatste jaren een extra accent gekregen. De uitrusting van oveninstallaties zal aan wettelijke regelingen inzake de emissie van schadelijke rookgasbestanddelen moeten zijn aangepast.

### Energieverbruik

De stijgende energieprijs zal naar verwachting de uitvoeringsvorm en de inrichting van tunneloveninstallaties gaan beïnvloeden.

Nu heeft men in de grofkeramische industrie als gevolg van de relatief lage marktprijs per ton produkt reeds vóór de energiecrisis al tamelijk zuinig met energie moeten omspringen. Spectaculaire bezuinigingen vragen daarom veel inspanning, die overigens niet alleen behoeft te worden gericht op de ontwerpkwali- teit van de oveninstallatie.

Van het energieverbruik is het warmteverbruik de belangrijkste post. De warmte die wordt teruggewonnen en voor het drogen wordt gebruikt, dient uiteraard mede bij een beoordeling van het verbruik te worden betrokken. Meestal komt deze warmte bij het koelen van het produkt, het hangdek en de wielstellen ter be- schikking. De hoeveelheid kan bij tunnelovens in het algemeen niet afhankelijk van de warmtevraag elders worden gevariëerd. In het weekeinde kan een deel ervan dikwijls niet effectief worden gebruikt. Ook dit aspect telt mee bij het waar- deren van het energieverbruik.

Correcties op het warmteverbruik zijn onder meer mogelijk:

- door het gebruik van zo weinig mogelijk stapelmateriaal.

Het gebruik hangt nauw samen met de aard van het produkt en met de samen- stelling van de grondstof.

- door het beperken van het warmteaccumulerend vermogen van ovenwagens. Duurzaamheid en sterkte van de toplaag van de wagens dienen hiertoe gepaard te gaan met een lage volumieke massa.
- door een beter aangepaste isolatie van het ovenlichaam en de ovenwagens.
- door een beperking van de luchttoevoer via de branders.

Voor het voltooien van de verbranding dient zoveel mogelijk hoog voorver- warmde lucht gebruikt te worden die uit de koelzone de stookzone binnenstroomt. De branders dienen zo zuinig mogelijk te worden afgesteld. Een contrôle op de luchttoevoer aan de branders is van minstens evengroot belang als een contrôle op de brandstoftoevoer.

- door toepassing van ook op lange termijn lekdicthe ovenconstructies, alsmede door een betere uitbalancering van het drukverloop in en buiten de ovenruimte.

Een lek in een systeem manifesteert zich immers pas als er behalve een opening ook een drukverschil over die opening in het systeem aanwezig is.

Het schoorsteenverlies is één van de belangrijkste posten op de warmtebalans. De stroom afgewerkte rookgassen is een potentiële warmtebron, waaruit wèl zonder verstoring van het bakproces in variërende hoeveelheden, aangepast aan de warmtebehoefte van het moment, zou kunnen worden geput. De ontwikkeling van warmtewisselaars met een aanvaardbare weerstand tegen corrosie is in volle gang.

#### Investeringskosten, opleveringstermijn

Het geboden overzicht van kritieke punten zou in hoge mate onvolledig zijn, indien hierin de investeringskosten van de complete in bedrijf gestelde installatie, alsmede de opleveringstermijn zouden ontbreken.

Soms wordt de keuze van het ovenfabrikaat geheel door de hoogte van de investeringskosten bepaald. Het zal echter duidelijk zijn, dat ook het belang van de andere punten een zorgvuldige afweging verdient.

Voor wat betreft de opleveringstermijn kan nog gewezen worden op een ontwikkeling, waarbij tunnelovens voor de grofkeramische industrie geheel uit grote geprefabriceerde elementen worden samengesteld. De bouwtijd kan daardoor sterk worden bekort. De investeringskosten zouden eerder lager dan hoger zijn dan die van traditioneel gebouwde tunnelovens.

Alerte ovenconstructeurs spelen bij de ontwikkeling van tunneloveninstallaties een leidende rol. Voortdurend proberen deze met hun ontwerpen zo goed mogelijk tegemoet te komen aan eisen die de industrie stelt. Het besproken overzicht kan wellicht tot een weloverwogen formulering van die eisen bijdragen.