

## TCKI Infodag 2012

Edo Walda, TCKI

*Voor de inmiddels 20e keer in successie heeft op 22 maart van dit jaar bij het Technisch Centrum voor de Keramische Industrie (TCKI) in Velp (Arnhem) de jaarlijkse informatiedag plaatsgevonden. Zoals gebruikelijk, had deze 'Info'-dag ten doel om de bedrijfsleiding en het technisch kader van de bij TCKI aangesloten bedrijven te informeren over een breed scala aan onderwerpen, die op enigerlei wijze een relatie hebben op het keramische productieproces.*

Ondanks de zware tijden, die de bouwkeramische industrie momenteel doormaakt, konden toch ruim 50 deelnemers worden verwelkomd, waaronder een fors aantal uit België en Duitsland. In de verdubbelde vergaderzaal werden een aantal inleidingen verzorgd door verschillende adviseurs van TCKI. Rode draad van de dag werd gevormd door de zogeheten Routekaart Bouwkeramiek, waarbinnen de bouwkeramische sector onder de titel 'Fabriek van de Toekomst' sinds een jaar onderzoek doet naar verdere procesinnovaties. Doel is een verdere vermindering van het energieverbruik, ofwel een verkleining van de CO<sub>2</sub>-voetafdruk.

### Oven van de Toekomst

Na een welkomstwoord van Hans van Wijck, algemeen directeur van TCKI, gaf Hans Marks, met

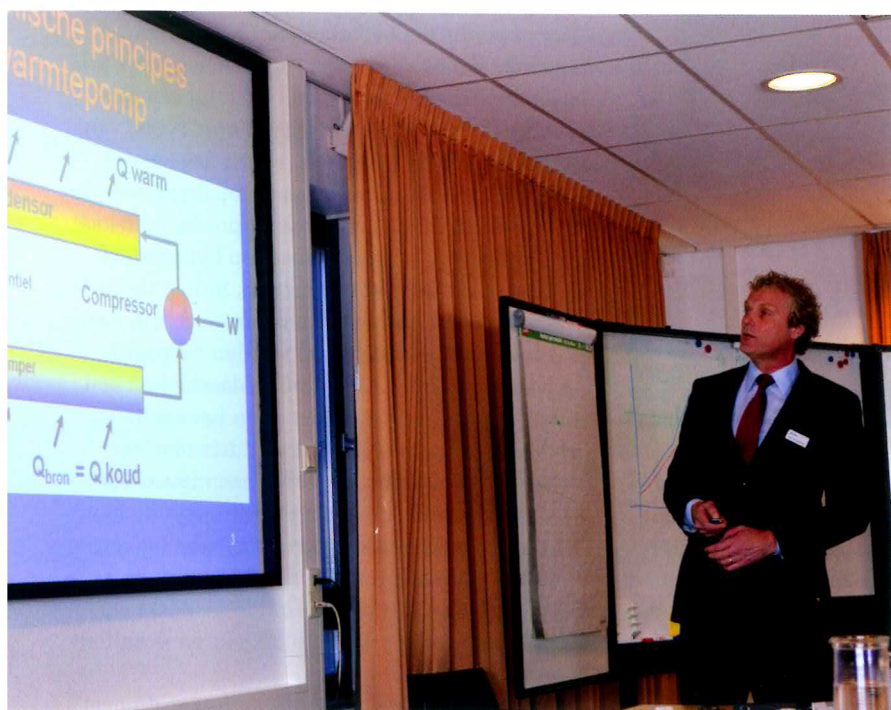
verwijzing naar Charlie Chaplin 'Modern Times' de eerste inleiding van die dag. Na een kort overzicht van de achtergrond van de Routekaart als aanleiding voor de Fabriek van de Toekomst, en van de in dit kader door TCKI uitgevoerde onderzoeken, belichtte hij het onderzoek dat met toeleveranciers is uitgevoerd naar de Oven van de Toekomst. Dit is een geheel nieuwe benadering van het stookproces, dat als belangrijkste kenmerk heeft het volledig ontkoppelen van droog- en stookproces.

Hij gaf aan dat het concept van de zogenaamde tegenloopoven - in feite twee direct naast elkaar gebouwde tunnelovens, die in procesrichting tegengesteld zijn opgesteld - in theorie interessant is, maar voorlopig praktisch niet haalbaar is. Met name de toeleveranciers achten deze techniek vooralsnog te riskant en te complex.

Wel is in het onderzoek een aantal verbeteringen geformuleerd, die gedeeltelijk toegepast kunnen worden in bestaande ovens en geheel in nieuw te bouwen tunnelovens. Dit betreft reeds bekende technieken als omwalssystemen, ovenafdichting, verhoging van de verbrandingstemperatuur, beperking van de vuurvaste massa, aanpassing van brandersystemen en ovenafzuiging, toepassing van zogenoemde Expert-systemen, beter gebruik van de afvallucht en intelligent productiemanagement. Daarnaast gaat het om de inzet van warmtekrachtkoppeling, warmtepompen en andere droogtechnieken.

Bij nieuwbouw moet gedacht worden aan een zeer lange tunneloven, die beter als tegenstroom-warmtewisselaar fungeert.

Gebruikmaking van bovengenoemde technieken, waarbij vrijwel geen afvalwarmte van de oven vrijkomt voor het droogproces, kan op grond van voorlopige berekeningen leiden tot een verlaging van het totale thermisch verbruik voor





in het keramische productieproces. Een warmtepomp bestaat uit een compressor en twee warmtewisselaars (condensor en verdamper genoemd) en lijkt qua werking op een omgekeerde koelkast. Een dergelijk apparaat is in staat om laagwaardige warmte, van bijvoorbeeld de drogeruitlaat, op te pompen naar een hogere bruikbaar temperaturniveau. Daarbij kan hij de grote hoeveelheid laagwaardige latente warmte in de droger afgassen, in de vorm van dampvormig water terug te condenseren en op te pompen. Bij voldoende koelcapaciteit van de verdamper kan zo wel tot 60 procent van de drogerrestwarmte worden teruggewonnen. Omdat de ingebrachte mechanische energie (veelal elektrische energie) van de warmtepomp niet verloren gaat, kan de uitgaande stroom een energie-inhoud hebben die gelijk staat aan 85 procent van de energie-inhoud van de drogerrestwarmte. Bij lagere koelcapaciteit van de condensor kan het terugwinrendement lager zijn.

Omdat warmtepompen nog niet worden toegepast in de keramische industrie, bestaat er nog veel onduidelijkheid over de benodigde investeringen en terugverdientijden. Voorlopige berekeningen tonen aan dat de terugverdientijd van een dergelijk systeem bij de huidige energietarieven te lang zijn (in het gunstigste geval >17 jaar).

De spreker gaf ter afsluiting nog aan dat een zeer recente ontwikkeling de gas-aangedreven warmtepomp is, die de mogelijkheid heeft nuttig gebruik te maken van restwarmte van de gasmotor.

#### Vochtgeleiding door additieven

Edwin van Ommeren hield vervolgens een voordracht over de bevindingen van laboratoriumonderzoek naar de mogelijke toepasbaarheid van additieven in keramische massa's met het doel de vochtgeleiding te verbeteren en daarmee de droogtijd van producten te verkorten. De achtergrond hiervan is dat de vochtgeleiding van een natte klei de snelheid bepaalt waarmee vocht, bij een onttrekking daarvan aan het drogend oppervlak, vanuit de kern van de producten wordt nageleverd. Deze vochtgeleiding is enerzijds bepalend voor de vochtgradiënt die in een drogend product ontstaat en anderzijds voor de maximaal op het product toe te passen snelheid van drogen. Indien de snelheid van drogen kan worden opgevoerd, kan energie (thermisch en elektrisch) worden bespaard. Op basis van een roodbakende Maasklei en een witbakende Westerwaldklei is op het vochtgeleidingsgedrag onderzocht van drie toeslagstoffen in drie oplopende doseringen (max. 0,8 gew.-%). Hierbij is de vochtgeleidingscoëfficiënt (K-waarde) en het aanmaakvochtgehalte bij een initiële Pfefferkornresthoogte van circa 17 mm bepaald. Verder zijn proefsteentjes gemaakt om het eventuele effect op productkleur en -kwaliteit te beoordelen.

Bij twee toeslagstoffen (een CaMg-lignosulfaat

drogen en bakken van 25 procent. Het elektrisch verbruik is zeer afhankelijk van het droogproces. Pilotproeven bij bestaande bedrijven moeten de berekeningen verder valideren.

#### Warmtepompen

Aansluitend hield Coen van Mosseveld een inleiding over de mogelijke inzet van warmtepompen





en een oppervlaktespanningverlagend middel) is bij de Maasklei een positieve invloed op de vochtgeleiding vastgesteld, zonder dat er sprake is van een negatieve invloed op productkleur en -kwaliteit.

Geconcludeerd werd echter dat bij de huidige energieprijzen, doseringen en prijzen van de toelagstoffen en een voorzichtig ingeschatte droogtijdverkortung, een verbetering van de vochtgeleiding nog niet economisch rendabel is.

Nader praktijkonderzoek is noodzakelijk om de werkelijke optimale dosering(en) van de toelagstof(fen) vast te stellen en te bepalen welke droogtijdverkortung in de praktijk kan worden gehaald.

#### **Energiebesparing door (bio)uitbrandstoffen**

De auteur van dit verslag besprak vervolgens de resultaten van het onderzoek naar de mogelijkheid van energiebesparing bij de productie van bakstenen, door de inzet van volledig hernieuwbare (bio)uitbrandstoffen. Uitgangspunt hierbij was dat het biostoffen moest betreffen, die als uitbrandstof aan de kleimassa worden toegevoegd en dus niet als (externe) brandstof fungeren tijdens het bakproces. De bij de verbranding van de uitbrandstoffen vrijkomende energie, zou moeten leiden tot het beperken van de hierbij benodigde hoeveelheid primaire energie.

De studie is gesplitst in een literatuur- en deskstudie, waarbij een overzicht is gemaakt van verkrijgbare en toe te passen (hernieuwbare) uitbrandstoffen, en als vervolg hierop een laboratoriumonderzoek, waarbij potentieel toepasbare uitbrandstoffen oriënterend op hun grofkeramische toepasbaarheid zijn onderzocht.

Gebleken is dat helemaal geen informatie voorhanden is met betrekking tot de toepassing van hernieuwbare grondstoffen (of afval- en/of rest-

stoffen in het algemeen) in keramische producten, specifiek gericht op energiebesparing. Wel is in de loop der tijd veelvuldig gepubliceerd inzake uitbrandstoffen en porievormers in het kader van isolerende (lichtgewicht) binnenmuurstenen of -blokken. Het energieaspect is daarbij echter niet of nauwelijks belicht.

Gebaseerd op eigen kennis en ervaring binnen TCKI is vervolgens onderzoek op laboratoriumschaal uitgevoerd, waarbij zaagsmeel is toegevoegd aan twee basiskleimassa's. Bij een steenfabriek, waar men de beschikbaarheid heeft over een kleinschalige, handmatige steenproductieafdeling, zijn proefstenen gemaakt van mengsels (0, 7½ en 15 gew.-%) van zaagsel met witbakkende, kaolinitische Westerwaldklei en roodbakkende rivierklei.

Met de proefstenen zijn stookproeven in de laboratoriumgasoven van TCKI uitgevoerd, waarbij steeds stookpakketjes zijn gevormd, die vergelijkbaar zijn met de praktijksituatie. Het blijkt dat op zich een acceptabel product te maken is van beide kleimengsels met de toevoeging van 15 gew.-% zaagsel. Bij de witbakkende klei kan daarbij zelfs een reguliere toptemperatuur van 1.200 °C worden aangehouden. De initiële wateropneming neemt bij toenemend zaagselaandeel in gunstige mate toe.

De roodbakkende kleimengsels blijken, zoals verwacht, zeer gevoelig voor oncontroleerbare smeltverschijnselen, zodat de oventoptemperatuur tenminste 40 °C moet dalen. Bij dergelijke kleimassa's bestaat ook een grote kans op het opblazen van de stenen.

Aandachtspunten bij beide kleisoorten zijn het verschil tussen de binnen- en buitenkant van de mengselstenen, het ontstaan van reductiekernen en -vlekken, en het ontstaan van ijzeruitsmeltingen.



Over de mogelijke energiebesparing van de toevoeging van deze biomassa bestaat op dit moment nog onvoldoende duidelijkheid en wordt nog verder onderzocht.

#### **Sintertemperatuurverlagende additieven**

Hans van Wijck belichtte de resultaten van het vervolgonderzoek naar het toevoegen van sinter-temperatuurverlagende additieven in klei voor de productie van bakstenen. Doel hiervan was het verlagen van de toptemperatuur, waarop de producten worden afgestookt, en het daarmee besparen van energie. In 2007 bleek dit op laboratoriumschaal succesvol te kunnen met glazuurafval uit de fijnkeramische industrie en met fijngemalen beeldbuisglas. Ondanks publicaties en verdere activiteiten, bleek vorig jaar nog geen concrete toepassing van de grond was gekomen.

In opdracht van AgentschapNL is daarom aanvullend onderzoek uitgevoerd, waarbij ondermeer een enquête is gehouden onder de Nederlandse baksteenproducenten. Hieruit bleek dat er terughoudendheid bestond voor toepassing vanwege angst voor verlies aan thermische stabiliteit, onvoldoende mengbaarheid door de lage dosering, vergunningstechnische aspecten, beïnvloeding van productkleur, arbo-gerelateerde aspecten en blijvende beschikbaarheid.

Na een korte theoretische beschouwing over sinterprocessen en de werking van sinter-temperatuurverlagende additieven, presenteerde Van Wijck een overzicht van commercieel verkrijgbare sintermiddelen en van reststoffen uit andere productieprocessen die een dergelijke werking hebben. Hij concludeerde daarbij dat bij een dosering van vier procent van een sinter-temperatuurverlagend additief, de besparing op energie- en inkoopkosten van klei zodanig beperkt is, dat in feite alleen reststromen uit andere processen, die hooguit tegen gedeelde transportkosten kunnen worden betrokken, interessant genoemd kunnen worden.

Glazuurafval uit de fijnkeramische industrie en glasmeel-ontstoffingsresidu zijn de enige middelen die kansrijk genoemd kunnen worden. De beschikbaarheid hiervan is echter zeer beperkt.

#### **Warmtewisselaars en regeneratieve technieken**

Door Hans Marks werd vervolgens een tweeledige presentatie gegeven over zowel de inzet van warmtewisselaars in het droogproces voor de benutting van restwarmte als de toepassing van zogenoemde regeneratieve technieken.

#### **Warmtewisselaars voor restwarmte uit drogers**

Bij dit onderwerp werd ingegaan op het gebruik van warmtewisselaars in of na het droogproces

voor de benutting van restwarmte. Verder werden rekenvoorbeelden gegeven van investeringen, exploitatiekosten en terugverdientijden.

Bij het hergebruik van restwarmte ligt het gebruik van de afvalluchtstroom uit de droger het meest voor de hand, omdat hiervan een groot potentieel aanwezig is. Directe toepassing is echter niet mogelijk vanwege de hoge absolute vochtigheid in deze lucht. Daarom zijn altijd warmtewisselaars nodig om koude lucht of water op te warmen en/of de latente warmte uit de vochtige lucht vrij te krijgen.

Als typen warmtewisselaars werden warmtewielen, thermische vloeistofsystemen, pijpenwarmtewisselaars, platenwarmtewisselaars, recuperatieve branders en condenserende warmtewisselaars genoemd. Op de laatste na blijken deze systemen echter niet toepasbaar in de keramische industrie vanwege hoge investeringen, enorm ruimtebeslag en/of slechte rentabiliteit. Verder is de toepassing van een condenserende warmtewisselaar slechts eventueel denkbaar bij de voordroging van producten voor een tunneldroger of kamerdroger.

#### **Warmtebuffering met regeneratieve technieken**

De toepassing van regeneratieve technieken kan overwogen worden om warmtetekorten voor het drogen in de werkweek te compenseren met warmteoverschotten in het weekend. Dit ontstaat als er sprake is van continue productie in de oven met afvalwarmte, die gebruikt wordt in een discontinu werkende kamerdroger (productie natte vormelingen in vijf dagen per week). Bij een aantal bedrijven wordt al gebruik gemaakt van zogeheten Expert-systemen, waardoor met behulp van software voor de regeling en aansturing van de kamerdroger de onevenwichtigheid reeds wordt beperkt. In het geval er een verschil in warmtevraag en -aanbod blijft bestaan, kan de toepassing van een regeneratieve techniek worden overwogen, waarmee warmte kan worden gebufferd.

In bepaalde bouwkeramische bedrijven worden soms regeneratieve technieken ingezet voor thermische oxydatie of naverbranding van rookgassen met een hoog gehalte aan vluchtige organische stoffen. Varianten hierop zijn een bewegend bed of een statische doorstroom-buffer.

Er werd geconcludeerd dat als uitgegaan wordt van een commercieel verkrijgbaar regeneratief systeem om te gebruiken als warmtebuffer, de standaardcapaciteit veel te klein is en de investeringskosten veel te hoog zijn.

Ook als bedrijven zelf een geïsoleerde ruimte bouwen met voldoende buffercapaciteit, inclusief luchtleidingen, ventilatoren, isolaties en regelinstallaties, is dat nog niet rendabel.

Daar waar een tweede tunneloven met lucht-leidingen, ventilatoren en voldoende buffercapaciteit aanwezig is op bijvoorbeeld ovenwagens, kan in voorkomende gevallen gerekend worden aan de toepassing van regeneratieve technieken, als warmtebuffer voor het weekend. Bij onderbezetting kan het droogproces beter over de gehele week worden gespreid, waardoor de noodzaak tot warmtebuffering minder wordt, of zelfs vervalt.

#### **Drogen met omgevingslucht en stoomdrogen**

Rob Mentink ging vervolgens in op de resultaten van het onderzoek naar het drogen van metselstenen met omgevingslucht en naar het drogen onder zeer hoge luchtvochtigheid bij hoge temperatuur, het zogenoemde (semi)stoomdrogen. Bij beide onderzoeken zijn handvorm- en strengpers producten beproefd in de pilotdroger van TCKI.

#### **Drogen met omgevingslucht**

Drogen met omgevingslucht heeft zich in het verleden al bewezen, want buitenlucht heeft droogpotentie. Lucht kan theoretisch vocht opnemen tot 100 procent. De temperatuur en relatieve vochtigheid van de lucht bepalen uiteindelijk hoeveel deze lucht absoluut als vocht kan opnemen. Om keramisch producten met buitenlucht te kunnen drogen, zijn wel grote hoeveelheden van dergelijk lucht nodig die met ventilatoren verplaatst dienen te worden.

In de pilotdroger zijn droogproeven uitgevoerd waarbij het specifiek luchtverbruik is opgevoerd naar 10.000 kg lucht/kg te verdampen water, waarbij in de praktijk met gemiddeld 25 kg lucht/kg water wordt gedroogd. De beproefde produc-

ten hadden na afloop van een 120 uur durende droogcurve een restvochtpercentage van 2 procent. Ondanks de lage droogtemperaturen (maximaal 20 °C), moet bij deze hoge specifieke luchtverbruiken het luchtverbruik worden beperkt om te hoge droogsnelheden te voorkomen.

#### **Stoomdrogen**

Bij stoomdrogen wordt de drooglucht van 20 °C opgewarmd naar circa 100 °C bij 100 procent relatieve luchtvochtigheid. Het opwarmen van de drooglucht dient onder gecontroleerde omstandigheden plaats te vinden om de verdampingsnelheid van de producten te beperken. Indien de temperatuur te snel toeneemt bij het achterblijven van de relatieve vochtigheid van de lucht, zal de verdampingssnelheid van de producten snel toenemen. Dit kan leiden tot droogbreuk.

Daarnaast zijn ook semi-stoomdroogproeven uitgevoerd bij hoge temperatuur. Bij deze proeven neemt de relatieve vochtigheid van de lucht af om de verdamping onder gecontroleerde condities te laten plaatsvinden. Het specifiek luchtverbruik varieert tussen de 3 en 5 kg lucht/kg water en circa 2.900 kJ/kg water.

Geconcludeerd werd dat de droogproeven hebben uitgewezen dat in de 'Fabriek van de Toekomst' met lage specifieke lucht- en energieverbruiken gedroogd kan worden, met toepassing van bestaande droogtechnieken.

#### **Veiligheid**

Door de auteur van dit artikel werd tot slot kort ingegaan op de arbo-veiligheidssituatie rondom procesmachines en -installaties in de keramische bedrijven. Benadrukt werd dat het voor de bedrijven zeer belangrijk is om de situatie goed op orde te hebben. Administratief betreft dit een periodieke actualisatie van de veiligheidsbeoordeling (RI&E), beschikken over goede procedures inzake risicovolle werkcondities, het geven van adequate voorlichting en het opzetten van overlegstructuren in dit kader. De betrokkenheid van de directie en de bedrijfsleiding is daarbij absoluut essentieel.

Voor wat betreft de praktische kant werd er op gewezen dat frequente veiligheidsrondgangen bijzonder belangrijk zijn. Verder zal er veel meer overgegaan moeten worden tot het installeren van lockout sleutelsystemen op machines en installaties. Ook mogen organieke veiligheidssystemen nooit worden verwijderd, terwijl afschermingen direct teruggeplaatst moeten worden.

Volgend jaar maart zal er weer een nieuwe Infodag worden gehouden. ■

