

Snelstookoven voor straatbaksteen

Auteur: Ing. J.C. Marks

kgk Techniek

Samenvatting

Om bij Waalsteenfabriek De Bylandt het sorteren van straatstenen te voorkomen en het energieverbruik te verlagen, was een innovatie in oventechnologie en -techniek nodig. Hiertoe zijn twee snelstookovens gebouwd met een lengte van ca. 100 m, een breedte van 5 m, en een beladingshoogte van 40 cm. Er worden losse steenstapels van één enkele steen gestookt in ca. 40 uur. De snelstookovens zijn een demonstratieproject van de EU en NOVEM.

Summary

To prevent the sorting of paving bricks at Waalsteenfabriek De Bylandt and to reduce energy consumption innovative kiln technology was required. Two rapid-firing kilns were built of a length of about 100 m, a width of 5 m and a loading height of 40 cm. The bricks are fired in cars at some distance from each other and stacked so that loose turrets of single bricks are formed. The rapid-firing kilns are a EU and NOVEM demonstration project.

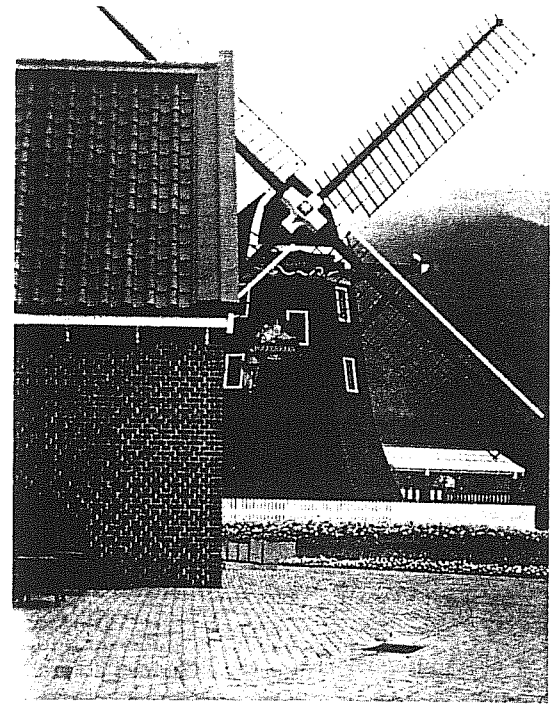
De auteur

Ing. J.C. Marks is senior adviseur bij Stichting Technisch Centrum voor de Keramische Industrie. Als lid van het managementteam verantwoordelijk voor de afdeling techniek, bestaande uit een adviesgroep, meetgroep en tekenkamer. Voorts advisering met betrekking tot de vakgebieden: Ovens, drogerij, automatisering, energie en milieu.

Inleiding

Nederland is een straatsteenland, getuige de vele straten en pleinen die in stad en land geplaveid zijn met straatbaksteen. Een van de belangrijkste producenten van straatbaksteen is sinds jaar en dag Waalsteenfabriek De Bylandt. Daar waar de Rijn in Nederland komt, produceert De Bylandt al bijna 100 jaar straatbaksteen van hoge kwaliteit. De zo gewaardeerde kleine en grote formaten worden gemaakt met een vormbakpers, waardoor deze zich onderscheiden van in andere landen geproduceerde straatbakstenen, die meestal met een strengpers worden gefabriceerd. Een ander verschil is de stookwijze. Daar waar elders veelal gebruik gemaakt wordt van tunnelovens, worden straatbakstenen in Nederland meestal nog gestookt in vlamovens. De oorzaak is de instabiliteit van het stookpakket door de extreem grote bakrimp (ca. 7%). In een vlamoven kan door toepassing van vuurvaste blokken onder- en tussen de pakketten voorkomen worden dat de lading door krimpverschillen omvalt.

Aan straatbaksteen worden hoge kwaliteitseisen gesteld. Elke charge wordt door het keuringsinsti-



Afbeelding 1: >>
"Holland village," Japan.

tuut "KIWA" beoordeeld. Een kenmerkende kwaliteitsklasse is 4-20. (4-20% (m/vd) = ca. 2-10% (m/md) wateropname na een gestandaardiseerde onderdompelingsperiode van 3 etmalen). Uit een vlamovenkamer worden 7 kwaliteitsklassen met de hand gesorteerd. Een erg arbeidsintensief proces derhalve, met een overschot aan niet gewenste stenen. Het stoken van grote "vlamovenbladen" vergt een lange tijd. Ook al omdat de bakrimp van het produkt sterk gerelateerd is aan de top-temperatuur van ca. 1100°C en de tijd waarin het produkt gesinterd wordt. In een vlamoven is de totale stookcurve ca. 250 uur, terwijl het produkt ca. 120 uur in de vuurzone staat. Het totale energieverbruik voor dit soort produkten is mede daarom ca. 3500 kJ/kg (gasverbruik van oven plus drogerij).

Om het sorteren te voorkomen en het energieverbruik te kunnen verlagen zijn stookproeven met verschillende stapelwijzen en stooksystemen uitgevoerd in een periodieke oven. Hieruit blijkt dat onder bepaalde condities in een sterk gereduceerde tijd een hoogwaardig produkt gestookt kan worden. In Keller is een partner gevonden om tot de bouw van een snelstookoven voor straatbaksteen te komen.

Wet van de afnemende verbazing

De techniek van snelstoken is reeds bekend in de fijnkeramiek, tegel-, plavuizen- en dakpannenindustrie. Het lijkt aannemelijk dat ook bakstenen op een dergelijke manier gestookt kunnen worden. Hier geldt de wet van de afnemende verbazing. De toepassing wordt beperkt door de randvoorwaarden die gelden. Er moet uitgegaan worden van een standaard rivierklei, waarbij het kostentechnisch vrijwel niet mogelijk is om die te veredelen. Humus, kalk, verontreinigingen, zand, kleimineralen en productafmetingen spelen hierbij een bepalen-

Afbeelding 3: >>
Zijaanzicht snelstookoven met
stookinstallatie.

de rol. De vormgeving met de vormbakpers brengt daarnaast een hoog aanmaakwatergehalte met zich mee (35% m/md). Er ontstaan grote spanningen in het materiaal door de vereiste droog- en bakrimp, om de gewenste scherfdichtheid te bereiken. De nagestreefde maatvastheid en het scherfgewicht, in combinatie met de sintering nabij het smeltpunt van de klei, maken een extreem goede temperatuurverdeling in de oven noodzakelijk. 1°C verschil op toptemperatuur komt overeen met 0,5% (v/md) verschil in uiteindelijke wateropname. In het programma van eisen voor een nieuw stookstelsel staat kwaliteit bovenaan. Karakteristiek hiervoor zijn de wateropname, de buigtreksterkte (>8 N/mm²) en de druksterkte van de stenen (> 80 N/mm²). Ook worden hoge eisen gesteld aan de maatvastheid van het produkt omdat straatstenen zonder voegen gelegd moeten worden. Er wordt ingespeeld op de mogelijkheid de stenen machinaal te leggen, om de arbeidsomstandigheden in het stratenmakersvak te verbeteren. Vanzelfsprekend moeten de stenen zeer kleurvast en ongevoelig voor vorst, dooizouten en schilferen zijn. Bovenstaande eigenschappen hebben zich bewezen in de jaren dat straatbakstenen worden gebruikt; geven een grote restwaarde, en mogelijkheden tot hergebruik. Om het gebruik van straatbakstenen in de toekomst te continueren is het noodzakelijk de kostprijs te kunnen beheersen. In eerste instantie is gedacht aan beperking van het energieverbruik. Ook door de verlaging van het uitvalpercentage wordt indirecte energie bespaard. Als de geproduceerde stenen aan alle specificaties voldoen is sorteren overbodig en kan direct uit de fabriek geleverd worden aan de wegebouw.

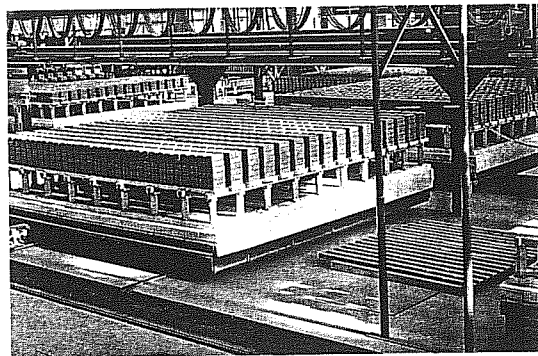
Om aan deze eisen te kunnen voldoen, was een innovatie in oventechnologie en -techniek nodig. De bouw van een snelstookoven voor straatbaksteen is een demonstratieproject van de EU en NOVEM.

Karakteristieken

Uitgaande van de gewenste kwaliteit en gelijkmatigheid is gekozen voor het formeren van losse steenstapels van één enkele steen tot een hoogte van ca. 40 cm (8 waalformaatstenen, 6 dikformaat stenen of 4 klinkerkeien plat op elkaar) (afbeelding 2). Ter vergelijking: Conventionele ovens hebben stapels van 10 tot 20 stenen op de strek, overeenkomend met 20 tot 40 stenen plat op elkaar, terwijl in een pakket 20 tot 40 stenen tegen elkaar worden

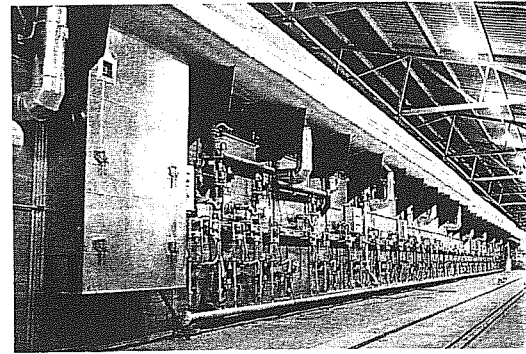
Afbeelding 4: >>
Roterende rookgaswarmtewisselaar.

Afbeelding 2: >
Belading ovenwagens.

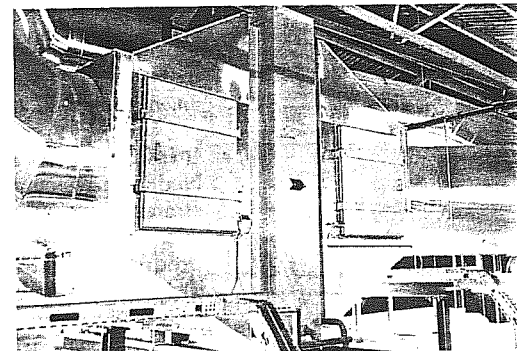


geplaatst. Door de stenen los van elkaar de oven te positioneren, ontstaat een zeer snelle doorwarming van de stapel. Zoals bekend verloopt de temperatuurvertraging kwadratisch met de dikte van het op te warmen of te koelen materiaal. Door toepassing van pulserende zijbranders boven en onder de lading ontstaat zowel een dwars- als langsstroming in de oven waardoor een goede temperatuur-uniformiteit mogelijk is (afbeelding

3). De combinatie van een luchtige stapeling, e zeer goede omspoeling van het produkt resultere in een voor dit produkt zeer korte stookcurve.



Onderlinge negatieve beïnvloeding van de ster krimpnde vormelingen kan door de gekozen st peling niet optreden. Krimpscheuren en i deuking door asymetrische belasting komt ni voor. Mochten droge vormelingen enigszins kro of scheluw uit de drogerij komen, blijken ze na h sinteren weer vlak te zijn. Doordat de stenen m de bezande zijde op de ovenwagens en elkaar zi geplaatst kleven ze niet, ondanks de sintering n bij het smeltpunt van de klei. De koeling, van o groot formaat vormelingen, kan extreem sn plaatsvinden door de temperatuurgelijkmatighe in de lading en het pulserende injectiesysteem m luchttemperatuurregeling. Teneinde de benodi de temperatuurgelijkmatigheid te kunnen ber ken is gekozen voor de bouw van twee ovens m een lengte van ca. 100 m en een breedte van 5 m. De capaciteit van beide ovens is ca. 100.000 eq valent waalformaat stenen per etmaal. Een voe warmer voor beide ovens is noodzakelijk om h restvocht in de stenen te verdampen en de sten op voldoende hoge temperatuur voor het sn stookproces te brengen. De rookgasafvoer vin plaats naar de onderkant van de oveningang. In rookgasafvoer is een warmtewiel geplaatst wa mee warmte teruggewonnen kan worden voor drogerij (afbeelding 4).

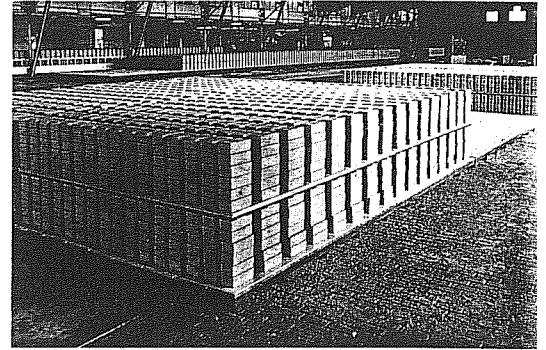


Met de ovens worden de grenzen van de produ eigenschappen benaderd met betrekking tot o warmtsnelheid, sintertijd, -temperatuur en koelsnelheid. Om sprongvormige temperatu veranderingen zoveel mogelijk te voorkon wordt de wagentrein over maar ca. 50 cm len per keer verplaatst. Een vrijwel continu verlop de opwarming en koeling is hiervan het gevolg. ovens zijn voorzien van hoge snelheid brand over de gehele lengte van de opwarmzone, wa door de opwarming intensief gecontroleerd en stuurd kan worden. De stapelwijze maakt het r gelijk de stenen op een hogere toptemperatuur brengen als voorheen. Verweking onder druk instabiliteit spelen vrijwel geen rol meer. Het

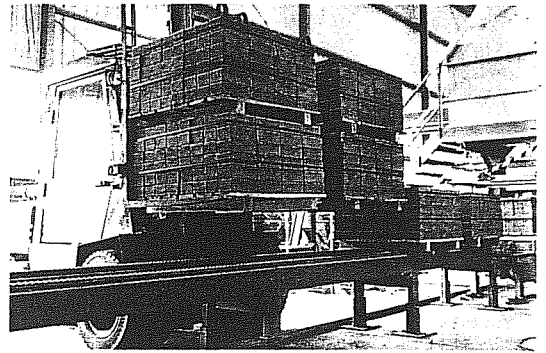
volg is een zeer harde kwaliteit van alle stenen van boven tot onder in de stapels.

Het snelstookstelsel is voorzien van een "state of the art" meet- en regelsysteem. Temperatuurmeting met thermokoppels en pyrometers. Alle regelringen zijn redundant uitgevoerd (afbeelding 5 en 6). Separate regelaars, met verbinding naar PLC's en procescomputers. Tevens is een management informatie systeem opgenomen, die alle relevante gegevens verschaft ten aanzien van productie, energieverbruik en onderhoud. Uitgaande van de gewenste kwaliteit is de benodigde stooktijd teruggebracht naar ca. 40 uur, hetgeen de beste voorwaarden met zich mee brengt om het energieverbruik te kunnen beperken.

De ovenwagens zijn speciaal ontwikkeld voor het snelstookproces. Hoogwaardige vuurvaste materialen in lichte uitvoering die thermisch schokbestendig zijn. De ondersteuning biedt maximale mogelijkheden voor gascirculatie en bestaat uit een beperkt aantal warmtebruggen als ondersteuning. De wagenvulling bestaat uit low thermal



of op de inmiddels leeggemaakte bufferwagens te zetten. Gedurende de normale arbeidsweek kunnen de bufferwagens alsnog ontladen worden. De ontlading pakt gehele steenstapels van de wagens en zet deze direct op een pallet (afbeelding 8). Na



omsnoering zijn de pakketten gereed voor verzending. Een pallet met 40 cm hoge steenstapels is in de wegebouw eenvoudig op de juiste plaats te zetten en gemakkelijk te verwerken.

Voorlopige resultaten

Straatstenen kunnen zeer goed in een snelstookoven gestookt worden. In de praktijk blijkt dat zonder sorteren ruimschoots voldaan kan worden aan de kwaliteitseisen, en dat de stenen door KIWA worden goedgekeurd op basis van diverse onderzoeken. De maatafwijkingen in de verticale stapels stenen is minimaal. Er treden geen klefeffecten of instabiliteit op door het stookproces. De ovens zijn goed bestuurbaar.

Aangezien met het stookproces de grenzen van het mogelijke worden benaderd blijkt dat voldaan moet worden aan alle randvoorwaarden. Regelmatige grondstofsamenstelling, goede kleivoorbereiding, vormgeving- en droging van de vormelingen en een nauwkeurige belading van de ovenwagens. De toepassing van het snelstookproces voor straatbaksteen vergt een gedegen voorbereiding en begeleiding.

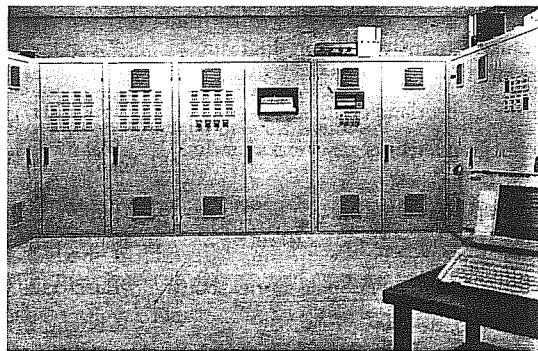
In opdracht van NOVEM en de EU zal nog een onderzoek uitgevoerd worden naar de projectresultaten. Er wordt voorzien dat het gasverbruik met ca. 20% kan worden gereduceerd ten opzichte van de oude situatie.

Afbeelding 7: >>

Bufferwagens voor gedroogde en gebakken vormelingen.

Afbeelding 8: >>

Aflevering op kleine pallets voor de wegebouw.



Afbeelding 5: >

Regelcabine met procesregelaars.



Afbeelding 6: >

Bedieningsconsole voor procescomputers.

mass isolatie, waardoor het mogelijk is het geheel snel op te warmen en af te koelen. Bij de constructie is er rekening mee gehouden dat de vormelingen gedurende de stookcyclus zand verliezen. Er is een reinigingsinstallatie voor ovenwagens en bufferwagens voorzien.

Teneinde het aantal kostbare ovenwagens te beperken is gekozen voor het bufferen van stenen, voor het weekend en formaatwisseling op separate bufferwagens, in het oude vlamovengebouw. Hiertoe zijn de zetmachine en de ontlading via een kraanbaan met elkaar verbonden. Gedurende de normale arbeidstijd (38 uur/week) worden stenen op de tunnelovenwagens gezet. De meerproductie ten opzichte van het oventempo wordt 2 of 3 stapels hoog op bufferwagens gezet (afbeelding 7). De bufferwagens volgen in principe een binnenbaan in het bedrijf totdat de gedroogde stenen in het weekend of bij tekorten op de ovenwagens gezet kunnen worden. De ovenwagens lopen in een buitenbaan via de beide ovens door het bedrijf. In het weekend kan gekozen worden voor direct naar het tasveld brengen van de ontladen stenen,