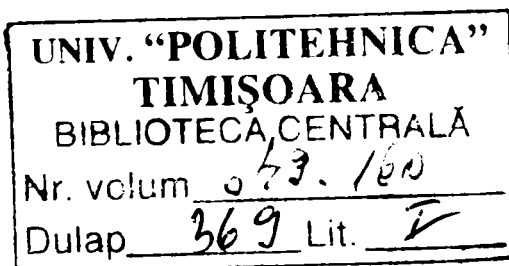


ing. ZIMAN NICOLAE

CONTRIBUȚII
ÎN TEHNOLOGIA FAIANȚEI DE MENAJ
CU IMPLICAȚII ASUPRA CALITĂȚII
ȘI A PREȚULUI DE COST

TEZĂ DE DOCTORAT



Conducător științific:

Prof.dr.ing. DUMITRU BECHERESCU

TIMIȘOARA

2006

78105

Mulțumiri

Doresc să exprim mulțumirile mele tuturor celor care , pe parcursul întregului stagiul de doctorat m-au sprijinit pentru realizarea cercetărilor necesare elaborării tezei .

În primul rând , doresc să exprim deosebite mulțumiri d-lui prof. dr.ing. Dumitru Becherescu pentru îndrumarea științifică , înțelegerea , bunăvoința , încrederea și sprijinul moral acordat pe parcursul elaborării tezei de doctorat și apreciez șansa de a fi lucrat sub competența sa îndrumare .

Totodată adresez mulțumiri și recunoștință deosebită d-lui prof .dr.ing. Ioan Lazău pentru toate sfaturile și ideile bune și pentru tot sprijinul efectiv acordat pe tot parcursul celor șase ani de colaborări fructuoase , pe parcursul elaborării și finalizării tezei .

Sunt recunoscător d-lui conf.dr.ing. Mihai Enache pentru sollicitudinea și sugestiile utile de care am beneficiat pe parcursul stagiului de doctorat .

De asemenea , mulțumesc conducerii S.C.FAIMAR S.A. BAIĂ-MARE pentru înțelegerea și tot sprijinul logistic acordat pe parcursul elaborării tezei .

Nu în ultimul rând mulțumesc familiei mele care mi-a asigurat sprijinul total și echilibrul necesar întregii activități .

CUPRINS

I. CONSIDERAȚII GENERALE ASUPRA FAIANȚEI	4
I.1. Definiție , domenii de aplicabilitate	4
I.2. Clasificare și compoziții	5
I.3. Proprietăți	8
I.4. Materii prime	13
I.4.1. Materii prime pentru obținerea ciobului	14
I.4.1.1. Materii prime plastice	14
Caolinuri și argile	17
Bentonite	17
Illite	18
I.4.1.2. Materii prime degresante	19
I.4.1.3. Materii prime fondante	21
I.5. Procesul tehnologic de fabricație a produselor de faianță decorativă și de menaj	24
I.6. Realizări și tendințe în fabricația faianței decorative și de menaj	26
I.7. Principii ale transferului de căldură în cuptoarele pentru arderea faianței	28
II. CARACTERIZAREA MATERIILOR PRIME CLASICE ȘI CERCETĂRI PRIVIND	
LĂRGIREA BAZEI DE MATERII PRIME	35
II.1. Caracterizarea compoziției granulometrice a materiilor prime plastice	36
II.2. Proprietățile tehnologice ale materiilor prime plastice și corelarea acestora cu compoziția granulometrică , mineralogică și chimică	51
II.3. Caracterizarea materiilor prime degresante	54
II.4. Caracterizarea materiilor prime fondante	55
II.5. Noi materii prime cu potențial de utilizare în fabricația faianței	58
II.5.1. Aplitul ; materie primă complexă	58
Comportarea aplitului în timpul tratamentului termic	62
II.5.1.1. Utilizarea aplitului în glazuri pentru faianță	64
II.5.1.2. Utilizarea aplitului în rețetele pentru masă de faianță	68
II.5.2. Deșeurile de fibre de sticlă - materie primă pentru fabricarea glazurilor	70

II.5.3. Alte materii prime alternative , care pot fi utilizate în fabricația faianței decorative și de menaj	72
II.5.4. Optimizarea compozițiilor glazurilor cu ajutorul calculatorului	73
II.5.5. Calculul unor proprietăți ale glazurilor cu applit	76
III. CONTRIBUȚII PRIVIND PROIECTAREA UNOR AGREGATE FURNIZOARE DE AER CALD ȘI OPTIMIZAREA PARAMETRILOR TEHNOLOGICI LA USCAREA PRODUSELOR DE FAIANȚĂ ȘI A FORMELOR DE IPSOS	79
III.1. Proiectarea și realizarea unor agregate furnizoare de aer cald	79
Calcul de proiectare	81
III.2. Optimizarea parametrilor tehnologici la uscarea formelor de ipsos în modelaj	92
IV. DIAGNOSTICAREA , CONTROLUL ȘI EVIDENȚIEREA DEFECTELOR PRODUSELOR DE FAIANȚĂ ÎN FAZA DE SORTARE BISCUIT	99
V. EFECTE ECONOMICE ALE APLICĂRII CERCETĂRIILOR ÎNTREPRINSE	109
V.1. Efecte economice la utilizarea applitului	109
V.2. Efecte economice la utilizarea deșeurilor de fibre de sticlă în glazuri	110
V.3. Efecte economice ale realizării agregatului furnizor de aer cald	111
V.4. Efecte economice ale uscării formelor în modelaj	111
V.5. Efecte economice ale utilizării metodei de diagnosticare , control și evidență a defectelor	112
VI. CONCLUZII GENERALE	113
BIBLIOGRAFIE	118

I . CONSIDERAȚII GENERALE ASUPRA FAIANȚEI DE MENAJ

I . 1 . DEFINIȚIE , DOMENII DE APLICABILITATE

Produsele de faianță sunt produse ceramice fine poroase , având absorbția de apă în limitele de 9-21% . Denumirea de faianță provine de la orașul italian Faenza [1] , unde acest tip de produs ceramic s-a realizat pe scară largă în perioada Evului Mediu . Culoarea ciobului de faianță este alb-gălbui . Uzual , produsele de faianță sunt glazurate cu glazuri transparente , opace , incolore , colorate , lucioase sau mate [2,3,4] .

În Orient s-a cunoscut faianța încă din secolul al VIII-lea , secretul a fost transmis la arabi și trecut cu ei în Sicilia , în insulele Baleare , în Spania , apoi în Italia și Franța [5] .

Caracteristicile faianței de Faenza sunt ornamentele din arabescuri în culori deschise pe un fond albastru sau galben . Varietatea formelor , finețea pastei , suplețea ei și emailul (glazura) strălucitor , au făcut ca aceste produse să se bucure de o faimă binemeritată [5] .

La baza fabricării lor stă ideea realizării unor produse cu calități estetice , cu rezistențe suficiente pentru întrebuințare , prin ardere la temperaturi mai scăzute (deci mai ieftine) , cantitățile de fază lichidă respectiv vitroasă fiind suficiente în ciuda porozității rămase , pentru a asigura rezistențele mecanice , chimice și termice necesare [6 ,7] .

Faianțele sunt mase ceramice poroase , permeabile la lichide și gaze; permeabilitatea lor este înlăturată prin acoperirea cu compoziții vitrifiabile . Alegerea porozității ca o caracteristică specifică a faianțelor face posibilă deosebirea acestora de masele și produsele vitrificate neporoase , cât și de cele poroase cu textura grosieră (ceramica brută) [8] .

Ca și tipuri de produse obținute din mase de faianță , acestea ocupă un domeniu mai larg decât porțelanul . Astfel , din faianță se obțin : plăci pentru placat pereți ,

servicii de masă care cuprind toate piesele : farfurii , platouri , boluri , castroane , supiere , sosiere , cești , căni , etc . De asemenea se obțin : obiecte de laborator , sanitare , bibelouri de dimensiuni foarte mari ($h > 1,2$ m o singură piesă) , statuete , obiecte funcționale (fântâni arteziene din piese asamblate) , vase , măști de ghivece , ghivece , ghivece de dimensiuni mari ($h > 50$ cm , $\Phi > 50$ cm) , obiecte ceramice de dimensiuni relativ mari (sub formă de scoică , barcă , raviere , etc) care reprezintă ambalajul unor produse alimentare , fructiere , suporturi pentru diverse arome , sticle pentru ulei de măsline , etc .

Toate produsele enumerate pot fi glazurate în nenumărate tipuri de glazuri de diverse culori și diverse efecte de suprafață , fiind disponibile glazuri lucioase , semimate , mate, scurse , strânse , craclé , cu irizații metalice , etc . Foarte multe produse , sunt decorate și arse , și/sau li se aduc modificări prin combinarea cu elemente metalice , sfoară , lemn , rezultând din toate aceste lucruri prezentate concluzia că faianța are un domeniu de aplicabilitate mai mare chiar decât porțelanul .

I.2. CLASIFICARE ȘI COMPOZIȚIE

Criteriul fundamental în clasificarea faianțelor este compoziția lor . Chiar la folosirea acestui criteriu modalitățile de clasificare pot fi multiple , presupunând luarea în considerare a compoziției masei arse sau a masei crude , natura constituenților acestor mase . Cea mai frecventă clasificare are în vedere compoziția maselor crude [8] .

Masele crude de faianță sunt constituite din componenți principali refractari (nisip cuarțos și materiale argiloase) și componenți fondanți (feldspați , calcare , dolomite , frite) . Componenții fondanți ai maselor crude (componenți de vitrificare) asigură formarea fazei lichide (vitroase) la tratament termic , care să lege fazele cristaline , consolidând masa de faianță arsă . Utilizând drept criteriu de clasificare natura componentului principal de vitrificare se deosebesc faianțe : feldspatice , calcaroase , mixte , silicioase și argiloase [8] . Mai există și faianțe cu sticlă .

Faianțele feldspatice - cu cea mai largă utilizare , au feldspatul drept component fondant . Compoziția lor rațională se încadrează în limitele : 45-68% materiale argiloase , 20-40% nisip cuarțos și 2-10% feldspat .

Compoziția moleculară a celor mai frecvent folosite faianțe feldspatice este descrisă [1] de formula Seger și este următoarea :

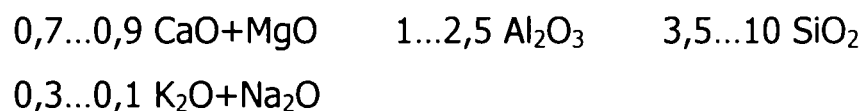
0,20...0,24 CaO		
0,18...0,23 MgO	9,1...11,0 Al ₂ O ₃	47,1...56,7 SiO ₂
0,30...0,50 Na ₂ O	0,1...0,2 Fe ₂ O ₃	0,4...0,5 TiO ₂
0,15...0,20 K ₂ O		

Prin folosirea feldspatului ca fondant se formează o cantitate de topitură , respectiv fază vitroasă , ce asigură o bună vitrificare și o rezistență mecanică bună a produselor . [8,9] . Faianțele feldspatice necesită temperaturi de ardere mai ridicate (1230-1280 °C) , pentru ca feldspatul să-și poată manifesta rolul sau fondant . Au însă porozitatea cea mai redusă , rezistențele mecanice cele mai ridicate și cea mai bună inerție chimică dintre masele de faianță [6] .

Faianțele silicioase - sunt aproape lipsite de componenți argiloși în masa crudă. Sunt constituite predominant din componente silicioase (nisipuri cuarțoase , cuarț măcinat , etc.) legate la ardere prin mici cantități de lianți calcaroși (calcar , creta, var, dolomit) sau alcalini (frite alcaline , etc.) . Este rar utilizată , în unele scopuri decorative și pentru ceramica filtrantă [6] . Proporția de SiO₂ în aceste mase este de până la 90% , ceilalți oxizi componenți mai importanți fiind : 1-3% Al₂O₃ , 2-9% R₂O , 0,5-9% CaO [6,8] .

Faianțele calcaroase - folosesc drept componente liante auxiliare la temperatura ridicată materii prime care introduc CaO , MgO cum sunt calcarele , marmora , creta , dolomitul etc . Acestea participă (în măsură mai redusă) la formarea fazei lichide și la formarea unor constituenți cristalini care contribuie la rezistențele mecanice și mai ales la cele față de umiditate (anortitul în mod special) . Datorită temperaturilor de ardere mai joase (1020-1080 °C) și porozităților mai mari , rezistențele mecanice sunt mai reduse decât ale faianței feldspatice deși ele pot fi corespunzătoare pentru utilizare . La avantajele economice reprezentate de temperaturile mai scăzute de ardere , se adaugă faptul că dacă oxizii alcalino-pământoși se introduc într-o formă care nu mai degajă gaze la ardere și nu prezintă variații sensibile de volum , (de ex.wolastonit) masele de faianță calcaroasă (numite uneori și silico-calcică) pot fi foarte potrivite pentru liniile automate în flux cu ardere rapidă .

Rezistența la umiditate a faianțelor calcaroase bine arse este foarte bună și în orice caz mai bună decât a faianțelor feldspatice arse la temperatură insuficient de înaltă sau decât a celor silicioase . Faianțele care conțin atât CaO cât și MgO au proprietăți mai bune decât cele exclusiv calcaroase . Compoziția generală a faianțelor calcaroase poate fi exprimată prin formula Seger ;



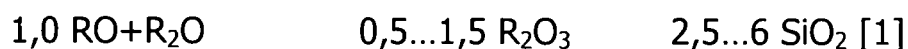
Temperaturile de ardere sunt mai frecvent cuprinse între 1000-1080 ° C [6] .

Faianțele mixte - prezintă o situație intermediară între faianțele feldspatice și cele calcaroase . Compoziția maselor de faianță mixte se încadrează în limitele : 40-80% materiale argiloase , 20-48% nisip cuarțos , 3-10% feldspat și 3-10% calcar.

Faianțele cu sticlă – utilizează în compoziția lor drept fondanți , cantități de 15-35% cioburi de sticlă măcinate . Temperaturile de ardere sunt relativ joase (850-950°C)[6] .

Faianțele argiloase - prezintă în opoziție cu faianțele silicioase , o proporție foarte ridicată de materiale argiloase în masă . Constituenții de bază, argilele și caolinurile deseori depășesc 50% din compoziția maselor , alături de componente degresante pentru reglarea proprietăților în stare nearsă .

Compoziția lor variază între :



Adeseori argilele folosite la obținerea faianțelor au asemenea compoziții (conținut în componenți argiloși și fondanți , cum și în nisip cuarțos) , încât pot servi drept constituent unic al maselor crude de faianță .

Când componentul argilos al maselor crude de faianță conține o proporție ridicată de Fe₂O₃ , se obțin faianțe comune cu ciobul roșcat , spre deosebire de faianțele fine , obținute din materii prime cu conținut strict limitat în oxizi coloranți și care au ciobul de regulă alb . Produsul glazurat de faianță comună se mai numește și majolică . Faianța

comună se utilizează pe larg la obținerea de produse ceramice de menaj , decorative și de placaj [8,9] .

I.3. PROPRIETĂȚI

Faianțele constituie o familie de produse ceramice ce au caracteristici bine conturate , care le deosebesc de restul produselor . Caracteristicile cele mai importante sunt : porozitatea , permeabilitatea , acordul masă-glazură , umflarea întârziată , temperatura finală de ardere , microstructura masei arse, culoarea masei arse , opacitatea , rezistența mecanică [6,8,9,10] .

Porozitatea . Produsele de faianță spre deosebire de produsele de porțelan , au un ciob poros , cu o capacitate de absorbție a apei de 9-21% , mai mică în cazul faianțelor feldspatice (max.14%) . Porozitatea faianțelor este o porozitate deschisă [8] .

Permeabilitatea faianțelor este consecința porozității lor . Ciobul de faianță neglazurat , urmare a porozității sale mari și a caracterului deschis al porilor este permeabil la lichide și gaze . Pentru ca efectul de impermeabilizare al glazurii să fie eficient , se impune asigurarea continuității sale de acoperire , evitarea defectelor de harisare și exfoliere a glazurii [8] .

Acordul masă-glazură . În cazul faianțelor datorită faptului că ciobul rămâne poros , deci conține o cantitate foarte redusă de fază vitroasă , proprietățile sale sunt foarte îndepărtate de cele ale unei sticle (mai ales coeficientul de dilatare termică) . Rezultă că acordul glazură–ciob este foarte dificil de realizat [10] .

În scopul realizării unui bun acord între masa de faianță și glazură este necesar să se acționeze corespunzător asupra factorilor care pot crea tensiuni în glazură . Ignorarea efectelor acestora poate provoca mari perturbații în procesul de fabricare a faianței .

Acești factori sunt : coeficienții de dilatare ai masei și glazurii , viteza de răcire a produselor , grosimea relativă a stratului de glazură , modulul de elasticitate . Dintre factorii amintiți dilatarea influențează în mod determinant valorile tensiunii în produse și asupra căruia se recomandă să se acționeze .

Dilatarea maselor ceramice este condiționată de natura constituenților masei și glazurii , granulația masei , tratamentul termic , transformările de ordin evolutiv

(fenomenele de degradare microstructurală) , de " îmbătrânire " ce au loc în produsele de faianță ca urmare a porozității lor avansate și a tendinței de umflare în urma absorbției de apă) [8] .

Mai periculoasă este perioada de răcire în cazul arderii a doua deoarece sub 600°C are loc și rigidizarea glazurii și apariția tensiunilor între ciob și glazură . Acordul coeficienților de dilatare a ciobului și al glazurii constituie o problemă delicată . Ar fi de dorit un coeficient de dilatare liniară a ciobului cu $(0,5-1) \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ mai mare decât acela al glazurii care să determine pentru glazura aflată în răcire o solicitare de compresiune .

Pentru produsul care suferă și arderea decor această solicitare nu trebuie să fie ridicată deoarece la încălzire , în timpul acestei arderi solicitarea se va inversa devenind tracțiune.

Pentru faianțele feldspatice la care ciobul are coeficienți de dilatare de ordinul $(7-8) \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$, elaborarea unor glazuri adecvate este relativ ușoară . Pentru faianțele argiloase la care uneori coeficientul de dilatare liniară este de ordinul $(4,5-5,5) \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ aceasta devine o problemă foarte dificilă , glazurile frite ușor fuzibile fiind dificil de obținut cu coeficienți atât de reduși ceea ce explică tendința frecventă de harisare a acestora .

Faianțele calcaroase prezintă pentru domeniul de temperatură implicat (20-400)°C un coeficient de dilatare liniară de $(5-6) \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$, la aceasta contribuind și formarea unui strat intermediar bine fixat atât de ciob cât și de glazură . De aceea pentru o masă de faianță este de dorit ca să posede un coeficient de dilatare termică liniară de minim $\alpha_{20-100}=(5,5-6) \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ iar variația sa pentru o deviație de 100°C a temperaturii de ardere să nu depășească 0,5% [6] .

Proprietățile glazurii și corpului trebuie să se armonizeze astfel încât după ardere nici o solicitare să nu provoace dezacordul între corp și glazură .

Când coeficientul de dilatare termică al masei depășește cu mult pe cel al glazurii, la răcirea obiectelor după arderea glazurii , corpul ceramic se contractă în mult mai mare măsură decât pelicula de glazură . Forțele de compresiune care se exercită astfel asupra glazurii sunt superioare coeficientului de comprimare a suportului; aceasta conduce la desprinderea glazurii de pe suport , (figura I.1.) [8] .

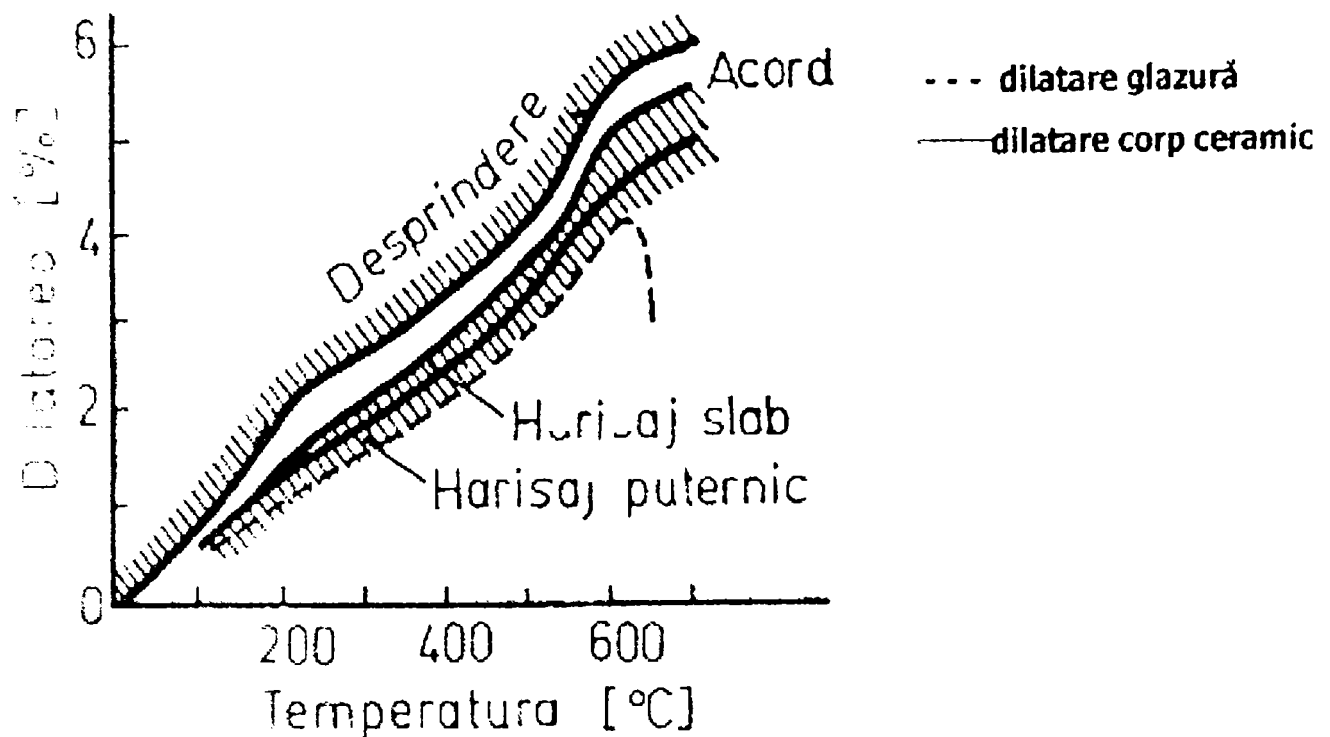


Fig.I.1. Dilatația termică a corpului ceramic și a glazurii [8,11,12].

În cazul în care coeficienții de dilatare termică ai corpului ceramic sunt inferiori-apropiați sau net inferiori celor ai glazurii, aceasta suferă tensiuni de tracțiune care produc fisurarea ei sub forma unei rețele de fisuri fine numite harise; defectul poate apărea și la perioade îndepărtate de la arderea glazurii. Acest caz corespunde poziției de dilatare a corpului ceramic situată în zona "harisaj" [8], din figura I.1.

Dacă dilatarea este puțin mai ridicată decât a glazurii, aceasta din urmă se găsește sub un efort moderat de compresiune și aderența sa pe corpul ceramic este foarte bună; rezistența la fisurare este, de asemenea, bună. Această situație corespunde acordului bun, masă - glazură și el se realizează când dilatarea masei se încadrează în zona de "acord" [8] din fig.I.1.

Umflarea întârziată. Este un fenomen de creștere în volum, a ciobului ceramic, de la zecimi la sutimi de procente, care se petrece în timp, sub acțiunea umidității, fiind una din proprietățile tehnice foarte importante pentru toate produsele ceramice poroase deci și pentru faianțe. Este defectul cel mai periculos al faianței atât

pentru cea decorativă cât și pentru cea de menaj , defectul constând în apariția în timp a hariselor .

Cauzele care duc la umflarea întârziată sunt : porozitatea , reactivitatea rețelelor cristaline și hidroliza fazei vitroase .

a.-Porozitatea . Orice sistem este caracterizat printr-un conținut de energie internă , proporțional cu volumul și un conținut de energie superficială , proporțional cu suprafața . Atomii din nodurile superficiale ale rețelei au o coordinare diferită de restul atomilor din rețea . Datorită valențelor nesaturate , ei au o cantitate suplimentară de energie liberă care reprezintă tocmai energia superficială [13] .

La un produs poros , suprafața specifică este mai mare decât la un produs compact de aceeași mărime . Suprafața specifică mare face să existe un exces de energie liberă superficială (interfacială) , care tinde să micșoreze suprafața solidului , comprimându-l puțin . Când corpul se umezește în timp , o parte din energia respectivă este anulată prin umezire și corpul se destinde într-o mică măsură .

b.-Reactivitatea rețelelor cristaline . Rețelele cristaline deranjate , perturbate , a mineralelor argiloase care se descompun , păstrează o mare cantitate de defecte și deci o anumită reactivitate . Ca urmare rețelele arse la temperaturi joase , deranjate , păstrează capacitatea de a reabsorbi , de a fixa gaze , vapori , umiditate , din mediul înconjurător , pentru a micșora excesul de energie , cea ce duce la o mică creștere în volum.

c.-Hidroliza fazei vitroase . Prin hidroliza și hidratarea lentă , în timp a fazei vitroase existente în ciobul de faianță are loc o creștere în volum , acest fenomen fiind principala cauză a umflării în timp . Din acest punct de vedere , dintre mineralele argiloase , cele caolinice și halloysitice au structuri mai rezistente la fenomenele de hidratare deoarece sunt mai pure , apa de constituție se elimină toată , la temperatură mai mică , sunt mai puțin substituite . Dintre fazele sticloase mai sensibile la hidratarea întârziată sunt cele bogate în oxizi alcalini și cele bogate în oxizi alcalini și alcalino – pământoși , mai ales dacă sunt arse la temperaturi mai mici . Mai rezistente sunt sticlele bogate în Al_2O_3 . Tendința de hidratare a fazei sticloase crește pentru temperaturi de

ardere a produselor până la 1000°C iar pentru temperaturi mai mari , scade cu temperatura de ardere . Determinarea rezistenței , se bazează pe o estimare în condiții forțate , pe baza efectului de umflare în condiții de umiditate și temperatură ridicată (>100°C) în autoclavă (p=7-10 atm.) timp de 1-2 ore . Determinarea cantitativă se face dilatometric .

Epruvetele care au fost supuse autoclavizării , sunt , după răcire, introduse în stare umedă într-un dilatometru și se determină dilatarea lor până la 300-400°C . La înregistrarea contracției lor la răcire ele nu mai revin la dimensiunea inițială , diferența constituind-o valoarea creșterii de volum a epruvetelor prin hidratare în autoclavă . Pentru o faianță rezistentă la apă (fisurarea întârziată) valoarea dilatării la umiditate este de ordinul 0,02-0,03% . Dacă valoarea dilatării la umiditate (umflării) este peste 0,08-0,1% , faianța respectivă prezintă o rezistență slabă la hidratarea în timp [6] .

Temperatura finală de ardere a produselor de faianță este inferioară aceleia a porțelanurilor și a gresiilor , nefiind necesară vitrificarea deplină . Arderea în biscuit se realizează la 900-1200°C . La biscuitare , produsele de faianță prezintă o deformabilitate redusă , ca urmare a conținutului redus de fondanți și temperaturii de ardere mai scăzute . Arderea produselor de faianță se poate realiza și într-o singură etapă , când au loc atât formarea ciobului , cât și topirea și fixarea glazurii în același timp formându-se un strat intermediar mai dezvoltat între ciob și glazură care contribuie la atenuarea tensiunilor de dilatare care pot apărea între ciob și glazură .

Rezistența mecanică . Este cu atât mai redusă cu cât proporția de fază vitroasă este mai mică . În tabelul I.1 , [6] sunt redată rezistențele mecanice ale unor mase de faianță :

Tabelul I.1. Rezistențele mecanice ale unor mase de faianță .

Caracteristica	Faianțe argiloase și faianțe calcaroase	Faianțe feldspatice
Rezistența la încovoiere [daN/cm ²]	60-200	150-300
Rezistența la compresiune [daN/cm ²]	600-900	1000-1100

Microstructura masei arse . Pentru faianța argiloasă și cea feldspatică , drept componente cristaline principale vom găsi cuarțul , în foarte mică măsură transformat (deci cu mici cantități eventuale de tridimit și cristobalit) multul în cantități foarte mici (8-10%) la faianța argiloasă și ceva mai ridicate la faianța feldspatică (15-18%) .

Rămâne un rest argilos netransformat cuasi-amorf la analiza difractometrică R.X., constituit din faze metastabile în curs de transformare [6] .

Cantitatea de fază sticloasă este în general redusă (15-25%) , depinzând de compoziția chimico-mineralogică a masei și de temperatura de ardere . În faianța calcaroasă , în afară de cuarțul netransformat , componenta principală cristalină va fi anortitul în măsura în care temperatura este destul de ridicată și duratele destul de lungi . Prezența gehlenitului (faza intermediară formării anortitului) indică faptul că transformarea nu a avut loc integral .

La temperaturile mai joase de ardere (1000-1050°C) componentele feldspatice (adăugate sau prezente ca impurități) se regăsesc ca plagioclas , neajungând la topire completă . Cantitatea de fază vitroasă este mai redusă decât în cazul faianței feldspatice (deseori 8-10%) [6] .

Culoarea masei arse de faianță fină este albă , cu nuanță gălbuie , agreabilă ; în cazul faianțelor comune culoarea ciobului este roșietică de nuanțe diferite , funcție de conținutul în Fe_2O_3 .

Opacitatea . Produsele de faianță spre deosebire de cele din porțelan sunt opace , fapt care a determinat atribuirea termenului de " porțelan opac " primelor faianțe realizate în Anglia [10] . Spărtura faianțelor este pământoasă , mată , fără luciul caracteristic porțelanurilor și gresiilor .

I.4. MATERII PRIME

În paralel cu dezvoltarea tipurilor de produse ceramice și în special a ceramicii tehnice , gama materiilor prime a cunoscut o extindere deosebită .

În aceste condiții , o clasificare după natura chimică , deci mai conformă cu obișnuințele chimice nu aduce avantaje legate de înțelegere .

Deși există dezavantajul apartenenței unuia și aceluiași material mai multor clase de materii prime , o clasificare după funcția tehnologică este mai fructuoasă .

Astfel , avem două categorii de materii prime :

- materii prime pentru ciob
- materii prime pentru glazură

I.4.1. MATERII PRIME PENTRU OBȚINEREA CIOBULUI

Din această grupă de materii prime fac parte : materiile prime plastice , degresanții și fondanții.

I.4.1.1. MATERII PRIME PLASTICE

Se caracterizează prin plasticitatea lor fiind prezente (cu excepția faianțelor silicioase) , în cantități ridicate în toate tipurile de faianțe ./

În ceramică , prin plasticitate se înțelege complexul de proprietăți în baza căruia argila , amestecată cu apa , ia sub acțiunea unei forțe exterioare, forma dorită fără fisuri sau crăpături , menținându-și această formă și după încetarea acțiunii forței exterioare [14] .

Comportarea plastică a pastei de argilă este rezultanta a două proprietăți care se manifestă simultan în timpul deformării : o alunecare ușoară a straturilor de argilă unul față de altul și în același timp , o coeziune mare a pastei .

Rolul determinant în această comportare a pastei , îl au peliculele de apă formate în jurul particulelor de argilă , atât moleculele de apă adsorbite direct pe suprafața acestora (apa de hidrofilie) cât și de moleculele de apă de solvatare ale ionilor care fac parte din " complexul adsorbit " al argilei . Aceste pelicule îndeplinesc deci atât rolul de lubrifiant cât și acela de liant care asigură coeziunea straturilor la deformarea pastei argiloase [14] .

Argilele se găsesc în natură într-un astfel de număr de varietăți , încât este dificil să se dea termenului " argilă " , o definiție simplă și precisă .

Termenul de argilă reprezintă o noțiune colectivă pentru un grup numeros de roci sedimentare , conținând drept componente principale mineralele argiloase reprezentate

mai ales de către silicați de aluminiu hidratați cristalini , cu granulație fină , ale căror particole sunt mai mici de $10\mu\text{m}$ (după SEGER) , respectiv de $2\mu\text{m}$ (după ATTERBERG) și care se caracterizează prin proprietatea comună ca , amestecate cu apa, dau paste plastice , care fasonate , își mențin forma după uscare , dând produse nedeformabile după ardere [15] . Ca urmare a modului în care au luat naștere , argilele și caolinurile reprezintă un amestec complex cu foarte multe componente .

Au fost propuse în acest sens mai multe formule , ajungându-se în final la noțiunea de " substanță argiloasă " , definită a fi purtătoarea principală a proprietăților specifice ale caolinurilor și argilelor , caracterizată pe de o parte prin prezența unui grup de minerale denumite " argiloase " , iar pe de alta , printr-un grad de dispersie a particulelor , foarte înaintat .

Rolul preponderent în determinarea proprietăților argilei pe care îl joacă substanța argiloasă , se manifestă chiar la conținuturi surprinzător de mici ale acesteia , de ordinul 30% . Acest lucru este determinat de faptul că aproape toate proprietățile de interes tehnic ale argilelor sunt bazate pe interacțiuni ale suprafeței particulelor , deci suprafața specifică , respectiv gradul de dispersie este normal să joace un rol determinant .

Substanța argiloasă poate fi constituită în unele cazuri (caolinurile , argilele refractare) dintr-un singur mineral argilos , în cantitate preponderentă vorbindu-se atunci de argile monominerale .

În cazul argilelor poliminerale , substanța argiloasă reprezintă un amestec de mai multe minerale argiloase , prezente în proporții variabile [15] .

Alături de substanța argiloasă , argilele și caolinurile conțin și un număr de alte minerale de natură diferită de cea a mineralelor argiloase .

Aceste minerale influențează și ele prin compoziție , formă și dimensiuni ale particulelor , proprietățile materialelor argiloase . În figura I.2. este redată , sub formă schematizată , compoziția materialelor argiloase .

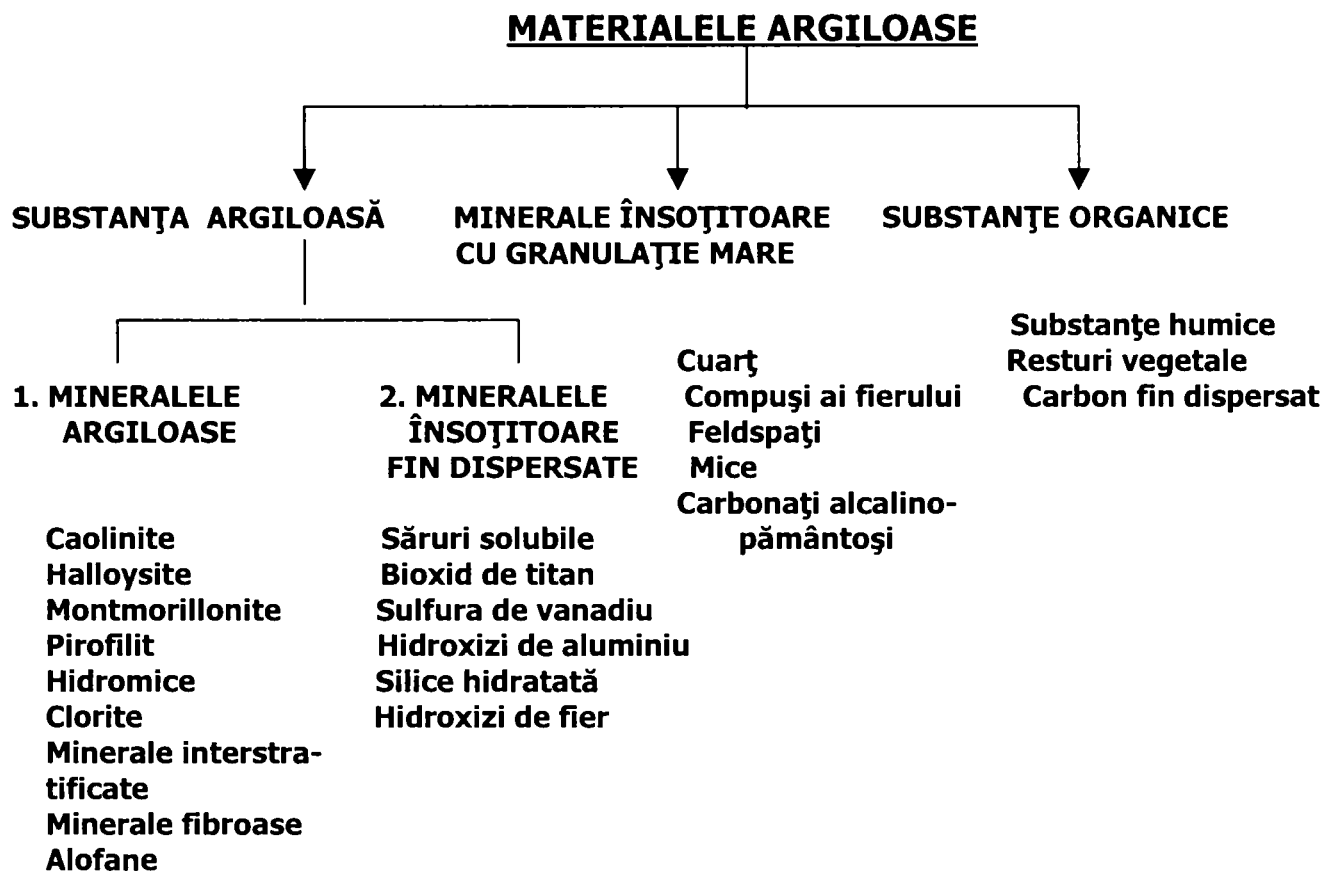


Fig. I.2. Compoziția materialelor argiloase .

Din schemă nu reies nici proprietățile componentelor și nici importanța lor pentru proprietățile materialelor . Acestea vor fi tratate ulterior .

Modul de formare nu este pe deplin clarificat pentru cazul tuturor mineralelor argiloase . Majoritatea lor reprezintă produsul descompunerii feldspaților sub acțiunea apei , dar ele pot lua naștere și ca urmare a unor fenomene hidrotermale .

În cele ce urmează , sunt redate unele materii prime plastice , care se utilizează la fabricarea faianțelor , cu referire doar la unele proprietăți chimice și fizico-ceramice , iar în finalul subcapitolului , în tabelul II.1. , fiind prezentate , global , proprietățile fizice și chimice ale acestora .

Pe parcurs , la unele materii prime , sunt prezentate și compozițiile granulometrice, sub formă de grafic (histograma și curba granulometrică cumulativă) determinate cu ajutorul unui granulometru tip FRITSCH-LASER PARTIKEL SIZER "analisette 22 " .

CAOLINURI ȘI ARGILE

Constituentul principal al substanței argiloase din caolinuri și argilele refractare , este **caolinitul** , care este mineralul argilos cel mai important , găsindu-se în proporții variabile în majoritatea argilelor comune .

În figura I.3. este redată structura cristalină a caolinitului [15] . Structura rețelei cristaline este caracterizată prin prezența unui singur tip de foaie elementară formată din două straturi (dimorfică) [16] .

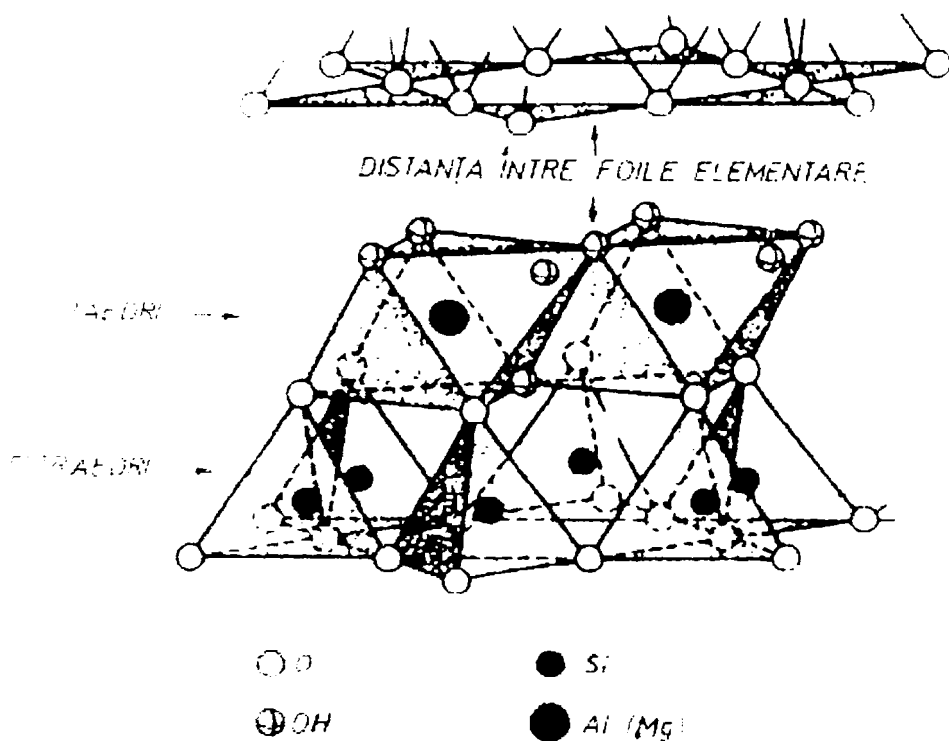


Fig. I.3. Structura cristalină a caolinitului.

BENTONITE

BENTONITELE – sunt roci secundare formate în urma unor transformări exo- și endogene , ale altor roci preexistente . Roca nouă rezultată prin bentonizare are proprietăți specifice , cu variate și importante posibilități de aplicații practice [17] .

Constituentul mineralogic de bază al bentonitelor îl reprezintă montmorillonitul , care conferă acestora proprietăți specifice , cum ar fi : plasticitate ridicată , sensibilitate mare la uscare , contracție mare la uscare , etc .

ILLITE

Illitele fac parte din grupa hidromicelor .

Ele sunt o gamă largă de minerale argiloase care se află în diverse stări de agregare între mică și caolin (diverse stări de atac) , fiind răspândite în solul țărilor cu climă temperată .

Denumirea acestor minerale argiloase se referă la un grup de minerale provenite din muscovit ($K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$) , având compoziția chimică apropiată de acesta , având structura asemănătoare cu structura trimorfică a montmorillonitului .

În figura I.4. [18] este redată structura cristalină a muscovitului .

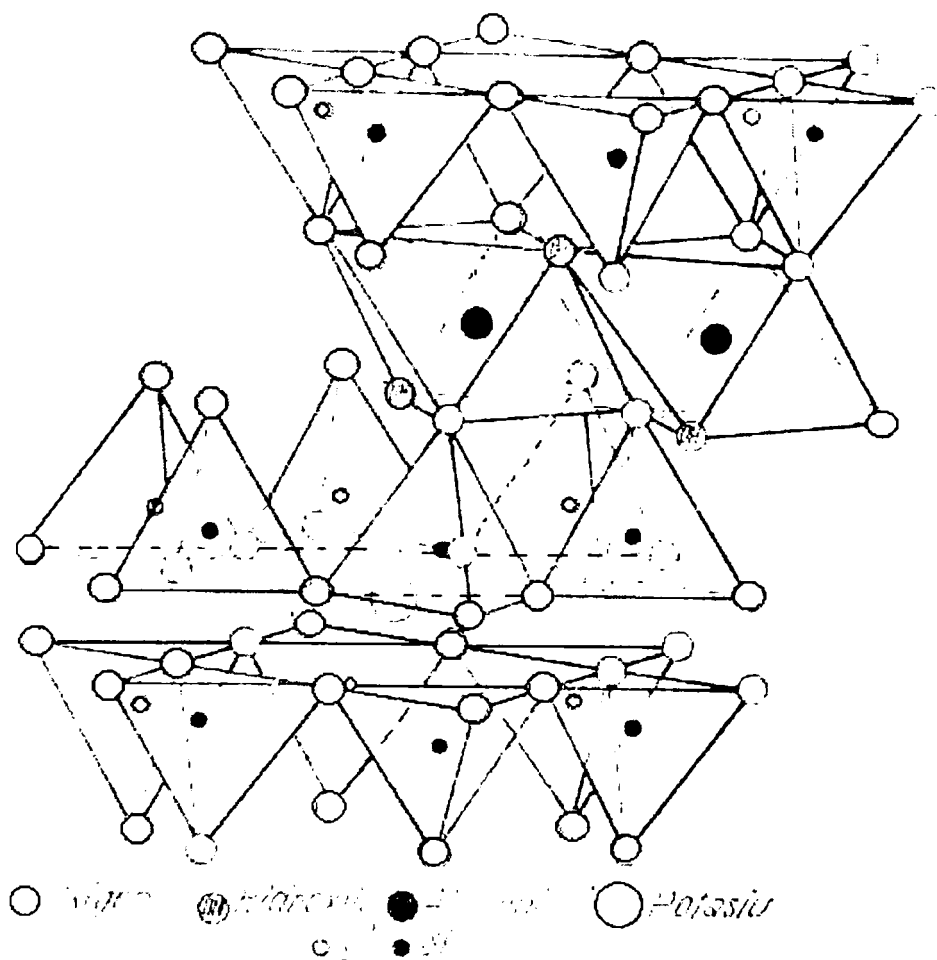


Fig. I.4. Structura cristalină a muscovitului

I.4.1.2. MATERII PRIME DEGRESANTE

Acestea sunt materiale care se folosesc în vederea diminuării unor efecte negative legate de o plasticitate prea ridicată a masei [14]. Degresanții reduc contracția la uscare, acesta fiind scopul deliberat pentru care se introduc în compoziția maselor ceramice.

Degresanții mai au și alte efecte în masele ceramice: scad tendința spre deformare în cursul uscării și arderii, accelerează procesul de uscare, reglează (între anumite limite) acordul masă-glazură.

Degresanții constituie deci o clasă de materiale de natură foarte variată, care se caracterizează prin proprietatea comună de a scădea plasticitatea maselor și intensitatea fenomenelor negative care o însoțesc, dar care în cursul arderii pot acționa fie ca fondant, fie ca și componentă refractară [15].

Cei mai utilizați degresanți, introduși cu acest scop în rețete sunt nisipul cuarțos și rebutul măcinat (biscuitul).

Alte materii prime neplastice introduse în rețete, cu rol de fondant (feldspat, wolastonit, calcar, etc.), vor acționa ca degresanți în primă fază.

NISIPURILE CUARȚOASE- sunt materii prime cu conținut ridicat de SiO_2 cristalin (96-98%) și provin din degradarea fizică și chimică a rocilor bogate în cuarț, iar produsele de degradare ale rocilor au fost transportate de la locul lor de formare de curenții de apă și de vânturi și depuse în locurile în care viteza agentului de transport a scăzut sub cea necesară pentru menținerea lor în suspensie. Mai rezultă la separarea din nisipurile caolinoase, conținând în acest caz și mici cantități de caolin.

SiO_2 -ul din nisipurile cuarțoase este prezent sub formă de β -cuarț. Bioxidul de siliciu prezintă mai multe forme polimorfe, mai importante fiind următoarele:

- α , β - cuarț
- α , β , γ - tridimit
- α , β - cristobalit

Toate aceste modificări sunt tectosilicați a căror rețea cristalină este constituită din tetraedrii $[\text{SiO}_4]^{4-}$ care formează inele hexagonale și care se leagă prin punți comune de oxigen .

Structura acestor modificări , diferă doar prin simetria de ordonare a grupărilor tetraedrice , determinată de unghiul dintre legăturile Si-O-Si .

Relațiile de echilibru termic ale sistemului SiO_2 , așa după cum reiese din diagrama de stare a lui Fenner [15 , 19 , 20] sunt prezentate în figura I.5 :

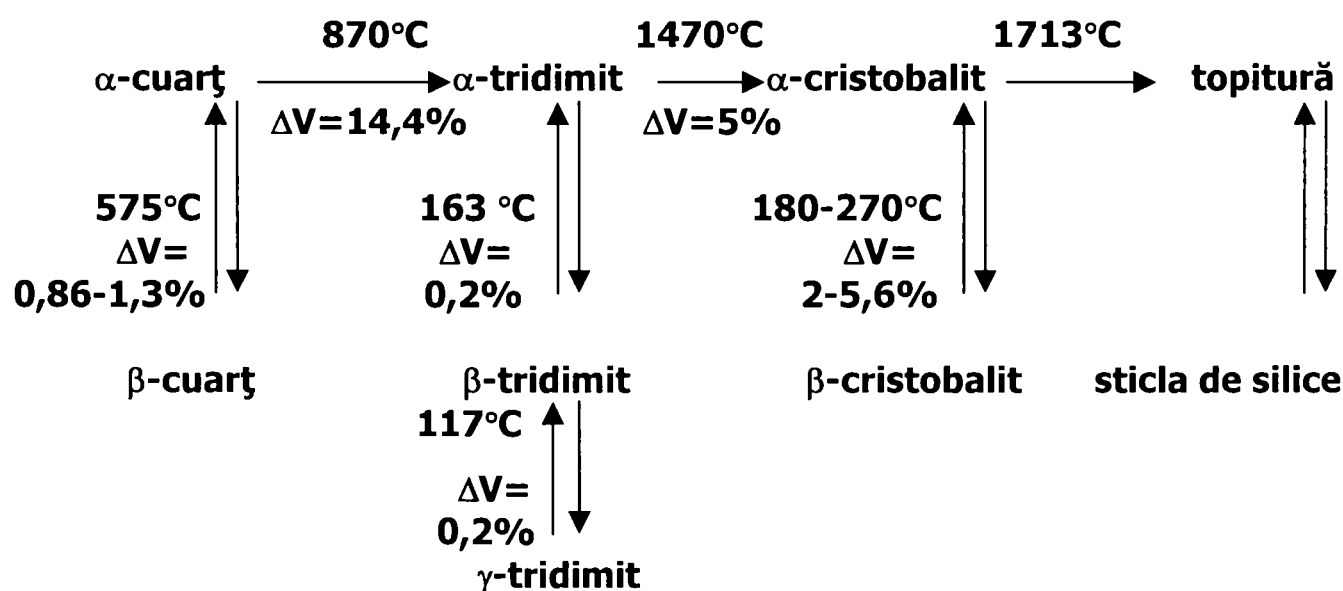


Fig. I.5. Modificațiile polimorfe ale SiO_2 și relațiile de echilibru termic dintre acestea

Transformările decurg după această schemă numai dacă : încălzirea se face extrem de încet , cuarțul este foarte fin dispersat și sunt prezenți mineralizatori .

Transformările reversibile (enantiotrope) din schemă , au loc fără ruperea legăturilor , decurg spontan și rapid , deoarece implică numai modificări neînsemnate ale rețelei cristaline (se modifică unghiul dintre tetraedre) . Sunt transformări între formele de temperaturi joase ale uneia și aceleiași modificării principale .

Transformările care decurg odată cu trecerea de la o modificare principală la alta se realizează prin modificarea radicală a rețelei cristaline , necesitând ruperea legăturilor

vechi și crearea altora noi . Din această cauză decurg lent , practic într-un singur sens . Sunt considerate transformări pseudomonotrope . Practic sunt ireversibile .

Toate aceste transformări sunt însoțite de variații de volum . Acestea generează în corpul ceramic supus variațiilor de temperatură , tensiuni care pot provoca fisurarea sa . Variațiile de volum nu trebuie considerate numai sub aspectul valorii lor , ci și sub cel al vitezei cu care se produc . Plecând de la faptul că viteza variației de volum este proporțională cu viteza de transformare vor acționa destructiv acele transformări , cărora le corespund variații de volum rapide și care au în același timp și valori relativ mari .

Pentru faianțe , periculoasă este transformarea β -cuarț \rightarrow α -cuarț , la toate arderile , atât în zonele de preîncălzire cât și în cele de răcire ale curbelor de ardere , deoarece cuarțul din rețete (15-20%) rămâne practic nereacționat . Mai puțin periculoasă este transformarea β -cristobalit \rightarrow α -cristobalit datorită cantităților foarte mici de cristobalit din faianțe și vitezei mai mici de transformare a acestuia .

I.4.1.3. MATERII PRIME FONDANTE

Fondanții sunt materiale care se introduc în masele ceramice cu scopul coborârii temperaturii la care apare topitura sau pentru a obține la o anumită temperatură dată , o cantitate mai mare din aceasta [15] .

După modul în care acționează , aceste materii prime pot fi de două tipuri:

1- fondanții propriu ziși , adică materiale cu temperatură de topire scăzută , cum ar fi feldspații , pegmatitele , wolastonitul , ș.a.

2- materiale care au temperatură de topire ridicată , care însă , în prezența altor componente ale masei , dau compuși ușor fuzibili sau topituri eutectice .

FELDSPAȚII – sunt aluminosilicați anhidrii de sodiu , potasiu și calciu și sunt foarte răspândiți în rocile eruptive .

Principalele tipuri de feldspați sunt :

- ortoza , cu formula $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$

- albitul , cu formula $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$
- anortitul , cu formula $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$

Substituirea izomorfă în rețeaua cristalină a feldspaților a unuia dintre cationii mai sus indicați , prin alții , duce la formarea mai multor varietăți .

Feldspații sunt tectosilicați , având o rețea cristalină formată din grupe $[\text{SiO}_4]^{4-}$ și $[\text{AlO}_4]^{5-}$, care în cazul feldspaților alcalini formează inele , fiecare din acestea , fiind format din câte trei tetraedri $[\text{SiO}_4]^{4-}$ și câte un tetraedru $[\text{AlO}_4]^{5-}$.

Toți tetraedrii sunt legați între ei prin vârfurile lor , prin punți de oxigen. Tetraedrii de siliciu au toate valențele de oxigen , saturate ; pentru fiecare tetraedru $[\text{AlO}_4]^{5-}$, rămâne câte o valență liberă , care este saturată de către un ion alcalin [15].

În figura I.6 [21] , este redată structura ortozei

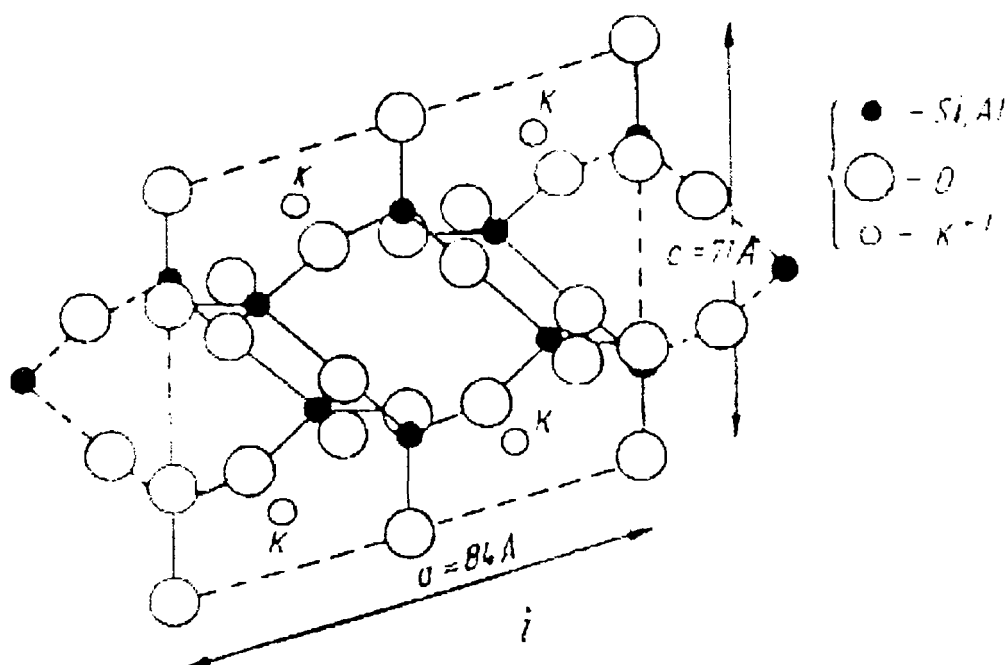


Fig.I.6. Structura ortozei

Având în vedere că în natură , nici ortoza și nici albitul nu se găsesc decât foarte rar în stare pură , ci formează cristale mixte , feldspații alcalini naturali se situează în sistemul $\text{K}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, în care eutecticul cu compoziția 60% albit și 40% ortoza , se topește la 1076°C [15] .

În figura I.7. este redat sistemul nefelin- kaliofilit- SiO_2 [19,20,22,23] .

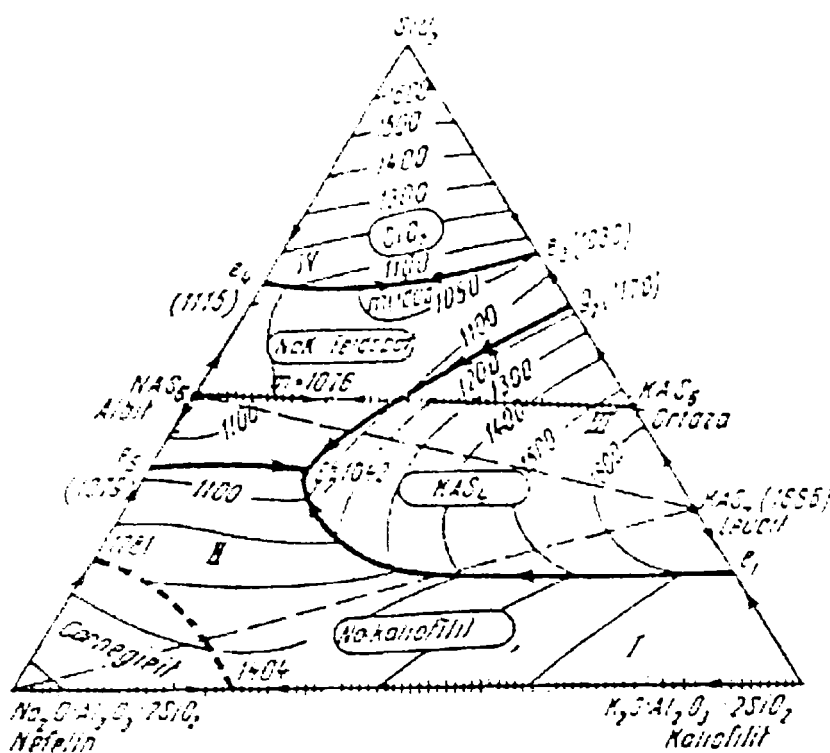


Fig.I.7. Sistemul nefelin-kaliofilit-SiO₂

Din sistem rezultă că feldspații micști au o acțiune fondantă mai energică decât cei puri . Feldspații puri se topesc astfel :

- albitul se topește congruent la 1115°C
- ortoza se topește incongruent la 1170°C , cu separare de leucit

Temperatura de topire a feldspaților nu este determinată însă numai de compoziția lor chimică , ci și de alți factori .

În masele ceramice , feldspații se găsesc totdeauna în prezența cuarțului , fie că acesta este mineralul însoțitor al feldspaților naturali , fie că reprezintă o componentă a masei . Cuarțul joacă rol de fondant față de feldspat și ca urmare , topitura ar trebui să apară de la 1000°C , atunci când cuarțul și feldspatul se găsesc în masă în proporții egale , conform diagramei din figura I.7.

Aceasta este însă valabil numai în cazul ridicării foarte lente a temperaturii . În condițiile arderii industriale , mecanismul apariției fazei lichide este altul , și anume decurge , cel puțin până la o anumită temperatură, după cel al topirii independente a componentelor , în speță a feldspatului , între 1100 și 1200°C . Apoi , pe măsura

creșterii temperaturii , cantitatea de fază lichidă se apropie treptat de cea corespunzătoare relațiilor de echilibru .

Abia către 1400°C , când se stabilesc reacțiile de echilibru termic fazal , cantitatea de topitură realmente formată , devine egală cu cea care rezultă din relațiile de echilibru [15] .

Deci în faianțe , feldspatul se va topi într-o cantitate foarte mică . Ceva mai mult se va topi în faianțele feldspatice .

I.5. PROCESUL TEHNOLOGIC

Pentru fabricarea produselor ceramice , materiile prime , sunt supuse unei succesiuni de operații , care conduc în final la obținerea formei și caracteristicilor dorite. Această succesiune de operații formează fluxul tehnologic de realizare a produselor respective . Fluxul tehnologic reprezintă , deci , fazele succesive , paralele și ciclice ale procesului tehnologic , care concură la obținerea unor produse [24] .

În figura I.8. este redată schema fluxului tehnologic de obținere a produselor de faianță decorativă și de menaj .

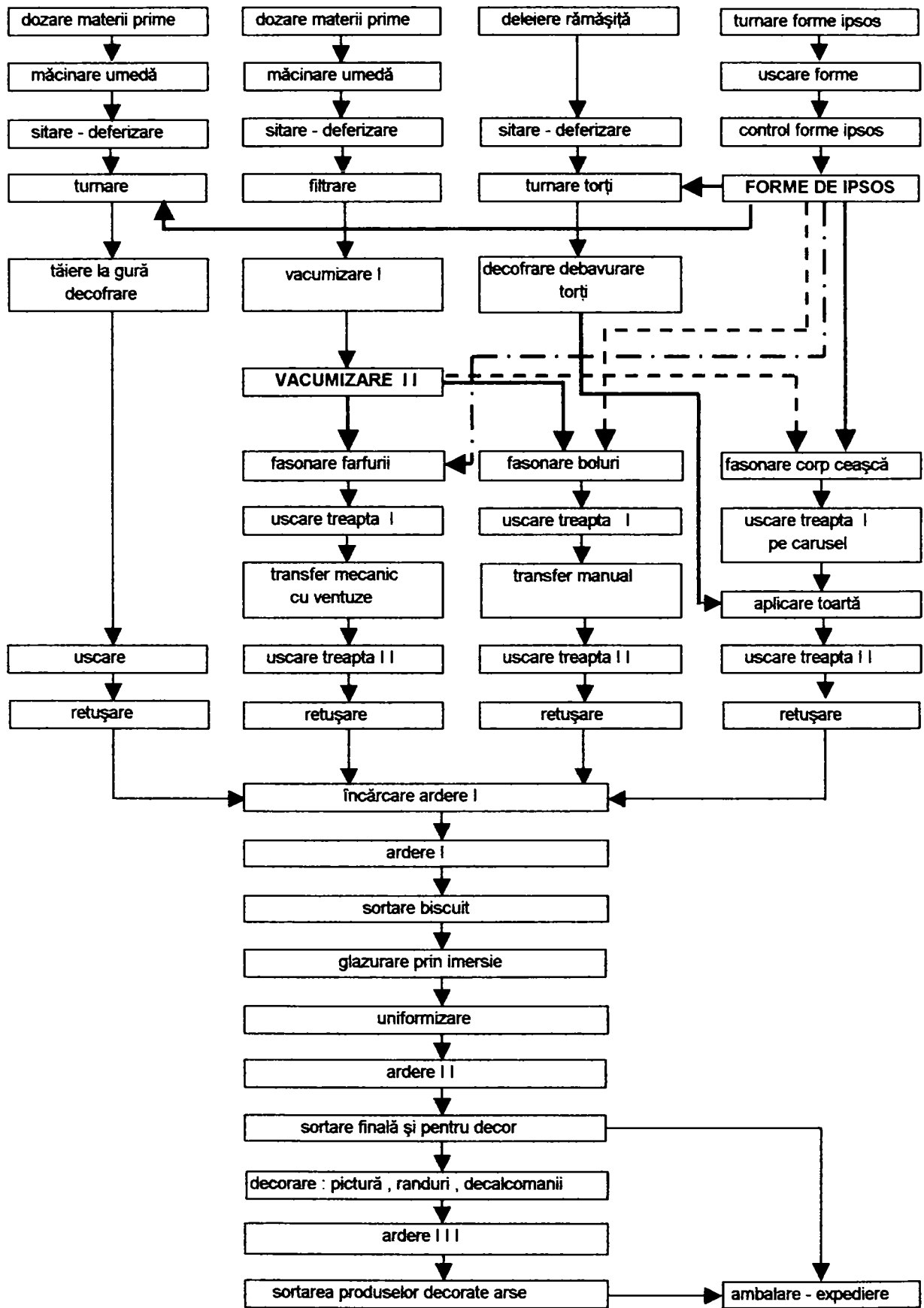


Fig.1.8. . Schema fluxului tehnologic de obținere a faianței de menaj și decorativă

I.6. REALIZĂRI ȘI TENDINȚE ÎN FABRICAȚIA FAIANȚEI DECORATIVE ȘI DE MENAJ

Schema din fig.I.8 redă fluxul clasic de obținere a produselor de faianță decorativă și de menaj . În cadrul acestui flux , pe anumite verigi ale acestuia s-au adus o serie de îmbunătățiri , de la modelaj până la ardere II (sau ardere III) , existând și unele tendințe noi pe plan mondial care sunt implementate în unele fabrici din țară .

Astfel , tendințele noi , sunt reprezentate de : presarea izostatică , turnarea sub presiune , fasonarea pe rollere în forme metalice [25] , represarea din pastă în forme de ipsos .

În sectorul modelaj , există linii de turnare automată a formelor de ipsos , în cadrul cărora se realizează automat dozarea exactă a ipsosului și a apei într-un raport ipsos – apă prestabilit , cu respectarea timpului de agitare, realizându-se și o dezaerare a barbotinei de ipsos înainte de turnarea pe modele , obținându-se forme de ipsos fără găuri sub oglindă și în secțiune , de o rezistență mecanică și o calitate superioară .

În ce privește glazurarea , există mai multe direcții pe care s-au înregistrat progrese și anume :

1. *Obținerea glazurilor .*

Este cazul realizării glazurilor supramăcinate , în mori cu microbule de Al_2O_3 sau de ZrO_2 cu diametre de 1,5-3 mm ce permit obținerea de glazuri cu dimensiuni ale particulelor de 25-30 μm [26].

Utilizând aceste mori (cu consum relativ mic de energie) la prepararea glazurilor se obține o calitate a suprafeței glazurii foarte bună , aceasta datorându-se dimensiunilor mici a particulelor și de asemenea distribuirii foarte omogene a tuturor particulelor din glazură , ceea ce influențează foarte mult modul de topire . De asemenea utilizarea acestor mori mai aduce unele avantaje : spațiu mic necesar pentru amplasare , operare ușoară , flexibilitate și productivitate mare [27] .

2. Metode de glazurare

- utilaje automate de glazurare interior-exterior , (prin imersie-exterior și jet-interior) la boluri și cești , cu două glazuri sau cu o glazură ,

- instalații automate de glazurare a farfuriilor , prin imersare în baia de glazură , cu rotirea farfuriilor , cu 8 – 10 capete de lucru care țin farfuriile cu ajutorul vidului pe câte un platan , sau cu imersie fără rotire

- instalații automate și semiautomate de glazurare , pe crud și pe biscuit (prin pulverizare interior și exterior) la boluri , ghivece , vase , cu două glazuri sau cu o glazură . În acest caz , produsele crude glazurate trebuie să aibă $w = \max.1\%$ înainte de încărcarea la ardere II .

3. Arderea produselor.

La partea de ardere a produselor , tehnologia de ardere a evoluat , s-a schimbat foarte mult . Astfel , pe parcursul a 16 ani , trecuți din 1989 , în industria ceramică autohtonă , tehnica de ardere a cunoscut o evoluție pozitivă în ce privește gradul de înnoire , de schimbare .

Făcând referire la industria faianței de menaj și artistice , inițial aceasta a fost dotată cu cuptoare tunel tip Celli cu următoarele caracteristici :

- lungime 83 m
- curbă lungă de ardere de 24 – 26 ore
- gradienti mari de temperatură (80 – 120°C) ceea ce ducea la diferențe mari de porozitate cu implicații asupra calității glazurării
- flexibilitate mică la încărcare
- consum ridicat de energie (3800 – 4200 kcal / kg produs) ,
- raport material : refractare ridicat , de până la 1 : 4

Schimbarea acestor cuptoare , cu altele , moderne , s-a realizat treptat, înlocuindu-se cu cuptoare tunel , pe vagoneti sau role , cu ardere accelerată sau rapidă, respectiv cuptoare cameră .

I.7. PRINCIPII ALE TRANSFERULUI DE CĂLDURĂ ÎN CUPTOARELE PENTRU ARDEREA FAIANȚEI

Evoluția cuptoarelor (a tehnicilor de ardere) spre cicluri din ce în ce mai reduse de ardere și randamente mai bune , au impus cunoașterea mult mai precisă a diferitelor fenomene fizice relativ la transferurile de căldură . [28] .

Principalele modalități de transfer termic , existente sunt convecția și radiația .

RADIAȚIA din cuptor care ajunge la produsele din cuptor ajunge la acestea din două surse :

1 - radiația de la pereții și bolta cuptorului , conform legii lui BOLTZMANN:

$Q = \epsilon \cdot A \cdot c \cdot (T_1^4 - T_2^4)$ unde c = constanta lui Boltzmann , ϵ = coeficientul de emisie al pereților (sursei) , A = suprafața emitentă , T_1 = temperatura peretelui , T_2 = temperatura produsului . Aceasta se completează cu legile radiației geometrice ale lui LAMBERT ($E = E_n \cdot \cos \varphi$) .

2 - radiația de la gazele de ardere . Din acest punct de vedere gazele se împart în două categorii : gaze homeopolare , transparente la radiațiile calorice (O_2 , N_2) , și gazele heteropolare (CO_2 , H_2O_v , SO_2 ,) . Cele mai importante sunt CO_2 și H_2O_v care au coeficienți de emisie mari , posedă niște benzi de emisie și absorbție cu o suficientă lățime pentru a fi luate în considerare în transferul de căldură . Ele au anumite domenii în care benzile de absorbție se suprapun (de acestea trebuie ținut cont când se calculează transferul de căldură al unui amestec de gaze) .

Cantitatea de radiație produsă depinde deci de compoziția chimică a gazelor de ardere , iar aceasta la rândul ei , pentru un anumit combustibil , variază în conformitate cu conținutul de exces de aer .

Radiația provocată de un gaz este dată de relația :

$$E = \epsilon_g \cdot C_n \cdot \left(\frac{T_g}{100} \right)^4 , \text{ unde } \epsilon_g \text{ este coeficientul de emisie al gazului , } C_n =$$

coeficientul de radiație alcorpului absolut negru (= $4,96 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grad}$) .

S-au mai căutat și alte relații , pentru fluxul de căldură emis de gaze , de exemplu $E = K \cdot (T_g / 100)^n$ unde $n = 3-3,5$ iar $K = f (p_{H_2O, CO_2} , h , \text{temp.})$.

Fluxul emitent , este funcție de temperatura gazului . Radiația este un fenomen greu de controlat , acest fapt datorându-se dependenței transferului de căldură de puterea a 4-a a temperaturii absolute . Astfel o creștere cu 10 % a temperaturii absolute produce o creștere cu 45% a transmisiei căldurii .

Pentru a obține un transfer termic constant și stabil trebuie identificate cu exactitate ariile din cuptor unde radiația începe să apară (la peste 800°C) . **CONVECȚIA** este o transmitere a căldurii produsă de moleculele de gaze când acestea vin în contact cu substanțele solide . Cantitatea de căldură transmisă fiind dată de relația :

$$Q = \alpha \cdot S \cdot (T_2 - T_1)$$
 unde S este suprafața de schimb termic , T_2 temperatura gazelor , T_1 temperatura suprafeței produselor , α coeficient de transmitere a căldurii prin convecție [29].

După cum se vede din relație , transferul termic poate fi crescut prin creșterea diferenței de temperatură ce există între curentul de gaze și produs, dar această soluție poate produce în produs și în refractarele cuptorului schimbări de volum la care ar putea fi capabil să nu reziste . Altă posibilitate de intensificare a transferului termic , este creșterea lui α prin creșterea vitezei de circulație a gazelor în cuptor . Există două tipuri de circulație a acestora :

- ***laminară*** , când practic E_c a gazelor este mai mică decât vâscozitatea acestora și transmiterea căldurii se realizează prin conducție în gaz și contact între moleculele de gaz și substanța solidă (produse) , cantitatea de căldură ce se transmite în acest mod fiind mică , deoarece gazele sunt rele conducătoare de căldură .

- ***turbulentă*** , când E_c a gazelor este mai mare decât vâscozitatea acestora și indiferent de poziția lor în curent , moleculele de gaz pot ajunge la produs , cedându-i energia termică prin contact direct , cantitatea de căldură transmisă în acest mod fiind considerabilă .

Viteza la care începe curgerea turbulentă , depinde de temperatură , se poate calcula cu ajutorul criteriului Re [28 , 30] și este :

1,0 m/s	la 200°C
1,2 m/s	la 400°C
1,4 m/s	la 600°C
1,6 m/s	la 800°C

Deasupra acestor viteze critice , schimbul termic datorat convecției crește , iar coeficientul de transfer termic α este o funcție a vitezei . La viteze mici , α se calculează cu diverse formule care pleacă de la calcularea criteriului $Nu = \alpha \cdot d / \lambda$ [31] , care se calculează cu formule care depind de criteriul Re , sau cu formule directe , cum ar fi

- pentru canale de zidărie

$$\alpha_{conv} = 0,688 \frac{W_0^{0,8}}{d^{0,33}} \sqrt{T}$$

În mare măsură , la schimbul de căldură prin convecție contribuie viteza fluidului și s-a încercat determinarea experimentală a unor ecuații care să permită stabilirea lui α_{conv} în funcție de viteza curentului de gaz . De exemplu relația empirică a lui JAKOB [28] :

$$\alpha = 14,5 \cdot v^{0,45}$$

Deci practic la viteze mari , α este funcție de viteză . Aceasta a fost direcția în care s-au dezvoltat în special arzătoarele cu care s-au echipat cuptoarele , iar dezvoltarea lor a fost chiar mai importantă decât dezvoltarea cuptoarelor însăși .

Arzătorul trebuie să fie capabil de un transfer de căldură controlat , el nu servește doar la producerea căldurii din combustibil și oxigenul din aer , el trebuie să fie capabil să provoace o contrapresiune în atmosfera cuptorului [32] .

Arzătorul trebuie să " taie " aerul care traversează cuptorul , pentru a crea mișcările convective necesare obținerii unui bun transfer de căldură și de masă și unei mai bune omogenități a arderii [33] .

Deci produsele se încălzesc datorită fluxului termic ce vine din trei surse : convecție , radiația pereților , radiația gazelor de ardere .

Datorită curenților de gaz și legilor lui LAMBERT , transferul de căldură depinde de : proiectarea cuptorului și de tipul de produse de ars . O îmbunătățire a arderii , este de fapt rezultatul abilității constructorului de cuptoare asupra măririi coeficienților de transfer termic . Pentru mai bune rezultate în proiectare se ține cont de rezultatele obținute pe modele în care este asigurată similitudinea geometrică și condițiile de similitudine hidrodinamică cu originalul prin egalitatea criteriilor Re , care împreună dau similitudinea câmpurilor de viteze de curgere . Cercetările pentru îmbunătățiri , trebuie realizate pentru fiecare cuptor în parte .

Se desprind câteva soluții ca metode de îmbunătățire de creștere a transferului termic :

1) – dezvoltarea de arzătoare JET , care au viteză mare de ieșire a gazelor de ardere , cea ce duce la creșterea lui α_{conv} . Au viteze de 100-160 m/s . Aceasta s-a realizat prin strangularea duzei de ieșire a gazelor arse și dezvoltarea ventilatoarelor de combustie , prin creșterea presiunii de refulare a aerului (de la 160 mm col H₂O la 380-500 mm col H₂O) , pentru învingerea pierderilor de presiune la ieșirea efectivă din arzător și pentru provocarea unei contrapresiuni în incinta cuptorului . În același timp se realizează și o creștere a p_{O_2} , necesară oxidării complete a substanțelor organice înaintea începerii eliminării apei de constituție din mineralele argiloase care împiedică oxidarea , adică pătrunderea oxigenului în produse . Calitatea biscuitului poate fi afectată dacă nu au plecat toate componentele organice (culoare gri) . Pentru a oxida 1 g substanțe organice , sunt necesari 10 l aer .

2) – plasarea de șicane în boltă și pereții cuptorului pentru prevenirea curgerii preferențiale a gazelor în interiorul încărcăturii și de-a lungul pereților , realizarea bolților plane , tavan .

3) – creșterea volumului de gaze în zona de preîncăzire , unde transferul de căldură este sărac , prin aducerea de aer cald suplimentar

4) - sistem dinamic de reglare a tirajului . Presiunea din cuptor este forțată să oscileze între două limite apropiate (1,1 mm col. apă) pentru prevenirea curgerii laminare .

5) – scăderea înălțimii vagonetului în raport cu lățimea : $L/H = 2/1$ la $5/1$

6) – utilizarea de materiale refractare ale căror coeficient de emisie general ($\Sigma \cdot A$) este potrivit pentru aria de transfer . Acest coeficient variază cu : compoziția chimică a refractarelor și valoarea ariei specifice .

Totodată s-au dezvoltat noi materiale refractare , care au permis dezvoltarea cuptoarelor tunel și cameră . Astfel , au apărut fibrele ceramice cu caracteristici complet diferite de a cărămizilor tradiționale de argilă , silimanit , corindon , etc . Aceasta a dus la schimbarea întregii proiectări a cuptoarelor , cu rezolvarea problemei contracției [34] . Contractia fibrelor este provocată de o cristalizare a lor , cu apariția de mult împreună cu cristobalit [35] .

Apariția și utilizarea fibrelor ceramice la construcția de cuptoare , prezintă mai multe avantaje : economie de energie pentru încălzire (gaz metan , energie electrică) , economie de energie electrică la alimentarea pompelor , ventilatoarelor sau motoarelor, economie la mâna de lucru necesară pentru reparații și întreținere [36] , fibrele ceramice având anumite caracteristici specifice , precum : densitate aparentă foarte mică, putere de izolare foarte mare , insensibilitate la șoc termic [37] (de exemplu ; forma și structura fibrelor silico-aluminoase le conferă acestora o excelentă rezistență la șocuri termice dintre cele mai violente [38]) , ceea ce a permis și dezvoltarea cuptoarelor cameră , căptușite cu fibre ceramice .

Pentru cuptoarele intermitente utilizarea de fibre oferă maximum de avantaje . În același timp nu sunt de neglijat în cuptoarele continue , după caz . Factorul esențial ce determină aceste avantaje este reducerea inerției termice a pereților . Datorită acestui fapt , pentru atingerea temperaturii de lucru este nevoie de mai puțină energie iar timpul de urcare la palier este mai scurt . Ca urmare se realizează mare parte din economia de combustibil [39] .

De asemenea au apărut cărămizi cu proprietăți îmbunătățite (clasa izorefractarelor) care acumulează mai puțină căldură . Se folosesc în special la cuptoarele tunel pentru pereți și boltă , iar la cuptoarele cameră moderne la partea de izolare gazodinamică dintre cuptor și vagonetți .

Și materialele refractare pentru suportți și plăci au cunoscut o dezvoltare în ce privește calitatea lor , dată de compoziție , textură , formă, dimensiuni și mod de asamblare – refractarele cordieritice , multicordieritice (vagonetții vechi se asamblau prin lipire , lucru ce dădea multe probleme în exploatare , cum ar fi : flexibilitate redusă la încărcarea produselor cu înălțimi mai mici decât distanțele dintre plăci , schimbare greoaie a structurii dimensionale pe înălțime a vagonetților , după un număr mic de cicluri apăreau crăpături sau rupturi ale colțurilor plăcilor cu posibilitatea apariției caramboalelor în cuptoare , etc.) , rezistente la șoc termic și mai rezistente mecanic deci mai subțiri . Suportții de asemenea sunt mai suplii. S-a ajuns de la un raport 4:1 la 2:1 sau 1:1 refractar : material , cu influențe asupra consumului specific de gaz (refractarele reprezentând un balast termic) și posibilitatea trecerii la **ardere rapidă** pe cuptoare tunel (la acestea rezerva de putere este mică și ele nu pot ajunge la temperatura de regim dacă se folosesc refractare groase , în raport mare față de

materialul de ars) . Dezvoltarea procedeelor noi de ardere rapidă poate fi considerată aproape o revoluție în sectorul arderii [40] .

Mariajul dintre arzătoarele jet și materialele refractare fibroase , a condus la realizarea de cuptoare intermitente , în particular bine adaptate la arderea rapidă , singura limită impusă pentru reducerea ciclurilor de ardere fiind acum aceea dată de proprietățile produsului tratat [41] .

La cuptoarele tunel de ardere rapidă sau accelerată , este absolut necesară folosirea vagonetilor cu fibră ceramică , deci care nu acumulează căldură (nu consumă căldură pentru încălzire și nu se pierde căldură prin scoaterea din cuptor) plus rezistența la șoc termic , necesară circulației accelerate prin cuptor .

La acești vagoneti , structura de auxiliari suport nu este amplasată direct pe miezul izolației , suportii utilizați sunt sprijiniți prin izolație pe scheletul metalic al acestora . Transportul lor prin cuptor se face continuu cu împingătoare hidraulice .

Supravegherea și controlul operațiilor : transport , menținerea curbei de ardere , etc. se face cu ajutorul unui procesor inclus într-un programator sau într-un calculator , în mod automat .

În S.C. FAIMAR S.A. există două cuptoare tunel , moderne , de la firma BRICESCO-ANGLIA , unul pentru ardere I și celălalt pentru ardere II.

Cuptorul pentru biscuit are următoarele caracteristici :

$L=55,7$ m ; 8000 t/an ; durata ciclului de la rece la rece 12 ore la timp de împingere 10 minute ; T_{max} de ardere = 1135-1150°C ; 131 kg produse / vagonet ; 268,5 kg total încărcătură /vagonet ; $H_i = 0,6$ m ; consum specific 1650-1750 kcal / kg produs . 1,14 mc / vagon .

Cuptorul pentru glazură are următoarele caracteristici :

$L=49$ m ; 5000t/an ; durata ciclului de ardere 6,5 ore la timp de împingere 6,5 minute ; T_{max} de ardere = 1180-1200 °C ; 104 kg produse / vagonet ; 294 kg total încărcătură/vagonet ; $H_i= 0,6$ m ; consum specific 1750 - 1850 kcal / kg produs ; 0,912 mc/vagon.

Ambele cuptoare sunt realizate din cărămidă izorefractară ; vagonetii din fibre ceramice . În exterior vagonetii circulă pe lungime (ușurință la încărcare – descărcare), în interior pe lățime , transferul fiind asigurat de două transfercaruri hidraulice aflate la

capete . La intrare , ambele cuptoare au închidere cu sistem ecluză de dimensiunea unui vagonet .

Împingerea este asigurată de câte două împingătoare hidraulice , fiind o circulație continuă , fără întreruperi , în interiorul cuptorului .

Conducerea arderii este asigurată de un calculator pentru ambele cuptoare , care menține constante temperaturile în zonele de ardere unde sunt arzătoare , acestea fiind comandate în grupuri de câte 4 respectiv câte 8 pe ultimele două zone ale fiecărui cuptor , prin deschiderea și închiderea câte unei valve de aer , aferentă unui grup de 4 respectiv 8 arzătoare .

Temperatura este monitorizată pe fiecare modul al cuptorului (într-unul fiind câte trei vagoneti) redând și curba de ardere instantanee putând ușor să se tragă concluzii asupra acesteia , cu posibilitatea reglării ei din panou , sau elemente de reglare de pe cuptor : șibăre , robineți , modificarea puterii maxime a arzătoarelor , etc.

Uniformitatea arderii biscuit și a glazurii este verificată cu ajutorul inelelor Bullers și dau un gradient de 10-14 ° C iar la biscuit o variație a absorbției de apă de 1,5 - 2 % pe acest cuptor pe aceeași curbă de ardere , fără restricții deosebite la încărcare pentru produsele turnate și strunjite .

Mai performant decât acestea , este cuptorul pe role de la CESIRO pentru ardere II , cu o curbă de 3-3,5 ore de la rece la rece și un consum specific de cca 800 kcal / kg produs – dar și compoziția glazurii are un conținut mai ridicat de frită (și supramăcinate la moara cu microbale) fiind deci mai scumpe .

Arderea rapidă mai este importantă și datorită faptului că se reduce cantitatea de FLUOR emisă în atmosferă (care atacă stratul de ozon) . Acesta iese din produse în intervalul de temperatură 600-1000°C . Cu cât acesta este traversat mai rapid cu atât se degajă din produse mai puțin fluor .

Un cuptor interesant este cuptorul cameră de la CERAMAR S.A. , achiziționat de la firma BRICESCO . Are următoarele caracteristici . este realizat în întregime din fibră , cu excepția porțiunilor de îmbinare cuptor-vagonet ; asigură 2 cicluri / 24 ore de la rece la rece , T_{max} de ardere 1180-1200°C ; s-a ars și biscuit și décor la 760 °C în foarte bune condiții de uniformitate ; producția 1800-200 kg / ciclu ; volum util 15,8 Mc ; consum specific 3150 kcal / kg produs ; este echipat cu 12 arzătoare ISO JET pulsatorii (Random Pulse Sistem) ce asigură o convecție puternică , începând de la

temperaturi mici (implicit tirajul este pulsatoriu) , evacuarea gazelor ars făcându-se prin 10 tuburi ceramice refractare (5 pe o parte 5 pe alta) care au deschiderea între arzătoare în zona de imbinare cuptor- vagonet (flacăra răsturnată) și ieșirea la partea superioară într-o hotă colectoare . Toate aceste tuburi de evacuare sunt prevăzute la ieșire cu clapete , care mențin presiunea în cuptor între niște limite prestabilite . Arzătoarele au un grad mare de reglabilitate , iar stabilitatea flăcărilor este asigurată de câte un arzător pilot , montat pe fiecare arzător , cu circuit separat de gaz – aer .

Cuptorul este dotat cu un analizor de gaz , care afișează în permanență valoarea conținutului de oxigen din cuptor și îl și înregistrează împreună cu curba de ardere .

Arzătoarele sunt conduse în grupuri de câte 4 . La atingerea T_{max} la arderea glazurii , conținutul de O_2 în gazele de ardere este 2% . Conducerea arderii este realizată de un programator cu mai multe funcții , fiind posibilă realizarea oricărui fel de curbă de ardere de tip accelerat , cu posibilitatea controlării și a vitezei de răcire (prin clapete) și a obținerii de glazuri cu efecte speciale .

De asemenea este posibilă mărirea capacității cuptorului prin montarea unui modul suplimentar , cu 4 arzătoare , 2 vagoneti , păstrând restul elementelor (programator , rampă de gaz , panou electric , ventilator combustie) .

II. CARACTERIZAREA MATERIILOR PRIME CLASICE ȘI CERCETĂRI PRIVIND LĂRGIREA BAZEI DE MATERII PRIME

Calitatea și prețul de cost sunt obiectivele urmărite cu atenție maximă în toate procesele de fabricație . În mod particular , în cadrul prezentei teze de doctorat aceste obiective au fost urmărite în fabricația faianței de menaj și decorative .

Primul pas pentru realizarea acestor obiective constă în caracterizarea materiilor prime clasice utilizate în fabricația maselor de faianță și a glazurilor și abia după aceea găsirea de noi materii prime care să permită reducerea prețului de cost , fără a afecta negativ calitatea sau chiar îmbunătățind-o .

Întrucât alegerea rațională a materiilor prime plastice , în funcție de procedeul de fasonare a maselor (turnare sau strunjire) presupune o corelare riguroasă cu

compoziția granulometrică a acestora , în continuare s-a acordat o atenție sporită caracterizării compoziției granulometrice a caolinurilor și argilelor utilizate în fabricația curentă . Curbele granulometrice au fost determinate cu un granulometru cu laser FRITSCH , analysette 22 .

II.1. CARACTERIZAREA COMPOZIȚIEI GRANULOMETRICE A MATERIILOR PRIME PLASTICE

Caolinul Aghireș – cea mai importantă sursă de caolin din țara noastră o constituie nisipurile caolinoase-cuarțoase din zona Aghireș , care au o arie mare de răspândire între Cluj , Aghireș , Jibou , Surduc [42 ,43] .

După procesarea rocii rezultă un caolin (sortul D) , care are bune proprietăți de rezistență în stare uscată , de 3,5-4,5 și mai rar 5 N/mm² și plasticități destul de bune , cu indice de plasticitate , (I.P.) , după Pffeferkorn = 42-45% , fiind bun pentru utilizarea la fasonarea plastică .

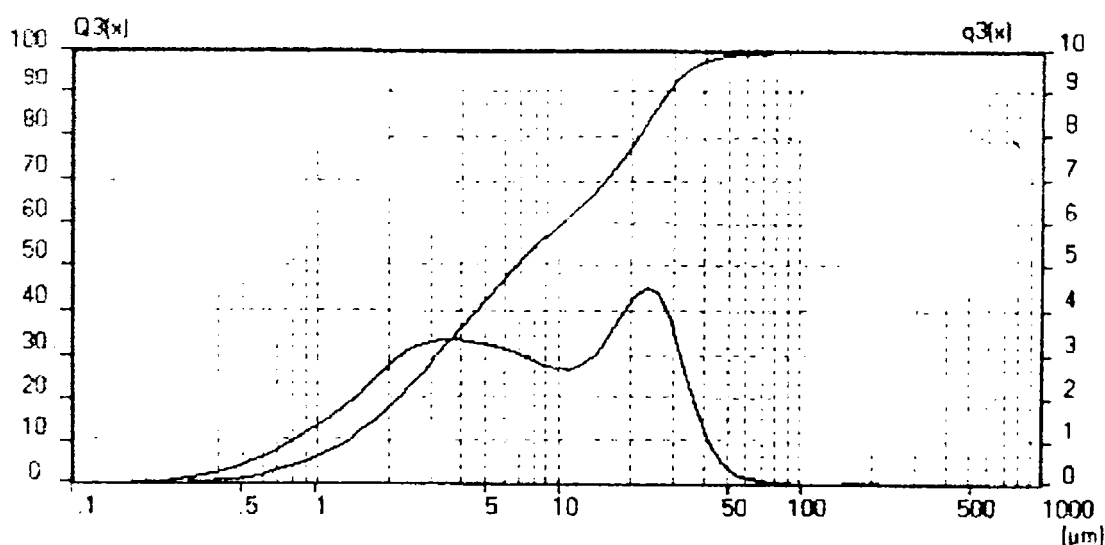


Fig.II.1.. Curba granulometrică a caolinului Aghireș D

În figura II.1. , se observă un vârf pe histogramă , corespunzător diametrului particulelor = 25μm , care corespunde mineralelor însoțitoare cu granulație fină spre grosieră .

Acesta mai apare și la alte materii prime plastice , cu alte valori și la alte diametre, având aceeași interpretare .

Se mai observă un maxim , aplatizat , practic un interval , corespunzător diametrelor particolelor argiloase cuprins între 2-7 μm .

Se mai obține și un caolin de turnare (sortul T) cu compoziția chimică apropiată , însă având rezistențe în stare uscată mai mici , de 2,2-2,4 N/mm^2 și indice tixotropic (I.T.) =1,3-1,5 .

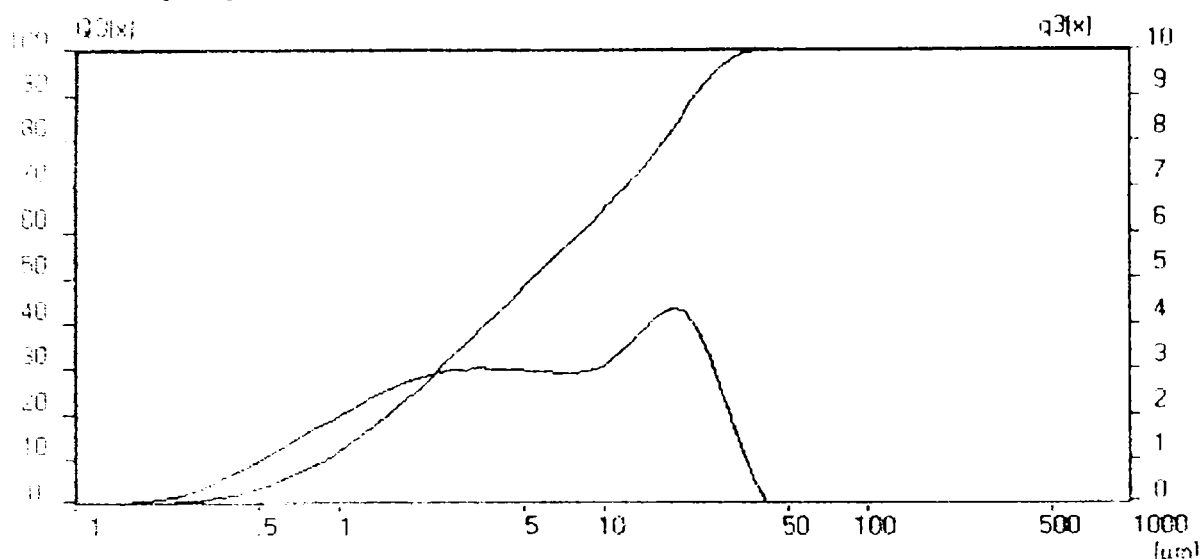


Fig.II.2. Curba granulometrică a caolinului Aghireș T

Alura curbelor granulometrice ale celor două caolinuri se aseamănă , având maximele histogramelor aproximativ în aceleași poziții . La caolinul de turnare , primul maxim este mai aplatizat , cu intervalul cuprins între 2,5-10 μm .

Conținutul relativ mare de Fe_2O_3 (3-3,5%) , limitează cantitatea maximă de caolin Aghireș în rețete , la valori de 8-10% , pentru caolinul de pastă .

Datorită prezenței în ambele caolinuri a acizilor humici în cantități relativ mari , 3-4% , caolinul de turnare se poate utiliza în rețete în cantități mai reduse , de 6-7% .

Caolinul Harghita – Zăcământul este situat în apropierea Băilor Harghita , la 7 km nord de șoseaua Miercurea Ciuc-Odorhei [42] . Caolinul de Harghita este deosebit de plastic , datorită prezenței ilitului și montmorillonitului . El are o bună rezistență în stare uscată , însă din cauza conținutului uneori destul de ridicat în oxizi de calciu și magneziu , prezintă un interval scăzut între punctual de vitrificare și înmuiere [44] .

Caolinul are interval mic de vitrefiere din cauza conținutului relativ ridicat de CaO și MgO .

Are o rezistență în stare uscată de 3,5-3,8 N/mm^2 , și plasticitatea I.P.=65-70%. Poate fi utilizat la fasonarea plastică în proporții de 6-8% .

Datorită plasticității ridicate se poate utiliza și în glazuri , ca agent de menținere în suspensie , în cantități de 4-5% .

Datorită fineții ridicate a acestuia , caolinul HARGHITA nu poate fi fluidificat în condiții optime de greutate litrică și ca atare nu se poate utiliza în rețetele de turnare .

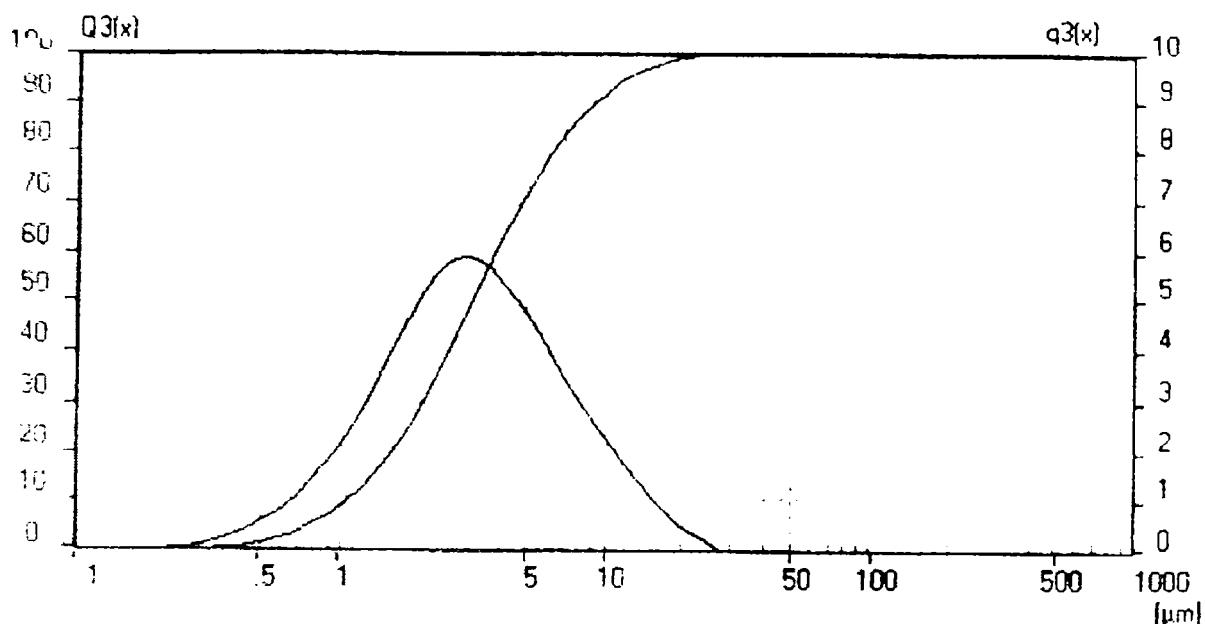


Fig.II.3. Curba granulometrică a caolinului Harghita

În fig.II.3. se observă un singur maxim pe histogramă situat în dreptul diametrului = 3 μm , iar curba cumulativă fiind situată mai în stânga , comparativ cu a caolinului Aghireș pastă , indicând o prezență mai masivă a particulelor fine , care contribuie la plasticitatea mai ridicată a caolinului Harghita .

Caolinul Vadu Crișului – Este un caolin de turnare , cu rezistența în stare uscată relativ mică , de 1,6-1,9 N/mm² , având I.T.=1,15-1,3 .

Are o plasticitate care variază mult de la un lot la altul , de la 41 la 49%.

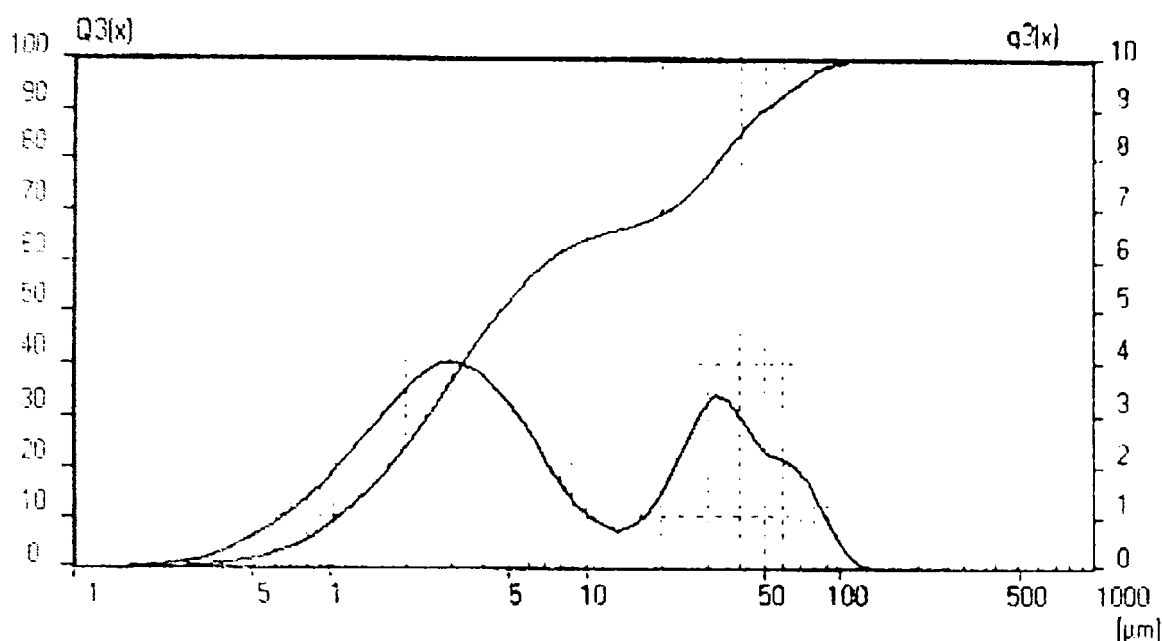


Fig . II. 4. Curba granulometrică a caolinului Vadu Crișului L₁

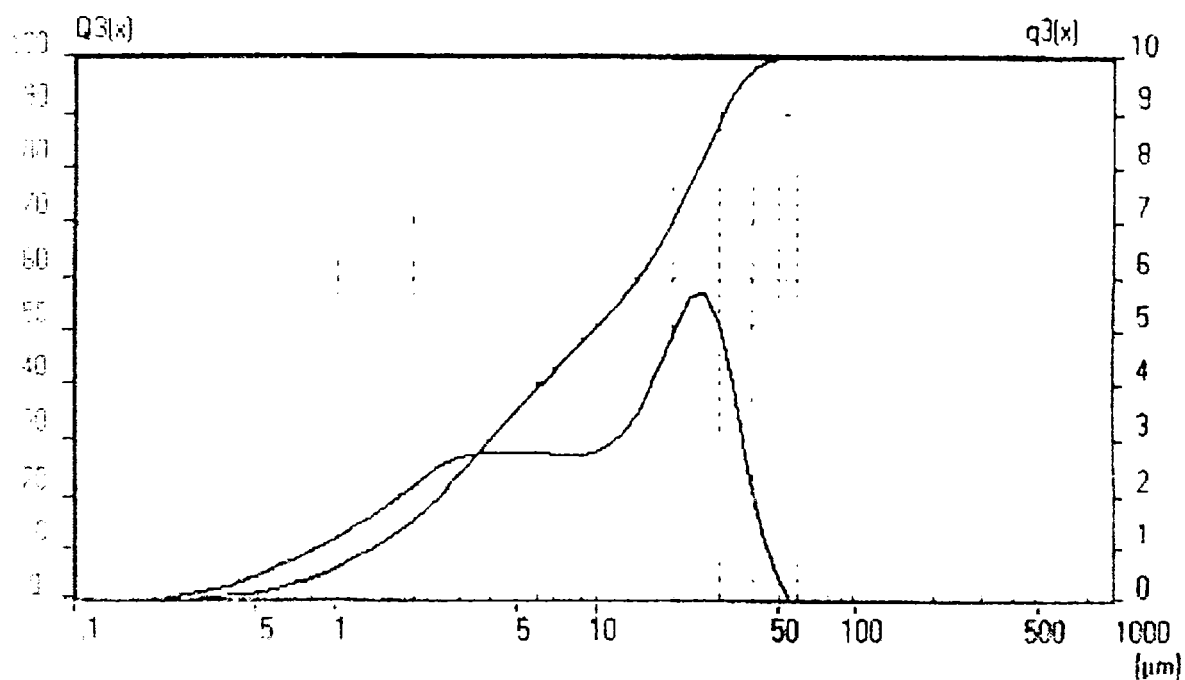


Fig.II.5. Curba granulometrică a caolinului Vadu Crișului L₂

Și la determinarea curbei granulometrice se obțin variații însemnate de la un lot la altul . În figurile II.4. și II.5. sunt prezentate curbele granulometrice pentru două loturi diferite de caolin de Vadu Crișului .

Acestea indică o variație dimensională mare în zăcământ , sau la prelucrarea acestuia , corelat cu coexistența particulelor mari de minerale însoțitoare cu particolele fine argiloase .

Caolinul Bojidar (BULGARIA)- este un caolin foarte cunoscut și utilizat. Are rezistență în stare uscată foarte mică , de 0,35-0,4 N/mm² și cu indice tixotropic mic = 1,2-1,3 . Se fluidifică ușor în prezența carbonatului și a silicatului de sodiu , fiind un caolin bun pentru turnare .

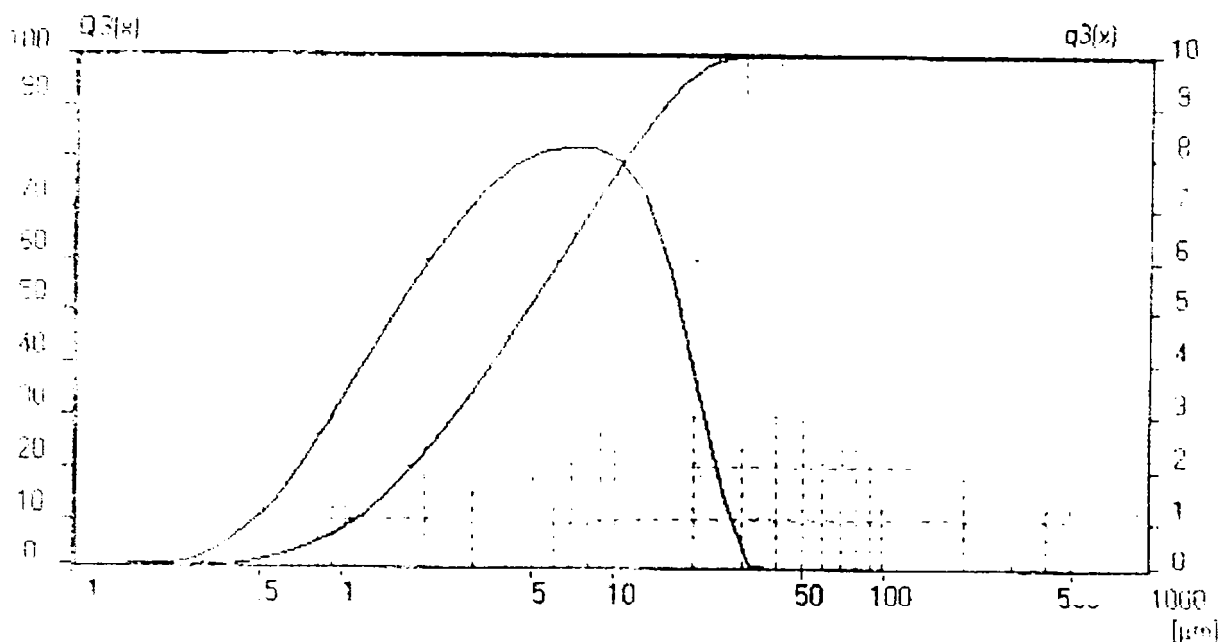


Fig.II.6. Curba granulometrică a caolinului Bojidar

În figura II.6. se observă prezența masivă a particulelor argiloase cu dimensiuni mari , cea ce confirmă rezistențele în stare uscată mici și aptitudinea bună la fluidifiere .

Având un conținut mic de Fe₂O₃ , de 0,65-0,80% , dă o culoare albă ușor gălbuie după ardere .

Se poate utiliza în cantități mari în rețete , de 15-20(22)% , asociat cu materii prime cu rezistențe în stare uscată mai mari .

Caolinul D1 (BULGARIA)- este un caolin care prezintă foarte multe asemănări cu caolinul Bojidar .

Are rezistența în stare uscată foarte mică , de 0,25-0,35 N/mm² , ușor mai mică decât la caolinul Bojidar , este ușor de fluidificat , are I.T. mic =1,2 fiind un caolin bun pentru turnare .

De asemenea , are un conținut mic de Fe₂O₃ , de 0,63-0,67% .

În fig.II.7. este redată curba granulometrică a caolinului D1 .

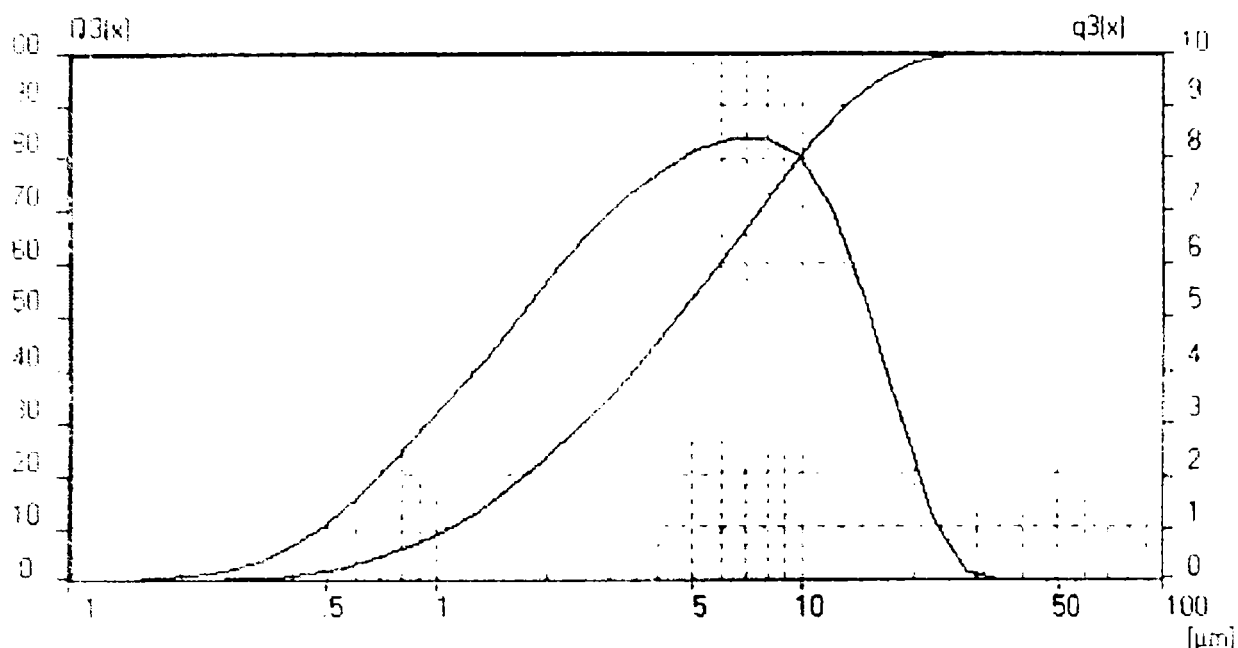


Fig.II.7. Curba granulometrică a caolinului D1

Se observă , asemănarea cu curba granulometrică a caolinului Bojidar , justificând și asemănarea în comportamentul tehnologic .

Se poate utiliza în rețetele de turnare în proporții de 15-20 % .

Datorită creșterii prețurilor la materiile prime ceramice din țară și la cele din import consacrate , se caută noi materii prime din țările învecinate , sau mai îndepărtate, situate în Asia sau Africa , la care prețurile să fie mai mici și să aibă proprietăți chimice și fizico - ceramice corespunzătoare , pentru a putea fi utilizate în fluxurile tehnologice de fabricație a faianței .

Astfel , au fost semnalate caolinuri și feldspați în Turcia [45] , caolinuri în Ucraina [46,47] , illite în Ungaria [48] care au proprietăți plastice deosebite , caolinuri și nisipuri cuarțoase în Ungaria [49] , nisipuri cuarțoase în India [50,51] , feldspați în Grecia [52] .

O parte din aceste materii prime au fost testate și sunt utilizate deja cu bune rezultate în masele de faianță .

Vor fi caracterizate pe parcurs , iar în final vor fi prezentate în câteva rețete de fabricație a faianțelor argiloase .

Caolinul ESV3 (TURCIA)- este un caolin cu rezistențe în stare uscată relativ bune , de 1,8-2,8 N/mm² , cu plasticitate I.P.= 41-42,3 % .

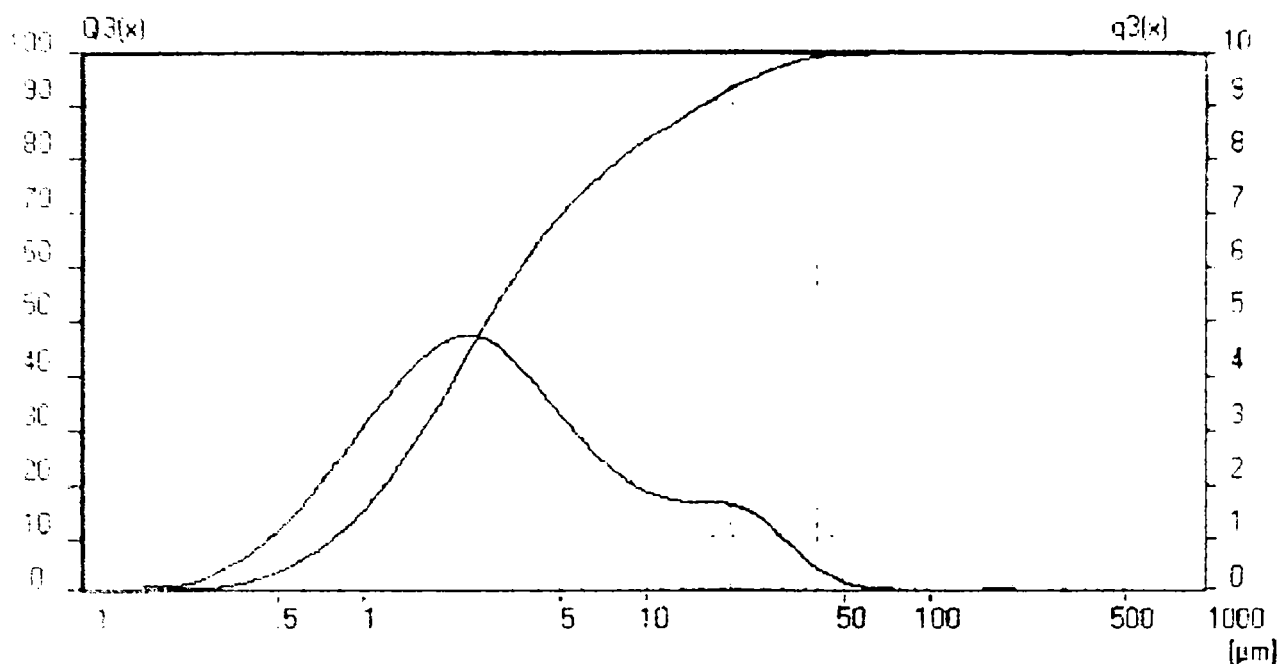


Fig.II.8. Curba granulometrică a caolinului ESV3

După curba granulometrică din fig.II.8. , rezultă că este mai bun pentru pastă decât pentru turnare , având o concentrație mai mare de particule argiloase cu dimensiuni mici .

Se poate utiliza atât în rețetele de turnare , fiind mai dificil de fluidificat , (are I.T.=1,5) , cât și în rețetele de pastă .

Caolinul KS1 (UCRAINA) – este un caolin cu rezistențe în stare uscată relativ mici de 0,68 - 0,74 N/mm² .

Fluidifierea lui individuală este mai dificilă având I.T.=1,6 însă asociat cu caolinuri bune pentru turnare (caolin Bojidar , caolin D1) , se pot obține barbotine de turnare cu proprietăți corespunzătoare .

Caolinul are plasticitate bună , I.P.=46-48% , ca atare se poate utiliza în rețetele de pastă , în cantități de 10-15% .

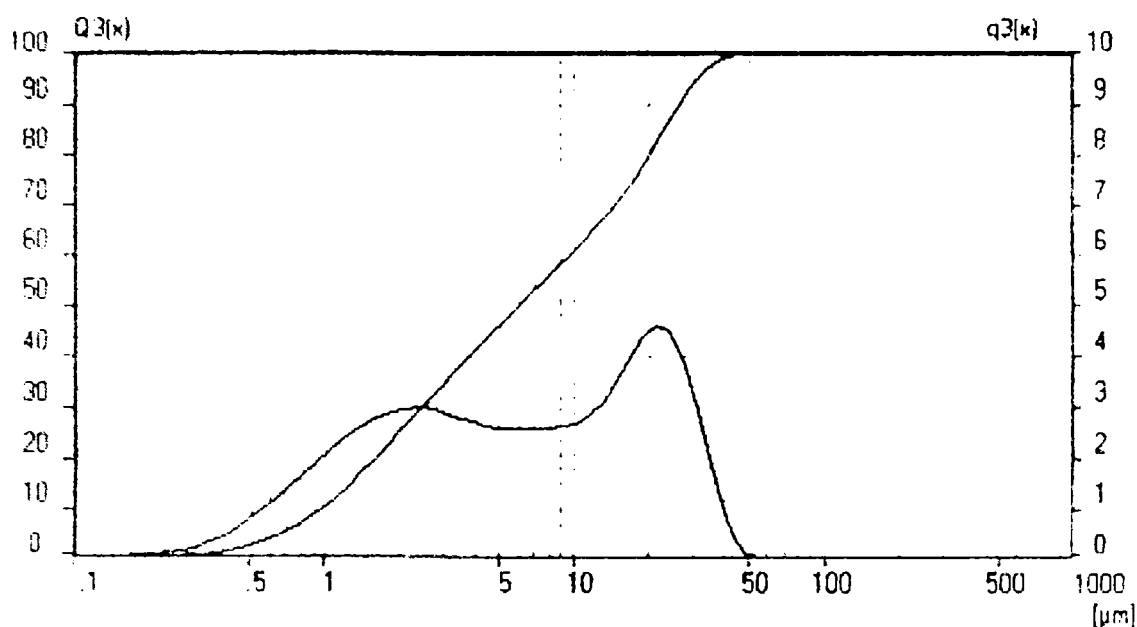


Fig.II.9 Curba granulometrică a caolinului KS1

Caolinul Veatovo (BULGARIA) – are un I.P. ridicat , de 47-49 % , fiind un caolin bun pentru fasonarea plastică .

Se poate utiliza în pastă în proporții ridicate , de 25-30 % , neavând însă și rezistențe mecanice ridicate .

Acestea sunt cuprinse în intervalul $0,44-0,58 \text{ N/mm}^2$.

Având conținutul de Fe_2O_3 relativ mic , de 0,7-0,9 % , după ardere are o culoare alb , ușor gălbuie . Nu este recomandabilă utilizarea lui în barbotinele de turnare, deoarece scade viteza de formare a peretelui în forma de ipsos și desprinderea din formă este dificilă .

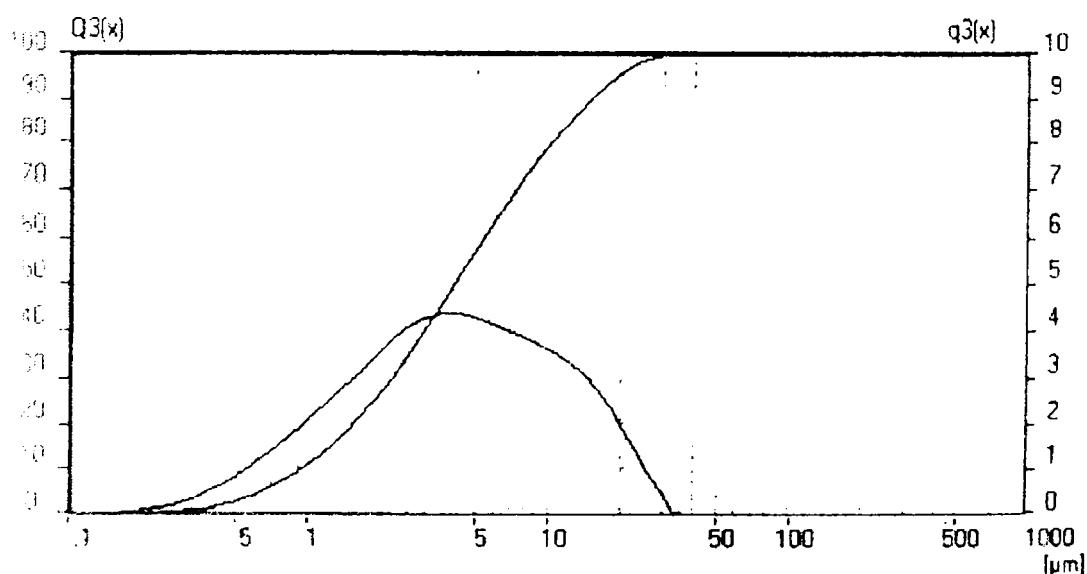


Fig .II.10. Curba granulometrică a caolinului Veatovo

Caolinul KOC (POLONIA)- are plasticitate bună pentru fasonarea plastică , I.P. =44,5-46 % , dar are rezistențe în stare uscată mici , de 0,42-0,44 N/mm² .

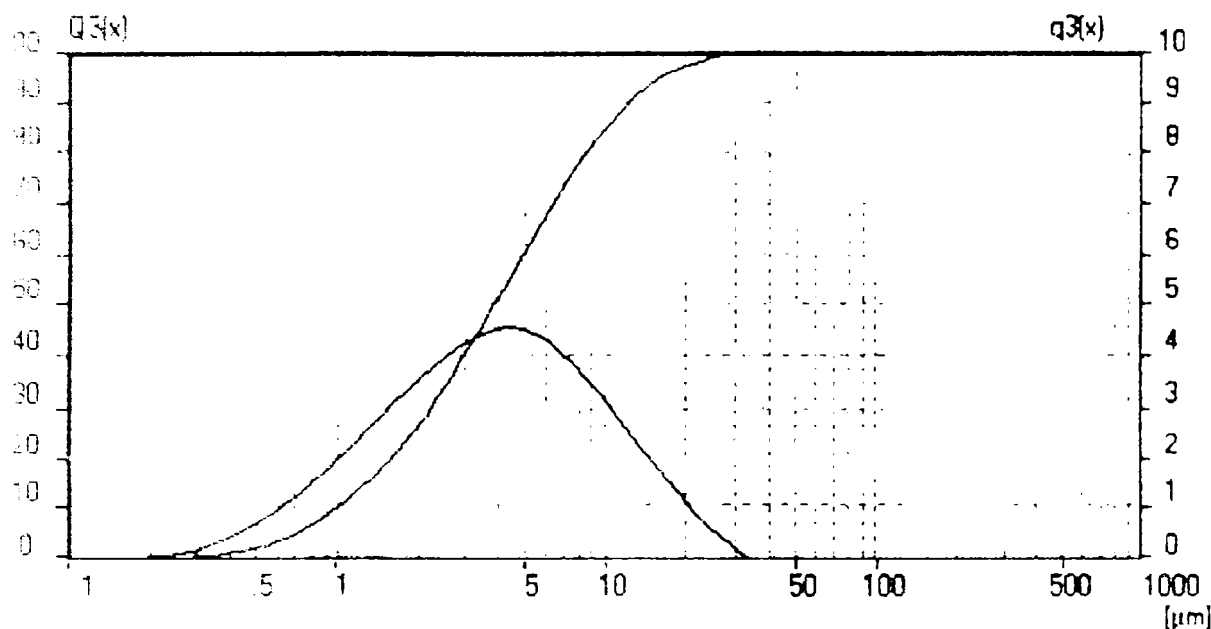


Fig.II.11. Curba granulometrică a caolinului KOC [53]

Se poate utiliza în cantități de 5-10 % , având conținutul în alcalii relativ mare , de 2,9-3,0 % .

Caolinul Stejera – Zăcământul este situat la limita estică a masivului cristalin al Țicăului , în apropierea comunei Mireșu Mare , la sud de Baia Mare [42,54] .

Mineralele argiloase care reprezintă cca 20% din volumul total al rocii , sunt reprezentate de caolinit (50-80 %) , halloysit , montmorillonit , illyt . Mineralele neargiloase sunt constituite din cuarț , feldspați , mice [42] .

La exploatarea zăcământului rezultă trei tipuri de caolin în stare brută, neprelucrate ; A , B și C . Dintre acestea , prezintă interes ca atare pentru faianță primele două . Caolinul Stejera C are conținut de Fe₂O₃ mai mare de 5% . Fierul , principalul component dăunător , este legat de prezența mineralelor ferifere relicte , oxidice sau silicatică . Cantități neînsemnate sunt legate în rețeaua cristalină-stratul octaedric în montmorillonit , illyt sau ca sulfură [17] .

Caolinul Stejera A și B brute , au proprietăți fizico-ceramice apropiate , respectiv I.P. = 26-31 % , rezistențe în stare uscată de 1-1,7 N/mm² și I.T.= 1,2-1,25 .

În fig.II.12 este redată curba granulometrică a caolinului Stejera A , după o măcinare umedă a acestuia 10 ore , în raport apă : material = 1 : 1 .

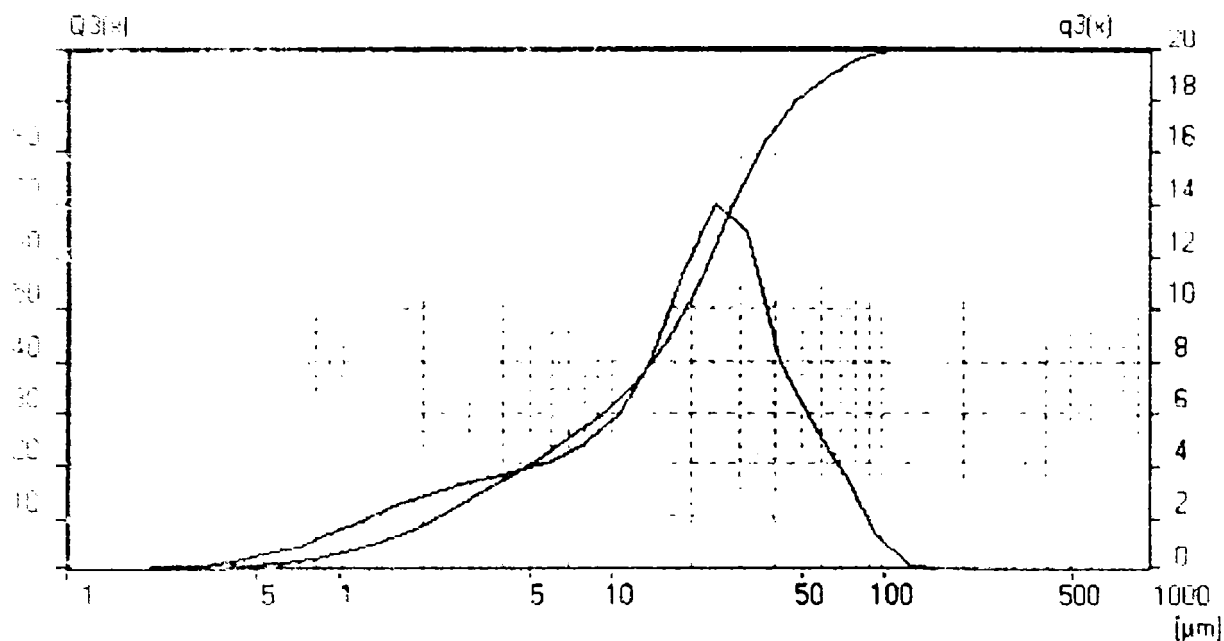


Fig. II.12. Curba granulometrică a caolinului Stejera A

Se observă prezența mai accentuată a mineralelelor însoțitoare cu granulație mare și prezența relativ slabă a mineralelelor argiloase .

În fig.II.13. este prezentată curba granulometrică a caolinului Stejera B, tot după o măcinare umedă a acestuia .

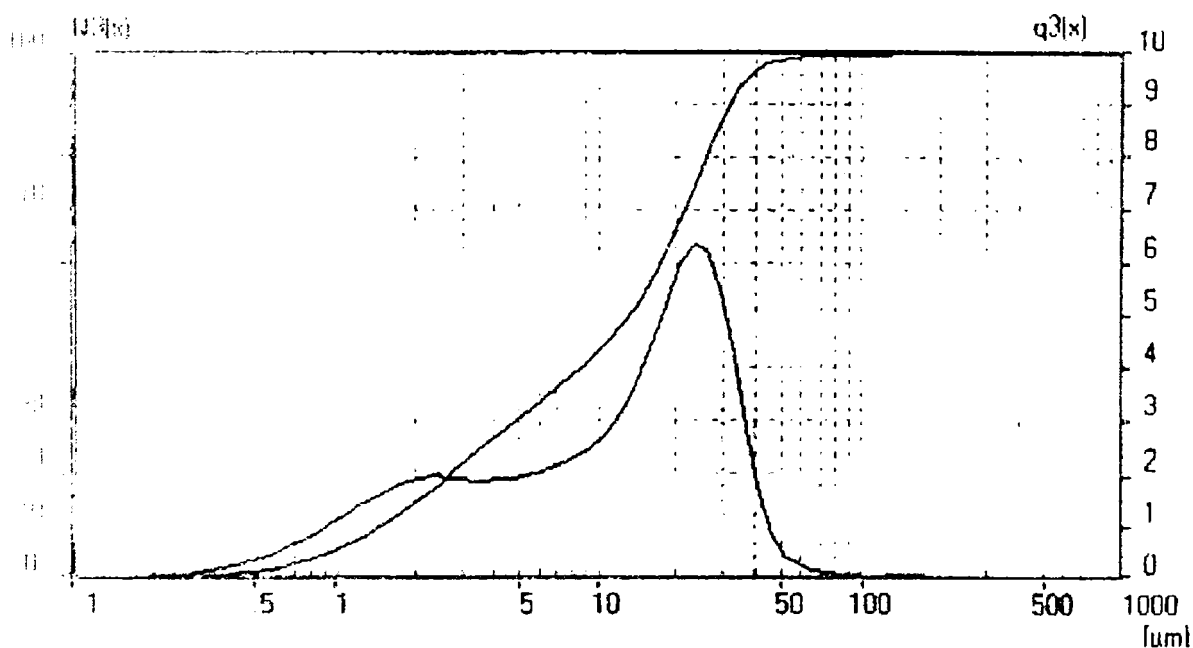


Fig. II.13. Curba granulometrică a caolinului Stejera B

Se observă asemănarea celor două curbe .

Ambele caolinuri se pot utiliza în rețetele de turnare concomitent sau alternativ , în proporții de până la 16 % caolinul Stejera A respectiv 10-12 % caolinul Stejera B .

Caolinul Stejera B are conținut mai mare de $Fe_2O_3 = 2,2-2,26 \%$.

Bentonita de CLUJ – are o plasticitate ridicată , și datorită conținutului ridicat de particole fine conform curbei granulometrice din fig.II.14.

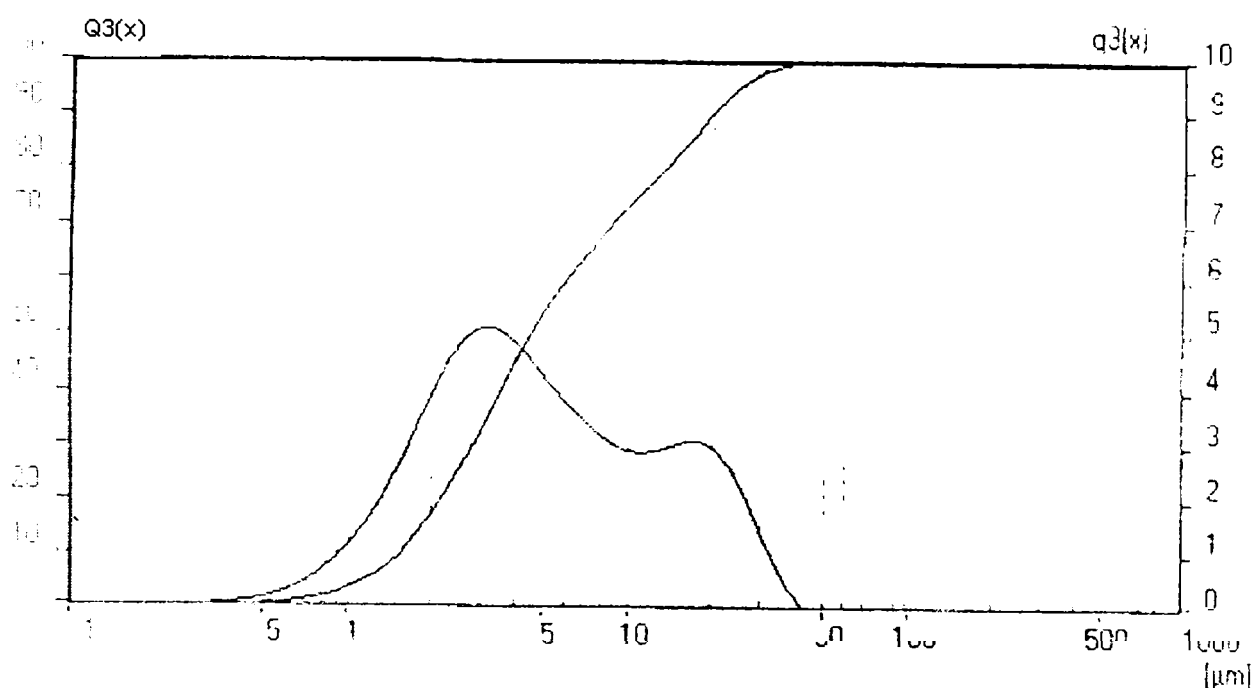


Fig.II.14. Curba granulometrică a bentonitei de Cluj

Are însă rezistențe în stare uscată mici , de $1,2-1,4 \text{ N/mm}^2$, putând fi utilizat în rețetele de pastă în cantități de 2-3 % , ca adaos de plastifiere .

În fig.II.15., [17] sunt redate curbele termodiferențiale ale bentonitei de Cluj precum și ale bentonitelor de Răzoare și Valea Chioarului , care sunt cuprinse în tabelul nr.I.2.

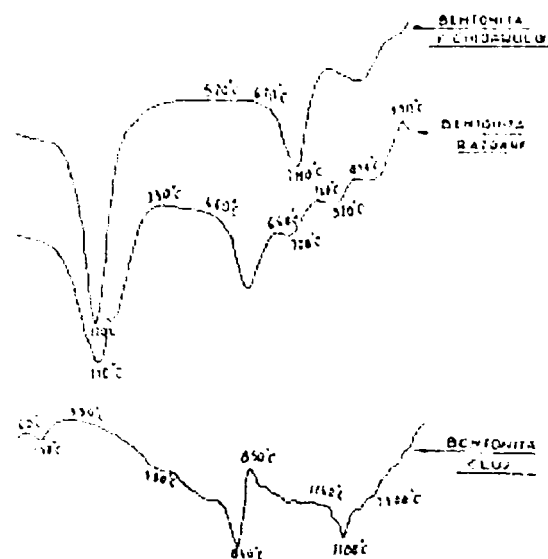


Fig. II.15. Diagramele termodiferențiale ale bentonitelor de Cluj ,Valea Chioarului și Răzoare

Illit A (UNGARIA) - este foarte plastic , având I.P.=68,4 % și rezistență ridicată în stare uscată , de 3,9 N/mm² .

În figura II.16. este prezentată curba granulometrică a acestuia .

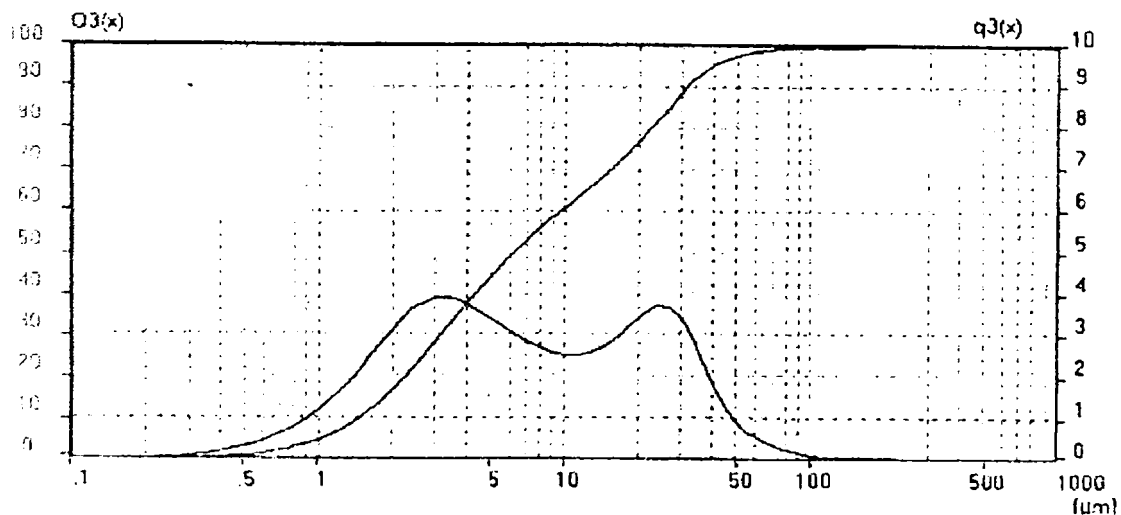


Fig . II.16. Curba granulometrică a Illitului A

Se observă prezența în proporție relativ ridicată a particulelor fine , care dau plasticitatea mare .

Illit C (UNGARIA) - Are o plasticitate ridicată I.P.=65,5 % , și o rezistență în stare uscată ridicată , de 4,6 N/mm².

În figura II.17. este dată curba granulometrică a acestuia .

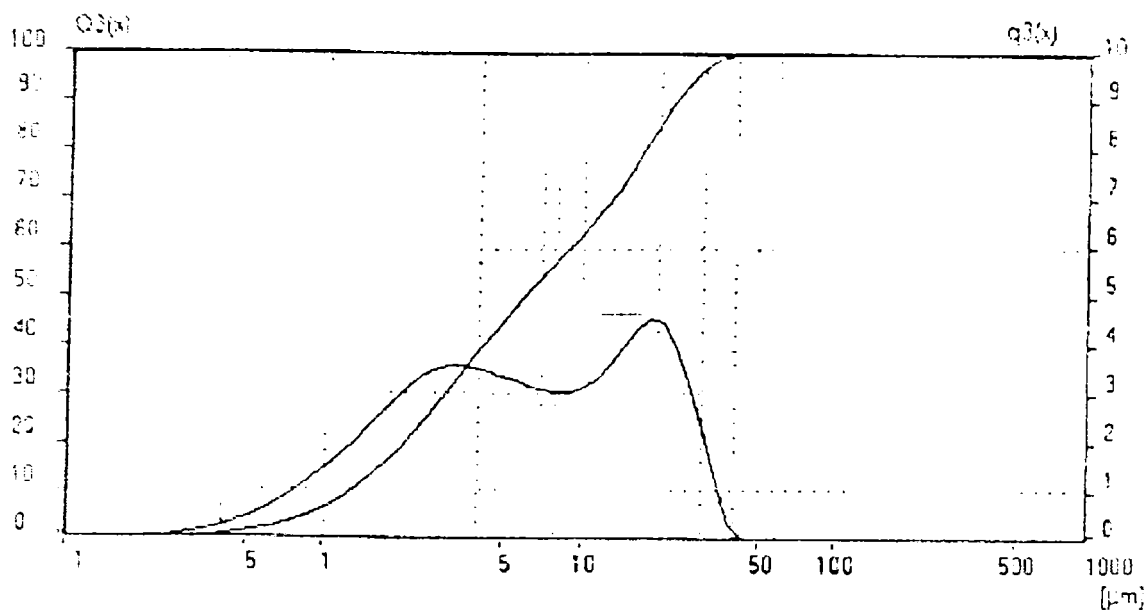


Fig.II.17. Curba granulometrică a Illitului C

Se observă și aici prezența relativ mare a particulelor fine , care dau plasticitatea ridicată și asemănarea curbei granulometrice cu a illitului A .

De asemenea are alcalii în cantități mari , de 8,67 % .

Se poate utiliza în rețetele de pastă în cantități de 3-5 % .

Argila de BOCHIA – se poate utiliza în rețetele de turnare în proporții mici de 1-2 % , având o rezistență bună în stare uscată de 3,9-4 N/mm² . Conținutul în rețete este limitat de concentrația mare de Fe₂O₃ =2,45 % și de alcalii , R₂O =3,15 .

Argila POPEȘTI – este o materie primă plastică cu rezistențe în stare uscată mari de 4-4,2 N/mm² , dar cu plasticități mici , I.P.=28-34 % .

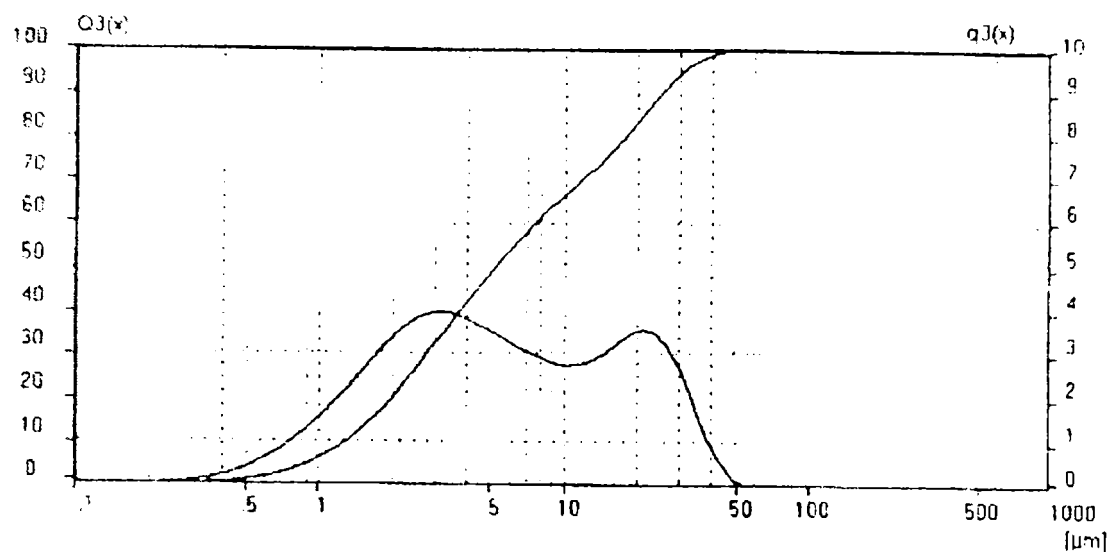
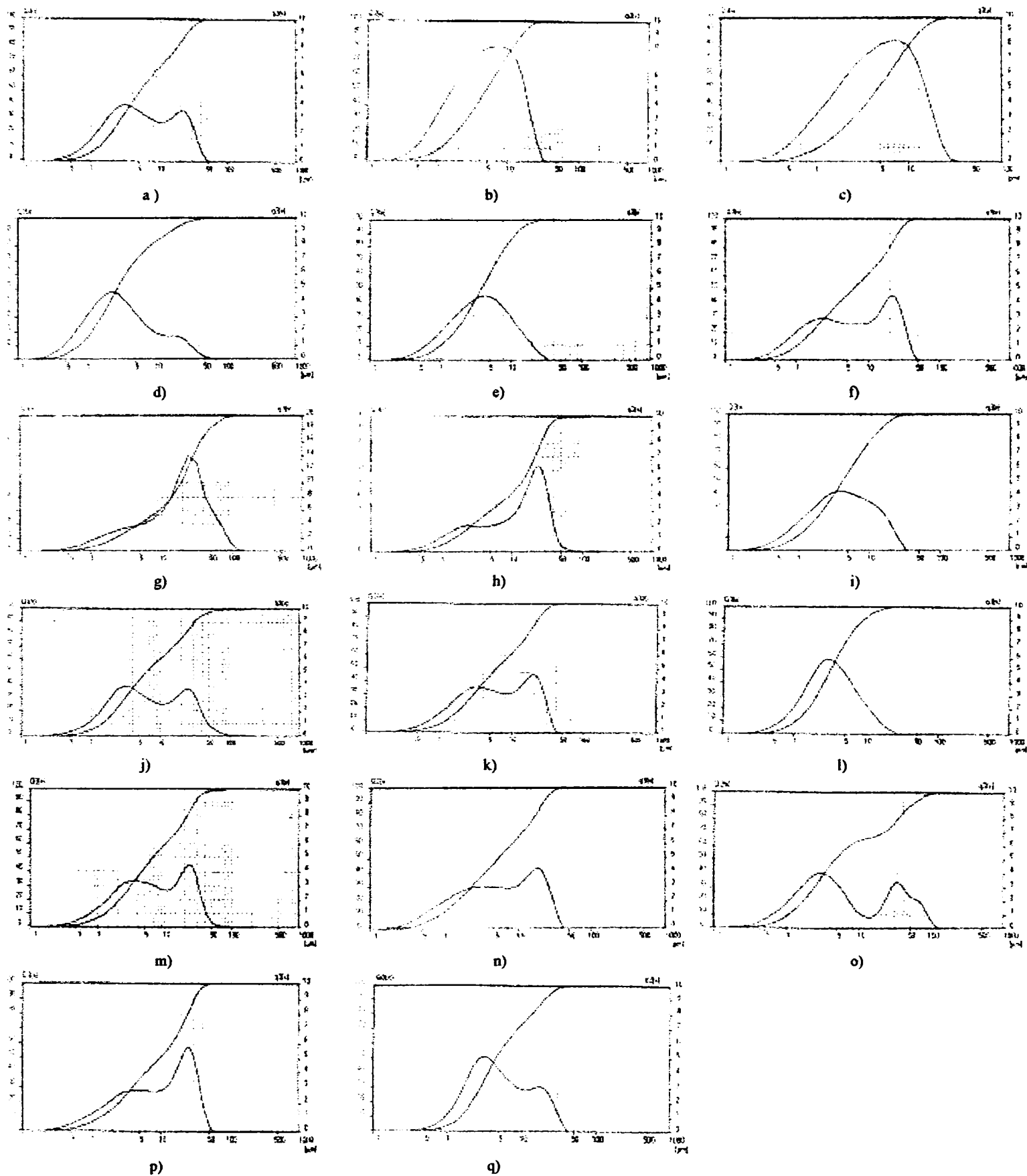


Fig. II.18. Curba granulometrică a argilei de Popești

Se poate utiliza în rețetele de pastă în proporții de 7-9-% , cantitatea fiind limitată de plasticitatea mică și conținutul relativ ridicat de $Fe_2O_3 = 2,1-2,6 \%$.

În figura II.19 sunt prezentate reunite , curbele granulometrice ale materiilor prime analizate și evidențiate mai sus .



a – argilă Popești , b – calin Bojidar , c-caolin D₁ , d – caolin ESV₃ , e – caolin KOC , f – caolin KS₁ , g – caolin Stejera A , h – caolin Stejera B , i – caolin Veatovo , j – illyt A , k – illyt C , l – caolin Harghita , m – caolin Aghireș D , n – caolin Aghireș T , o – caolin Vadu Crișului L₁ , p – caolin Vadu Crișului L₂ , q – bentonită Cluj

Fig.II.19. Curbele granulometrice ale unor caolinuri utilizate în fabricația faianței

II.2. PROPRIETĂȚI TEHNOLOGICE ALE MATERIILOR PRIME PLASTICE ȘI CORELAREA ACESTORA CU COMPOZIȚIA GRANULOMETRICĂ , MINERALOGICĂ ȘI CHIMICĂ

Din curbele granulometrice ale materiilor plastice prezentate rezultă câteva concluzii și anume :

-cele care au maximul pe histogramă în jurul diametrelor particulelor de $3 \mu\text{m}$, au în general plasticități și / sau rezistențe în stare uscată mari și nu se pot fluidifica sau au I.T. mare . Unele proprietăți le sunt alterate de prezența mineralelor însoțitoare (al doilea maxim prezent pe histogramă în jurul diametrelor particulelor de $20\text{-}25 \mu\text{m}$) .

-cele care au maximul pe histogramă în jurul diametrelor particulelor de $6,5\text{-}7 \mu\text{m}$, practic pe intervalul de la 4 la $9 \mu\text{m}$, au rezistențe în stare uscată mici și se pot fluidifica ușor .

-curbele granulometrice cumulative ale caolinurilor cu plasticități și / sau rezistențe în stare uscată mai mari , sunt situate mai în stânga față de cele ale caolinurilor bune pentru turnare .

-materiile prime plastice cu curbe granulometrice cu aluri asemănătoare, au comportamente asemănătoare .

-pentru una și aceeași materie primă plastică , proprietățile fizico-ceramice sunt asemănătoare dacă au curbele granulometrice asemănătoare .

Datorită faptului că în curbele granulometrice sunt cuprinse și dimensiunile granulelor mineralelor însoțitoare , degresante , indicațiile acestor curbe trebuie completate cu date rezultate din determinările fizico- ceramice și compoziții chimice și mineralogice , pentru a avea o caracterizare mai amplă , mai ales când este vorba de o materie primă plastică nouă .

Pentru a avea o caracterizare mai completă a materiilor prime plastice trebuie utilizate metodele termice de analiză precum și metoda difracției cu raze X .

Metodele termice de analiză cuprind trei metode principale : metoda analizei termice diferențială (ATD) , metoda termogravimetrică (TG) și metoda

termogravimetrică diferențială (DTG) cu ajutorul cărora se pot pune în evidență transformări polimorfe , descompuneri termice , reacții în fază solidă între componenți [19] .

Metoda difracției cu raze X , pune în evidență mineralele prezente în caolinuri și argile .

Pentru argile metoda se dovedește laborioasă , deoarece în acestea sunt prezente de obicei mai multe minerale argiloase iar mineralele accesorii (cuarț , feldspați , mică , granați etc .) se pot afla în cantități considerabile . Dificultățile sporesc când mineralele argiloase prezintă similitudini cristalo-chimice , substituiri izomorfe sau grade de cristalinitate scăzute . În plus , aceste minerale sunt înalt disperse , dimensiunea particulelor ajungând uneori la limita inferioară a domeniului coloidal [20].

În tabelul II.1 sunt reunite compozițiile chimice oxidice și principalele proprietăți de interes fizico-ceramic ale unora din cele mai utilizate caolinuri și argile care se pot utiliza la fabricația faianței decorative și de menaj .

Tabelul II.1. Compoziția chimică și unele caracteristici tehnologice ale materiilor prime argiloase utilizate în fabricația faianței de menaj

Nr	Materia primă	P.C. (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	R ₂ O (%)	I.T.	I.P. (%)	C.U. (%)	C.T. (%)	R.i.u.(N/mm ²)
1	C.Aghireș D	11,89	53,96	25,03	3,53	0,69	1,11	3,79		42-45	6	15	3,5-4,5
2	C.Aghireș T	11,73	53,29	28,60	3,15	0,42	0,55	2,26	1,3-1,5	42-43	7	15	2,2-2,4
3	C.Harghita	11,84	53,80	27,33	1,17	0,48	2,42	2,96		65-70	11	22	3,5-3,8
4	C.Vadu Crișului	11,45	54,96	29,50	1,05	0,41	0,39	2,24	1,15-1,3	41-49	6	12	1,6-1,9
5	C. Bojidar	12,63	48,22	36,08	0,78	0,42	0,40	1,47	1,2-1,3	45-46	5	13	0,35-0,4
6	C. D1	13,04	48,73	36,22	0,63	0,28	0,35	0,75	1,2	45-46	6	11	0,25-0,3
7	C. ESV3	12,96	54,70	28,50	1,14	0,69	0,40	1,61	1,5	41-42	8	16	1,8-2,8
8	C. KS1	14,12	45,60	36,87	0,86	0,96	0,49	1,10	1,6	46-48	6	15	0,7-0,74
9	C. Veatovo	10,02	51,05	34,96	0,96	0,48	0,60	1,93		47-49	7	15	0,44-0,6
10	C. KOC	12,10	50,33	33,50	0,59	0,28	0,25	2,95		45-46	5	11	0,4-0,44
11	Arg. Popești	6,12	73,92	13,66	2,67	0,56	0,56	2,51		28-34	9	11	4-4,2
12	Bentonită Cluj	14,42	65,80	11,93	1,18	1,89	3,25	1,58		75-76	14	23	1,2-1,4
13	C.Stejera A	3,82	70,84	19,5	1,04	0,49	0,40	3,91	1,6	40-42	5,9	12	0,65-0,8
14	C.Stejera B	5,43	71,11	16,73	2,26	0,62	0,54	3,31	1,2-1,3	26-31	6	10	1-1,7
15	Illit A	8,6	52,89	30,55	0,78	0,56	1,29	5,33		68,4	12	23	3,9
16	Illit C	6,36	55,66	25,90	1,57	1,56	1,28	8,67		65,5	12	22	4,6
17	Aplit Baia Mare	10,06	53,83	20,79	0,83	4,68	1,83	7,99		45-50	7	19	2,5-3
18	Arg. Bochia	7,6	67,76	17,69	2,45	0,55	0,80	3,15			8	12	3,9-4
19	Rocă Ungaria	7,33	74,94	14,43	0,78	0,42	0,24	1,86		30-31	4	5	0
20	Bentonită Răzoare	11,25	51,19	26,49	0,38	4,03	2,02	4,64		48,8	11	22	3,1
21	Bent.Valea Chioarului	8,46	69,18	15,1	10,07	0,7	0,51	20,98		61,3	13,5	19,5	F.sensib la uscare
22	C.Roblingen (Germania)	12,05	51,3	33,3	0,94	0,5	0,19	10,69	10,2	47,2	60,4	15	0,5
23	C.Saltzunde (Germania)	12,39	51,09	32,1	10,0	0,98	0,46	20,07		45,8	8	16,5	0,27
24	C.DSA (Cehoslovacia)	11,25	52,80	32,35	0,55	0,41	0,40	20,24	10,7	34,8	5	12	0,6
25	C.Zettlitz (Cehoslovacia)	13,99	47,35	35,14	0,84	10,08	0,48	10,12		51,2	6,2	13,5	0,8
26	C.MK2 (Cehoslovacia)	11,09	48,06	34,74	0,89	0,26	0,47	40,49	10,35	35,3	7	11	0,57
27	Argilă Șuncuiș	8,1	56,8	30,44	20,2	0,2	0,64	10,62		35,8	9	15	2,3
28	Riolite Parva	5,11	73,77	18,88	00,39	0,48	0,19	10,18		38,8	4,2	12	0

II.3. CARACTERIZAREA MATERIILOR PRIME DEGRESANTE

Nisipul de Aghireș – se obține din nisipurile caolinoase – cuarțoase din care se obține caolinul de Aghireș , în fluxul tehnologic al instalațiilor de preparare [42] .

Se poate utiliza în rețetele de turnare și de pastă .

Nisipul de Miorcani - se exploatează din zăcămintele de nisip cuarțos (Miorcani, jud. Botoșani) , după care este înnobilit prin spălare cu acid clorhidric .

Tot din acest zăcământ sunt extrase și prelucrate corpuri de măcinare din silex .

Nisipul de Vălenii de munte – se exploatează în mai multe sectoare , din care cel de la Frânghiești conține materialul cel mai pur [15] .

Nisipul de Hudești – se exploatează din zăcământ de nisipuri cuarțoase (jud. Botoșani) , fiind bun pentru glazuri .

Nisipul Vadu Crișului – se poate utiliza în rețetele de turnare și de pastă .

Compozițiile chimice oxidice ale acestor nisipuri sunt prezentate în tabelul II.2.

Tabelul II.2. Compozițiile chimice oxidice ale unor sorturi de nisip

	P.C. %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %
Nisip Aghireș	0,55	97-98	1 – 2	0,04-0,17		0,2
Nisip Miorcani	0,2-,5	98,4-99,6	0,4	0,05-0,06	0,2-0,3	0,1
Nisip de Vălenii de Munte	0,5-1	96,9-98,4	0,7-0,8	0,17-0,32	0,3-0,4	0,1
Nisip Hudești	0,23	97,32	1,83	0,08	0,46	0,08
Nisip Vadu Crișului	0,15	97,75	1,6	0,24	0,14	0,12

REBUTUL MĂCINAT – sau biscuitul , se introduce în masă din mai multe motive: motive economice (recuperarea parțială sau totală a pierderilor tehnologice de la ardere I , II sau III) , crește viteza de formare a peretelui în forma de ipsos la produsele turnate , crește viteza de zvântare și uscare a produselor crude , crește viteza de filtrare a pasteii în filtru–presă , îmbunătățește acordul ciob-glazură reducând tendința de umflare întârziată sub efectul umidității .

Poate fi introdus în masă într-un interval larg , de 15-33% .

II.4. CARACTERIZAREA MATERIILOR PRIME FONDANTE

În continuare sunt prezentate materii prime cu conținut de feldspat .

PEGMATITELE CU FELDSPAT – sunt amestecuri naturale de feldspați și cuarț din care se extrage feldspatul prin măcinare , cernere și flotare . Se pot utiliza ca atare în masele de faianță , luându-se în considerare proporția în care este prezent cuarțul și cantitatea maximă de Fe_2O_3 admisă .

În țară sunt două zăcăminte importante și anume :

Zăcămintul de la Muntele Rece – se află în județul Cluj din care se exploatează aproape întreaga cantitate de feldspat folosită în industria ceramică [15,42] .

Are următoarea compoziție mineralogică : ortoză (47-68%) , albit (10-39%) , anortit (2-8%) , cuarț (10%) .

Zăcămintul de la Voineasa - , situat în munții Lotrului este cel mai important din țară [15,42] .

Conținutul de alcalii se ridică la 12-14% . Conținutul de K_2O din aceste pegmatite este mai ridicat decât cel din pegmatitele de la Muntele Rece .

WOLASTONITUL – este singurul silicat de calciu natural cu importanță economică . Are formula chimică $CaO \cdot SiO_2$ găsiindu-se în două stări polimorfe, α și β . Transformarea polimorfă are loc la $1160^\circ C$.

Structura mineralului se caracterizează prin existența unor agregate radiale , cilindrice , solzoase , mai rar fibroase , fibrele fiind atunci dispuse paralel sau reticular [15] .

Compoziția wolastonitului natural se abate , în funcție de gradul de impurificare , de la cea teoretică care este : 51,75% SiO_2 ; 48,25% CaO . Impuritățile cele mai frecvente sunt : Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , alcalii , sub formă de granați , piroxeni , zeoliți ș.a.

Curba termică diferențială a wolastonitului nu prezintă , până la temperatura de transformare , nici un fel de efecte , ceea ce este în legătură cu absența apei de constituție . Aceasta , împreună cu faptul că dilatarea termică este în același timp redusă și uniformă , conferă wolastonitului două proprietăți prețioase legate între ele și anume : stabilitate termică și posibilitatea arderii rapide [15] .

Wolastonitul este o materie primă ceramică de mare interes , datorită influenței remarcabile pe care o exercită , atât asupra comportării la ardere a maselor în care este introdus , cât și asupra proprietăților produselor arse .

Avantajele introducerii wolastonitului în masele ceramice sunt :

a) În stare crudă

- fluidifierea ușoară a barbotinelor ;
- reducerea contracției la uscare ;
- posibilitatea uscării cu viteză mărită , fără apariția fisurilor de uscare ;
- creșterea rezistențelor mecanice în stare uscată .

Ultimele două proprietăți se atribuie împâslirii cristalelor aciculare de wolastonit care formează o structură , care pe de o parte permite eliminarea vaporilor de apă , iar pe de alta , se opune presiunii exercitate de ei .

b) În cursul arderii

- scăderea temperaturii de ardere , datorită vitrefierii la temperaturi joase ;
- reducerea contracției la ardere ;
- creșterea vitezei de ardere ;
- înlăturarea unor defecte ale glazurii , cum ar fi înțepăturile de ac .

Acestea pot apare la o degazeificare imperfectă a ciobului înaintea topirii glazurii . Prin înlocuirea CaCO_3 din masă cu wolastonit , apariția defectului este evitată .

c) După ardere

- creșterea rezistențelor mecanice ;
- creșterea rezistenței la șoc termic ;
- micșorarea sau chiar înlăturarea completă a umflării sub acțiunea umidității

Această ultimă proprietate este una din cele mai importante caracteristici pe care o conferă wolastonitul maselor poroase . Rezistențele mărite ale produselor de faianță conținând wolastonit în comparație cu produsele convenționale sunt legate de formarea anortitului ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) .

Având în vedere marile avantaje legate de folosirea wolastonitului , au fost întreprinse încercări de obținerea lui pe cale sintetică .

În țară există un *zăcământ* , la *Băița* , județul Bihor [15,42] , ce conține wolastonit în proporții de până la 80% . În urma exploatării și înnobilării prin flotare rezultă un wolastonit cu următoarea compoziție chimică : P.C.(0,4-0,5%) , SiO_2 (50,0-

50,8%) , CaO (46,1-47,2 %) , Al₂O₃ (0,6-0,62%) , Fe₂O₃ (0,48-0,52%) , MgO(0,1-0,3%) , R₂O (0,25-0,38%) , TiO₂ (0,02-0,05%) , MnO (0,6-0,7%) .

Acesta se poate utiliza atât în mase cât și în glazuri .

CALCARELE – sunt roci formate în cea mai mare parte din carbonat de calciu sub forma unui singur mineral , calcitul . Se prezintă în natură sub forme variate , dintre care pentru faianțe prezintă interes : creta , marmura și calcarele propriu zise .

Calcarele propriu zise sunt răspândite în aproape toate regiunile țării . Pentru a se putea utiliza în masele ceramice trebuie să aibă un conținut mic de Fe₂O₃ .

Calcarul de Vașcău – situat în județul Bihor , are compoziția chimică : P.C. (40,69-43,02%) , CaO (53,61-55,27%) , Fe₂O₃ (0,07-0,08%) , Al₂O₃ (0,37-0,42%) , MgO (0,35-0,94%) , R₂O (1,65%) .

Calcarul de Pojoga – situat în județul Hunedoara [15] , are următoarea compoziție chimică : CaO (55,42%) , SiO₂ (0,15%) , Al₂O₃ (0,30%) , Fe₂O₃ (0,06%) .

DOLOMITELE – sunt roci care conțin mai ales mineralul cu același nume . Acesta este carbonatul de calciu și magneziu , în proporții echimoleculare , având compoziția teoretică 54,35% CaCO₃ și 45,65% MgO . Se comportă sub aspect ceramic asemănător cu calcarele . Ele acționează în masele ceramice și în glazuri ca fondant la temperaturi mai mari de 1000°C . Masele cu conținut de dolomit se ard , în general , la temperaturi mai joase decât masele corespunzătoare care conțin ca fondant , calcar [15] .

Dolomitul de Voșlăbeni – situat în județul Harghita , are compoziția chimică : MgO (20,56-21,70%) , CaO (30,56-32,97%) , Fe₂O₃ (0,01-0,08%) , Al₂O₃ (0,01-0,06%) , SiO₂ (1,0-3,0%) [42] .

II.5. NOI MATERII PRIME CU POTENȚIAL DE UTILIZARE ÎN FABRICAȚIA FAIANȚEI

În vederea reducerii prețului de cost al produselor de faianță decorativă și de menaj (cu menținerea nivelului calitativ sau chiar al creșterii acestuia) , una din căile abordate a fost investigarea în scopul găsirii și utilizării unor materii prime , neconvenționale , (chiar sub formă de deșeuri) mai ieftine .

Aceste materii prime , au fost selectate , după testarea lor în funcție de scopul utilizării lor , unele fiind utilizate efectiv în procesul tehnologic de fabricație .

La aceste materii prime , s-a căutat existența uneia sau mai multor proprietăți de interes ceramic (plasticitate , rezistență la încovoiere în stare uscată , fuzibilitate , etc.,) , și o anumită constanță în proprietăți .

II.5.1. APLITUL ; MATERIE PRIMĂ COMPLEXĂ

În cele ce urmează , va fi prezentată o materie primă , care datorită particularităților sale legate de compoziția oxidică și mineralogică , poate fi utilizată atât în prepararea ciobului cât și a glazurii .

Este vorba de **aplit** , o materie primă exploatată în zona județului Maramureș .

Aplitul este o rocă magmatică hipoabisală , leucocratică . Denumirea rocii este de origine greacă : *haples* = simplu , referindu-se la aspectul simplu al rocii . Modul de prezentare este sub forma unor agregate cristaline cu dimensiuni fine-mijlocii , heterogene , cu aspect zaharoid , colorate alb sau gri deschis [55] .

Aplitul ce va fi descris este extras din locul numit Râpa lui Filip, la est de satul Preluca Veche , județul Maramureș [42] .

În figura II.20. este prezentată harta , cu precizarea că locul exploatării este în dreptunghiul 1234 de pe hartă [56] .

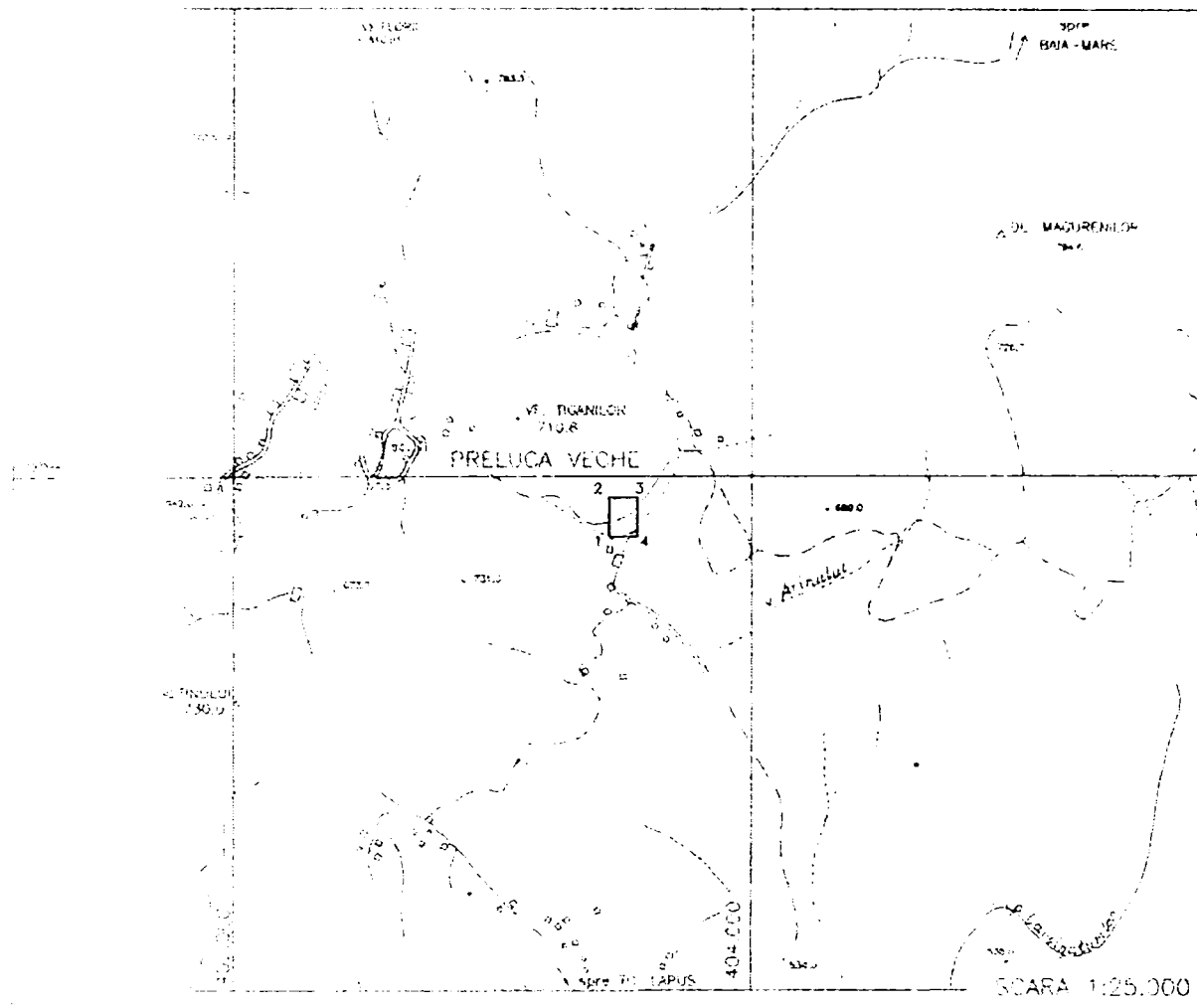


Fig.II.20. Harta de amplasare a locului de exploatare al aplitelui

Roca utilă este constituită fie dintr-o masă argilooasă micacee , fie un aplit cu grad de alterare de la mediu la avansat cu separații pegmatitice , cu relicte larg cristalizate de ortoză și cuarț , precum și cuiburi de mică albă , turmalină și granați [56].

Este un amestec brut polimineral având următoarea compoziție [57] mineralogică :

ortoclaz	53-55%
albit	3-5%
cuarț	2-6 %
montmorillonit	20-25%
caolinit	8-10 %
calcit și dolomit	3-5 %
muscovit și biotit	2-3 %
pirită , marcasită și ghoetit	1 %

Compoziția chimică oxidică [57] a aplitului variază în limite relativ restrânse , după cum urmează:

SiO₂ : 56 ± 5%

Al₂O₃: 18 ± 2%

Fe₂O₃: 0,7 ± 0,2%

CaO : 5 ± 2%

MgO : 3 ± 1%

R₂O : 5,5 ± 1,5%

MnO : 0,01-0,09%

P.C. : 12 ± 2%

În figura II.21. , [58] , este prezentat spectrul de difracție RX al aplitului care pune în evidență mineralele date în compoziția de mai sus .

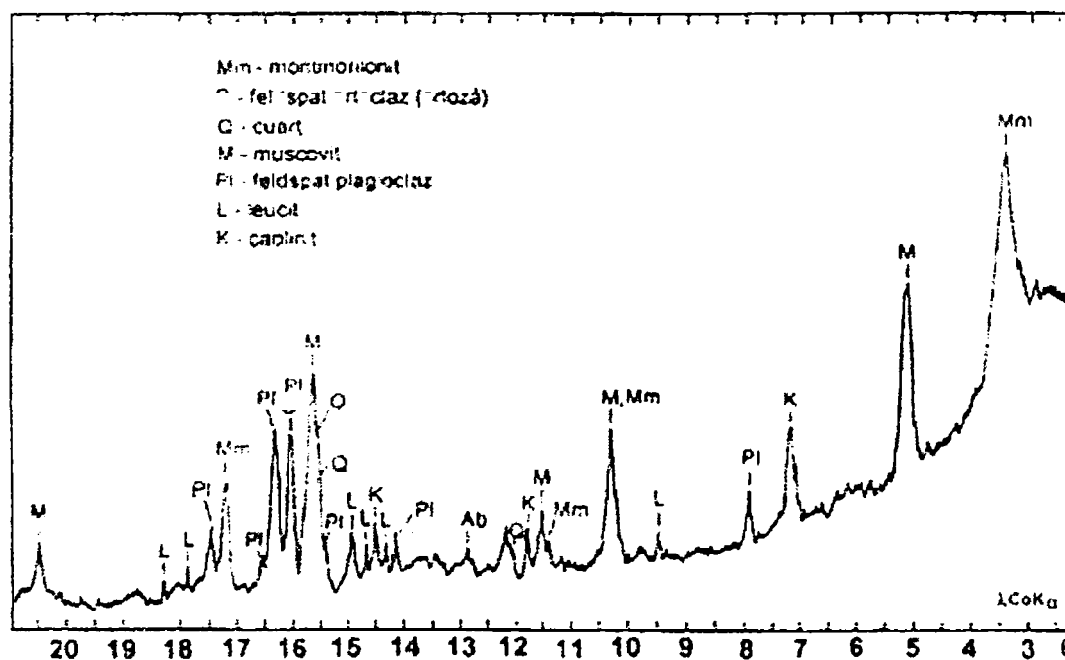


Fig. II.21. Spectrul de difracție RX al aplitului

Interesante sunt rezultatele privind compoziția oxidică după separarea aplitelui în două fracțiuni :

a) fracțiunea feldspatică – în care se concentrează felspații și cuarțul , conține (%) : SiO_2 -58,2 ; Al_2O_3 -19,4 ; Fe_2O_3 -0,9 ; MgO -1,7 ; CaO -4,1 ; Na_2O – 0,9 ; K_2O -10,6 ; P.C.-4,3 .

b) fracțiunea argiloasă - în care se concentrează mineralele argiloase , miclele și carbonații , conține (%) : SiO_2 -51,3 ; Al_2O_3 – 30,5 ; Fe_2O_3 – 0,8 ; MgO – 1,5 ; CaO – 1,7 ; Na_2O – 0,5 ; K_2O – 3,9 ; P.C. –10,0 .

Ținând cont de raportul $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ din fracțiunea feldspatică precum și de conținutul de K_2O și CaO se poate face localizarea acestor feldspați în diagrama Leucit (KAS_4) – Anortit (CAS_2) – SiO_2 . fig.II.22 .

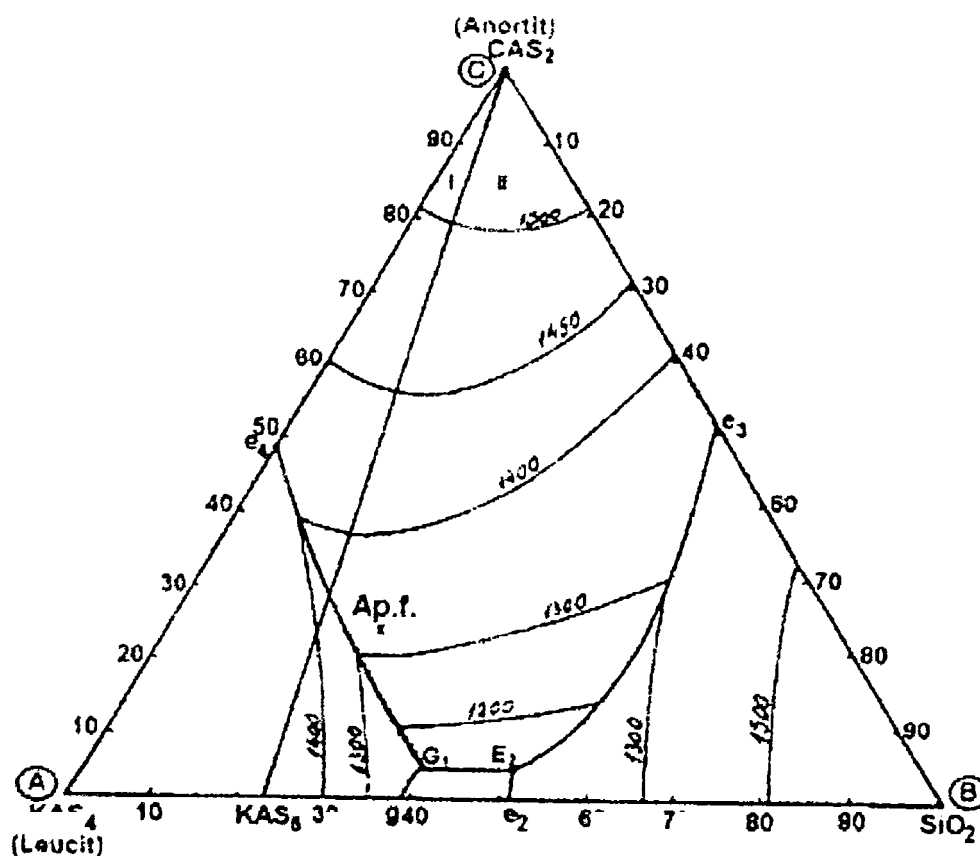


Fig.II.22. Localizarea fracțiunii feldspatice din aplit (Ap.f) din aplit în diagrama sist. KAS_4 - CAS_2 - SiO_2

În ce privește fracțiunea argilooasă , raportul $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ reflectă prezența caolinitului alături de montmorillonit ; K_2O din această fracțiune se găsește în principal sub formă de miche . Dacă se iau în considerare numai cei trei oxizi majoritari din compoziția globală a aplitelui atunci acesta poate fi localizat în diagrama $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ [22] , prezentată în fig.nr. II.23.

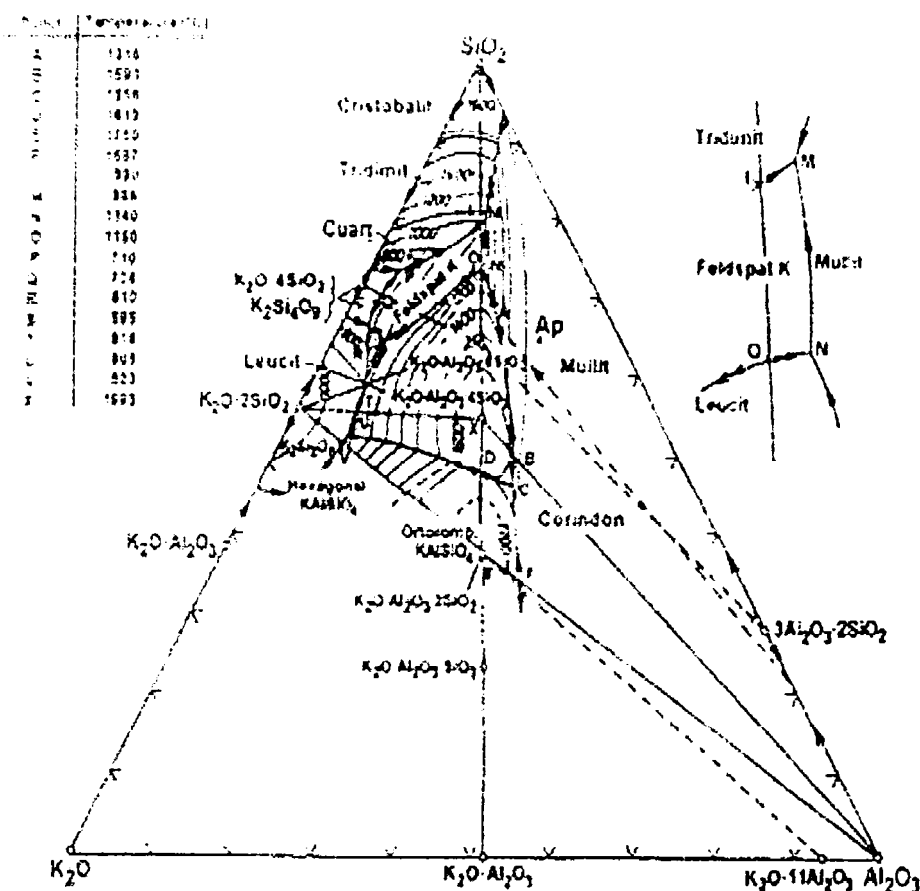


Fig . II.23. Localizarea aplitului (Ap) în diagrama sistemului $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$

COMPORTAREA APLITULUI ÎN TIMPUL TRATAMENTULUI TERMIC

Într-o primă etapă s-a urmărit comportarea în timpul tratamentului termic apelând la analiza derivatografică . S-a utilizat un derivatograf 1500-D-MOM-BUDAPESTA . Derivatograma obținută este prezentată [58] în fig. II.24.

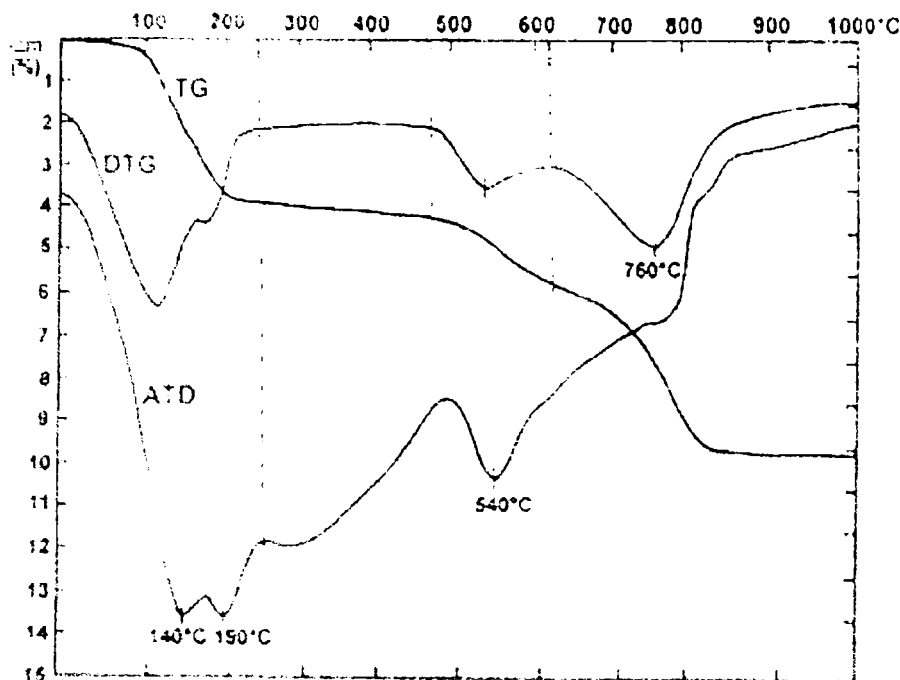


Fig. II.24. Derivatograma Aplitului

Efectul endoterm care se întinde până la 240°C este atribuit eliminării apei zeolitice din montmorillonit . Efectul endoterm care se desfășoară cu viteză maximă la 540°C corespunde eliminării apei de constituție din caolinit [15] .

Pe baza pierderii de masă care însoțește acest proces se poate calcula conținutul de caolinit din probă ; se obține 11,4% valoare care poate fi considerată în bună concordanță cu cea indicată privind limitele de variație a compoziției zăcământului . [58]. Pierderea de masă care are loc peste 600°C poate fi atribuită apei de constituție din montmorillonit și se continuă cu descompunerea carbonaților [58] .

În continuare din aplitul măcinat și apoi uscat la 150°C s-au confecționat epruvete cilindrice (fără liant) cu $\phi = 15,5$ mm ; presiunea 100 dan / cm² . Epruvetele au fost arse la temperaturi între 400 și 1280°C cu palier de o oră .

S-a constatat că până la 800°C contractia epruvetelor este practic zero . Între 800 și 1100°C suferă o contractie de 3,7 % . La 1180°C (15 min.) este prezentă faza lichidă – suprafața epruvetei este sticloasă , dar fără o deformare majoră . La 1180°C – 1 oră , epruvta suferă și o deformare semnificativă . Între 1200°C și 1280°C forma probelor este relativ apropiată de emisferă – fără diferențe majore ; aceasta reflectă vâscozitatea ridicată a topiturii formate . Se poate spune că temperatura de apariție a fazei lichide în aplit – în jur de 1180°C – reflectă poziția acestuia în diagrama Leucit -

anortit - SiO_2 , dacă se ține cont și de prezența celorlalți oxizi aflați în proporție redusă, care joacă un rol fondant . Prin creșterea temperaturii peste 1180°C topitura formată dizolvă SiO_2 și Al_2O_3 proveniți din mineralele argiloase , păstrând o vâscozitate ridicată chiar și la 1280°C .

II.5.1.1. UTILIZAREA APLITULUI ÎN GLAZURI PENTRU FAIANȚĂ

Este cunoscut că la obținerea glazurilor ceramice , utilizate pentru produse de faianță , materiile prime sunt : fritele , feldspații , nisipul , calcarul , BaCO_3 , caolinuri , ZrSiO_4 , ZnO , etc .

În continuare sunt prezentate rezultatele obținute privind utilizarea aplitului studiat ca înlocuitor parțial sau chiar total al feldspatului și fritei din rețetele pentru glazuri folosite la S.C.FAIMAR S.A. Baia Mare .

Condițiile industriale de ardere a glazurilor constau într-un timp relativ scurt (7,5 ore de la rece la rece cu $T_{\text{max}} = 1175^\circ\text{C}$) conform curbei de ardere prezentată în fig. II.25. și o încărcătură variabilă datorită sortimentăției diversificate . Pentru un timp și mai scurt de ardere , respectiv 6,5 ore de la rece la rece temperatura de ardere este $T_{\text{max}} = 1195^\circ\text{C}$.

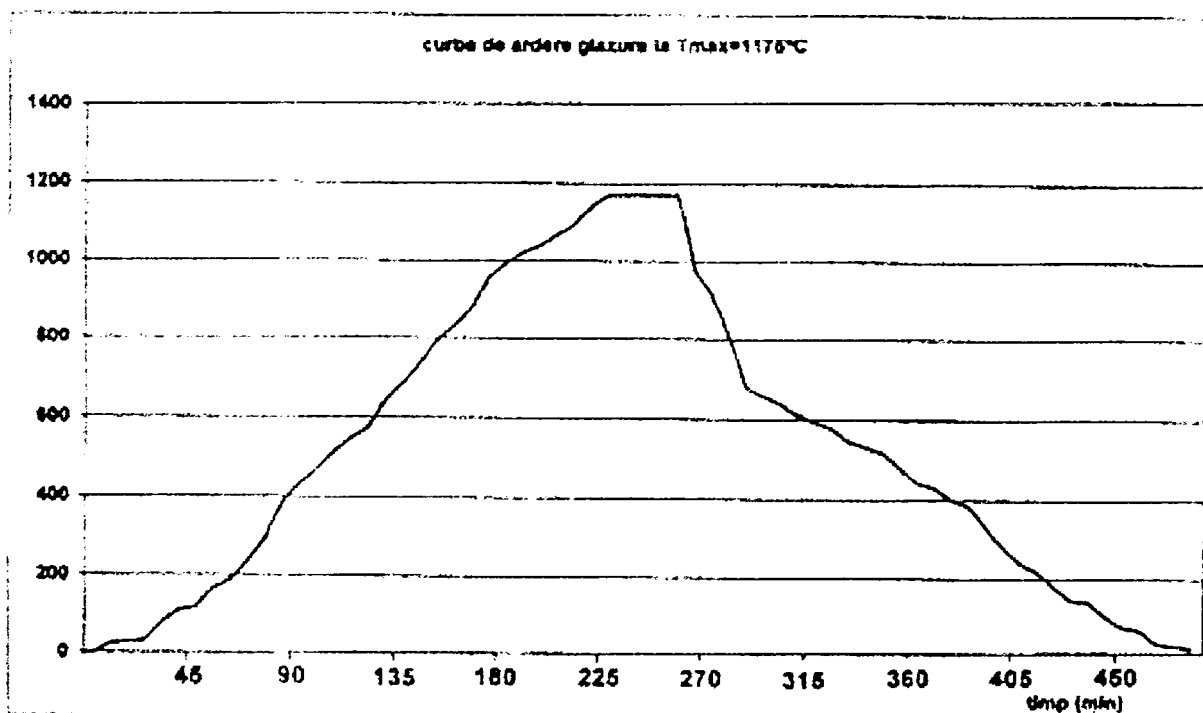


Fig.II.25. Curba de ardere a glazurilor

Pentru a răspunde acestor condiții , glazurile trebuie să prezinte un interval de ardere cât mai larg astfel încât să poată prelua gradientii de temperatură (aceștia sunt puși în evidență cu ajutorul inelelor Bullers) și unele abateri ale curbei de ardere față de cea prescrisă .

Glazurile de bază utilizate în S.C.FAIMAR S.A. Baia Mare sunt : glazura transparentă (G028) , glazura albă lucioasă (G 130) și glazura mată (GOM30) . Pornind de la aceste glazuri de bază au fost realizate o serie de rețete cu conținut de apilit .

În tabelul II.3. sunt enumerate unele dintre aceste rețete , compatriv cu rețetele de bază , cu precizarea efectelor economice corespunzătoare .

Tabelul II.3. Tipuri de glazuri și costul acestora

Nr.	Cod glazură	Tipul glazurii	Cost (euro / kg uscat)	Observații
1	G028	Transparent , fără apilit	0,2258	
2	G002	Transparent , cu apilit (39 %)	0,155	Reducere cost 31%
3	G130	Alb lucios fără apilit	0,3121	
4	G130V6	Alb lucios , cu apilit (12 %)	0,2561	Reducere cost 17,9%
5	GOM	Mat , fără apilit	0,2628	
6	GOM35	Mat, cu apilit (18%)	0,2329	Reducere cost 11%

Este important de remarcat faptul că în glazura G002 , apilitul a înlocuit complet feldspatul și frită F06 (cu conținut redus de plumb) ; în glazura G130V6 apilitul a înlocuit parțial (în proporție de 30 %) feldspatul și parțial frită F06 (în proporție de 25%) , iar în glazura GOM 35 apilitul a înlocuit complet feldspatul .

În toate cele trei rețete , caolinul de Harghita a fost înlocuit complet prin fracțiunea argiloasă din apilit .

În tabelul II.4. este redată compoziția oxidică a celor trei glazuri cu aplit , transparentă , opacă lucioasă și mată .

Tabelul II.4. Compoziția oxidică , în procente masice a glazurilor cu aplit

	G002	G130V6	GOM35
SiO ₂	58,17	57,78	46,07
Al ₂ O ₃	11,65	8,86	13,29
Fe ₂ O ₃	0,37	0,18	0,23
CaO	9,32	10,16	10,83
MgO	2,78	1,6	2,33
R ₂ O	4,52	4,54	3,12
ZnO	9,10		
BaO	4,09	4,91	17,85
B ₂ O ₃		2,91	2,89
ZrO ₂		8,91	3,15

Este important de remarcat faptul că în glazura G002 , aplitul a înlocuit complet feldspatul și frită F06 (cu conținut redus de plumb) ; în glazura G130V6 aplitul a înlocuit parțial (în proporție de 30 %) feldspatul și parțial frită F06 (în proporție de 25%) , iar în glazura GOM35 aplitul a înlocuit complet feldspatul .

În toate cele trei rețete , caolinul de Harghita a fost înlocuit complet prin fracțiunea argiloasă din aplit .

La prepararea glazurilor cu aplit este necesară intervenția asupra reologiei barbotinei de glazură , deoarece devin tixotrope datorită conținutului ridicat de montmorillonit al aplitelui .

Se intervine asupra echilibrului electrocinetic folosind T.P.P. (tripolifosfat de sodiu) .

Adaosul de T.P.P. reglează vâscozitatea , obținându-se o bună mobilitate a glazurii ; pe suprafața produsului nu rămân valuri și zvântarea stratului de glazură depus pe ciob este rapidă , ceea ce permite realizarea unei productivități bune la glazurare .

Fluidifiantul uscat , se adaugă în moară la dozarea glazurii și este în cantitate de 0,5% raportat numai la cantitatea de apilit uscat din rețetă .

O altă modificare față de rețetele anterioare este mărirea reziduului glazurii de la 0,2 – 0,3% la 0,6 – 0,7% măsurat pe sita cu latura ochiului de 63 μm . Astfel , rezultă o economie de energie și creșterea capacității de măcinare prin finalizarea glazurii în timp mai scurt ; glazurile fără apilit măcinându-se în 10-12 ore (datorită reziduului mai mic) iar cele cu apilit în 7-8 ore , la o șarjă de 1500 kg material uscat , pentru o greutate litrică a glazurii de 1640 – 1660 g/l .

Topirea glazurilor cu apilit este bună , chiar mai bună decât a celor cu conținut de frită de 30% , fapt constatat prin compararea lungimii de curgere pe jgheaburi din biscuit de faianță a unor pastile confecționate din glazuri cu și fără apilit , precum și a aspectului după ardere în aceleși condiții a produselor glazurate cu glazuri cu apilit și cu glazuri fără apilit.

Principala cauză a acestei bune topiri , o constituie compoziția mineralogică a apilitului și anume datorită prezenței montmorillonitului , a micelor și hidromicelor în care ionii alcalini K^+ și Na^+ sunt distribuiți și amestecați la nivel atomic în rețelele cristaline , cu ioni de Si^{4+} și Al^{3+} , acest lucru ducând la apariția primelor cantități de fază lichidă la temperaturi scăzute .

Aplitul se mai poate utiliza și la elaborarea fritelor . S-au încercat și obținut o serie de glazuri cu efecte speciale , decorative , prin utilizarea apilitului și a fritelor cu apilit . Glazurile cu efecte speciale obținute , pot fi incluse de fapt în categoria glazurilor cristalizate , aspectul decorativ datorându-se separării unei faze cristaline din faza vitroasă .

Aplitul se poate utiliza în glazuri , până la 39 % , unde poate înlocui feldspatul și caolinul Harghita , reducând în măsură însemnată costul obținerii glazurilor .

II.5.1.2. UTILIZAREA APLITULUI ÎN REȚETELE PENTRU MASĂ DE FAIANȚĂ

Datorită prezenței în roca brută de applit și a unei însemnate cantități de minerale argiloase , respectiv de montmorillonit și caolinit , pe lângă proprietățile de material fondant , acesta mai are și proprietăți plastice .

Acestea au valorile :

- I.P (Pfefferkorn) = 45 – 50 % (poate ajunge și la 58 %)
- $R_{iu} = 2,5 - 3 \text{ N / mm}^2$ (poate ajunge și la 4 N / mm²)
- C.U. = 7 %

Drept urmare , se poate utiliza și în rețetele de la fasonarea plastică , în procente de 4 – 7 % , cu efecte și asupra reducerii absorbției de apă a ciobului , datorită faptului că este și fondant , (acest lucru a permis biscuitarea la temperaturi de ardere cu cca. 20-30 ° C mai jos) precum și asupra prețului de cost final al masei ceramice astfel preparată , mai ales datorită înlocuirii caolinului Harghita .

Utilizarea aplitului în rețetele de pastă necesare pentru fasonarea plastică , nu a dus la creșterea timpilor de măcinare la moară , și nici a timpilor de filtrare în sectorul preparare .

În masele de turnare nu este recomandabil a se utiliza în procent mai mare de 2% , datorită tixotropiei avansate pe care o imprimă barbotinelor de turnare , datorate prezenței montmorillonitului .

Și aici , prezența lui duce la reducerea absorbției de apă a biscuitului după arderea I .

După arderea a II-a , ambele tipuri de mase , pentru fasonarea plastică respectiv pentru turnare , au prezentat de asemenea reduceri ale valorilor absorbției de apă (ciobul de sub glazură) , conferind produselor o rezistență mecanică mai ridicată , la aceeași temperatură de ardere II .

În tabelul II.5. sunt redate câteva rețete de fabricație , cu și fără aplit .

Tabelul II.5. Rețete de pastă pentru faianța de menaj și decorativă

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Biscuit	11	12,5	11	12	15	13	17	19	20	19	14
Q.Aghireș	14,5	16,5	14,5	17,5	13	12			14		
Q.Vadu Crișului							15	13		14	11
Feldspat III C						5					
C.Aghireș D	16,5	22	17	13	5	6	15	9	8	9	19
C.Harghita	8	8	8	9	9	9				4	
C.Vadu Crișului					7	7					
C.Veatovo	13	7	13	14,5	20	18	27	23	25	28	24
C.Bojidar		4			5						
C.KOC									7		
C.Stejera A	5		5								
C.Stejera B						4			2	4	
C.KS1	15	15	15	14	3	3	10	20	10	8	20
Illit C							5	3			
C.ESV3				5	5	7	4			7	
Bentonită Cluj										1	
Rocă Ungaria	10	8	10	10	10	7		4	4		8
Argilă Bochia	7	7	7	5	8	9					
Argilă Popești							7	9	3	6	9
Aplit									7		5
P.C.	8,39	9,01	8,39	9,09	8,71	8,33	7,96	7,91	8,16	7,98	8,84
SiO ₂	64,03	62,78	64,03	63,12	63,26	63,41	63,29	63,42	62,60	63,31	62,07
Al ₂ O ₃	22,93	24,14	22,93	23,91	24,14	24,11	24,01	24,31	23,93	24,60	24,41
Fe ₂ O ₃	1,14	1,12	1,14	1,23	1,21	1,26	1,36	1,45	1,21	1,19	1,26
CaO	0,52	0,56	22,93	0,65	0,58	0,54	0,63	0,66	0,70	0,54	0,80
MgO	0,61	0,65	0,61	0,64	0,70	0,66	0,39	0,36	0,52	0,49	0,42
R ₂ O	2,42	1,72	2,42	1,36	1,41	1,69	2,25	2,05	2,92	1,88	2,22
I.P.(Pfefferkorn)	36	32,92	36	33,95	32,06	30,80	36,6	36,9	35,1	37,1	36,5
C.U.	5	5	5	5,5	5,5	5,5	7	6	7	6,5	6
C.T.	12	11	11,5	10,5	11	11	12	12	12	11	11,5
R _{tu} (N/mm ²)	1,28	1,07	1,28	0,89	1,08	1,2	2,35	2,3	2,9	3	2,8

Dintre acestea , rețetele P2 , P4 , P5 și P6 au fost experimentale , restul rețetelor fiind practicate efectiv în cadrul fluxului tehnologic .

II.5.2. DEȘEURILE DE FIBRĂ DE STICLĂ-MATERIE PRIMĂ PENTRU FABRICAREA GLAZURILOR

Deșeurile de fibre de sticlă [59] , constituie o importantă resursă reciclabilă de materii prime , rezultând în cantitate mare , peste 260.000 tone , produse anual , pe plan mondial .

În România , industria de fibre de sticlă generează anual peste 2.400 tone deșeuri [59]. Reciclarea deșeurilor în procesul tehnologic de fabricare a fibrelor nu este acceptată de producătorii de fibre , deoarece investițiile sunt prea costisitoare , riscul degradării este prea mare și eficiența economică este prea mică . O alternativă eficientă pare a fi utilizarea deșeurilor de fibră de sticlă în industria ceramică [59] .

Procesarea deșeurilor implică parcurgerea unor operații tehnologice pentru a le prepara : tratament termic (uscare) , sfărâmare , măcinare , topire și fritare [60] .

Avantajele utilizării deșeurilor de fibră de sticlă procesate sub formă de frite , în glazurile ceramice constau în :

- compoziție oxidică constantă a deșeurilor de sticlă ;
- aducerea în compoziția rețetelor de glazură a unor oxizi valoroși precum B_2O_3 , CaO , Al_2O_3 , salvând astfel materii prime ;
- protecția mediului înconjurător , datorită reducerii emisiilor de CO_2 aferente precum și a altor noxe ;
- prețul mai mic , comparativ cu prețul fritelor obținute din materii prime , cu compoziție oxidică foarte apropiată

Utilizarea efectivă a acestor deșeuri de fibre de sticlă , procesate sub formă de frită , face obiectul unui program de cercetări la nivel național , având denumirea completă : Program Național de Cercetare – Dezvoltare Inovare , program RELANSIN , subprogram 5 Calitatea vieții , tip proiect PA , făcând obiectul contractului 2099/2004 , unde sunt responsabil de proiect din partea beneficiarului . Proiectul a fost demarat împreună cu Institutul Național de Sticlă – București , Facultatea de Chimie Industrială – București și S.C.Firos S.A. – București , producătorul acestor deșeuri de fibre de sticlă .

Principalii pași care au fost parcurși , până la validarea acestei materii prime au fost următorii :

➤ s-a verificat compoziția oxidică a deșeurilor de fibră de sticlă și s-a comparat cu a fritei care se utiliza în mod curent . S-a constatat că este o foarte bună asemănare între cele două compoziții ;

➤ s-a testat la nivel mic , mai întâi la moară planetară iar apoi la moară de 40 kg , înlocuirea în rețeta de glazură transparentă , a fritei existente cu deșeurii de fibră de sticlă în raport de 1 : 1 . Cu această glazură , s-au glazurat produse biscuit și în final arse la cuptorul pentru arderea a doua și s-a studiat curgerea pe jgheab oblic a acestei glazuri . S-a constatat că nu există diferențe față de glazura inițială .

➤ din această glazură nouă s-au realizat nouă glazuri colorate : roșu , oranj , galben , verde , albastru cobalt , vișiniu , gri , roz , maro , din care s-au glazurat farfuriile biscuit și s-au ars la cuptorul pentru arderea glazurilor . Toate produsele au trecut de proba de rezistență la șoc termic , realizată prin încălzire în etuvă la 130°C și răcire bruscă în apă . Analizând aspectul suprafeței farfuriilor , s-au constatat următoarele :

- la glazura de culoare galbenă au apărut mici puncte negre , datorită faptului că la obținerea fibrelor de sticlă acestea sunt tratate cu aditivi organici pe suprafață , și aceștia ajungând apoi în glazură nu se oxidează complet pe parcursul duratei de ardere din cuptor , rămânând sub formă de particule negre de carbon

- la glazura de culoare vișiniu , pe suprafață au apărut mici adâncituri , mici cratere . Acest lucru s-a datorat faptului că fibrele de sticlă nu s-au măcinat complet , corect , ele fiind elastice și au rămas sub formă de fir cu lungimea de 4-5 ori mai mare decât diametrul lor , lucru observabil cu o lupă la examinarea rezidului de la măcinarea glazurii ;

➤ s-a măcinat o moară de glazură la 1800 kg , din care s-au obținut celelalte culori care nu au dat probleme legate de aspect , însă la sitarea glazurii cu conținut de fibre de sticlă , au apărut dificultăți ca timp de sitare , care s-a mărit de la 15 minute uzual , la 2 ore , totodată , pe sită rămânând cca. 35 kg material , în special fibre măcinate .

➤ ca urmare a acestor observații s-a propus retopirea și fritarea deșeurilor de către furnizor și s-au reluat toate testele de la început , toate inconvenientele semnalate dispărând cu desăvârșire , frită fiind validată ca materie primă .

Programul s-a concretizat în utilizarea continuă , efectivă a acestei frite în S.C. FAIMAR S.A. BAIA-MARE din luna octombrie 2005 .

II.5.3. ALTE MATERII PRIME ALTERNATIVE , CARE POT FI UTILIZATE ÎN FABRICAȚIA FAIANȚEI DECORATIVE ȘI DE MENAJ

În ceea ce privește materiile prime utilizate la obținerea glazurilor ceramice , acestea sunt materiile prime care furnizează oxizii formatori de sticlă precum și coformatori , adică oxizii SiO_2 , B_2O_3 , respectiv Al_2O_3 . Acești oxizi pot fi introduși în glazură prin nisipul cuarțos , feldspați , frite cu conținut de B_2O_3 , alumină calcinată sau hidroxid de aluminiu .

De asemenea , se folosește calcarul , dolomita , terasitul , pentru introducerea în rețete a oxizilor CaO și MgO .

Al_2O_3 și SiO_2 mai intră în compoziția glazurilor și cu materialele argiloase necesare menținerii acestora în suspensie .

Mai există posibilitatea introducerii în glazură a acestor oxizi și cu ajutorul altor materii prime , neconvenționale , cum ar fi : șlamul din industria hârtiei [61] și bazaltul [62,63] .

Șlamul , rezultat ca deșeu în industria hârtiei , poate fi utilizat după uscarea și calcinarea lui la $1100-1180^\circ\text{C}$, sub formă de cenușă , în glazuri în proporții de 15-20 %.

După calcinarea șlamului , cenușa rezultată are următoarea compoziție chimică oxidică aproximativă (în % masice) : $\text{SiO}_2-39,77$ $\text{TiO}_2-0,64$ $\text{Al}_2\text{O}_3-25,05$ $\text{Fe}_2\text{O}_3-0,80$ $\text{MnO}-3,93$ $\text{CaO}-27,86$ $\text{Na}_2\text{O}-1,31$ $\text{K}_2\text{O}-0,23$ $\text{P}_2\text{O}_5-0,23$ P.C.-0,34 [61] . Ea se poate introduce în rețete , dar numai în cele pentru obținerea glazurilor colorate , de regulă maro , negre sau albastre utilizând pigmentii adecvați .

Conținutul de cenușă este limitat de aportul de CaO (24-27,5 %) ; un conținut prea ridicat de CaO în glazură determină scăderea vâscozității topiturii și apariția pericolului de scurgere .

Șlamul înlocuiește parțial feldspatul și nisipul din rețeta de referință , obținându-se glazuri corespunzătoare având temperaturi de ardere cuprinse între $1180-1220^\circ\text{C}$ [61] .

Bazaltul este o rocă eruptivă , care are următoarea compoziție chimică oxidică medie (în % masice) : SiO_2 -45,21 Al_2O_3 -14,04 TiO_2 -2,23 Fe_2O_3 -5,48 FeO -5,28 CaO -10,86 MgO -9,03 Na_2O -3,05 K_2O -1,36 P.C.-1,89 [62] .

Comparativ cu feldspatul , bazaltul se topește cu circa 20°C mai jos (1160°C) . Bazaltul scade mult vâscozitatea glazurilor în stare topită și deci intervalul de ardere al acestora [64] ; topitura bazaltică are vâscozitate mai mică decât cea feldspatică .

Având în vedere aceste caracteristici , bazaltul se poate utiliza cu succes la obținerea glazurilor colorate înlocuind feldspatul [63] .

II.5.4. OPTIMIZAREA COMPOZIȚIILOR GLAZURILOR CU AJUTORUL CALCULATORULUI

Predicția prin calcul a proprietăților unui material este un deziderat vechi al chimiștilor și metalurgilor . Pentru realizarea lui , numeroși cercetători au făcut ample studii privind corelația dintre compoziția chimică și proprietățile materialului obținut [65].

În domeniul materialelor silicice și oxidice , acest lucru este valabil cu precădere , pentru acele materiale care , în urma tratamentului termic , au trecut prin faza de topitură iar după răcire se găsesc în stare vitroasă [65] .

Optimizarea compoziției glazurilor se bazează pe informațiile oferite de diagramele de echilibru termic cunoscute (invariante cu temperaturi de topire scăzute , domenii de cristalizare a unor constituenți valoroși , cu viteza mare de cristalizare , ș.a.). Prin utilizarea unor bănci de date și programe speciale de calcul se pot obține glazuri cu proprietăți prestabilite precum și rețete optime în funcție de materiile prime alese [66] .

Calculul proprietăților fizice ale sticlelor (glazurilor , fritelor , emailurilor) se face în general , cu ajutorul unor relații bazate pe regula aditivității . În practică problema este complicată de faptul că pentru calcul se folosesc în unele locuri procente masice iar în altele procente molare ale sticlei . De asemenea , coeficienții de aditivitate ai unor oxizi sunt puternic influențați de concentrațiile altor oxizi [65] .

Astfel de fenomene se cunosc sub numele de *anomalii*. Astfel sunt cunoscute anomaliile anhidridei borice, oxidului de plumb, silicei, dioxidului de titan ș.a. În general pentru majoritatea proprietăților există mai multe relații de calcul, respectiv mai multe seturi de determinări experimentale ale coeficienților de aditivitate [65].

Dintre proprietățile care se pot calcula, cunoscând compoziția chimică oxidică a glazurii pot fi enumerate următoarele: tensiunea superficială [67], temperatura de ardere (topire) [67], coeficientul de dilatare termică [68], modulul de elasticitate (Young) [65], etc.

Tensiunea superficială σ . Se poate calcula cu formulele de mai jos [67]:

$$\sigma_{G\ 900} = \sum_{i=1}^n a_i \sigma_i \quad \sigma_{G\ 900} \quad - \text{tensiunea superficială la } 900^{\circ}\text{C}$$

a_1, a_2, \dots, a_n - procente masice ale oxizilor
componenti

$\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$ - coeficienți parțiali de
tensiune superficială (după
Dietzel) la 900°C [67]

La temperatura de topire, tensiunea superficială este

$$\sigma_{GFT} = \sigma_{G\ 900} - 0,04 (FT - 900^{\circ}\text{C}) \quad \text{unde :}$$

σ_{GFT} - tensiunea superficială la temperatura de
topire a glazurii

FT - temperatura de topire a glazurii

Temperatura de topire . Se poate calcula cu următoarele relații [67] :

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{10} S_i f_i}{\sum_{i=1}^{13} S_i f_i} \cdot 100$$

F - factor de flux

S_1, \dots, S_{10} - fracțiile molare ale $\text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}, \text{Li}_2\text{O}, \text{CaO}, \text{MgO}, \text{BaO}, \text{SrO}, \text{ZnO}, \text{PbO}$ și B_2O_3

S_{11}, S_{12}, S_{13} - fracțiile molare ale $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{SiO}_2$ și ZrO_2

f_i - coeficienții parțiali de flux ai oxizilor componenți , după Lengersdorff [67]

După calculul factorului de flux , temperatura de topire se calculează utilizând formula :

$$FT = (161,21789 - F) / 0,10252 \quad (^\circ\text{C})$$

FT- temperatura de topire
F - factor de flux
161,21789 și 0,10252 sunt constante

Cu această formulă se pot estima temperaturi de topire ale glazurilor pentru faianță , între 1000 și 1250°C .

Coeficientul de dilatare termică α . Pentru intervalul de temperatură 20-400°C , se poate utiliza relația aditivității lui Appen [68] :

$$\alpha = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot p_i$$

α_i - coeficienți parțiali de dilatare termică ai oxizilor componenți
 p_i - compoziția glazurii în procente molare

Modulul de elasticitate (Young) E . Se poate calcula cu relația [65] :

$$E = 1/100 (\sum E_i \cdot p_i)$$

E_i - coeficienți parțiali ai modulului
de elasticitate ai oxizilor
componenti
 p_i - compoziția glazurii în procente
molare

În mod frecvent , noi glazuri au fost găsite , prin modificarea unora existente . Prin utilizarea calculatorului , se pot identifica rapid noi compoziții de glazuri cu ajutorul valorile specifice ale coeficientului de dilatare termică α , tensiunii superficiale σ și a temperaturii de ardere , se pot explora rapid compoziții care includ o varietate de oxizi , iar numărul de teste de laborator asupra glazurilor poate fi redus [67] .

II.5.5. CALCULUL UNOR PROPRIETĂȚI ALE GLAZURILOR CU APLIT

În tabelul II.6. este dată compoziția în procente molare a glazurilor G002 , G 130V6 , G OM35 . La calculul temperaturii de topire se vor utiliza fracțiile molare , iar pentru calcularea tensiunii superficiale și a coeficientului de dilatare termică se folosesc procentele masice ale oxizilor prezenți .

Tabelul II.6. Compoziția chimică oxidică în procente molare , a glazurilor cu aplit

	G002	G130V6	GOM35
SiO ₂	64,05	64,41	56,04
Al ₂ O ₃	7,44	5,81	9,51
Fe ₂ O ₃	0,15	0,07	0,10
CaO	10,99	12,13	14,11
MgO	4,59	4,65	4,25
R ₂ O	3,6	3,66	2,74
ZnO	7,42		
BaO	1,76	2,01	8,51
B ₂ O ₃		2,78	3,01
ZrO ₂		4,48	1,73

Aplicând relațiile de calcul pentru aflarea : temperaturii de topire , tensiunii superficiale și a coeficientului de dilatare termică , din subcapitolul II.5.4. , s-a obținut :

- pentru G002

➤ *temperatura de topire .*

$$F = \frac{0,036 \cdot 0,88 + 0,1099 \cdot 0,58 + 0,0459 \cdot 0,54 + 0,0176 \cdot 0,60 + 0,0742 \cdot 0,6}{0,036 \cdot 0,88 + 0,1099 \cdot 0,58 + 0,0459 \cdot 0,54 + 0,0176 \cdot 0,6 + 0,0742 \cdot 0,6 + 0,0744 \cdot 0,32 + 0,6405 \cdot 0,38} \cdot 100 = 39,61436$$

$$FT = (161,21789 - 39,61436) / 0,10252 = \mathbf{1186^{\circ}C}$$

➤ *tensiunea superficială .*

$$\sigma_{G900} = 58,17 \cdot 3,4 + 11,65 \cdot 6,2 + 0,37 \cdot 4,5 + 9,32 \cdot 4,8 + 2,78 \cdot 6,6 + 4,52 \cdot 0,9 + 9,10 \cdot 4,7 + 4,09 \cdot 3,7 = 396,73$$

$$\sigma_{GFT} = 396,73 - 0,04 \cdot (1186 - 900) = \mathbf{385,29 \text{ dyne/ cm}}$$

➤ *coeficientul de dilatare termică*

$$\alpha = 58,17 \cdot 0,035 + 11,65 \cdot 0,061 + 0,37 \cdot 0,15 + 9,32 \cdot 0,15 + 2,78 \cdot 0,026 + 4,52 \cdot 0,331 + 9,10 \cdot 0,094 + 4,09 \cdot 0,029 = \\ = \mathbf{6,74 \cdot 10^{-6} \cdot ^{\circ}C^{-1}}$$

- pentru G130V6

➤ *temperatura de topire .*

$$F = \frac{0,0366 \cdot 0,88 + 0,1213 \cdot 0,58 + 0,0465 \cdot 0,54 + 0,0201 \cdot 0,60 + 0,0278 \cdot 1,0}{0,0366 \cdot 0,88 + 0,1213 \cdot 0,58 + 0,0465 \cdot 0,54 + 0,0201 \cdot 0,60 + 0,0278 \cdot 1,0 + 0,0581 \cdot 0,32 + 0,6441 \cdot 0,38} \cdot 100 = 38,8812$$

$$FT = (161,21789 - 38,8812) / 0,10252 = \mathbf{1193^{\circ} C}$$

➤ *tensiunea superficială .*

$$\sigma_{G900} = 57,78 \cdot 3,4 + 8,86 \cdot 6,2 + 0,18 \cdot 4,5 + 10,16 \cdot 4,8 + 1,6 \cdot 6,6 + 4,54 \cdot 0,9 + 4,91 \cdot 3,7 + 2,91 \cdot 0,8 + 8,91 \cdot 4,1 = 372,63$$

$$\sigma_{GFT} = 372,63 - 0,04 \cdot (1193 - 900) = \mathbf{360,91 \text{ dyne / cm}}$$

➤ *coeficientul de dilatare termică*

$$\alpha = 57,78 \cdot 0,035 + 8,86 \cdot 0,061 + 0,18 \cdot 0,15 + 10,16 \cdot 0,15 + 1,6 \cdot 0,026 + 4,54 \cdot 0,331 + 4,91 \cdot 0,129 + 2,91 \cdot 0,029 + 8,91 \cdot 0,099 =$$

$$= \mathbf{7,26 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ C^{-1}}$$

- pentru GOM35

➤ *temperatura de topire .*

$$F = \frac{0,0274 \cdot 0,88 + 0,1411 \cdot 0,58 + 0,0425 \cdot 0,54 + 0,0851 \cdot 0,60 + 0,0301 \cdot 1,0}{0,0274 \cdot 0,88 + 0,1411 \cdot 0,58 + 0,0425 \cdot 0,54 + 0,0851 \cdot 0,60 + 0,0301 \cdot 1,0 + 0,0951 \cdot 0,32 + 0,5604 \cdot 0,38 + 0,0173 \cdot 0,32} \cdot 100 = 45,7667$$

$$FT = (161,21789 - 45,7667) / 0,10252 = \mathbf{1126^\circ C}$$

➤ *tensiunea superficială .*

$$\sigma_{G900} = 46,07 \cdot 3,4 + 13,29 \cdot 6,2 + 0,23 \cdot 4,5 + 10,83 \cdot 4,8 + 2,33 \cdot 6,6 + 3,12 \cdot 0,9 + 17,85 \cdot 3,7 + 2,89 \cdot 0,8 + 3,15 \cdot 4,1 = 391,51$$

$$\sigma_{GFT} = 391,51 - 0,04 \cdot (1126 - 900) = \mathbf{382,47 \text{ dyne / cm}}$$

➤ *coeficientul de dilatare termică*

$$\alpha = 46,07 \cdot 0,035 + 13,29 \cdot 0,061 + 0,23 \cdot 0,15 + 10,83 \cdot 0,15 + 2,33 \cdot 0,026 + 3,12 \cdot 0,331 + 17,85 \cdot 0,129 + 2,89 \cdot 0,029 + 3,15 \cdot 0,099 =$$

$$= \mathbf{7,87 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ C^{-1}}$$

În practica utilizării celor trei glazuri , precum și a glazurilor colorate derivate din acestea , s-a constatat o bună topire și întindere a lor pe ciob , precum și un acord bun ciob – glazură .

III. CONTRIBUȚII PRIVIND PROIECTAREA UNOR AGREGATE FURNIZOARE DE AER CALD ȘI OPTIMIZAREA PARAMETRILOR TEHNOLOGICI LA USCAREA PRODUSELOR DE FAIANȚĂ ȘI A FORMELOR DE IPSOS

În acest capitol sunt prezentate modificări , îmbunătățiri ale proceselor de uscare a formelor de ipsos , în modelaj și a produselor crude .

III.1. PROIECTAREA , ȘI REALIZAREA UNOR AGREGATE FURNIZOARE DE AER CALD

În cadrul subcapitolului , am prezentat modul de calcul de proiectare și realizare a unui agregat furnizor de caldură având schema prezentată în figura III.1. , utilizând diverse subansamble existente într-o fabrică de ceramică fină , rezultate de la dezafectarea cuptoarelor vechi [69] .

În industria românească de produse de ceramică fină (faianță , vitrus , porțelan) și sanitară , pe parcursul a 10-12 ani începând cu anul 1990 , s-a realizat treptat , s-au chiar total , în unele societăți comerciale , modernizarea arderii I , II și III.

Aceasta s-a înfăptuit prin înlocuirea vechilor cuptoare de ardere , cu cuptoare moderne , realizate din fibră ceramică refractară , cărămizi izo-refractare sau combinații ale acestora , cuptoarele fiind aduse din import de la firmele BRICESCO , RIEDHAMMER, HEIMSOTH , K&F . Cuptoarele sunt prevăzute cu calculatoare de proces, care realizează conducerea automată a arderii .

În urma instalării acestor cuptoare a crescut calitatea arderii , micșorându-se gradientii termici și duratele de ardere , iar consumul specific de gaz metan s-a redus . De asemenea , s-au eliberat importante spații , cuptoarele noi ocupând cu 25-40% mai puțină suprafață , comparativ cu vechile cuptoare , spații pe care s-au amplasat capacități noi de fasonare prin strunjire și prin turnare.

O consecință a acestor modernizări , mai puțin benefică însă , a fost faptul că s-a diminuat și , volumul de aer cald necesar uscării produselor , în special turnate , obținute atât pe capacitățile vechi cât și a celor obținute pe capacitățile nou create.

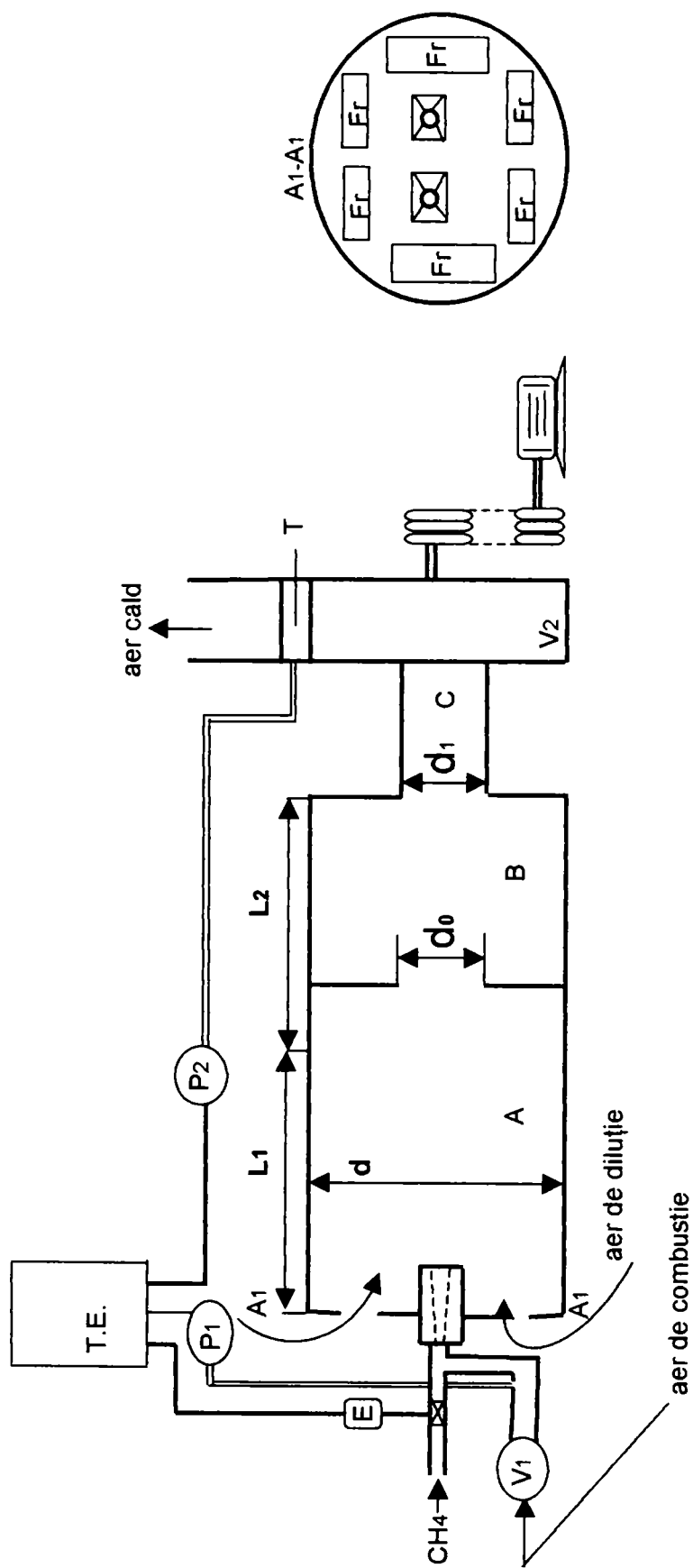


Fig.III.1. Schema de principiu , de realizare și funcționare a agregatului furnizor de aer cald

Rezolvarea acestei deficiențe , s-a realizat prin achiziționarea din import , a unor agregate , suflante , furnizoare de aer cald .

CALCUL DE PROIECTARE

În cele ce urmează , prezentăm modalitatea de dimensionare , proiectare și construire a unor suflante furnizoare de aer cald , obținut prin diluarea gazelor arse rezultate din combustia gazului metan . După efectuarea calculelor de dimensionare , construirea efectivă a suflantelor se realizează în proporție de 80-90% , utilizând diverse subansamble și părți componente rezultate la dezafectarea și demolarea cuptoarelor vechi : arzătoare , arzătoare pilot, ventilatoare , exhaustoare , reglatoare, presostate , etc. Combustia se realizează de către arzătoare cu un exces de aer $\lambda=1,1$ iar diluarea gazelor de ardere primare , fierbinți se realizează cu aer , aspirat într-o incintă , conform schemei din figura III.1.

Relația de calcul de la care s-a pornit , este una din cele utilizate la calculul bilanțului termic al unui cuptor [70,71]:

$$\Sigma Q_i = \Sigma Q_e \quad (1)$$

unde : ΣQ_i – suma căldurilor intrate în sistem [kJ/h] ; ΣQ_e –suma căldurilor ieșite din sistem [kJ/h]

Pentru membrul stâng al relației (1) ,s-au considerat căldurile aduse de gazele de ardere primare și de aerul de diluare ale acestora , iar pentru membrul drept al relației (1) , căldura gazelor de ardere diluate și răcite . În calcul nu s-au luat în considerare pierderi de căldură din sistem .

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 \quad (2)$$

unde : Q_1 - căldura gazelor de ardere primare (cele care rezultă din combustia gazului metan în arzătoare) ; Q_2 – căldura aerului de diluare , aspirat Q_3 - căldura gazelor de ardere diluate și răcite.

În formă desfășurată , relația (2) se mai poate scrie :

$$M_1 \cdot C_{p1} \cdot t_1 + M_2 \cdot C_{p2} \cdot t_2 = (M_1 + M_2) \cdot C_p \cdot t \quad (3)$$

unde : M_1 –debitul masic al gazelor de ardere primare [kg/h] ; C_{p1} —căldura specifică a gazelor de ardere primare [j/kg .grd.] ; t_1 —temperatura gazelor de ardere primare [°C] ; M_2 —debitul masic al aerului de diluare aspirat [kg/h] ; C_{p2} —căldura specifică a aerului de diluare aspirat [j/kg.grd.] ; t_2 —temperatura aerului de diluare [°C] ; C_p —căldura specifică a gazelor de ardere diluate [j/kg .grd.] ; t —temperatura gazelor de ardere diluate , răcite [°C] .

Relația (3) va permite stabilirea prin calcul a temperaturii gazelor de ardere diluate , care vor putea fi folosite la uscarea produselor.

In exemplul de mai jos , s-a urmărit realizarea unui agregat care să furnizeze gaze de ardere diluate având temperatura de 100° C la un debit de 5.000 m³/h .

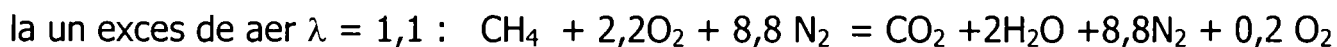
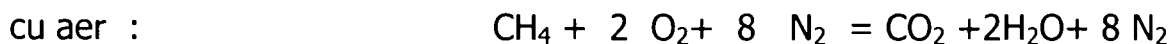
Diluarea se realizează cu aer având temperatura de 20° C.

Deci în relația (3) se cunosc :

$$t_2 = 20 \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$t = 100 \text{ } ^\circ \text{C}$$

Reacțiile de ardere de bază sunt:

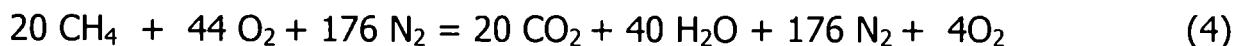


S-au utilizat două arzătoare tip TRICEM 10 recuperate având următoarele caracteristici :

- debitul nominal de CH₄ : 10Nm³/h /arzător .
- presiunea nominală a gazului : 525 mm CA
- presiunea nominală aer la 20°C : 41 mm CA
- lungimea vizibilității flăcării : 0,65 m

Aceste arzătoare realizează o ardere complet oxidantă a CH₄ fără emisie de CO .

Cu două arzătoare și un exces de aer $\lambda = 1,1$ reacțiile de ardere sunt :



În ecuația (4) considerând coeficienții stoechiometrici drept volume [72], exprimate în Nm^3 (normal metru cub) și raportând desfășurarea reacției la o oră, reiese că prin arderea a $20 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4 / \text{h}$ rezultă un volum de $240 \text{ Nm}^3 / \text{h}$ gaze de ardere primare.

Din ecuația (4) se poate calcula *compoziția chimică a gazelor de ardere primare* exprimată în procente de masă și de volum, ținând cont de densitățile în condiții normale [73] ale compuşilor de ardere prezenți, aceasta fiind redată în tabelul III.1.

Tabelul III.1. Compoziția chimică a gazelor de ardere primare

	% V	%M
CO_2	8,33	13,22
H_2O	16,67	10,82
N_2	73,33	74,04
O_2	1,67	1,92

În continuare se poate determina temperatura calorimetrică a gazelor de ardere primare cu relația de mai jos [70]:

$$T_{\text{calor}} = \frac{h_i}{V \cdot C_{\text{pm}}} + 273 \text{ [}^\circ\text{K]} \quad (5)$$

sau cu relația următoare [74]:

$$\theta_{\text{cal}} = \frac{H_i + q_{\text{fiz}}}{V_g \cdot c_{\text{pg}}} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (6)$$

Se va utiliza relația (6) din care se va neglija termenul q_{fiz} , reprezentând căldura fizică a CH_4 și a aerului de combustie preîncălzit. Ceilalți termeni reprezintă: H_i – puterea calorifică inferioară a combustibilului [$\text{kJ}/\text{Nm}^3 \text{ CH}_4$]; V_g – volumul de gaze de ardere [$\text{Nm}^3/\text{Nm}^3 \text{ CH}_4$]; c_{pg} – căldura specifică medie a gazelor de ardere [$\text{kJ}/\text{Nm}^3 \cdot \text{grd}$].

În relația (6), $H_i = 35.772 \text{ kJ}/\text{Nm}^3 \text{ CH}_4$ pentru gazul natural din Ardeal [75]; $V_g = 240/20 = 12 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3 \text{ CH}_4$; $c_{\text{pg}} = (1/100) \cdot \sum x_i \cdot c_{\text{pi}}$, x_i = procente volumice ale gazelor componente.

Prin aproximări ale ϑ_{cal} , determinarea c_{pg} , și recalcularea lui ϑ_{cal} , conform relației (6), s-a obținut valoarea :

$$\vartheta_{cal} = 1834 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Ultima valoare admisă pentru $\vartheta_{cal} = 1835 \text{ } ^\circ\text{C}$, este apropiată de cea găsită prin calcul. Pentru această valoare, $c_{pg} = 1,6258 \text{ kJ/Nm}^3 \cdot \text{grd}$, luând din tabele [74] căldurile specifice la $1835 \text{ } ^\circ\text{C}$, ale gazelor componente.

În continuare se calculează temperatura reală a gazelor de ardere primare cu relația [74] următoare :

$$\vartheta_{real} = \vartheta_{cal} \cdot \eta_{pir} \quad [^\circ\text{C}] \quad (7)$$

unde:

η_{pir} – randamentul pirometric

Pentru η_{pir} s-a luat în calcul valoarea 0,81. Deci :

$$\vartheta_{real} = 1834 \cdot 0,81 = 1485 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Aceasta, este de fapt t_1 din relația (3).

Volumul de gaze de ardere primare la intrarea în agregat (având $1485 \text{ } ^\circ\text{C}$), este:

$$V_1^{1485} = 240 \cdot \frac{273 + 1485}{293} = 1440 \text{ m}^3/\text{h}$$

Debitul masic al gazelor de ardere primare M_1 din relația (2) se determină :

$$M_1^{1485} = V_1 \cdot \rho \quad [\text{kg/h}] \quad (8)$$

ρ^{1485} - densitatea gazelor de ardere primare la $1485 \text{ } ^\circ\text{C}$. Se calculează cu relația [73] de mai jos:

$$\rho_{am} = n_1 \cdot \rho_1 + n_2 \cdot \rho_2 + \dots \quad [\text{kg/m}^3] \quad (9)$$

unde : n_1, n_2, \dots sunt părți în volume ale componentilor în amestecul gazos ;
 ρ_1, ρ_2, \dots densitățile corespunzătoare ale componentilor.

După aflarea densităților componentelor gazelor de ardere primare , la 1485°C , aplicând relația (9) , s-a obținut :

$$\rho^{1485} = 0,1924 \text{ kg/m}^3$$

Aplicând relația (8) ,s-a obținut :

$$M_1 = 277 \text{ kg/h}$$

În continuare se calculează Q_1 (căldura adusă de gazele de ardere primare), astfel :

$$Q_1 = M_1 \cdot C_{p1} \cdot t_1 \text{ [kJ/h]} \quad (10)$$

C_{p1} – este căldura specifică a gazelor de ardere primare la 1485°C , = 1,375 kJ/kg • grd ; $t_1 = 1485^\circ\text{C}$

$$Q_1 = 277 \cdot 1,375 \cdot 1485 = 565.599 \text{ kJ/h}$$

Pentru a determina temperatura pe care o vor avea gazele de ardere diluate cu aer se fac mai multe presupuneri ale lui t din relația (3) și se calculează membrul stâng și membrul drept al ecuației . Este necesar să se cunoască de fiecare dată cât este M_2 . Pentru simplificarea calculului , s-a luat pentru C_p din relația (3) căldura specifică a aerului uscat , la temperaturile presupuse , deoarece gazele arse diluate cu aer au compoziția chimică aproape egală cu a aerului uscat , după cum se va demonstra .

Redăm modul de calcul pentru o temperatură presupusă $t = 100^\circ\text{C}$.

La această temperatură , gazele de ardere primare , răcindu-se vor avea un volum mai mic și anume :

$$V_1^{100} = 1440 \cdot \frac{273 + 100}{273 + 1485} = 305,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ventilatorul exhaustor având debitul nominal de 5.000 m³/ h , va mai aspira din agregat un volum de aer de diluare de 5.000 - 305,5 = 4.694,5 m³/ h tot la 100°C . Acest aer inițial a avut volumul :

$$V_2^{20} = 4.694,5 \cdot \frac{273 + 20}{273 + 100} = 3.687 \text{ m}^3/\text{h}$$

M_2 se determină cu relația :

$$M_2 = \rho_{\text{aer}}^{20} \cdot V_2^{20} = 1,2047 \cdot 3687 = 4.442 \text{ kg/h}$$

Deci:

$$M_2 = 4.442 \text{ kg/h}$$

- pentru C_{p2} , la 20°C avem valoarea $1,0766 \text{ kJ/kg} \cdot \text{grad}$

Se calculează Q_2 din relația (3) cu formula :

$$Q_2 = M_2 \cdot C_{p2} \cdot t_2 \text{ [kJ/h]} \quad (11)$$

$$Q_2 = 4.442 \cdot 1,0766 \cdot 20 = 95.645 \text{ kJ/h}$$

Se calculează Q_3 din relația (3) cu formula :

$$Q_3 = (M_1 + M_2) \cdot C_p \cdot t \text{ [kJ/h]} \quad (12)$$

C_p este căldura specifică a gazelor arse diluate cu aer, a cărei valoare este egală cu a aerului uscat, pentru temperatura de 100°C ;

$$C_p^{100} = 1,30 \text{ kJ/kg} \cdot \text{grad}$$

$$Q_3 = (277 + 4.442) \cdot 1,3 \cdot 100 = 613.470 \text{ kJ/h}$$

Comparând valorile din cei doi membri ai relației (3), avem :

$$\begin{array}{r} 565.559 + 95.645 \\ 661.204 > 613.470 \end{array}$$

Se observă o diferență relativ ridicată, deci temperatura presupusă nu este corectă. S-au admis și alte valori ale lui t și s-au obținut următoarele rezultate date în tabelul III.2..

Tabelul III.2. Caracteristicile gazelor de ardere , pentru diferite temperaturi **T** admise

T[°C]	T V ₁ [m ³ /h]	20 V ₂ [m ³ /h]	M ₂ [kg/h]	Q ₁ [kJ/h]	Q ₂ [kJ/h]	Q ₁ +Q ₂ [kJ/h]	Q ₃ [kJ/h]
100	305,5	3.687	4.442	565.559	95.645	661.204	613.470
105	310	3.635	4.379	565.559	94.288	659.847	635.544
109	313	3.595	4.331	565.559	93.225	658.784	652.953
110	313,7	3.585	4.319	565.559	92.997	658.556	657.228
111	315	3.575	4.307	565.559	92.738	658.297	661.471
115	318	3.536	4.260	565.559	91.726	657.285	678.821
120	322	3.488	4.202	565.559	90.477	656.036	698.777

Din tabelul III.2. se observă că pentru $t = 110^{\circ}\text{C}$, valorile pentru cei doi membrii ai relației (3) sunt cel mai apropiate , aceasta însemnând că la ieșirea din agregat gazele diluate vor avea 110°C .

Raportul de diluare **gaze de ardere primare : aer = 313,7 : 4.686,3 = 1 : 15** , unde 4.686,3 m³/h este volumul aerului de diluare care s-a dilatat de la 20°C la 100°C , inițial având volumul 3.585 m³/h .

Compoziția procentuală a aerului la 20°C , este dată în tabelul III.3.:

Tabelul III.3. Compoziția chimică a aerului

	% V	%M
O ₂	20	22,22
N ₂	80	77,78

Ținând cont de raportul de diluare , volumele implicate și de compoziția gazelor de ardere primare din tabelul III.1., se poate calcula compoziția gazelor de ardere diluate. Aceasta este dată în tabelul III.4.

Tabelul III.4. Compoziția chimică a gazelor de ardere diluate

	%V	%M
CO ₂	0,52	0,80
H ₂ O	1,05	0,65
N ₂	79,58	77,56
O ₂	18,84	21,00

Comparând valorile din tabelul III.4. , cu cele din tabelul III.3. , pentru O₂ și N₂ , rezultă o diferență nesemnificativă între gazele arse diluate și aer , cea ce justifică aproximarea pentru C_p din relația (12) .

Aerul rece pentru diluare , aspirat prin fantele din fig.III.1., îmbracă jetul de gaze de ardere primare fierbinți , asigurând și o izolare a pereților metalici ai agregatului ,

până la diluarea și scăderea rapidă a temperaturii lor la valoarea de 110°C, nepericuloasă pentru pereții metalici.

Este necesar ca în incinta metalică , circulația gazelor să aibă loc în regim turbulent , situație determinată de valoarea cifrei Re [70,73] . Pentru regimul de circulație turbulentă , $Re > 10.000$.

$$Re = \frac{\rho \cdot w \cdot d}{\eta} \quad (13)$$

unde : ρ - densitatea gazelor [kg/m^3] ; w -viteza gazelor [m/s] ; d – diametrul tubului prin care circulă gazele [m] ; η - vâscozitatea gazelor [$\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$].

Agregatul s-a realizat din tablă de oțel cu grosimea $\delta = 7\text{mm}$, având dimensiunile: $L_1 = 1,5 \text{ m}$; $L_2 = 1 \text{ m}$; 4 fante reglabile (F_r) cu dimensiunile $0,24 \cdot 0,12\text{m}$; 2 fante fixe (F_f) cu dimensiuni $0,1 \cdot 0,21 \text{ m}$; $d = 1 \text{ m}$; $d_0 = 0,5 \text{ m}$.

La distanța de 1,5 m de la intrarea în agregat s-a prevăzut o diafragmă cu $d_0=0,5\text{m}$, pentru definitivarea amestecării gazelor.

Calculând cifra Re , pentru incinta A (figura III.1) și diafragmă se obține :

pentru incinta A; $\rho_{aer}^{110} = 0,9216\text{kg}/\text{m}^3$; $d = 1\text{m}$; $w = 1,7684\text{m}/\text{s}$ (se obține împărțind debitul exhaustat = $5.000\text{m}^3/\text{h}$, la aria secțiunii tubului cu $d=1\text{m}$) ;
 $\eta_{aer}^{110} = 0,022 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$

$$Re = \frac{0,9216 \cdot 1,7684 \cdot 1}{0,000022} = 74.080$$

Se observă că valoarea obținută este mai mare de 10.000 ca atare regimul de curgere este turbulent , cea ce va duce la amestecarea gazelor.

pentru diafragmă , $w = 7,0736 \text{ m}/\text{s}$ și cifra Re este :

$$Re = \frac{0,9216 \cdot 7,0736 \cdot 0,5}{0,000022} = 148.160$$

În continuare am calculat pierderea de presiune din agregat pe care trebuie să o învingă ventilatorul exhaustor . Aceasta se compune din :

- pierderea de presiune în spațiul A ; Δp_1
- pierderea de presiune în diafragmă ; Δp_2

- pierderea de presiune în spațiul B ; Δp_3
- pierderea de presiune în tubul C ; Δp_4
- pierderea de presiune la intrarea în tubul C ; Δp_5

Pentru calculul lui Δp_1 , Δp_3 și Δp_4 se utilizează relația [70,73] de mai jos :

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{L}{D_{ech}} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \text{ [N/m}^2\text{]} \quad (14)$$

unde: λ -coeficientul de frecare ; L-lungimea tubului [m] ; D_{ech} -diametrul echivalent al tubului [m] ; ρ --densitatea gazului [kg/m³] ; w--viteza gazului [m/s] .

Pentru regimuri turbulente de curgere , pentru calculul lui λ se folosește relația [73,76] de mai jos:

$$\lambda = \frac{0,303}{(\lg Re - 0,9)^2} \quad (15)$$

în spațiul A:

$L = L_1 = 1,5 \text{ m}$; $D_{ech} = d = 1 \text{ m}$; $\rho_{aer}^{110} = 0,9216 \text{ kg / m}^3$; $w = 1,7684 \text{ m / s}$;

$\eta_{aer}^{110} = 0,022 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s/m}^2$; $Re = 74.080$; $\lambda = 0,01923$

$$\Delta_{p1} = 0,01923 \cdot \frac{1,5}{1} \cdot \frac{0,9216 \cdot 1,7684^2}{2} = 0,0416 \text{ N/m}^2$$

în spațiul B :

$L = L_2 = 1 \text{ m}$; $D_{ech} = d = 1 \text{ m}$; $\rho_{aer}^{110} = 0,9216 \text{ kg / m}^3$; $w = 1,7684 \text{ m/s}$;

$\eta_{aer}^{110} = 0,022 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s/m}^2$; $Re = 74.080$; $\lambda = 0,01923$

$$\Delta_{p3} = 0,01923 \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{0,9216 \cdot 1,7684^2}{2} = 0,0277 \text{ N/m}^2$$

în tubul C :

$L = L_3 = 0,5 \text{ m}$; $D_{ech} = d = 0,45 \text{ m}$; $\rho_{aer}^{110} = 0,9216 \text{ kg/m}^3$; $w = 8,73 \text{ m/s}$

$\eta_{aer}^{110} = 0,022 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s/m}^2$; $Re = 164.568$; $\lambda = 0,01626$

$$\Delta p_4 = 0,01626 \cdot \frac{0,5}{0,45} \cdot \frac{0,9216 \cdot 8,73^2}{2} = 0,6345 \text{ N/m}^2$$

În **diafragmă** pentru calculul lui Δp_2 , se utilizează relația [73], de mai jos :

$$\Delta p = \xi \cdot \frac{\rho \cdot w_t^2}{2} \text{ [N/m}^2\text{]} \quad (16)$$

unde :

ξ - coeficient de rezistență locală ; w_t - viteza aerului în tub înainte și după diafragmă [m/s] .

$$w_t = 1,7684 \text{ m/s} ; \xi = 29,4$$

$$\Delta p_2 = 29,4 \cdot \frac{0,9216 \cdot 1,7684^2}{2} = 42,3663 \text{ N/m}^2$$

La **intrarea în tubul C** pentru calculul lui Δp_5 se folosește relația (16) unde w_t este viteza în tubul C.

$$w_t = 8,73 \text{ m/s} ; \xi = 0,5$$

$$\Delta p_5 = 0,5 \cdot \frac{0,9216 \cdot 8,73^2}{2} = 17,5595 \text{ N/m}^2$$

Suma acestor pierderi de presiune este :

$$\Sigma \Delta p_i = 0,0416 + 0,0277 + 0,6345 + 42,3663 + 17,5595 = 59,9258 \text{ N/m}^2 = 6,11 \text{ mm CA}$$

Valoarea acestei pierderi de presiune este foarte mică , ne semnificativă pentru presiunea pe care o poate dezvolta ventilatorul exhaustor.

La executarea suflantei s-au utilizat următoarele componente recuperate , asamblate conform figurii III.1. :

- 2 arzătoare **TRICEM** 10 echipate cu câte un arzător pilot
- un ventilator de combustie V_1
- un ventilator exhaustor V_2 (antrenat de un motor electric de 11 kwh) , având debitul de $5.000 \text{ m}^3 / \text{h}$
- două presostate P_1 și P_2 montate pe traseul de refulare al ventilatoarelor V_1 și V_2
- un electroventil E
- un tablou electric TE

Toate aceste componente recuperate , s-au asamblat la o virolă de oțel cu $\delta=7\text{mm}$, fiindu-i caracteristice lungimile L_1 , L_2 , L_3 și diametrele d , d_0 și d_1 .

Presostatele P_1 și P_2 sunt conectate electric la electroventilul E prin intermediul tabloului electric TE . Rolul electroventilului este să oprească admisia gazului metan la arzătoare în următoarele situații :

- ruperea curelelor de transmisie la ventilatoare ;
- arderea motoarelor ventilatoarelor ;
- oprirea ventilatoarelor datorită gripării rulmenților ;
- pană de curent electric

Suflanta s-a racordat la un uscător cameră de produse de faianță crude , în imediata vecinătate a acestuia , nefiind necesară stabilirea curbei caracteristice a rețelei prin care s-a transportat aerul cald obținut la uscător .

La măsurarea temperaturii aerului cald în punctul T din figura III.1. , s-a obținut valoarea 96°C , datorită pierderilor de căldură prin pereții metalici , neizolați .

CONCLUZII

Suflanta realizată pe baza modului de calcul prezentat și racordată la un uscător cameră existent a condus la rezultate foarte bune ; procentele de rebut în procesul de uscare fiind în ușoară scădere și nu au fost semnalate nici un fel de dificultăți după 8 ani de funcționare .

Realizarea agregatului furnizor de aer cald prezentat presupune investiții minime întrucât se bazează în mare măsură pe componente recuperate din dezafectarea vechilor instalații de ardere.

Utilizând modul de calcul prezentat s-au mai realizat :

- două suflante cu debitul de $15.000\text{ m}^3/\text{h}$ la 150°C
- o suflantă cu debitul de $2.000\text{ m}^3/\text{h}$ la 110°C

III.2. OPTIMIZAREA PARAMETRILOR TEHNOLOGICI LA USCAREA FORMELOR DE IPSOS ÎN MODELAJ

În acest capitol este prezentat modul în care , după turnarea formelor de ipsos în modelaj , acestea pot fi uscate cu viteze mai mari , utilizând convecția aerului cald din hala în care se depozitează pentru uscare [77] . Convecția respectivă , este realizată cu ajutorul unor ventilatoare cu aspirație și refulare axială , care au și o mișcare de oscilație în jurul unui ax –suport , pe care sunt montate (fig. III.2.).

În tehnologia produselor de faianță , vitrus și porțelan , pentru obținerea de produse strunjite , în condiții de eficiență economică , în sectorul discuire , este necesară utilizarea de forme uscate (în situația în care s-a respectat un anumit raport ipsos-apă și având dimensiunile încadrate într-o clasă de precizie sau un câmp de toleranțe propus) , pentru a beneficia de rezistența mecanică maximă pe care o poate da tipul ipsosului folosit .

Prin utilizarea de forme uscate, se obțin următoarele avantaje tehnologice și financiare :

- evitarea , reducerea spargerii formelor pe mașini , datorită rezistenței slabe a formelor cu anumite grade de umiditate (neuscate complet)
- eliminarea fisurilor , crăpării formelor (de farfurii și boluri / salatiere) în uscătorul treapta I , datorită evaporării intensive a apei rămase în forme
- durabilitate mai mare , respectiv oglinda formelor de ipsos se uzează după un număr mai mare de cicluri de fasonare , datorită rezistenței mecanice mai mari a formelor uscate

Pentru obținerea produselor prin procedeul turnării , este de asemenea important să se utilizeze forme uscate începând cu prima turnare , și continuând pe tot parcursul utilizării lor , formele să fie uscate , mai ales la produsele foarte mari de tipul ghivecelor, vazelor , etc .

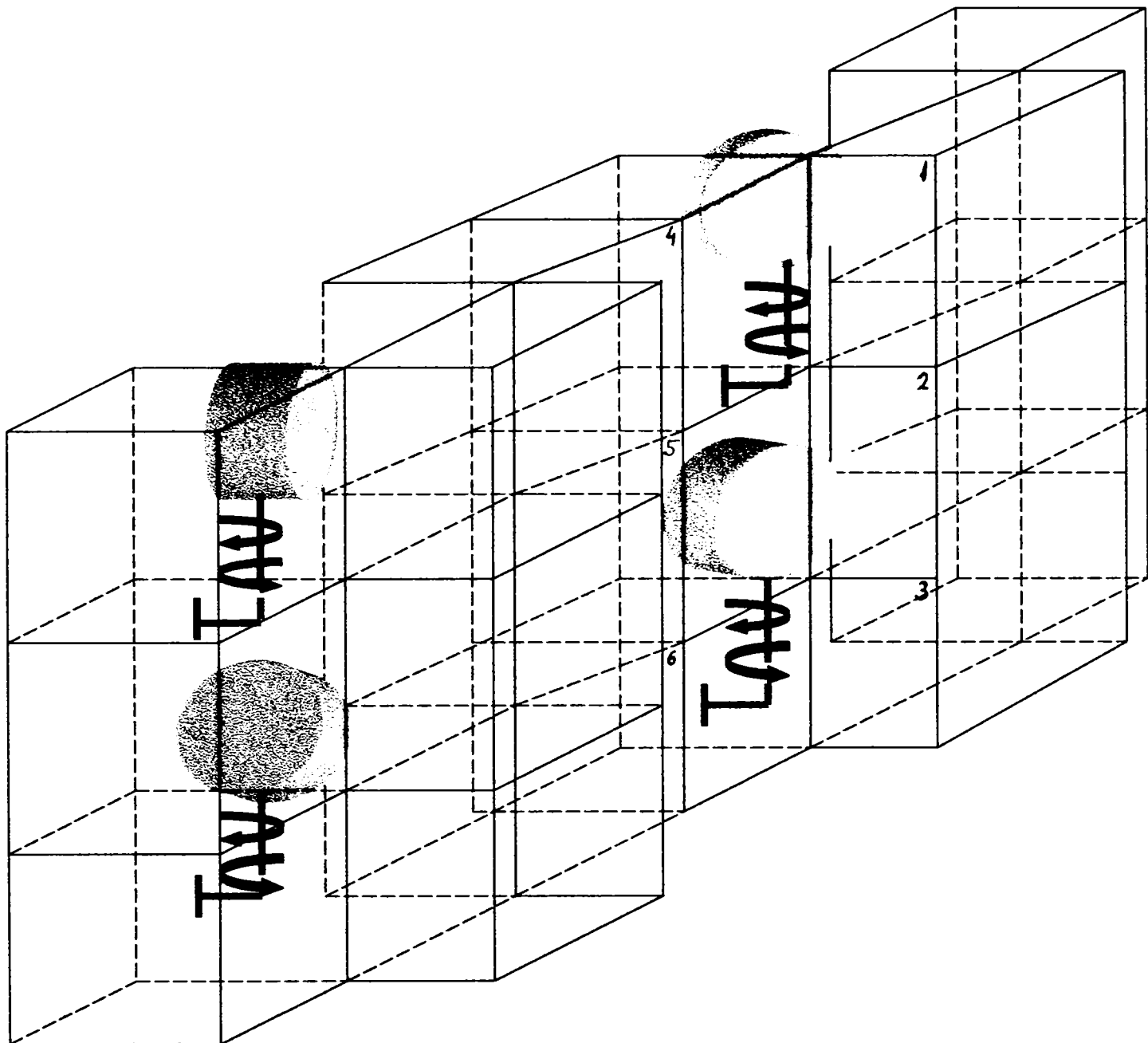


Fig. III.2. Amplasarea ventilatoarelor axiale (fixate pe pereții halei de uscare) și a containerelor cu forme de ipsos

În continuare este prezentată modalitatea de accelerare a uscării formelor de ipsos pentru produse strunjite și produse turnate , folosind ventilatoare pentru convecție .

Uscarea convectivă continuă să rămână și în prezent cel mai cunoscut și răspândit procedeu de eliminare a umidității din material , atât datorită simplității

procesului , cât mai ales multiplelor posibilități de a obține , cu cheltuieli reduse , o calitate bună a uscării , într-un timp scurt [78] .

Principial , procesul de uscare se bazează pe trecerea în fază gazoasă a umidității aflată , în materiale (corpuri) umede , ca fază lichidă . Procesul este posibil în cazul în care presiunea vaporilor la suprafața corpului este mai mare decât presiunea parțială a acestora în mediul gazos înconjurător [8] .

Barbotina de ipsos fiind obținută cu o cantitate ridicată de apă , o mare parte a acesteia impregnează masa obținută după priză . Această apă trebuie să fie eliminată pentru ca formele de ipsos să aibă rezistența mecanică și porozitatea necesară fasonării produselor ceramice [10] .

Formele de ipsos , după turnare , sunt așezate în containere metalice deschise (necăptușite) , de $b \cdot l \cdot h = 0,8 \cdot 1,2 \cdot 0,8$ m , se stivuiesc într-o hală de uscare, pe trei rânduri în modul prezentat în figura III.2.

În camera de uscare se introduce aer cald la 110-120°C provenit de la o instalație de tip Lippert , temperatura în incinta halei de uscare fiind de cca 35-40°C .

În fața acestor containere cu forme , așezate în modul arătat , sunt dispuse ventilatoare axiale (cu aspirație și refulare axială) . Datorită faptului că ventilatoarele refulează aerul cald printre forme , (prin containerele metalice deschise , care nu obturează pătrunderea aerului) , precum și datorită mișcării de oscilație care este dată ventilatoarelor , printr-un sistem mecanic adecvat , adaptat suportului mecanic pe care acestea sunt fixate , se realizează o accelerare a uscării formelor de ipsos . Mișcarea de oscilație are un câmp de 155-170 grade și o frecvență de 5-7 oscilații / minut .

Uscarea este un proces fizic condiționat esențial de fenomene termice și de difuzie [8] și anume fiind vorba de **difuzia internă** și **externă** a apei .

Aerul cald circulând la suprafața formelor cu viteze mai mari (datorită prezenței ventilatoarelor) , accelerează evaporarea apei de la suprafața formelor intensificând difuzia externă , determinând în acest mod o accelerare și a difuziei interne . Rezultatul cumulat al acestor procese fizice este accelerarea procesului de uscare al formelor de ipsos , desfășurarea lui cu viteză mai mare .

Astfel , timpul necesar uscării s-a redus cu valori cuprinse între 50 – 60 % față de situația inițială .

Pentru a se putea realiza uscarea prin convecție în modul descris mai sus , s-au determinat înainte de montarea ventilatoarelor , două caracteristici ale aerului ambiental și anume temperatura T și umiditatea relativă φ în diverse puncte , pe orizontală și pe verticală , în incinta halei de uscare a formelor de ipsos , precum și temperatura și umiditatea relativă la ieșirea aerului cald și umed din hala de uscare.

Pentru temperatură , valorile obținute , la cota zero au fost de 35-40°C , iar la cota + 4 m au fost de 38-43°C . În aceleași puncte de măsură , valorile umidității relative au fost (53 – 55%) . La ieșirea la coș aerul a avut temperatura de 40°C și umiditatea relativă de 55% .

Punând aceste valori pereche temperatură-umiditate relativă , pe diagrama Mollier $h'_u - x$, a aerului umed [79] , se observă că există o diferență de temperatură , o " **rezervă termică** " de cca. (12 – 15 °C) la aceeași umiditate relativă a aerului , sau o diferență de cca 40-45% umiditate a aerului cald/umed la aceeași temperatură , care astfel mai poate prelua umiditate , până la atingerea punctului de rouă ($\varphi = 100\%$) .

Deci acest aer poate prelua o cantitate suplimentară de umiditate , din produse .

Pentru controlul uscării formelor de ipsos s-a utilizat o metodă indirectă de determinare a umidității formelor de ipsos .

Astfel , s-au confecționat cuburi de ipsos cu lungimea laturii de 6,5 cm , care este cu 5 mm mai mare decât cea mai mare distanță în secțiunea unei forme pentru produse strunjite / turnate și s-a analizat gradul de uscare al acestor cuburi la diferite intervale de timp . La atingerea conținutului de 2-3% umiditate al acestor cuburi , uscarea s-a considerat corespunzătoare .

Mai în detaliu , s-a procedat astfel :

- s-au turnat șase serii de câte cinci perechi de cuburi din barbotina de ipsos pentru produsele strunjite și pentru produsele turnate (deci un total de 60 cuburi) ,

simultan cu formele respective turnate . Fiecare serie de cinci perechi au fost așezate în punctele 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 din figura III.2 , odată cu formele de ipsos .

- după trecerea a câte 24 ore de la turnarea perechilor de cuburi și a formelor , cinci zile la rând , s-a luat câte o pereche de cuburi , din toate cele șase puncte menționate , s-au secționat pe mijloc și s-a determinat umiditatea din acestea , cu ajutorul unei termobalanțe , de tip METTLER TOLEDO HR 73 la o temperatură maximă programată de 60°C .

- în acest mod s-a verificat și stabilit durata de uscare a formelor de ipsos , după tipul acestora .

În figura III.3. este prezentată termobalanța cu care s-a determinat umiditatea cuburilor de ipsos , după trecerea a 24 ore , cinci zile la rând .



Fig. III.3. Termobalanța METTLER TOLEDO HR 73

În figura III.4. este prezentat graficul de variație al umidității (de scădere al acesteia) cuburilor de ipsos (și implicit a formelor) , în funcție de zilele de staționare în hala de uscare .

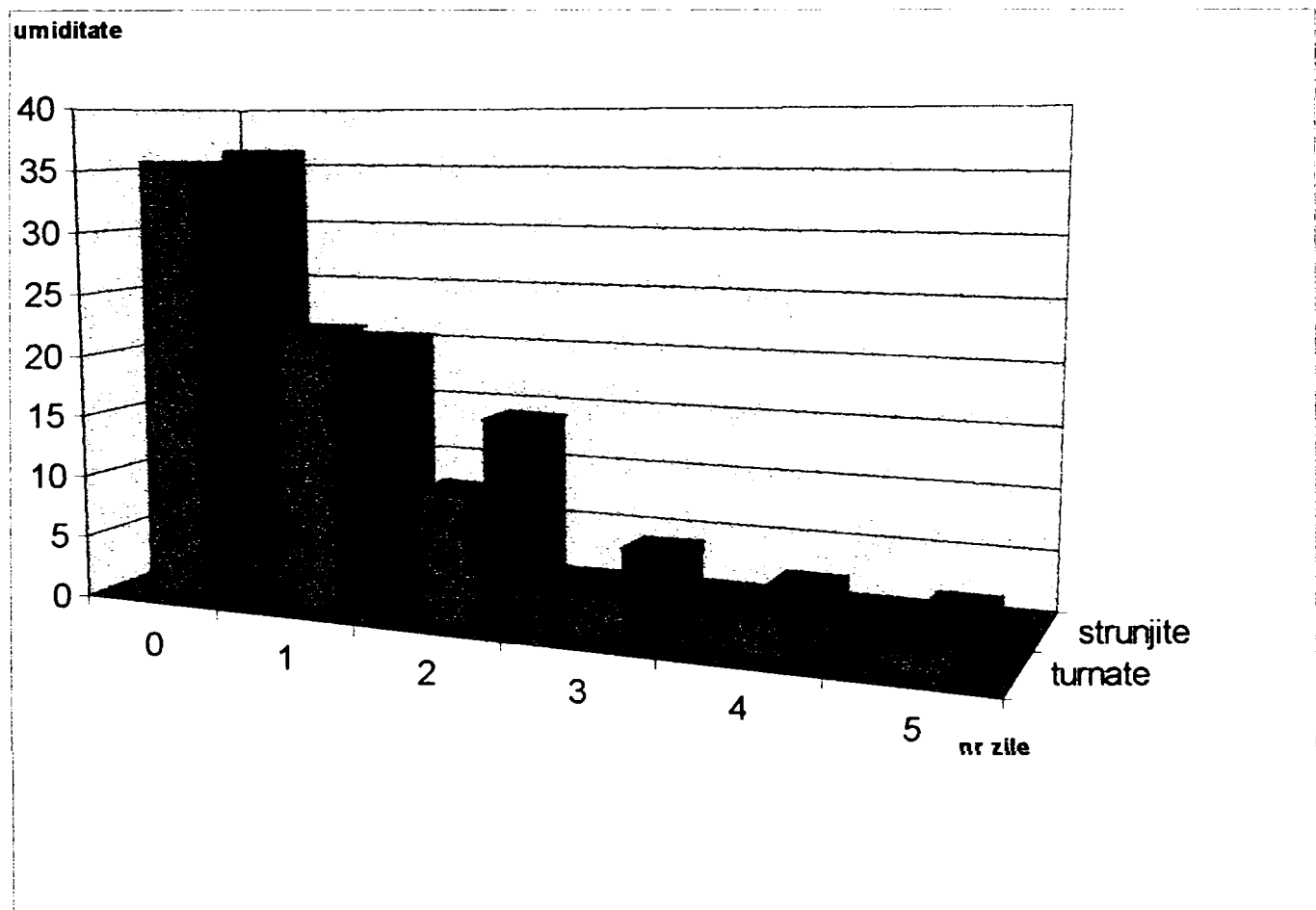


Fig. III.4. Variația umidității cuburilor de ipsos

Metoda de verificare a umidităților pe cuburi , a fost confirmată prin verificarea umidității unor forme de ipsos pentru farfurii adânci și a unor forme de ipsos pentru produse turnate mari (cu $H > 40$ cm și $\varphi > 25$ cm) .

Analiza s-a efectuat după trei zile de uscare , secționându-se formele pentru a se preleva un eșantion de 2-3 g din mijlocul peretelui acestor forme , care a fost uscat pe termobalanță . Rezultatele obținute pe forme au fost foarte apropiate de cele obținute prin uscarea cuburilor de ipsos , corespunzătoare tipurilor de forme .

Ventilatoarele axiale utilizate , menționate în figura III.2 , au următoarele caracteristici tehnice :

- debit de aer refulat	6.000 m ³ /h
- putere motor	0,55 kw
- turație motor	1.500 rot/min
- diametrul exterior al carcasei	50 cm
- lățimea carcasei	6 cm

CONCLUZII :

- viteza de uscare a formelor crește în mod semnificativ , durata uscării reducându-se cu valori de 50-60 % față de valoarea inițială ;
- derularea mai rapidă a comenzilor lansate în producție ;
- posibilitatea pornirii ventilatoarelor (de la un panou electric centralizat) independent unul de altul , în locurile dorite , ceea ce conferă o flexibilitate mărită a uscării ;
- posibilitatea montării unui număr de ventilatoare în concordanță cu mărimea spațiului alocat uscării formelor ;
- sistemul poate fi utilizat și la uscarea formelor umede , pentru produsele turnate , care au fost scoase din sectorul turnătorie și care nu și-au efectuat întregul număr de cicluri de turnare ;
- economie la consumul de gaz , aferent zilelor reduse de uscare ;
- formele sunt uscate mult mai uniform . În situația inițială se întâlneau frecvent cazuri în care într-un container erau forme aflate în trei stadii diferite de uscare: forme calcinate , forme uscate și forme umede . Cu acest sistem de uscare , nu mai apar astfel de neuniformități , care dau probleme în exploatarea formelor pe flux (pe rollere sau pe mesele de turnare) ;
- creșterea numărului de cicluri de utilizare a formelor de ipsos pentru strunjire cu 10-12 % , prin reducerea / eliminarea numărului de forme care sunt sparte pe rollere și creșterea rezistenței " oglinzii " formelor la uzură ;
- sistemul se poate aplica simplu , ușor , cu costuri de investiții foarte mici , în timp scurt , după achiziționarea ventilatoarelor .

IV. DIAGNOSTICAREA , CONTROLUL ȘI EVIDENȚIEREA DEFECTELOR PRODUSELOR DE FAIANȚĂ ÎN FAZA DE SORTARE BISCUIT

Când cercetarea unui nou produs sau a unei noi operații duce la concluzia că tehnologia prevăzută pare realizabilă , apare necesitatea unei investigații sistematice , eficiente și economice . În acest stadiu al cercetării devine importantă cunoașterea unor relații cantitative între proprietățile interesante ale procesului și variabilele sale semnificative [80] .

Pornind de la acestea , s-a încercat și reușit stabilirea unor măsuri , prin care s-au redus pierderile după arderea I , la faza de sortare a biscuitului . La final , s-a elaborat o metodologie de control și evidență a calității produselor la faza de sortare biscuit , pornind de la aspecte legate de tipurile de defecte care pot fi și / sau sunt prezente pe diferite produse și grupuri de produse de faianță , ținând cont de particularitățile și fazele fluxului tehnologic de obținere al acestora [81,82] .

Aplicarea metodologiei prezentate , a dus în final la reducerea pierderilor tehnologice după arderea I cu valori cuprinse între 40 – 50% raportat la pierderile tehnologice inițiale .

Fluxul tehnologic general de obținere al faianței artistice și de menaj seamănă foarte mult cu cel al obținerii produselor de porțelan sau de vitrus [6,83] , însă pentru scopul lucrării de față , fluxul tehnologic este prezentat , mai în detaliu , până la faza de obținere a produselor biscuitate .

Deci , pentru obținerea produselor de faianță până la faza de biscuit , pe principalele grupe de produse , respectiv : produse turnate , castroane / boluri (ghivece) , cești și farfurii , fluxul tehnologic este redat în figura IV.1. :

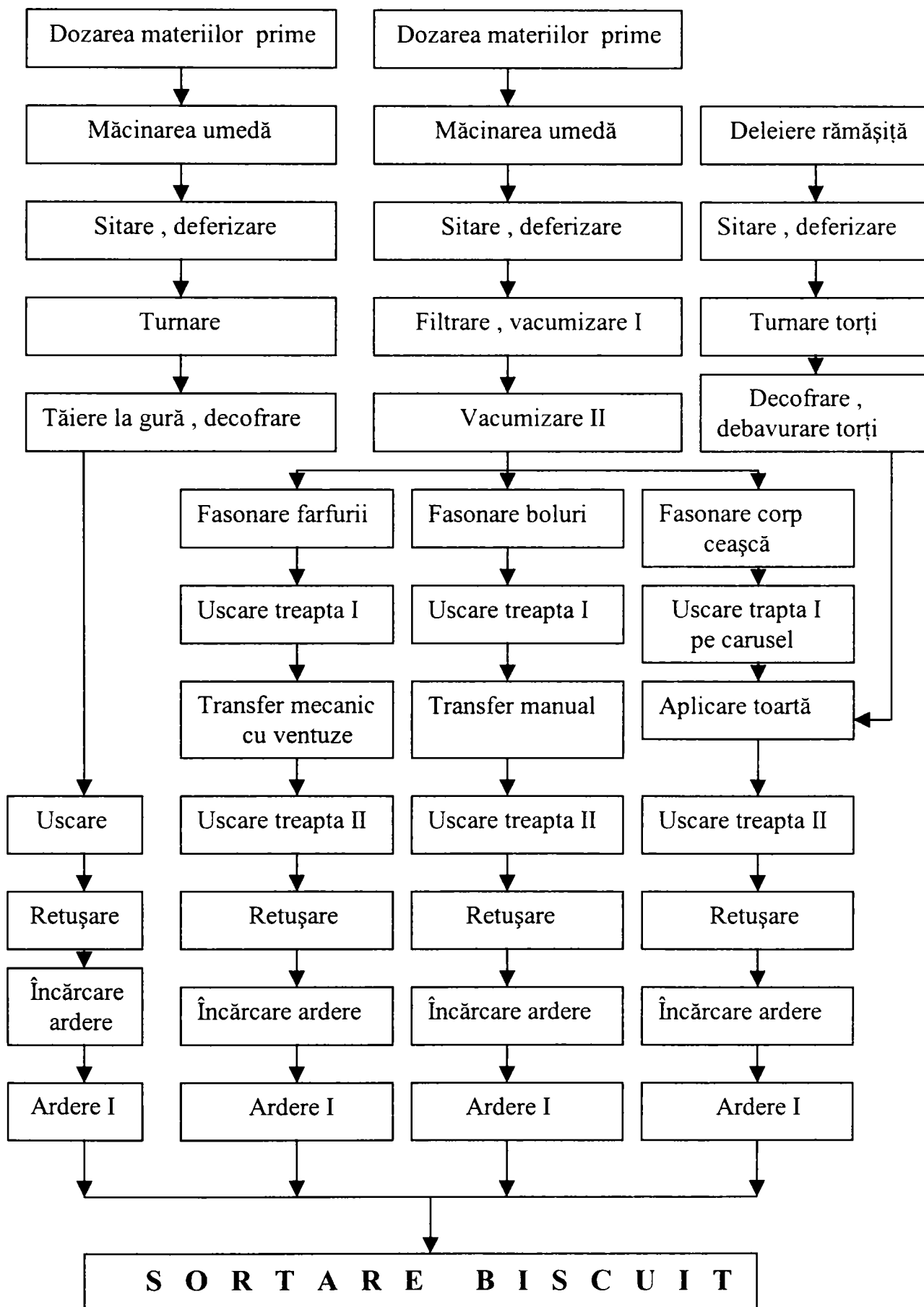


Fig. IV.1. Schema fluxului tehnologic de obținere a produselor de faianță (turnate , farfurii , boluri , cești) , în faza de biscuit

Pe parcursul fluxului tehnologic de obținere a produselor de faianță , faza de sortare biscuit , este foarte importantă din două motive principale :

1- stoparea produselor cu defecte , pentru a nu ajunge la glazurare și a fi declassate sau rebutate ulterior , după ardere II , cu costuri aferente mărite

2- identificarea , evidențierea corectă a defectelor apărute , cu determinarea ulterioară a cauzelor care le-au generat , în vederea reducerii și/sau eliminării respectivelor defecte

De la început , s-a pus următoarea întrebare : la ce defect trebuie încadrat un produs biscuitat , care are prezente pe el mai multe defecte deodată ? Aceasta , deoarece analizând produsele la bucată sau prin sondaj , s-a constatat acest lucru .

De exemplu , dacă produsul biscuit are un punct negru , o fisură marginală , o fisură în formă de " S " și este deformat , la ce poziție " cu defect " trebuie încadrat acesta , pentru ca ulterior , prin măsurile care trebuiesc luate , defectul respectiv să se diminueze semnificativ sau să dispară definitiv ?

Pentru aceasta , s-au identificat , fazele și operațiile tehnologice (menționate aproape în totalitate în schema fluxului prezentată mai sus) în cadrul cărora , pot să apară defectele tehnologice respective , după care aceste defecte au fost așezate în ordinea apariției lor (sau cât mai aproape de locul apariției lor) , pe grupe de sortimente după cum rezultă din tabelul IV.1.

În acest tabel , se observă un număr de 19 defecte care rezultă , în total , identificate după metodologia prezentată .

Tabelul IV.1. Ordinea apariției defectelor pe produse biscuit

TURNATE	STRUNJITE FARFURII PLATOURI	STRUNJITE CEȘTI	STRUNJITE BOLURI,GHIVECE
1. Puncte de fier	1. Puncte de fier	1. Puncte de fier	1. Puncte de fier
2. Deformări	2. Fisuri în formă de S	2. Fisuri la picior	2. Fisuri în formă de S
3. Rămășiță	3. Fisuri structurale	3. Fisuri structurale	3. Fisuri structurale
4. Fisuri marginale	4. Rămășiță	4. Rămășiță	4. Rămășiță
5. Găuri	5. Fisuri marginale	5. Rarefierii	5. Rarefierii
6. Acizi humici	6. Fisuri la picior	6. Fisuri la lipitură	6. Deformări
7. Manoperă	7. Rarefierii	7. Incluziuni	7. Manoperă
8. Ciobituri , picior	8. Incluziuni	8. Fisuri corp Toartă	8. Ciobituri la picior
9. Ciobituri buză	9. Fisuri în stea	9. Acizi humici	9. Ciobituri la buză
10. Șoc termic	10. Manoperă	10. Găuri	10. Fisuri marginale
11. Pete colorate	11. Ciobituri la buză	11. Deformări	11. Șoc termic
	12. Ciobituri la picior	12. Manoperă	12. Pete colorate
	13. Deformări	13. Ciobituri la picior	
	14. Șoc termic	14. Ciobituri la buză	
	15. Pete colorate	15. Fisuri marginale	
		16. Șoc termic	
		17. Pete colorate	

Pentru evidențierea scrisă și întocmirea în timp a unei baze de date , care să cuprindă " *istoricul evoluției defectelor* " , parțiale și totale ale fiecărui tip de produs , s-a întocmit o *fișă colectivă* , de forma celei din tabelul IV.2 .

Înscrierea , încadrarea în fișă colectivă a defectelor constatate pe produsele biscuit (în număr de bucăți produs cu defectul respectiv) , se face ținând cont de tabelul IV.1. , astfel spre exemplu : dacă o farfurie are o fisură marginală , o fisură în formă de " S " și o ciobitură la buză , aceasta se va încadra la defectul fisură în formă de " S " , deoarece apare într-o fază tehnologică anterioară celorlalte două defecte tehnologice prezente , iar măsurile se vor lua în consecință (la presa melc cu vid) .

Fișa colectivă se completează în momentul sortării produsului , pe o fișă putându-se înregistra un număr de 10-14 produse . Fișele rezultate de pe cele trei schimburi de sortare biscuit , în urma activității de sortare pe o zi , se utilizează mai apoi la înregistrarea centralizată , în calculator , a datelor pe *fișa individuală* a fiecărui produs , de forma celei din tabelul IV.3. , unde se evidențiază evoluția zilnică a defectelor tehnologice care compun rebutul total al produsului respectiv . În această fișă , apar procente de rebut , pe cauze și este prelucrată de un program , pe calculator, după introducerea datelor inițiale , cuprinse în fișa colectivă .

Într-o etapă ulterioară , s-a trecut la marcarea produselor , prin ștampilare , cu numerele 1 , 2 și 3 , acestea fiind numerele celor trei schimburi din sectorul discuire . Prin evidențierea pe fișă colectivă în momentul sortării *și a numărului ștampilei* , s-a putut identifica și înregistra ulterior pe o *fișă a schimbului* (care este identică cu fișa individuală a produsului , având notată cifra schimbului) , defectele tehnologice și rebutul total (în procente) a tuturor produselor , rezultat în urma activității fiecărui schimb .

În felul acesta , se poate localiza cu maximă acuratețe și corectitudine , mărimea defectelor și rebutul total pentru fiecare produs biscuit , realizat , pe fiecare schimb în parte .

Toate datele , se înregistrează cu ajutorul unui program , pe calculator, acesta putându-se accesa de câte ori este nevoie , pentru studiul evoluției rebutului unui produs pe cauze , pe perioade , pe schimburi , etc .

La anumite intervale de timp (2 – 3 luni) , este necesar să se realizeze la produsele care prezintă un procent de rebut total ridicat , o analiză a *incidenței defectelor* . Aceasta se efectuează în modul următor :

Se ia un lot de produse , considerat reprezentativ , de 200 bucăți și se notează toate defectele care există pe aceste produse . În urma analizei pot rezulta două situații :

- 1 - mai puțin de 200 defecte în total ; de exemplu 20
- 2 - mai mult de 200 defecte în total ; de exemplu 400

Primul caz este mai simplu , defectele redându-se sub formă de procente . În cel de-al doilea caz , defectele se reprezintă sub formă de grafic în coloane , respectiv sub forma unei histograme .

Din acest grafic rezultă foarte ușor care sunt defectele preponderente, cât de mari sunt acestea și asupra cărora trebuiesc luate măsuri din timp , în special atunci când acestea se află pe o poziție mai joasă în " clasamentul defectelor " , cum sunt redate în tabelul IV.1.

În figura IV.2, este prezentată situația unei cești analizată în acest mod de punere în evidență a incidenței defectelor .

Metodologia este folosită mai rar și este utilă pentru produsele care prezintă un procent ridicat de rebut total și care este format din multe tipuri de defecte prezente deodată pe produs (de regulă mai mult de șase defecte) .

Tabelul.IV.2.

DATA:24 .07.2003.

ștampila	sortiment	bune	marginale	picior	lipitură	corp toartă	stiea	s				șoc termic	includiuni	cio bituri			puncte de fier	pete	manoperă	rarefieri
								S	structurale	deformări	rămășiță			găuri	acizi	buză				
2	bol 2240	146	2					14						4	3	10			4	
1	ceașcă ceai 4459	506	6	6										3			16		2	
1	farfurie adâncă 4459	1155	116					42	2				23	4			56		97	
2		210	16					104					8	15					6	
3	farfurie întinsă 2563	1358	102					32	11	5			15	9	1		16	2	8	3
2		506	32	2			4	12	7	1			10	1			3		18	
3	ceașcă bazară 2611	652	2	1	60							6	1	5	1	7	3	25	2	
1		701	1	3	37	2						5	3	3	4	3	26	2	5	
2		314			20							5	1		2	5	13			
3	salatieră 4503	890	21	21				22	9			7	6	12			36	8	7	
	ceainic 4513	89	2																1	
2	farfurie desert 4459	1724	120	3				22	2	32			19	1	2		6	2	5	2
3		1200	41				2	14		14			11			3	2		10	
1	ceașcă ceai 2411	3630	11	32	44							7	33	5	142	7	25	21	31	
2	ceașcă Jumbo 2759	2542	15	3	25								14	3	78		5		23	

Tabelul IV.3.

bol 2240

ziua	Bune (buc)	Fisuri %					total fisuri %	includiuni	ciobituri %			total ciobituri %	%						Total rebut %		
		marginale	picior	lipitură	corp toarta	stea			S	structurale	șoc termic		buză	picior	total	deformări	rămășiță	găuri		acizi	puncte de fier
1	520						6,19					1,59	4,44				1,27		3,97		17,46
2	1115						5,58					1,71	4,31				1,34		4,16		17,1
3																					
4	318						6,68					2,31	4,63				0,77		3,86		18,25
5	1732						5,67					1,55	4,36				1,02		3,49		16,09
6																					
7	1853						5,55					1,62	4,29				1,31		3,61		16,38
8	924						6,69				1,6	4,72					0,89		3,74		17,65
9	800						6,95				1,53	5,01					0,72		3,99		18,2
10																					
11	2543						5,29					1,59	4,2				1,42		3,37		15,87
12	1483						5,76				1,58	4,29					1,02		3,56		16,21
13	2197						6				1,91	3,83					1,11		3,06		15,92
14																					
15	1502	3,16	2,27				5,54	1,66		1,16		1,71	4,21	0,17	0,17	0,17	0,83	0,55	1,83	0,22	16,89
16	762	2,69	1,9				4,81	1,46		1	0,45	1,45	3,7	0,11	0,11		0,67	0,45	1,68	0,11	14,44
17																					
18	1832	3	2,1				5,34	1,7		1,2	0,41	1,63	4,55	0,14	0,05		0,82	0,5	1,73	0,23	16,69
19	1330	1,98	1,39				3,63	0,99		0,6	0,33	0,99	1,98	0,07	0,07		0,79	0,26	1,2	0,2	10,18
20	2735	2,01	1,17				3,44	0,88		0,73	0,37	1,1	1,46	0,07			0,66	0,22	1,39	0,15	9,37
21	1938	1,7	0,99				2,83	0,71		0,71	0,33	1,04	1,27	0,19			0,71		1,42		8,17
22	1556	1,97	1,28				3,37	0,99		0,7	0,52	1,22	1,1				0,58	0,41	1,16		8,83
23																					
24	659	2,05	1,09				3,28	0,68		0,82	0,55	1,37	0,96				0,55	0,55	1,38	0,82	9,59
25	2736	1,98	1,39				3,54	0,99		0,66	0,33	0,99	2,02	0,17	0,1		0,6	0,6	0,93		9,94
26	4253	1,71	0,95				2,72	0,63		0,61	0,32	0,93	1,19	0,11			0,52	0,3	1,1	0,5	8
27	4002	1,8	0,5				2,55	0,87		0,78	0,39	1,17	1	0,09			0,43	0,43	1,32	0,34	8,2
28	3868	2,02	1,15				3,42	0,61		0,82	0,52	1,32	1,25	0,12	0,07		0,52	0,52	1,41		9,24
29	3057	1,77	1,35				3,12	0,93		0,75	0,33	1,08	1,29	0,12			0,48	0,63	0,87		8,52
30	960	2	1,33				3,33	0,67		0,76	0,29	1,05	1,24	0,19			0,57	0,48	1,24		8,77
31	1222	1,93	1,19				3,27	0,74		0,82	0,37	1,19	0,97				0,59	0,67	1,41	0,3	9,14

HISTOGRAMA INCIDENȚEI DEFECTELOR - ceașca 2311 - 24.06.2003

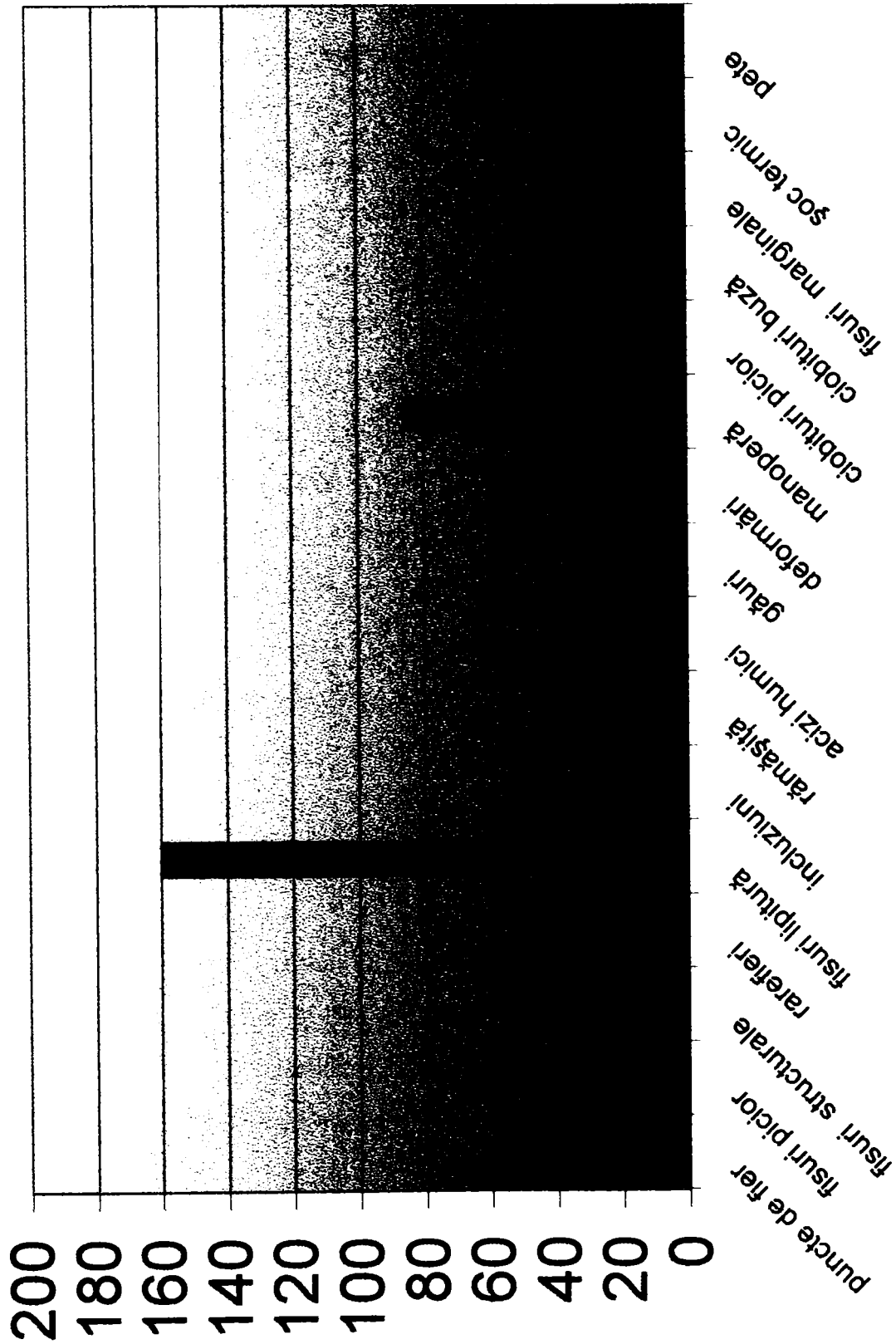


Fig. IV.2. Histograma incidenței defectelor

AVANTAJELE sistemului de control și evidență cu ajutorul fișelor de forma celor prezentate în tabelul IV.2. și IV.3. sunt următoarele :

➤ permite cunoașterea mai în detaliu a tipurilor de defecte tehnologice care concură la rebutarea produselor , prin repeterea din punct de vedere statistic al acestora

➤ posibilitatea luării măsurilor punctual , unde se impune , pentru reducerea rebutului

➤ crearea pentru fiecare produs a unei baze de date privind evoluția rebutului , permite lansarea în producție a unor cifre mai apropiate de realitate , în cea ce privește necesarul de produse la fasonare și număr de forme de ipsos

a) se evită astfel , din acest motiv crearea de stocuri suplimentare de biscuit , cu ocuparea de spații suplimentare și cu alte costuri suplimentare

b) se evită și cealaltă situație , când rebutul este mai mare decât cel programat / admis și biscuitul nu este suficient pentru finalizarea programului lansat în sectorul glazură , cu toate implicațiile ce decurg din aceasta : reluarea fasonării biscuitului respectiv , amânarea comenzilor din cauza timpului suplimentar necesar reluării fasonării sau chiar renunțarea la comenzi

➤ permite studierea rapidă a evoluției rebutului total , defectelor care concură la rebutul total al unui produs , pe orice perioadă de timp cuprinsă în baza de date și în același timp există posibilitatea efectuării de analize comparative a evoluției rebutului între două sau mai multe produse cu caracteristici tehnice similare (geometrie , design, mod de fasonare , etc .)

➤ prin verificarea zilnică și săptămânală a situației rebutului la ardere I , pe produse, cauze și schimburi de fasonare urmată de luarea măsurilor care s-au impus , s-a reușit reducerea pierderilor tehnologice la sortarea biscuit cu valori cuprinse între 30 – 50% raportat la pierderile inițiale .

Metodologia prezentată se poate aplica și la alte fluxuri tehnologice similare (faianță , vitrus , porțelan) sau diferite (cărămidă , sanitare) , ținând cont de particularitățile specifice fluxurilor tehnologice respective .

V. EFECTE ECONOMICE ȘI DE CALITATE ALE STUDIILOR ÎNTREPRINSE

Efectele economice obținute în urma măsurilor întreprinse la nivelul fabricii , au fost determinate în mai multe moduri , aplicate diferit fiecărui caz în parte .

V.1. EFECTE ECONOMICE LA UTILIZAREA APLITULUI

Calculul s-a făcut prin diferența , între costul rețetelor de masă de faianță cu și fără aplit și diferența între costul rețetelor de glazură cu și fără aplit .

➤ *pentru masă*

Pentru rețetele fără aplit , costul mediu al rețetelor de pastă este de 54 euro / tonă .

Pentru rețetele de pastă , rezultă o *reducere de cost* , o diferență de cca. 3euro/t, cost mai mic la rețetele cu aplit față de cele fără aplit . Eficiența economică este :

$$\text{nr. mori / lună} \cdot 1,5 \text{ tone/moară} \cdot 12 \text{ luni / an} \cdot 5 \text{ ani} \cdot \text{reducere cost} = 250 \cdot 1,5 \cdot 12 \cdot 5 \cdot 3 = 67.500 \text{ euro}$$

➤ *pentru glazură*

-la glazura transparentă G002

Costul mediu al rețetei de glazură transparentă fără aplit este 225,8 euro/tonă , în timp ce pentru galzura cu aplit este de 155 euro / tonă .

Rezultă o *reducere de cost* de 70,8 euro / tonă . Eficiența economică este :

$$\text{nr. mori / lună} \cdot 1,8 \text{ tone/moară} \cdot 12 \text{ luni / an} \cdot 5 \text{ ani} \cdot \text{reducere cost} = 30 \cdot 1,8 \cdot 12 \cdot 5 \cdot 70,8 = 229.392 \text{ euro}$$

-la glazura opacă albă G130V6

Costul mediu al rețetei de glazură opacă albă fără aplit este 312,1 euro/tonă , iar pentru glazura cu aplit este cu 56 euro / tonă mai mic . Eficiența economică este :

$$\text{nr. mori / lună} \cdot 1,8 \text{ tone/moară} \cdot 12 \text{ luni / an} \cdot 5 \text{ ani} \cdot \text{reducere cost} = \\ 15 \cdot 1,8 \cdot 12 \cdot 5 \cdot 56 = 90.720 \text{ euro}$$

- la glazura mată GOM 35

Costul mediu al rețetei de glazură mată fără aplit este 262,8 euro/tonă iar pentru glazura cu aplit costul scade cu 29,9 euro / tonă . Eficiența economică este :

$$\text{nr. mori / lună} \cdot 1,8 \text{ tone/moară} \cdot 12 \text{ luni / an} \cdot 5 \text{ ani} \cdot \text{reducere cost} = \\ 3 \cdot 1,8 \cdot 12 \cdot 5 \cdot 29,9 = 9.688 \text{ euro}$$

V.2. EFECTE ECONOMICE LA UTILIZAREA DEȘEURILOR DE FIBRE DE STICLĂ ÎN GLAZURI

Frita obținută din retopirea deșeurilor de sticlă a dus la economii în ceea ce privește costul achiziționării acesteia , care era la un preț de 595 euro / tonă . Astfel , la un necesar de aprovizionare de 15 tone/ lună , rezultă o economie de 5.025 euro .

Pe perioada scursă , de la începerea utilizării acestei materii prime , s-au realizat economii de :

$$\text{nr. luni} \cdot 5.025 = 8 \cdot 5.025 = 40.200 \text{ euro}$$

Valoarea economisită este raportată la o perioadă de 8 luni , dar utilizarea acestei frite continuă .

V.3. EFECTE ECONOMICE ALE UTILIZĂRII AGREGATURLUI FURNIZOR DE AER CALD

Principalul efect economic este faptul că nu trebuie achiziționat din import un utilaj cu caracteristici similare în ce privește cantitatea de aer cald furnizată . Pentru 15.000 m³ aer cald la 150° C , costul unui astfel de utilaj nou este de cca. 100.000 euro. În S.C.FAIMAR S.A. s-au realizat cu forțe proprii prin reutilizarea unor componente rezultate de la dezafectarea cuptoarelor tunel Celli , două agregate furnizoare de aer cald de 15.000 m³ / oră la T= 150° C .

V.4. EFECTE ECONOMICE ALE USCĂRII FORMELOR ÎN MODELAJ

În acest caz , calculele economice trebuiesc făcute ținând seama de :

1. - reducerea consumului de gaz pentru uscare cu cca. 50% ;
2. - creșterea numărului ciclurilor de utilizare a formelor de ipsos , cu minimum 10% .
3. - consumul de curent electric suplimentar datorită motoarelor ventilatoarelor , în număr de șapte •0,55 kw.

1. - pentru uscarea tuturor formelor de ipsos , într-o lună se consumau cca. 2.880 m³ CH₄ . După montarea ventilatoarelor consumul a scăzut cu 50 % , la 1.440 m³ CH₄ . Reducerea cantității de gaz metan pentru uscare este 1.440 m³ CH₄ . Eficiența economică este :

nr. luni · reducere cantitate gaz / lună ·preț gaz =

18 · 1.440 ·7.000 = 181.440.000 lei vechi = 5.184 euro

- la un curs de 35.000 lei vechi / euro

2. – economia rezultă din prețul mediu al kilogramului de formă de ipsos turnată (cca. 7.000 lei vechi / kg formă) , care înglobează consumul de ipsos , cantitatea de apă consumată , consumul de manoperă și regiile fabricii . La acesta s-a aplicat procentul minim , de 10 % (care înseamnă creșterea numărului de cicluri de utilizare al

formelor de ipsos) , rezultând o reducere de cost al obținerii formei de 700 lei vechi/ kg formă de ipsos . Economia realizată este :

$$\begin{aligned} & \text{nr. luni} \cdot \text{tonaj ipsos(kg) / lună} \cdot \text{reducere cost} = \\ & = 18 \cdot 60.000 \cdot 700 = 756.000.000 \text{ lei vechi} = 21.600 \text{ euro} \end{aligned}$$

3. – consumul de curent electric suplimentar duce la costuri suplimentare , a căror mărime este :

$$\begin{aligned} & \text{nr. luni} \cdot \text{nr.ventilatoare} \cdot \text{consumul unui ventilator} \cdot \text{nr.zile/lună} \cdot \text{nr.ore funcționare/zi} \cdot \text{preț curent electric} = \\ & 18 \cdot 7 \cdot 0,55 \cdot 30 \cdot 16 \cdot 2.200 = 73.180.800 \text{ lei vechi} = 2.091 \text{ euro} \end{aligned}$$

cyEficiența economică globală se obține scăzând din valorile de la punctul 1 și 2 însumate , valoarea obținută la punctul 3 . Rezultă astfel economia efectivă următoare :

$$(5.184 + 21.600) - 2.091 = 24.693 \text{ euro}$$

Valoarea economisită este raportată la o perioadă de 18 luni , dar metoda de uscare este în continuare operațională .

V.5. EFECTE ECONOMICE ALE UTILIZĂRII METODEI DE DIAGNOSTICARE , CONTROL ȘI EVIDENȚĂ A DEFECTELOR

Pentru calculul eficienței economice al utilizării acestei aplicații , se ia prețul de cost mediu de obținere al biscuitului la care se aplică procentul mediu de reducere a pierderilor la sortarea biscuitului . Procentul de reducere care s-a aplicat a fost 40% , care se aplică la pierderea inițială de biscuit , care a fost de 25% în medie .

Reducerea de cost pentru o producție de 400 tone / lună , se calculează cu relația :

$$\begin{aligned} & \text{tonaj lunar (în kg/ lună)} \cdot \text{preț biscuit (lei / kg)} \cdot \text{pierderea inițială (= 25 \%/100)} \cdot (\text{procent reducere/100}) = \\ & 400.000 \cdot 15.000 \cdot (25 / 100) \cdot (40 / 100) = 600.000.000 \text{ lei vechi / lună} = 17.143 \\ & \text{euro / lună} \end{aligned}$$

Eficiența economică totală de la aplicarea metodologiei este :
număr de luni · reducere de cost = 36 · 17.143 = 617.148 euro

VI. CONCLUZII GENERALE

Dat fiind faptul că pentru a putea fi competitivi într-o economie de piață , concurențială , care este tot mai dinamică și acerbă , datorită intrării produselor fabricate în Asia și în special în China pe piața vest europeană și chiar și pe cea internă , cu presiuni asupra prețului de vânzare care se fac de către cumpărătorii angroșiști , trebuie ca produsele să fie obținute cu costuri cât mai mici , cu o calitate cât mai bună .

În același timp este necesară o rapiditate în execuție și livrare cât mai mare, coroborate cu o flexibilitate ridicată a structurilor de producție abordate . Lucrarea de doctorat abordată se situează în zona acestor preocupări .

Ca și elemente de cost care au fost analizate și asupra cărora s-a intervenit efectiv , prin măsuri , achiziții , investiții , instruirii , autodotări , etc. , au fost următoarele :

- analiza prețului materiilor prime utilizate atât în rețetele de masă cât și în cele de glazuri ;
- pentru creșterea vitezei de lucru , de eliberare a unor materii prime în fluxul tehnologic de fabricație , la o parte din acestea s-a putut da drumul în sectorul preparare după o simplă analiză granulometrică .
- analiza unor consumuri specifice și efective de utilități , în diferite faze ale fluxului tehnologic ;
- modul de control și evidență a unor date purtătoare de costuri , ridicate , cum sunt produsele ajunse până în faza de sortare biscuit ;

În privința materiilor prime s-a identificat , analizat și utilizat efectiv **aplitul** , o materie primă locală , cu o compoziție poliminerală , care datorită acestei compoziții are atât calități plastice bune cât și calități de fondant , putând fi utilizată atât în rețetele de masă , de turnare și de strunjire cât și în glazurile de bază : transparent , opac și glazurile mate .

Utilizarea aplitului în glazuri a fost posibilă datorită câtorva particularități specifice ale acestuia :

- omogenitate bună de la un lot la altul ;
- prezența montmorillonitului , care a permis scoaterea din rețete a caolinului Harghita și într-o anumită măsură și a feldspatului , care sunt mai scumpe ;
- topirea bună pe care o permite , se datorează compoziției mineralogice a aplitului și anume datorită prezenței montmorillonitului , a micelor și hidromicelor în care ionii alcalini K^+ și Na^+ sunt distribuiți și amestecați la nivel atomic în rețelele cristaline , cu ioni de Si^{4+} și Al^{3+} , acest lucru ducând la apariția primelor cantități de fază lichidă la temperaturi mai scăzute .

De asemenea , utilizarea aplitului a permis și reducerea ușoară a temperaturii de biscuitare , cu implicații asupra costului realizat cu consumul de gaz metan .

O a doua materie primă abordată și utilizată efectiv în fabricația produselor de faianță este frita obținută din **deșeurile de fibre de sticlă** , care a făcut obiectul unui contract de cercetare la nivel național în care au fost implicați Institutul Național de Sticlă – București , Facultatea de Chimie Industrială – București , S.C.Firos S.A. – București , producătorul acestor deșeurii de fibre de sticlă și S.C. FAIMAR S.A. BAIA – MARE , primul beneficiar al acestei cercetări . Utilizarea acestei frite în glazuri este posibilă datorită faptului că are o compoziție chimică oxidică foarte apropiată de a fritelor care se utilizau înainte de aceasta , iar constanța compoziției chimice a acesteia este deosebită . De asemenea prețul acestei frite este mai mic decât al celor obținute pe cale clasică , din materii prime .

Analiza statistică a curbelor granulometrice a materiilor prime plastice , a permis eliberarea în fluxul de fabricație a multor materii prime , după o simplă analiză granulometrică , care durează 10-15 minute . Acest lucru s-a făcut în special la același tip de materie prime , la loturi nou venite , dacă în urma analizei granulometrice , acestea prezintă o curbă granulometrică similară apropiată cu a curbei de referință specifică respectivei materii prime (de exemplu la caolinul Bojidar) , iar procente de fracțiuni cu diametrele particulelor specificate erau între anumite limite prestabilite .

În urma analizei consumurilor de utilități , am identificat ca și problemă un necesar sporit de aer cald pentru uscarea produselor (datorită faptului că noile cuptoare cu consum specific mai mic furnizau mai puțin aer cald recuperat decât vechile

cuptoare tunel tip Celli) . La S.C.CERAMAR S.A. nu se mai furniza aer cald deloc deoarece noul cuptor este tip cameră , fără recuperare de aer cald . În același timp , aerul cald din sectorul modelaj are o rezervă termică , de o anumită mărime , care poate fi utilizat la uscarea formelor de ipsos din sectorul modelaj .

Pornind de la acestea , prin aplicarea formulelor de calcul care descriu reacțiile de combustie a gazului metan , a transferului de căldură și a pierderilor de presiune , am elaborat un model de dimensionare termotehnică care a stat la baza realizării mai multor tipuri de **agregate furnizoare de aer cald** . Acestea se pot realiza apoi cu costuri minime utilizând diferite subansamble rezultate de la dezafectarea cuptoarelor vechi (arzătoare , motoare , ventilatoare , presostate , etc .) care au existat în fabricile cu profil de activitate în domeniul ceramic .

În uscătorul de forme de ipsos din sectorul modelaj , după verificarea potențialului aerului de uscare de a primi cantități suplimentare de umiditate , prin instalarea unor ventilatoare cu aspirație și refulare axială , s-au îmbunătățit mult **parametrii tehnologici de uscare ai formelor de ipsos** , în ceea ce privește consumul specific de gaz metan , durata de uscare , omogenitatea uscării . Toate acestea au fost posibile datorită puternicei mișcării de convecție imprimată de ventilatoare aerului cald , trecut printre formele așezate în containere . În același timp ventilatoarelor li s-a imprimat și o mișcare oscilantă în plan orizontal în jurul unui ax vertical . În final s-au obținut scăderi ale costurilor de obținere a formelor de ipsos , cu implicații în costul de obținere a produselor finite de faianță .

La analiza datelor purtătoare de costuri , un cost ridicat care are tangență directă cu tehnologia este costul obținerii biscuitului . Acesta este unul destul de ridicat , care înglobează : costul pentru obținerea formelor de ipsos , costul materiilor prime necesare obținerii masei de turnare și de pastă , costul pentru prepararea și obținerea acestor mase , pentru fasonarea produselor (turnare-strunjire , uscare , retușare) și costul arderii biscuit , în toate acestea existând costuri materiale , energetice , și de manoperă, care sunt ridicate .

Fiind importantă reducerea pierderilor la sortarea biscuitului , am analizat tipurile de defecte care sunt prezente pe produsele biscuit și am implementat o metodologie de **diagnosticare , control și evidențiere a defectelor produselor de faianță în faza de sortare biscuit** care ține cont de particularitățile fluxului tehnologic , și care se poate aplica și la fluxuri similare , din industria porțelanului , vitrusului sau diferite , cum sunt cele din industria sanitarelor , cărămizilor .

Măsurile care au fost luate ulterior (pe baza datelor de la sortare adunate , înregistrate și procesate) , cele mai multe dintre acestea fiind aduceri la cunoștință , reinstruiri ale personalului , ajustări minore la utilaje sau părți ale acestora , verificări punctuale , etc. , care au permis reduceri importante ale pierderilor în sortarea biscuit , cu valori cuprinse între 30 – 50 % față de pierderile inițiale înainte de introducerea metodologiei , ceea ce , în costurile de fabricație înseamnă reduceri ale cheltuielilor financiare importante , adunate în timp . Analiza rebutului , a tipurilor de defecte , la toate produsele , o fac săptămânal , împreună cu propunerile concrete pentru remediile impuse .

Concomitent cu acestea , au mai rezultat și o serie de alte avantaje, mai greu de cuantificat financiar , dar foarte importante pentru activitatea de bază și anume :

- creerea pentru fiecare produs a unei baze de date privind evoluția rebutului , permite lansarea în producție a unor cifre mai apropiate de realitate , în cea ce privește necesarul de produse la fasonare și număr de forme de ipsos ;

a) se evită astfel , din acest motiv crearea de stocuri suplimentare de biscuit , cu ocuparea de spații suplimentare și cu alte costuri suplimentare ;

b) se evită și cealaltă situație , când rebutul este mai mare decât cel programat / admis și biscuitul nu este suficient pentru finalizarea programului lansat în sectorul glazură , cu toate implicațiile ce decurg din aceasta : reluarea fasonării biscuitului respectiv , amânarea comenzilor din cauza timpului suplimentar necesar reluării fasonării sau chiar renunțarea la comenzi ;

- permite studierea rapidă a evoluției rebutului total , defectelor care concură la rebutul total al unui produs , pe orice perioadă de timp cuprinsă în baza de date și în

același timp există posibilitatea efectuării de analize comparative a evoluției rebutului între două sau mai multe produse cu caracteristici tehnice similare (geometrie , design, mod de fasonare , etc .) .

Modalitățile de acțiune prezentate pe parcursul tezei , au dus , în cadrul perioadelor de timp menționate pentru fiecare caz în parte , la o scădere cumulată a prețului de cost în valoare de 1.279.341 euro , și la o creștere a calității produselor obținute .

BIBLIOGRAFIE

- 1.P.P.BUDNIKOV , A.S.BEREJNOI , I.A.BULAVIN , B.M.GRISSIK , G.V.KUKOLEV, D.N.POLUBOJARINOV - Tehnologia produselor ceramice și refractare , Ed. Tehnică , București , 1960 .
- 2.F.H.NORTON - Fine ceramics, McGraww-Hill, New York,1970 .
3. F.SINGER , S.SINGER – Industrial Ceramics, Chapman and Hall, London , 1963 .
4. S.STEFANOV , S.BATSCHWAROV – Ceramic Glazes , Bauverlag Gmbh , Wiesbaden & Berlin , 1988 .
- 5.L.MUNTEAN , V.BABII – Îndrumătorul modelorului de ceramică fină , Ed.Tehnică , București , 1979 .
- 6.M.ENACHE – Tehnologia ceramicii și refractarelor , vol.II , Litografiat , I.P.T.V. Timișoara,1984 .
7. P.MUNIER – Technologie des Faiances, Gauthier-Villars, Paris, 1957 .
- 8.I.TEOREANU , N.CIOCEA , A.BĂRBULESCU , N.CIONTEA - Tehnologia produselor ceramice și refractare, vol.I, Ed.Tehnică, București, 1985 .
- 9.I.TEOREANU , L.NICOLESCU , N.CIOCEA , V.MOLDOVAN - Introducere în știința materialelor anorganice , vol.II, Ed.Tehnică , București, 1987 .
- 10.V.BARNA , LUCIA GAGEA , LIANA SURDEANU - Utilajul și tehnologia produselor de ceramică fină , Ed . Didactică Și Pedagogică, Bucuresti, 1981 .
11. R.DINESCU – Bazele tehnologiei ceramicii și refractarelor , Ed. Tehnică , București , 1966 .
- 12.U.SCHUSTER , LUCIA GAGEA – Materiale de construcții , 1976 , vol VI , nr.4 , p. 209.
- 13.D.MACAROVICI , Z.HEGEDUS , E.J.POPOVICI , M.ANECULĂESE – Reacții chimice în stare solidă, Ed. Tehnică, București, 1985 .
- 14.M.ENACHE , OLGA GOGU - Lucrări de laborator la tehnologie ceramică , Litografiat, I.P.T.V., Timișoara, 1979 .
- 15.R.ABRAMOVICI – Materii prime ceramice , vol I , II , Litografiat , I.P.T.V. Timișoara, 1974 .
- 16.F.WINTER , I.MENESSY , I.LAZĂU , F.MARX - Metode de investigație și de analiză din chimia solidului, Litografiat, I.P.T.V. Timișoara, 1983 .

- 17.VIORICA TINIȘ , E. STOICOVICI - Materiale de construcții, 1977, vol. VII. , nr.3., p . 136 - 141 .
- 18.L.MATEI - Argilele panoniene din Transilvania , Ed . Academiei Republicii Socialiste România, București, 1983 .
- 19.Ș.SOLACOLU , FLORICA PAUL - Chimia fizică a solidelor silicaticice și oxidice, Ed. Dacia, Cluj Napoca ,1984 .
- 20.D.BECHERESCU , V.CRISTEA , I.MENESSY , F.WINTER - Chimia stării solide, vol. II , Ed. Științifică Și Enciclopedică , București, 1987 .
- 21.RODICA E. APOSTOLESCU - Cristalografie Mineralogie, Ed.Didactică Și Pedagogică, București, 1982 .
- 22.E.M.LEVIN , C.R.ROBINS , H.F.McMURDIE – Phase Diagrams for Ceramists ,The American Ceramic Society, Columbus, Ohio, 1964 .
- 23.I.LAZĂU , CORNELIA PĂCURARIU - Chimia Fizică a Stării Solide, Probleme, Ed. Politehnica, Timișoara, 1998 .
- 24.ADRIANA DINESCU , LUCIA GAGEA , LIANA SURDEANU – Utilajul și tehnologia produselor ceramice , Ed. Didactică Și Pedagogică , București , 1980 .
- 25.A.W.NORRIS – Interceram, 1982, nr. 2, p.120-123 .
- 26.K.OTT-Interceram , 2002 , nr 3 , p. 206 .
- 27.Interceram , 1997 , nr 5 , p. 334 .
- 28.G.COUDAMY - L´industrie ceramique , 1977 , nr. 705, p. 259–261 .
- 29.C.RIEU - L´industrie ceramique , 1976 , nr.701 , p. 851– 855 .
- 30.G.COUDAMY - Interceram, 1977, nr.3, p. 216-219 .
- 31.O.TICKY - L´industrie ceramique, 1979, nr.724, p. 42-44 .
- 32.H.GATZKE – Interceram, 1986, nr.6, p. 26-29 .
- 33.D.MARQUE - L´industrie ceramique, 1974, nr. 679, p. 845-850 .
- 34.H.U.KAETHER , R.HOFFMANN , R.WOTSCHKE – Interceram, 1983, nr.5, p. 44-47 .
- 35.J.P.KIEHL - L´industrie ceramique, 1976, nr.692, p. 106-111 .
- 36.W.B.CRISTIAN - L´industrie ceramique, 1978, nr.715, p. 188-190 .
- 37.J.DELOBEL - L´industrie ceramique, 1978, nr.720, p. 569-574 .
- 38.J.DELOBEL - L´industrie ceramique, 1973, nr.663, p. 444-448 .
- 39.G.COULOMB , W.R.SYMES - L´industrie ceramique , 1978 , nr.720 , p. 584-586 .
- 40.R.SLADEK – Interceram , 1985 , nr.5 , p. 62– 64 .

- 41.R.MORILLON , M.DOUSPIS , M.JOUMAS , C.BOURDIL- L´industrie ceramique , 1977, nr. 705 , p. 245-246 .
- 42.V.BRANA , C.AVRAMESCU , I.CĂLUGĂRU – Substanțe minerale nemetalifere, Ed. Tehnică , București , 1986 .
- 43.V.FODOREANU - Materiale de construcții, 1978, vol.VIII. , nr.4. , p. 203 .
- 44.D.POPESCU HAȘ – Tehnologia produselor ceramice , Ed. Didactică Și Pedagogică, București, 1964 .
- 45.L´industrie ceramique & verriere , 1994 , nr.6 , p. 388-389 .
- 46.H. G. FIEDERLING – KAPTEINAT, A. I. SCHETNIKOV , B. VENTURELLI - Interceram, 2000 , vol.49 , nr.5 , p. 342 .
- 47.M.V.TCHOUVAKHINA , P.TETJANTSCHUK - Keramische zeitschrift , 1999 , nr.11, p. 994 .
- 48.L.FILIPOVIC–PETROVIC , Lj.KOSTIC-GVOZDENOVIC , S.ERIC-ANTONIC , S.DESPOTOVIC – Interceram , 1999 , nr. 1, p. 42 .
- 49.G.MOLNAR - Interceram , 1999 , vol 48 , nr. 2 , p. 130-132 .
- 50.D.R.VYAS , B.G.SOJITRA , A.K.CHAKRABORTY , K.N.MAITI - Interceram , 2000 , vol. 49, nr. 2 , p.76-83 .
- 51.A.K.CHAKRABORTY , B.G.SOJITRA , D.R.VYAS , K.N.MAITI - Interceram , 2000 , vol. 49, nr.3 , p.152-156 .
- 52.M.VLAHOU , G.CHRISTOFIDES , C.SIKALIDIS , A.KASSOLI-FOUMARAKI , G.ELEFTHERIADIS - Interceram , 2000 ,vol. 49 , nr. 5 , p. 290-296 .
- 53.I.LAZĂU , AURICA GOLEANU , CLAUDIA APETRII , R.I. LAZĂU - Materiale de construcții, 2004, vol. XXXIV, nr.3, p. 171 .
- 54.I.KALMAR , N.POP , D.CHELBEA , C.DUMBRAVĂ - Materiale de construcții, 1979, vol. IX, nr. 4. , p. 198 .
- 55.G.PÂRVU - Minerale și roci, Ed. Științifică Și Enciclopedică, București,1983 .
- 56.ANCUȚA RAUS , M.BODEA , R.CHEREJI , VIORICA FILIP – Documentație tehnică privind acordarea permisului de exploatare pentru zăcămintul de feldspatice RÂPA lui FILIP com. Copalnic Mănăstur jud. Maramureș , Baia-Mare , 1998 .
- 57.**N.ZIMAN** , F.MARINCAȘ , CRINUȚA ZIMAN , MARIA TRIF – Conferința de Știința și Ingineria Materialelor Oxidice , CONSILOX – VII, Constanța , 11-13 sept.1996, vol. I, p.252 .

58. **N.ZIMAN** , N.ARGINTARU , I.LAZĂU , D.BECHERESCU – The VIIth edition of TIMIȘOARA ´S ACADEMIC DAYS SELECTED PAPERS , Ed. ORIZONTURI UNIVERSITARE, TIMIȘOARA , 2002 .
59. M.IONESCU, A.PETRESCU, A.ENESCU, V.DIMA, M.EFTIMIE, **N.ZIMAN** –Romanian international conference on chemistry and chemical engineering , RICCE XIV , Proceedings – vol I , Bucharest Romania , 22 – 24 .09 . 2005 .
60. Patent 1986, FR 2578833 : Process and Plant for the preparation of powdered product obtained from waste F glassfibres .
61. I.LAZĂU , D.BECHERESCU , R.M.JURCĂ , ALEXANDRINA SIM - Materiale de construcții, 1999, vol. XXIX, nr.3, p. 169 .
62. G.KOVACS - Glazuri bazaltice, Ed.Presa Universitară Română, Timișoara, 2000 .
63. V.VANCEA – Materiale de construcții, 1987, vol. XVII, nr. 4, p. 246 .
64. ELENA LUNGU , TAMARA ALEXENXO – Materiale de construcții , 1985 , vol. XV, nr. 2, p. 85 .
65. H.H.REHNER, Maria PREDA, - Materiale de construcții, 1997, vol. XXVII, nr.3, p.164-166 .
66. Virginia BURGHELEA, Ana DRĂGUȘANU,- Materiale de construcții, 1998, vol. XXVIII, nr.3, p. 227-228 .
67. C.E.VILLA, D.R.DINGER, J.E.FUNK- Interceram, 1997, vol.46, nr.5, p.303-305 .
68. P.BALTĂ –Tehnologia sticlei, ediția a II-a, Ed.Didactică și Pedagogică, București, 1984 .
69. N.ARGINTARU , **N.ZIMAN** , D.BECHERESCU – Design and dimensioning of hot air aggregates, Chemical bulletin of the " Politehnica " University of Timișoara , 2000 .
70. E.BEILICH , D.BECHERESCU - Cuptoare și utilaje în industria silicaților vol.I, cuptoare, Ed. Didactică Și Pedagogică, București, 1973 .
71. L.LITERAT , LUCIA GAGEA , FIRUȚA GOGA , EUGENIA MIRICĂ , ECATERINA OLARIU - Ceramică tehnică . Principii de calcul și proiectare , Casa Cărții de Știință , Cluj-Napoca, 2001 .
72. M.MARINESCU , D.ȘTEFĂNESCU , A.CHISACOF , O.ADLER – Instalații de ardere, Ed.Tehnică, București, 1985 .
73. K.F.PAVLOV , P.G.ROMANKOV , A.A.NOSKOV - Exerciții și probleme de procese și aparate în tehnologia chimică, Ed.Tehnică, București, 1972 .

74. I. TEOREANU , H. REHNER , M. THALER , D. RADU - Calcule de operații și utilaje și instalații termotehnologice din industria silicaților , Ed. Didactică Și Pedagogică, București, 1983 .
75. A. LECA , M. G. POP - ÎNDRUMAR .Tabele , nomograme și formule termotehnice vol.II Ed. Tehnică, București, 1987.
76. D. ARĂDĂU , I. BIRIȘ , C. IOSIFESCU , T. MĂDĂRĂȘAN , N. PĂNOIU , B. POPA , M. POPA, L. STAN – Manualul inginerului termotehnician, vol. I, Ed. Tehnică, București, 1986 .
77. **N. ZIMAN** - Simpozion Știința și Ingineria Materialelor Oxidice și Nanomateriale, ZILELE ACADEMICE TIMIȘENE – IX , Timișoara , 26 – 27 mai , 2005 .
78. C. MIHĂILĂ , V. CALUIANU , M. MARINESCU , A. DĂNESCU - Procese și instalații industriale de uscare, Ed. Tehnică, București, 1982 .
79. A. DĂSCĂLESCU - Uscarea și aplicațiile ei industriale , Ed. Tehnică, București, 1964
80. R. MIHAIL – Introducere în strategia experimentării , cu aplicații din tehnologia chimică, Editura Științifică Și Enciclopedică, București, 1976 .
81. **N. ZIMAN** , N. ARGINATRU , I. LAZĂU , D. BECHERESCU - Simpozion Știința și Ingineria Materialelor Oxidice și Nanomateriale, ZILELE ACADEMICE TIMIȘENE – IX , Timișoara , 26 – 27 mai, 2005 .
82. **N. ZIMAN** , N. ARGINTARU , R. I. LAZĂU , D. BECHERESCU - Romanian international conference on chemistry and chemical engineering , RICCE XIV , Proceedings – vol I , Bucharest - Romania , 22 – 24 .09 . 2005 .
83. F. GALES- Ceramics Monographs-Handbook of Ceramics, Verlag Schmid GmbH, Freiburg i, Br, 1987 .