

Beschouwingen over de stand van het lossingsvraagstuk van dakpannen

door Dr M. J. Singer

Inleiding.

Het fabriceren van dakpannen en dergelijke kleivormlingen geschiedt praktisch uitsluitend machinaal en wel door persen van adequaat bereide en gevormde kleikoeken.

De natte kleikoek met de technisch bruikbare consistentie is een visco-elastisch materiaal. Tengevolge van de persdruk vloeit deze klei in de ruimte tussen twee matrijzen en vult deze geheel op, terwijl een geringe overmaat klei buiten de randen geperst wordt, die voor of na het lossen wordt afgesneden. De benodigde persenergie dient ter overwinning van wrijvingsweerstand en wel:

- a) de inwendige wrijving;
- b) de wrijving langs het oppervlak der matrijzen.

Door de inwendige wrijving van het kleimateriaal vloeit dit met plaatselijk ongelijke snelheid en tengevolge van de hierdoor optredende afschuiving en het plaatvormig karakter van de aanwezige kleimineralen, treedt textuur op in de geperste kleivorming. Mede door het hierdoor veroorzaakte plaatselijke verschil in vochtgehalte (1) zijn dakpanvormlingen moeilijk droogbare objecten.

Bij het persen van kleivormlingen volgens de huidige technische werkwijzen doen zich een aantal verschillende problemen voor, die men doorgaans samenvat in het woord „lossingsvraagstuk”.

Deze problemen kan men bij een systematische beschouwing verdelen in drie groepen, t. w. het smeren van de vormen, de slijtage van de vormen en het eigenlijke lossen van de vormling.

1°. Smeren

Zoals reeds in de inleiding vermeld, treedt bij het persen wrijving op van de klei langs het oppervlak van de matrijzen. Het ligt voor de hand te veronderstellen, dat de vloeit van de

klei tijdens het persen tussen goed gesmeerde matrijzen anders zal verlopen dan in het geval, dat deze vormen niet of slecht gesmeerd zijn. Dan is het wellicht mogelijk, dat de klei tijdens de deformatie plaatselijk scheurt tengevolge van het vastplakken van een gedeelte van de klei aan het matrijsoppervlak.

Weliswaar worden bij het dichtpersen van de vorm de gescheurde delen weer samengekit, maar de normale textuur van de klei is plaatselijk doorbroken, zodat bij het drogen en bakken van de vormling op deze plaatsen gemakkelijker scheurvorming kan optreden. Dit euvel kan wellicht voorkomen worden door het oppervlak van de matrijs te smeren, zodat de wrijving van de klei langs het oppervlak tot een minimum beperkt blijft.

Bij de tegenwoordige stand van de techniek worden als smeermiddelen gebruikt:

- a) **water.** Het gebruik van water als smeermiddel hangt nauw samen met de toepassing van gips als matrijsmateriaal. Gips heeft nl. de eigenschap, dat het oppervlak ervan bij het persen steeds vochtig blijft zonder dat men de matrijs geregeld onder het persen opnieuw moet bevochtigen. De enige voorwaarde is, dat de gipsvorm bij het begin van het persen met water verzadigd is, althans oppervlakkig nat is.
- b) **olie.** Het gebruik van olie als smeermiddel wordt hoofdzakelijk in combinatie met metalen (ijzeren) matrijzen toegepast. Teneinde de hoeveelheid smeerolie te verminderen, gebruikt men gewoonlijk een oplossing van olie van hoge viscositeit, meestal oleïne of dieselolie, in petroleum. Uit de aard der zaak komen ook water in olie-emulsies in aanmerking. Dit wordt echter, voor zover wij weten, technisch niet toegepast.

De toepassing van water als smeermiddel heeft in het algemeen geen nadeel, omdat de geperste kleivormling toch water bevat. Door toepassing van oliesoorten als smeermiddel wordt het oppervlak van de kleivormling met een dunne olielaag bedekt. Aangezien deze olielaag niet of moeilijk verdampt, wordt de waterverdamping bij het drogen van de vormlingen gehinderd. Een ander nadeel is, dat direct glazuren van de vormlingen onmogelijk is, terwijl bij het bakken de olieresten het oppervlak van de vormling nadelig kunnen beïnvloeden, zodat zich ook bij het daarna glazuren moeilijkheden kunnen voordoen. Een derde bezwaar is, dat de afgesneden bramen en

randen van de vormling olie bevatten. Wanneer deze kleiresten direct in de kleimassa teruggevoerd worden, ontstaan in de vormling textuurlagen met een geolied oppervlak, die de onderlinge cohesie (hechting) verhinderen, zodat deze lagen bij het drogen gemakkelijk van elkander losscheuren.

Uit het bovenstaande blijkt, dat noch van het mechanisme van de stroming van klei tijdens het persen, noch van de fouten, die hierbij kunnen optreden, iets bekend is.

In technologisch opzicht behoort bij een technisch onderzoek naar andere lossingsvloeistoffen tevens hun smerende werking betrokken te worden.

2°. Slijtage

Deze kan onderscheiden worden in mechanische en fysisch-chemische slijtage. De laatste kan verdeeld worden in de corrosie en het in oplossing gaan van het matrijsmateriaal.

Zo treedt bij ijzer roestvorming op in aanwezigheid van water en luchtzuurstof, welke roestlaag wegens de geringe hechting op het metaal gemakkelijk afgewreven wordt.

Bij gips speelt de betrekkelijk grote oplosbaarheid in water een rol, doordat enerzijds de Ca^{++} -ionen uit de verzadigde oppervlakkige waterfilm door omwisseling verwijderd kunnen worden en dus door in oplossing gaan van gips aangevuld worden; anderzijds wordt de oplosbaarheid van gips in water verhoogd bij aanwezigheid van bepaalde zouten of zuren, die uit de klei afkomstig kunnen zijn (ammoniumzouten, humuszuren e. a.). Door het ten dele in oplossing gaan van gipskristallen in de oppervlaktelaag, wordt de onderlinge hechting geringer en het oppervlak ruwer, zodat de mechanische slijtage in toenemende mate van invloed wordt.

De mechanische slijtage ontstaat door wrijving van de harde mineraalkorrels over het oppervlak van de matrijs en treedt altijd op, ook als deze wrijving door een doelmatige smering tot een minimum gereduceerd wordt.

Dit vindt plaats zowel bij het gebruik van ijzer als van gips als matrijsmateriaal.

Ijzer heeft een hoge slijtvastheid, die door gebruik van speciale legeringen en toepassing van bijzondere werkwijzen nog aanzienlijk verhoogd zou kunnen worden. Een bezwaar tegen het gebruik van metalen matrijzen vormen de moeilijkheden, die bij het lossen optreden.

Gips als matrijsmateriaal bezit omgekeerd een goed lossend vermogen, maar een zeer geringe slijtvastheid. Het mineraal gips (Mariaglas) heeft een zeer geringe hardheid, welke eigen-

schap nauw samenhangt met de slijtvastheid (in de schaal van Mohs : 2, tegen ijzer : 5,5 en kwarts : 7).

Het uit gebrande gips gevormde materiaal is altijd poreus en nu blijken de waarden van fysische eigenschappen, zoals trek-, druk- en slijtvastheid ongeveer omgekeerd evenredig te zijn met de poreusheid (2). Het zou voor de hand liggen het matrijstmateriaal zo dicht mogelijk te kiezen, teneinde de toch al zo geringe slijtvastheid bij poreusheid = 0 te benaderen.

Evenwel blijkt het lossend vermogen afhankelijk van de poreusheid te zijn.

Dientengevolge moet voor gips als matrijstmateriaal een optimale poreusheid gekozen worden afhankelijk van de gebruikte kleisoort.

Een technologisch onderzoek naar een mogelijke slijtagevermindering dient dan ook in de eerste plaats gericht te zijn op het zoeken naar ander matrijstmateriaal, dat behalve goed lossende eigenschappen en een bepaalde fysisch-chemische weerstand een zo hoog mogelijke slijtvastheid moet hebben.

3° Lossen

Ook bij vermindering van de wrijving bij het persen van de koeken door doelmatig smeren en toepassing van matrijstmateriaal met de minste slijtage blijft het lossingsvraagstuk bestaan. Hierbij doet zich de moeilijkheid voor, dat van de fysische processen, die bij het lossen optreden, niets exact bekend is. Bij gebruik van ijzeren matrijzen kan men de hypothese opstellen, dat het lossen berust op de hoge grensvlak-energie: olie-natte klei of een kleine waarde van de vrije oppervlakte-energie van de olie.

Bij het gebruik van gipsen vormen wordt aangenomen, dat tijdens het persen de in de vorm aanwezige lucht samengedrukt wordt en na opheffing van de persdruk zodanig uitzet, dat de vormling van de matrijs afgedrukt wordt (3).

Het is mogelijk nog andere hypothesen voor dit lossen op te stellen. In de laatste decennia is allerwegen veel werk verricht om de technische gebreken bij het maken van dakpanvormlingen te verbeteren en wel volgens de „trial-and-error“-methode. Hierbij heeft men tot nu toe weinig geluk gehad. Weliswaar is de mogelijkheid niet uitgesloten, dat de volgende poging een „goede greep“ blijkt te zijn, maar in het algemeen kan men slechts een redelijke kans op succes verwachten, als het lossingsprobleem eerst fundamenteel is opgelost.

Het hierna volgende vormt dan ook een technische probleemstelling en een beschrijving van de voornaamste pogingen om de bestaande problemen technisch op te lossen.

In wezen is het lossingsvraagstuk niets anders dan het zoeken naar een materiaal voor matrijzen, waarvan de adhesie tegen klei een minimale waarde heeft. Voor de oplossing van het lossingsvraagstuk moet gestreefd worden naar:

- a) het vinden van smeermiddelen, die de adhesie verminderen;
- b) het vinden van geschikt materiaal met de kleinste adhesie tegen klei;
- c) het vinden van middelen, die de tot stand gekomen adhesie van de klei na het persen geheel opheffen.

Ad. a

IJzer en andere zware metalen van homogene structuur hebben geen lossende eigenschappen, omdat hun adhesie tegen klei zeer hoog is en praktisch altijd hoger dan de trekvastheid van natte klei. Hierdoor is het gebruik van lossingsolie noodzakelijk.

Gezien de nadelen van de toepassing van olie als tussenlaag zou een verbetering te bereiken zijn door het vinden van een ander smeermiddel, dat de bovenvermelde nadelige eigenschappen van de gebruikelijke lossingsolie niet of in mindere mate vertoont. Deze „olie” moet dan de volgende vijf eigenschappen bezitten:

- 1° Een hoge grensvlakenergie tegen water en tegelijk een lage grensvlakenergie tegen lucht.
- 2° Uiteraard moet de olie onoplosbaar in water zijn.
- 3° Bovendien moet de hechting van de „olie”-film op het metaal zo sterk mogelijk zijn. Het is bekend, dat de technisch gebruikte lossingsolie tijdens het persen van de kleikoek, vooral bij sterk geprofileerde modellen, wordt afgeschoven, waardoor de klei plaatselijk aan de matrijs blijft plakken, de vormling niet meer lost en stuk getrokken wordt. De matrijs moet dan voor het verdere gebruik gereinigd en opnieuw ingesmeerd worden. Dit kan vermeden worden door een overvloedig gebruik van smeermiddel (lossingsmiddel) of door het gebruik van een zo grote perskoek, dat de vloeï langs de matrijswanden tot een minimum beperkt wordt. Hiertegen bestaan technische bezwaren, enerzijds van droogtechnische aard, anderzijds

wegens de slecht ontwikkelde persstructuur van de vormling.

- 4° Verder moet de tussenlaag in verband met het droogprobleem een hoge dampdruk bezitten en volledig verdampen (deze mogelijkheid is thans onderwerp van een onderzoek op het Keramisch Instituut T.N.O.).
- 5° Tenslotte mag niet uit het oog verloren worden, dat een of meer nog onbekende eigenschappen van de lossingsolie van wezenlijk belang kunnen zijn voor het lossend vermogen.

Ad. b

In de loop van de laatste jaren is op het Keramisch Instituut ook naar andere metalen gezocht, waarvan de adhesie minder was dan die van ijzer of koper (brons). Naar aanleiding van (4) zijn proeven genomen met bepaalde lichte metalen, zoals aluminium-magnesiumlegeringen, die inderdaad gradueel beter lossende eigenschappen hadden dan zware metalen, maar de adhesie was nog steeds niet klein genoeg voor de technische toepassing, vooral bij sterk geprofileerde en gebogen vormlingen.

In opdracht van de Nedaco (Nederlandse Dakpannen Conventie) is enige jaren geleden een poging gedaan een dakpanmatrijs te vervaardigen uit een kunststof.

Het is bekend, dat kunstharsen gemakkelijk op technische wijze tot de gewenste vorm te gieten of te persen zijn. In het algemeen is de hardheid en daarmee de slijtvastheid gering, hoewel deze waarden aanzienlijk groter zijn dan die van gips. Uit de veelheid van in aanmerking komende verbindingen kan men nog diegene kiezen, die in hoge mate waterafstotend is, in de hoop, dat van dit materiaal ook natte klei gemakkelijk zal lossen.

Gebleken is echter, dat natte klei, gedrukt op diverse kunstharsplaten met verschillende oppervlakte-eigenschappen, niet of moeilijk loste. Dit geldt ook van paraffine- en silicoonlagen, stoffen, waarop water de grootste randhoek vertoont.

Vervolgens is getracht het kunststofmateriaal in analogie van gips een zekere poreusheid te verlenen. Hiertoe werd de kunststof gemengd met een in water oplosbaar zout en na het gieten en verharden van de vorm het zout in water uitgeloozd.

Bij de proeven met dergelijke vormen is echter gebleken, dat de lossende eigenschappen bij de bereikte porositeit onvoldoende waren om in deze richting door te gaan, afgezien

van het feit, dat de technische vervaardiging van deze vormen ook nog aan verschillende problemen gebonden was.

Hoewel een silicoonlaag op zichzelf geen lossende eigenschappen heeft, verdient het aanbeveling proeven te nemen met een combinatie van ijzeren vormen, bedekt met een silicoonlaagje, en verschillende lossingsoliën.

Van de verdere mogelijkheden om lossende vormen met grote slijtvastheid te vervaardigen zou te overwegen zijn de toepassing van rubbermatrijzen. Voorlopige proeven op laboratoriumschaal hadden soms een verrassend effect.

Rubber heeft een zeer grote slijtvastheid en elasticiteit, terwijl het oppervlak door een waterfilm zeer glad wordt, zodat de wrijving van de klei langs het oppervlak aanzienlijk vermindert wordt.

Op grond van deze overwegingen zou rubber alleen met een doelmatige watersmering, misschien onder toepassing van een bevochtigingsmiddel, als materiaal voor de vervaardiging van matrijzen in overweging genomen kunnen worden. Hierbij komt nog, dat rubber zich gemakkelijk laat vormen en zijn mechanische- en oppervlakte-eigenschappen nauwkeurig regelbaar zijn (vulstoffen- en vulcaniseertechniek). Een ander voordeel van rubber zou kunnen zijn, dat men niet de hele matrijs uit rubber zal moeten vervaardigen, maar dat men een metalen matrijs door opvulcaniseren van een vrij dunne rubberlaag zal kunnen voorzien, die bij de slijtage gemakkelijk vervangen kan worden zonder dat de hele matrijs verloren gaat.

Ad. c

Gips vindt in de klei-industrie nog steeds de meeste toepassing als matrijsmateriaal, waartoe het ontwikkelen en de opvoering van de kwaliteit van vormgips heeft bijgedragen. (3)

Niettegenstaande dit feit is de slijtage van het gips en de noodzaak om de vormen regelmatig gedurende het arbeidsproces te vervangen nog steeds een groot bezwaar voor de betrokken industrie.

Door het Keramisch Instituut zijn ten aanzien van bovenstaande problemen, nl. verhoging van de slijtvastheid van de vorm, de volgende oriënterende proeven genomen.

Gipsplaten werden vervaardigd van een zeer harde gipssoort van de United States Gypsum Company te New York onder de handelsnaam „hydrostone”. (8) Natuurlijk bleek deze gipssoort onder normale omstandigheden geen lossende eigenschappen te bezitten, daar de poreusheid zeer klein is. Ten-

einde dit gips toch lossend te maken, werd de aangeroerde gipspap gegoten in een platte bak, waarin nabij de bodem een spiraalvormige koperen buis, voorzien van vele gaatjes, doorgevoerd was.

Na de kleipersing wordt deze buis even verbonden met een gevalde luchtdrukkel, waardoor het poriënwater uit het inwendige van het gips naar het oppervlak geperst wordt. Hierdoor wordt de klei-adhesie opgeheven, zodat de vormling zonder meer afneembaar is. (5)

Dat het wegpersen van water uit de gipsvorm de oorzaak van het lossen is, wordt plausibel gemaakt door het feit, dat een waterlevel boven het gipsoppervlak ontstaat, wanneer men de luchtdruk langdurig zet op de gipsvorm zonder klei.

De bruikbaarheid van de methode op technische schaal is nog niet getoetst en de vraag of deze methode bij technisch slagen voordelen brengt, hangt in hoofdzaak af van de prijs, de slijtvastheid en de breukvastheid van deze harde gipssoort ten opzichte van de gebruikelijke soorten. Op grond van gegevens van de fabrikant moeten echter de mechanische eigenschappen van bovenstaande harde gipssoort veel beter zijn dan die van de gewone. (2)

Ook door nauwkeurige bestudering van de eigenschappen van de gebruikelijke gipssoorten en de bereiding van de vormen zouden ons inziens nog kleine verbeteringen in de levensduur en bedrijfszekerheid aangebracht kunnen worden door de gipsplaat te bevochtigen met een ander smeermiddel met waterafstotende eigenschappen in plaats van met water, dat gips chemisch aantast. Het lossend vermogen van deze vorm zou dan zoals bij harde gips met luchtdruk bereikt kunnen worden.

Uitgaande van het experimentele feit, dat klei van een groot gipskristal niet lost, de eigenschap van het lossen dus niet afhankelijk is van de kristalstructuur, maar o. a. een functie van de poreusheid is, waarbij andere eigenschappen, zoals de elasticiteit van het gipsskelet geen overwegende rol meer spelen, wanneer de lossing met behulp van luchtdruk geschiedt, is door mij voorgesteld ander poreus materiaal te beproeven en wel gesinterd metaal in verband met de grote slijtvastheid.

De gebruikte gesinterde platen van een afmeting van ca. 70 cm² en voorzien van scherpe profielen vertoonden zonder meer een slecht tot redelijk lossend vermogen.

Voorts is door ons beproefd of het lossend vermogen van sintermetaal, op analoge wijze als van harde gips met vloeistof of met luchtdruk, verbeterd kon worden. Uit oriënte-

rende proeven is gebleken, dat dit inderdaad het geval is en dat het lossen ook van zeer vette klei gemakkelijker dan van gipsplaten plaats vond.

Wij zijn er echter niet in geslaagd hele pannenvormen uit één stuk of samengesteld uit stukken van dit sintermetaal te laten vervaardigen, zodat het lossend vermogen van een hele dakpanvorm niet getoest kon worden.

Voortzetting van deze proeven komt ons gewenst voor, waar- bij het uitwerken van een werkwijze voor het vervaardigen van hele dakpanmatrijzen wel op de voorgrond zal moeten staan.

Ten aanzien van fysieke methodes voor het tot stand brengen van het lossen door opheffing van de adhesie zijn nog verschillende proeven genomen met electrisch lossen. Onze conclusie is echter, dat men met spanningen, die binnen de bedrijfsveiligheidsgrenzen vallen (max. 42 V \approx en 20 V =), in het tempo van een automatische pers geen lossing tot stand kan brengen.

Afgezien van de technische uitvoerbaarheid met het oog op de toelaatbare ongevaarlijke spanning hebben wij echter geconstateerd, dat de lossing met 127 Volt wisselspanning gemakkelijk overeenkomstig de gebruikelijke perssnelheid plaats vindt.

Een ander bezwaar ten aanzien van de technische constructie is de moeilijkheid van isolatie van de vorm ten opzichte van de machine en de randafsnij-inrichting. De afgesneden bramen na het persen gaven nl. voortdurend tot kortsluiting aanleiding, waardoor de stroom in plaats van door de vormling, door de afgesneden kleiranden liep en de lossende werking ervan verhinderd werd.

Proeven over het lossen van klei, geperst tussen verwarmde matrijzen, leverden niet het gewenste resultaat op bij sterk gebogen en geprofileerde vormen, ondanks het gestelde in de recente literatuur (6). Wellicht dat bij lager watergehalte van de klei meer succes verkregen kan worden, ofschoon hierdoor moeilijkheden bij de voorbereiding en het persen van de klei zijn te verwachten. Bij het gebruik van warme gestoomde klei was weliswaar een verbetering te constateren, maar het resultaat was niet zodanig, dat hiermede de oplossing van het lossingsprobleem bereikt is.

Het probleem van het lossen van pannen door verwarmde matrijzen hangt samen met de warmtegeleiding van de matrijs. Op het moment van het persen wordt door de warmte van de matrijs de viscositeit van het water op het klei-opper-

vlak verminderd, maar bij het doordraaien van de revolverpers wordt het oppervlak van de matrijs weer afgekoeld, zodat geen goede lossing kan plaats vinden.

Om aan dit bezwaar tegemoet te komen, zou men matrijzen met een goed warmtegeleidingsvermogen moeten gebruiken, zodat de warmte van het verhittingselement snel naar het oppervlak geleid wordt. In Frankrijk heeft men hiervoor proeven genomen met aluminiummatrijzen, die belangrijk betere resultaten gaven dan de proeven op het Keramisch Instituut en volgens publicaties (3 en 7).

Het maken van keramische vormen met hoge porositeit stuitte ook op grote moeilijkheden. Het bleek zeer moeilijk te zijn een nauwkeurig op elkander passende boven- en onderform te vervaardigen, hoewel dit technisch geen probleem vormt. Pogingen om dergelijke vormen toch te vervaardigen, zijn bovendien gestaakt, omdat bleek, dat keramische vormen, ook met hoge porositeit, geen lossende eigenschappen hebben en omdat men bij deze vormen de bovenvermelde kunstmidelen zoals luchtdruk niet kon toepassen. Zie ook (3 en 7). Het maken van vormen van niet-krimpens materiaal b.v. op cementbasis is nog niet geprobeerd, ofschoon hierbij kunstmatig lossen wel in aanmerking komt.

Samenvatting.

In het bovenstaande is een beschrijving gegeven van de problemen, samenhangende met het lossingsvraagstuk, de huidige stand van de techniek en van het door het Keramisch Instituut op dit gebied verrichte werk.

Gouda, Mei 1952.

Literatuuroverzicht.

- (1) W. O. Williamson — Trans. Brit. Cer. Soc. **46** (1946) 77.
- (2) A. Kruis, H. Späth — T.I.Z. Zbl. **75** (1951) 341, 395.
- (3) W. Harting — T.I.Z. Zbl. **75** (1951) 363.
- (4) Brick & Clay Record 1949. Nr. 1.
- (5) Amerikaanse octrooischriften:
 - 5 Oct 1943 — No. 2.331.000
 - 16 Aug. 1949 — No. 2.479.364
 - 15 Aug. 1933 — No. 1.922.038
 - 13 Juli 1926 — No. 1.592.536
 - 3 Juli 1906 — No. 825.243
 - 29 Juni 1920 — No. 1.344.885
 - 20 Jan. 1948 — No. 2.434.780
- (6) G. Chouysky — L'Ind. Céram. Nr. 419.75 (1951)
- (7) G. Chouysky — L'Ind. Céram. Nr. 412.221. (1950)
- (8) United States Gypsum Company How to make patterns and models with gypsum cement. 1948.

