

UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” GALAȚI
FACULTATEA DE INGINERIE BRĂILA

Ing. CRISTIAN - PAUL STAMATIADÉ

TEZA DE DOCTORAT

ANALIZA PERFORMANȚEI PARAMETRICE A PROCESULUI
DE SORTARE PRIN VIBRARE A AGREGATELOR MINERALE,
PENTRU ASIGURAREA CALITĂȚII BETONULUI

REZUMAT

Conducător științific
Prof. Dr. Ing. Dr. h. c. POLIDOR BRATU
Membru al Academiei de Științe Tehnice din România

Ianuarie 2011

CUPRINS

INTRODUCERE	I
CAPITOLUL 1 STADIUL ACTUAL PRIVIND CERCETARILE SPECIFICE DE PROCESARE A AGREGATELOR MINERALE PENTRU BETOANE	4
1.1. Conceptul de performanță al procesului de sortare – clasare granulometrică cu echipamente vibratoare	4
1.2. Procesarea agregatelor minerale	6
CAPITOLUL 2 ANALIZA DE PERFORMANȚĂ A PROCESULUI	6
2.1. Analiza procesului fizic de sortare (clasare)	6
2.2. Analiza parametrică a ciururilor vibratoare pentru sortarea materialelor granulare	10
CAPITOLUL 3 STABILIREA FACTORILOR MULTICRITERIALI PENTRU OPTIMIZAREA PROCESULUI DE SORTARE CU CIURURI VIBRATOARE	12
3.1. Introducere	12
3.2. Cerințele de performanță ale procesului de sortare	12
CAPITOLUL 4 CAPABILITATEA TEHNOLOGICA DE SORTARE PRIN VIBRARE	14
4.2. Calitatea agregatelor sortate și eficiența cernerii	14
CAPITOLUL 5 CAPACITATEA FUNCTIONALA SI RESURSA TEHNICA DE MENTENANTA A CIURULUI VIBRATOR	16
5.1. Elemente constructive care influențează parametrii tehnologici	16
5.2. Resursa tehnică	16
CAPITOLUL 6 ANALIZA NECONFORMITATILOR ECHIPAMENTELOR VIBRATOARE LA CLASAREA GRANULOMETRICA	18
6.1. Introducere	18
6.2. Corelații între parametrii granulometrici, geometrici și eficiența cernerii	18
6.3. Dependența eficienței cernerii de productivitatea ciurului vibrator	19
6.4. Dependența eficienței cernerii de capacitatea ciurului vibrator corespunzător granulozității materialului	19
6.5. Corelații între coeficientul de aruncare și parametrii vibrației	20
6.6. Corelația între puterea totală necesară antrenării ciurului vibrator " N_t " și masa în vibrație " m_v "	20
6.7. Algoritm de calcul al parametrilor tehnologici și constructivi principali ai procesului de cernere și ai ciurului vibrator inertial	20
6.8. Influența apei de spălare asupra procesului cernerii agregatelor naturale pentru betoane	21
6.9. Metodica de calcul pentru instalația de spălare a agregatelor naturale pe ciurul vibrator	22
6.10. Analiza neconformităților stațiilor de procesare a agregatelor minerale	23
6.11. Instalațiile de spălare a agregatelor minerale	27
CAPITOLUL 7 INFLUENȚA DISTRIBUȚIEI PARAMETRILOR GRAVIMETRICI ȘI DIMENSIONALI ASUPRA CALITĂȚII BETONULUI	29
7.1. Definiția treptei de calitate a betonului	29
7.2. Echivalarea dintre diferitele clase și mărci de betoane	29
7.3. Controlul realizării clasei betonului	33
7.3. Concluzii	35
CAPITOLUL 8 ASIGURAREA CALITĂȚII SORTĂRII PE BAZA VALORILOR DE PRAG, CONSTRUCTIVE ȘI FUNCȚIONALE, ALE CIURULUI VIBRATOR	37
8.1. Studiu experimental și de optimizare	37
8.2. Analiza cazurilor I, II și III de amplasare a contragreutăților ciurului vibrator [în cauză].	42
8.3. Verificarea grafică a amplitudinii A și a coeficientului de aruncare C la modificarea parametrilor de vibrație ai ciurului.	45
8.4. Concluzii asupra studiului de caz	50
CAPITOLUL 9 CONCLUZII. CONTRIBUTII ORIGINALE	51
BIBLIOGRAFIE	53

CAPITOLUL 1

STADIUL ACTUAL PRIVIND CERCETARILE SPECIFICE DE PROCESARE A AGREGATELOR MINERALE PENTRU BETOANE

1.1. Conceptul de performanță al procesului de sortare – clasare granulometrică cu echipamente vibratoare

- Agregate minerale - materiale granulare naturale de balastieră și carieră
- Destinația utilizării în construcții:
 - betoane de rezistență
 - betoane de umplutură
 - mixturi asfaltice
 - sisteme de umplutură și ranforsare la drumuri
 - sisteme elastice pentru căi ferate
- Cerințele tehnologice pentru sortarea – clasarea performantă: realizarea procesului de sortare cu echipamente vibratoare cu valori de prag ale parametrilor geometrici, cinematici și dinamici.
 - Geometrici – dimensiunile sitelor, dimensiunile ochiurilor, forma suprafeței de sortare (rectangulară sau circulară)
 - Cinematici
 - amplitudinea vibrațiilor tehnologice
 - frecvența vibrațiilor tehnologice
 - dimensiunile traiectoriei eliptice pentru punctele geometrice ale sitei vibratoare
 - mărimea saltului particulei – normal și tangențial la suprafața de sortare
 - direcția vibrațiilor circulare sau liniare
 - Dinamici
 - forța de excitație
 - asigurarea gradului de clasare
 - încadrarea fracțiunilor gravimetrice ale materialului în domeniile dimensionale de interes (standardizate) și anume: (0 – 4) mm; (4 – 8) mm; (8 – 16) mm; (16 – 32) mm și peste 32 mm
 - încadrarea clasei fiecărui sort în limitele curbei granulometrice, astfel încât pentru clasa (d_{\min} – d_{\max}) masa materialului granular sortat să aibă masa m_c cuprinsă între m_c^{\min} și m_c^{\max}
 - asigurarea purității de sort, clasa granulometrică, adică compoziția fracțiunilor mai mici ca d_{\min} și mai mari ca d_{\max} să nu depășească valorile din standardele de referință. De exemplu un sort din clasa $C_3(8 – 16)$ cu masa de 200 kg poate conține 20 kg parte fină sub 8 mm și parte grosieră de 10 kg cu dimensiune peste 16 mm. În acest caz, se acceptă 10% parte fină și 5% parte grosieră
 - optimizarea corelației parametrice a vibrațiilor tehnologice cu mărimea ochiurilor fiecărei site, în cazul ciururilor cu două, trei sau patru site. Evaluarea de optimizare se face în raport cu sita care are dimensiunile cele mai mari ale ochiurilor sitei

- asigurarea gradului de curățire prin eliminarea impurităților (calcar, cărbune, mică, etc.) și a levigabilului (argilă, pământ, Țăm, etc)
- realizarea valorilor de prag ale parametrilor de vibrație la nivelul minim impus:

- forță perturbatoare

- amplitudine

- frecvență

- asigurarea condițiilor tehnice de modificare a parametrilor echipamentului vibrator pentru depășirea valorilor de prag

- posibilitatea de monitorizare în timp real a procesului de sortare – clasare și spălare cu apă sub presiune pentru atingerea gradului de curățire a agregatelor minerale

- asigurarea posibilității de recirculare a agregatelor minerale și reglarea parametrilor de vibrație și spălare cu apă sub presiune până la atingerea gradului de curățire (spălare)

- Performanțe măsurabile

Conceptul de performanță cuprinde totalitatea parametrilor măsurabili stabiliți după cum urmează:

a) pentru materialul granular prin procesul de sortare – clasare:

- dimensiunea minimă și maximă a claselor granulometrice și ponderea gravimetrică pe baza ridicării curbei granulometrice pe cale experimentală;

- conținutul de particule străine și levigabil prin stabilirea gradului de curățire;

- puritatea sortului pe clase granulometrice prin determinări experimentale masice ale fracțiunilor;

- parametrii de funcționare ai instalației de spălare (presiune, debit, duze, grad de acoperire cu jeturile de apă a suprafeței de cernere).

b) pentru echipamentele vibratoare:

- parametrii vibrațiilor tehnologice de cernere (amplitudine, frecvență, forță perturbatoare);

- parametrii traiectoriilor punctelor geometrice ale sitei;

- natura mișcărilor oscilatorii predominante (mișcări în plan vertical și orizontal);

- natura vibrațiilor armonice în funcție de direcția predominantă, circulare, rectilinii;

- modul de acționare și generare a excitației: cinematice și dinamice;

- regimul dinamic de reglaj: postrezonanță, rezonanță;

- sistemul de rezemare elastică cu elemente metalice sau cauciuc;

- asigurarea valorilor de prag pentru parametrii cu valori minime și pentru cei cu valori maxime;

- gradul de izolare a vibrațiilor transmise la fundație.

c) pentru tehnologia de sortare – clasare:

- parametrii materialelor granulare la inițierea procesului de cernere (debite, viteza de alimentare, caracteristicile granulelor – formă și dimensiuni geometrice), densitatea aparentă [în vrac, natura impurităților și levigabilului];

- parametrii sistemelor de prelucrare, stocare și conservare a agregatelor minerale clasate constau din următoarele categorii:

- gradul de umezire din aer și precipitații;
- gradul de infestare cu corpuri străine (așchii, lemne, tocături de fibră lemnoasă, cărbune, hortic, plastic);
- gradul de conservare temporară până la depozitare [în spații închise cu protecție specifică].

1.2. Procesarea agregatelor minerale

Dotările actuale ale balastierelor existente caracterizate prin instalații noi și vechi, care se află într-un proces de modernizare pentru a livra agregate ieftine și de calitate.

Instalațiile și echipamentele de procesare a agregatelor minerale pe râuri sau lacuri se caracterizează prin următoarele aspecte globale:

- consum specific de energie (kWh/m³ agregate);
- costuri de mentenanță (lei/m³ agregate), și în final;
- costuri pe unitatea fizică de producție (lei/m³ agregate).

Pentru a rentabiliza producția la beneficiar se impune asimilarea unor instalații capabile să producă sorturi de agregate în cantitățile și la calitatea impuse de cerințele normativelor în vigoare pentru lucrările în construcții. În acest context sunt analizate tehnologiile specifice lucrărilor de preparare a agregatelor din balastiere și cariere pe baza cărora au fost reținute numeroase tehnologii semnificative pentru viitor.

De asemenea, sunt propuse două sisteme de mașin, fiecare fiind compuse din trei instalații de prelucrare a agregatelor minerale utile.

Nivelul de performanță al tehnologiilor și utilajelor ce au fost prezentate sunt stabilite pe baza datelor de sondaj, obținute de pe piața internă și externă, astfel încât instalațiile să fie competitive.

Criteriile de clasificare a fluxurilor tehnologice de prelucrare a agregatelor minerale importante din punct de vedere al studiului influențelor pe care le au acestea asupra parametrilor de calitate ai produsului sunt:

A. Ordinea de obținere a sorturilor de agregate;

a) Flux tehnologic în trepte la care sorturile de agregate se obțin în ordine descrescătoare; de expl. (31 – x) mm; (16 – 31) mm; (7 – 16) mm; (3 – 7) mm; (0,2 – 3) mm.

b) Flux tehnologic în cascadă la care sorturile de agregate se obțin discontinuu, din punct de vedere al măririi lor; de expl. (31 – x) mm; (0,2 – 3) mm; (16 – 31) mm; (7 – 16) mm; (3 – 7) mm

B. Numărul treptelor de concasare conținute de fluxul de prelucrare;

a) Flux tehnologic cu o singură treaptă de concasare

b) Flux tehnologic de prelucrare cu două, trei sau patru etape de concasare.

C. Modul de circulație al agregatelor în cadrul fluxului de prelucrare;

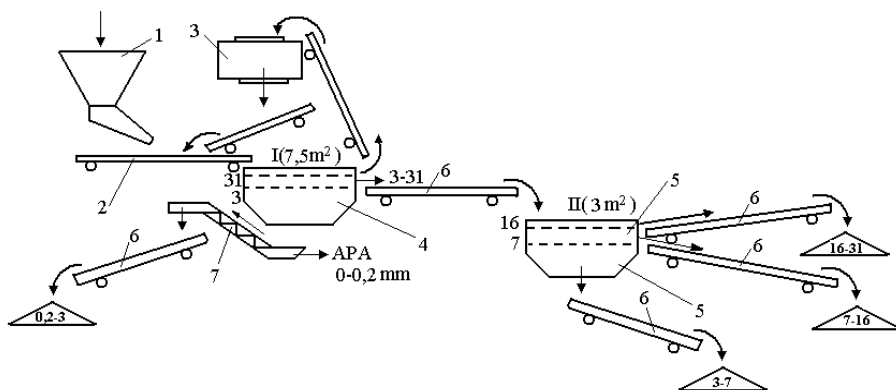
a) – flux de prelucrare fără recircularea materialului prelucrat

b) – flux de prelucrare cu recircularea materialului prelucrat

D. Tipul concasorului din ultima etapă de concasare.

a) Flux tehnologic prevăzut în ultima etapă de concasare cu un concasor care lucrează prin compresiune.

b) Flux tehnologic prevăzut în ultima etapă de concasare cu un concasor care lucrează prin impact.



.Flux tehnologic în trepte

1. buncăr alimentare; 2. transportor cu bandă pentru balast; 3. ciur – prima treaptă de sortare; 4. concasor; 5. ciur – a doua treaptă de sortare; 6. transportor cu bandă pentru sorturi; 7. depozit la sol pentru aeraate; 8. clasor cu melc

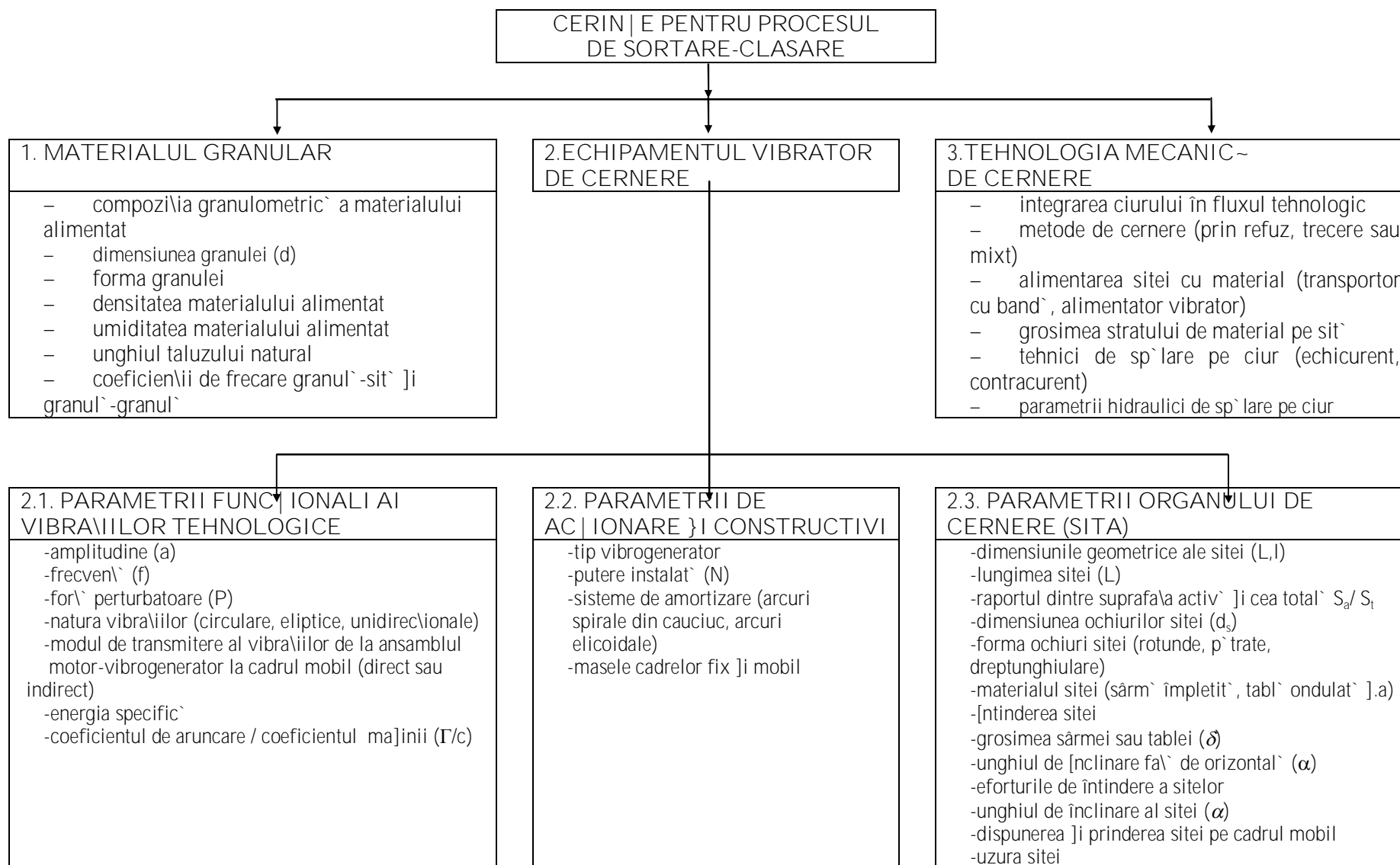
CAPITOLUL 2

ANALIZA DE PERFORMANȚĂ A PROCESULUI DE SORTARE PRIN VIBRARE A MATERIALELOR GRANULARE

2.1. Analiza procesului fizic de sortare (clasare)

Sortarea sau clasarea – operația de separare a uneia sau a mai multor fracțiuni dintr-un amestec polidispers (amestec de particule de dimensiuni diferite) – urmărește îndeplinirea următoarelor scopuri: a) separarea bucăților de material de diferite mărimi; b) îndepărtarea din material a particulelor prea mari sau prea mici, precum și a incluziunilor ce pot produce defecțiuni ale mașinilor sau pot determina micșorarea calității produsului finit; c) realizarea în unele cazuri a unui amestec de o anumită granulație prin combinarea în anumite proporții a fracțiunilor cu diferite dimensiuni.

Procesul de sortare mecanică a materialelor granulare și pulverulente este un proces tehnologic complex ce este influențat de o multitudine de factori. Acești factori sunt structurați în trei grupe principale în funcție de materialul ce urmează a fi sortat, de mărimile mecanice ale mișcării vibratorii și cele geometrice ale ciurului, și, nu în ultimul rând, în funcție de factorii tehnologici ai procesului de sortare.



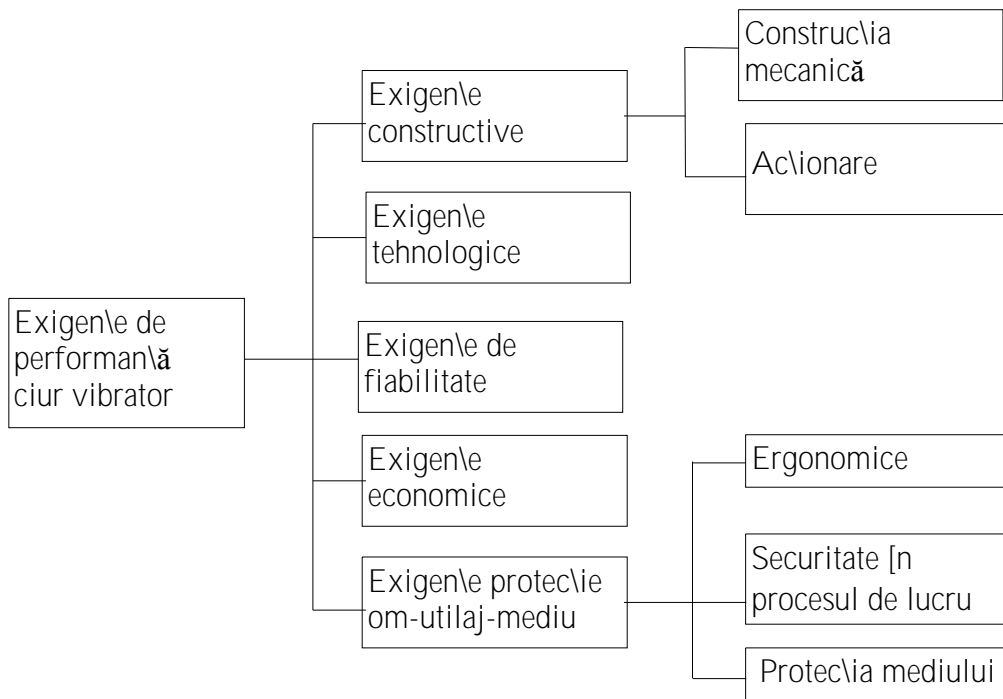
Cerinte pentru factorii care influențează procesul de sortare-clasare

Exigențele de performanță pentru ciururile vibratoare.

Categoria exigențelor de performanță] este structurată în următoarele cinci grupe: exigențe constructive, tehnologice, de fiabilitate, economice]i de protecție a mediului .

Exigențe constructive

Printre cele mai importante exigențe impuse construcției mecanice a ciurului putem enumera: 1) gabarit]i masă redusă; 2) putere instalată redusă; 3) posibilitatea reglării rapide a unghiului de înclinare a ciurului fără intervenția unor persoane specializate; 4) realizarea construcției mecanice din oțeluri de mare rezistență]i din aliaje ușoare; 5) construcție mecanică modulară alcătuită din blocuri funcționale cu elemente tipizate]i standardizate; 6) acoperirea împletiturii din sârmă a sitei cu rășini epoxidice; 7) dotarea cu dispozitive de întindere a sitei ușor de manevrat; 8) acoperirea traverselor cadrului vibrator cu elemente confecționate din cauciuc în vederea protecției sitei; 9) reducerea până la eliminare a solicitărilor transmise cadrului de susținere al ciurului vibrator.



Exigențe de performanță

Acționarea ciurului trebuie să fie făcută de la o rețea electrică exterioară, însă ciurul trebuie să prezinte în mod obligatoriu]i posibilitatea unei autonomii în funcționare prin conectare la un grup electrogen sau hidraulic. Totodată trebuie limitate amplitudinile vibrației prin care se acționează cadrul sitei în special pe durata regimului tranzitoriu de la pornirea]i oprirea ciurului.

b) Exigențe tehnologice

În scopul asigurării unei calități definite a materialului clasat se urmăresc următoarele cerințe tehnologice:

- 1) dotarea ciurului vibrator cu echipamente de m`sur`]i control necesare regl`rii, parametrilor de sortare (frecven`, amplitudine, înclinare sit`, umiditatea materialului etc.);
- 2) alimentarea continu`]i uniform` cu material primar, introducând eventual în fluxul tehnologic un alimentator vibrator;
- 3) amplasarea în apropiere de o instala\ie de sp`lare în vederea apel`rii la procedeul umed de cernere ori de câte ori este nevoie;
- 4) prevederea unor mi]c`ri vibratorii suplimentare ale sitei pentru evitarea înfund`rii par\iale sau totale a ochiurilor sale.

c) Exigen\le de fiabilitate

Aceast` categorie de exigen\le este legat` de: resursa tehnic` (num`rul de ore de func\ionare pân` la o repara\ie capital`); media timpului de bun` func\ionare f`r` defec\iuni majore; termenul de garan\ie; valorile coeficien\ilor de mentenan\`]i disponibilitate tehnologic`; durata optim` de amortizare determinat` de nivelul minim al cheltuielilor de amortizare.

S-ar putea ad`uga problemele legate de ungerea lag`relor (împiedicarea p`trunderii în lag`re a apei]i a prafului provenite din procesul de sortare)]i cerin\ele impuse panoului de comand`]i control care trebuie s` suporte în timpul func\ion`rii un anumit regim de vibra\ii]i]ocuri.

d) Exigen\le de protec\ie om – utilaj – mediu

În cadrul acestei categorii de cerin\le se urm`resc aspecte ca:

1. limitarea nivelului zgomotului continuu datorat mecanismului de antrenare al ciurului vibrator;
2. simplitatea]i siguran\la comenzilor care trebuie în principal s` asigure protec\ia operatorului;
3. cre]terea capacit`\ii de izolare electric` ;
4. protec\ia zonei de lucru]i a unor componente ale ciurului (în special motorul electric de ac\ionare) de ac\iunea granulelor rico]ate]i a apei provenite de la sp`lare;
5. evitarea producerii prafului provenit din procesul de alimentare]i deplasare a materialului;
6. stabilirea solu\iilor de desecare sau de recirculare a apei de sp`lare în cazul procedeului umed de sortare.

e) Exigen\le economice

Cre]terea productivit`\ii specifice]i a calit`\ii clas`rii mecanice se studiaz` concomitent cu reducerea consumurilor specifice de energie, manoper`]i materiale. În vederea atingerii acestui deziderat se urm`resc urm`toarele aspecte: 1) realizarea unei productivit`\ii specifice semnificative; 2) costuri minime de produc\ie; 3) evitarea (eliminarea) apari\iei subgranula\iei în frac\iunea de refuz pe sit` sau a supragranula\iei în frac\iunea inferioar` de trecere prin sit` ; 4) ob\inerea unor sorturi de agregate cu reducerea pân` la eliminare a materialelor minerale]i organice.

f) Exigente de eficien\` a sort`rii – clas`rii

Eficien\` procesului are la baz` costurile de produc\ie la o productivitate medie specific`, costurile pentru mentenan\` preventiv`]i corectiv` c@t]i

efectuarea unei mentenante operationale pentru mentinerea parametrilor definitorii ai ma]inii.

Costurile pentru unitatea fizic` de productie cauzate numai de echipament sunt:

- costuri de productie
- costuri de mentenanat`

2.2. Analiza parametric` a ciurilor vibratoare pentru sortarea materialelor granulare

În procesul tehnologic de preparare a betoanelor din ciment sau a betoanelor asfaltice este necesar` utilizarea unor amestecuri granulare polidisperse, provenite din z`c` mânturi de balastier` sau cariere de piatr` .

Sortarea materialelor granulare este procesul de separare dup` anumite criterii]i se impune din anumite considerente, cum ar fi:

- necesitatea separ`rii granulelor în func]ie de dimensiunea]i/sau densitatea lor;

- necesitatea îndep`rt`rii din materialul sortat a incluziunilor nedorite, ce pot avea efecte negative fie asupra utilajului fie asupra calit`ii materialului sortat.

Amestecurile granulare sortate trebuie reunite pe categorii dimensionale denumite clase. Procesul de sortare poate fi mecanic (prin ciuruire), pneumatic sau hidraulic.

Clasarea mecanic` se face pe baza dimensiunii granulelor (clsare dimensional`), iar clasarea pneumatic`]i hidraulic` se face pe baza vitezei limit` de c`dere a granulelor antrenate într-un curent de fluid.

Din practic` s-a demonstrat c` diametrul granulelor poate fi între 1..70 mm la clasarea mecanic`, sub 1 mm la clasarea pneumatic`]i între 7...10 mm la clasarea hidraulic`. Ca urmare, este evident` necesitatea exclusiv` a sort`rii mecanice în cadrul proceselor tehnologice de preparare a betoanelor.

Pentru clasarea mecanic` se utilizeaz` ma]ini ce poart` denumirea generic` de ciururi, organul de lucru al acestora fiind sita. Datorit` utiliz`rii vibra]iilor în ac]ionarea sitei, sortarea se va face eficient]i în timp mai scurt, caz în care utilajele poart` denumirea de ciururi vibratoare.

2.2.1. Construc]ia]i func]ionarea ciurilor vibratoare

Utilizarea ma]inilor cu ac]iune vibrant` în domeniul industriei materialelor de construc]ii se datoreaz` cre]terii semnificative a productivit`ii proceselor de sortare]i separare a materialelor, înregistrate în urma folosirii acestora. Pe baza unor criterii esen]iale, se prezint` o schem` structural` de clasificare a ciurilor vibratoare pe grupe, subgrupe]i variante constructive (schema structural` 2.3).

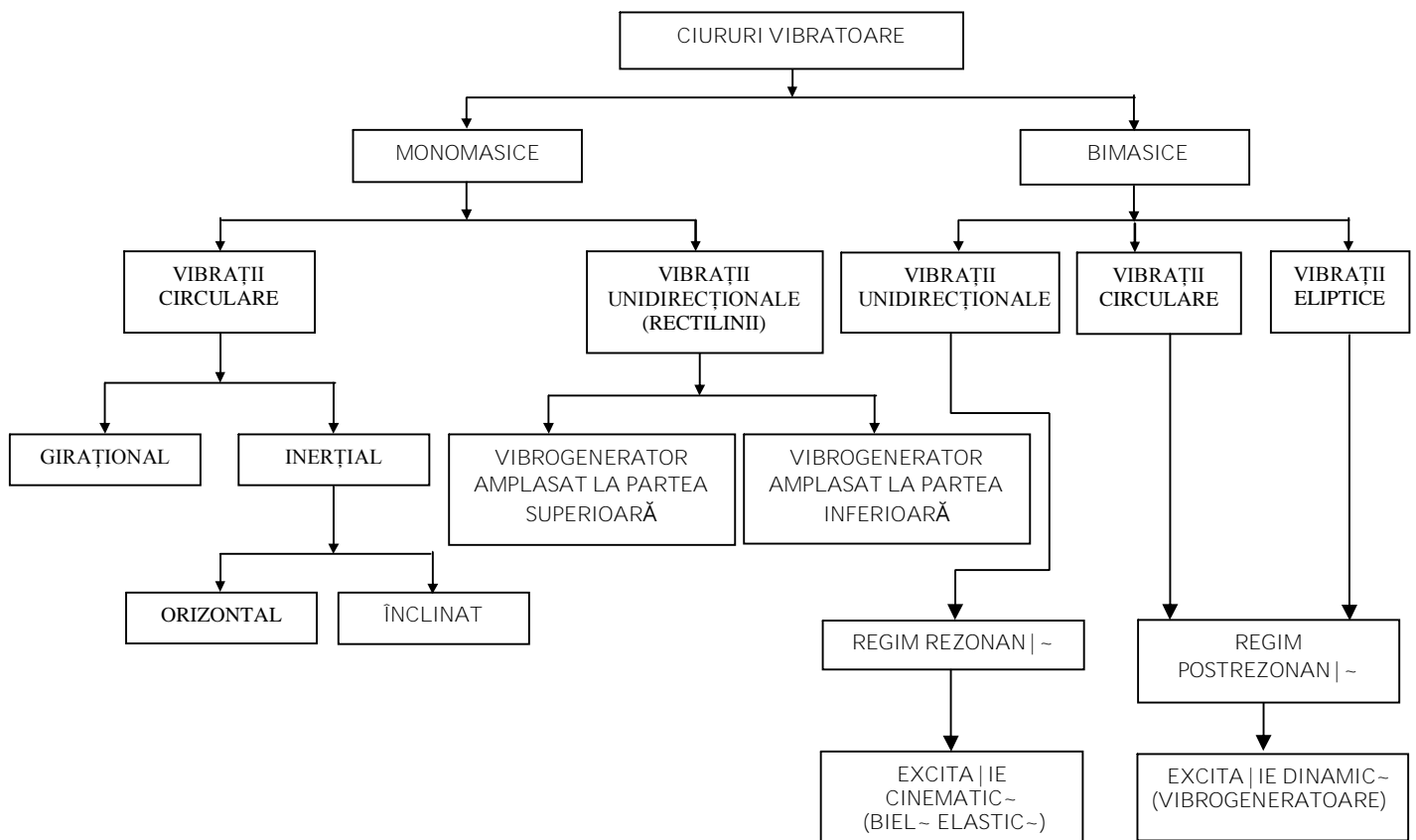
A. Ciur vibrator cu o mas` de vibrare (cadrul mobil port-site), numit]i monomasic

- Ciur cu un singur arbore port-mase excentrice, cu vibra]ii circulare.
- Ciur vibrator girational înclinat, cu vibrogeneratorul rigid, pe patru lag`re, având amplitudine constant` , cu vibra]ii for]ate.

- Ciur vibrator inerțial, cu vibratorul pe două lagăre, având amplitudinea variabilă (vibrații libere). Acest tip de ciur poate fi executat în două variante constructive și anume:
 - ciur vibrator inerțial înclinat ;
 - ciur vibrator inerțial orizontal.
- Ciur cu doi arbori port-mase excentrice, cu vibrații unidirecționale (dirijate).

B. Ciur vibrator cu două mase în vibrație (două cadre mobile port-site) numit și bimasic, antrenat prin bielă elastică

- Ciur vibrator bimasic cu funcționare în regim de rezonanță, numit și ciur de rezonanță.
- Ciur vibrator bimasic cu funcționare în regim subcritic (prerezonanță) sau supracritic (postrezonanță), numit în practică și ciur cu vibrații eliptice.



Clasificarea tipologică ciururi vibratoare

CAPITOLUL 3

STABILIREA FACTORILOR MULTICRITERIALI PENTRU OPTIMIZAREA PROCESULUI DE SORTARE CU CIURURI VIBRATOARE

3.1. Introducere

Procesul de sortare mecanica cu ciururi vibratoare este caracterizat prin urmatoarele categorii de performante:

- a) performante de eficienta a cernerii
- b) performante de capabilitate tehnologica a ciurului vibrator
- c) performante de mentenanta a ciurului vibrator pentru mentinerea si restabilirea resursei tehnice la parametrii functionali initiali.

Optimizarea procesului de sortare trebuie sa tina seama de influenta modificarii factorilor ce caracterizeaza natura materialului, functionarea, reglarea si capacitatea de lucru, precum si de proprietatile de mentabilitate in scopul restabilirii resursei tehnice la nivelul valorilor de prag a parametrilor tehnici.

Pentru analiza parametrica in scopul optimizarii procesului de sortare vor fi abordate trei criterii de evaluare si anume:

- eficienta cernerii determinata atat de caracteristicile fizico-mecanice ale materialelor granulare, cat si parametrii geometrici(forma si dimensiuni) ale organelor de cernere(sitele plane si/sau curbe);
- capabilitatea tehnologica a ciurului vibrator determinata prin parametrii functionali si constructivi ai ciurului vibrator;
- asigurarea mentenantei preventive si corective pentru restabilirea resursei tehnice la nivelurile de prag ai parametrilor de capabilitate.

Influenta simultana a tuturor factorilor si parametrilor, ce corespund celor trei criterii de evaluare, poate duce la fundamentarea unui concept de calitate si eficienta in limitele valorilor de prag stabilite pe baza documentelor de referinta(standarde, specificatii tehnice, etc).

3.2. Cerintele de performanta ale procesului de sortare

Calitatea procesului de sortare este conditionata de doi factori determinanti si anume:

- a) carateristicile fizico-mecanice specifice ale agregatelor naturale grele, aspectul, dimensiunile, forma granulelor si granulatia amestecului polidispers;
- b) caracteristicile dimensionale si de forma ale organelor de sortare.

3.2.1. Caracteristicile fizico-mecanice ale agregatelor minerale

Principalele caracteristici ale materialelor granulare pot fi structurate în caracteristici fizice si mecanice proprii si în caracteristici care influentează proprietățile betoanelor si amixturii asfaltice.

3.2.1.1. Caracteristici fizice

Caracteristicile fizice semnificative sunt densitatea, porozitatea si umiditatea.

3.2.1.1.1. Densitatea agregatelor

Densitatea agregatelor (ρ) variază, în principal, cu natura agregatului (N_g), cu mărimea umidității lui (W) și cu gradul de îndesare (I_d), respectiv starea fizică (în stare naturală, în stare afânată și în stare îndesată).

$$\rho = f(N_g, W, I_d)$$

3.2.1.1.2. Porozitatea și absorbția de apă

Proba pe care se fac determinările este de min 5 kg agregate spălate și uscate.

Porozitatea reprezintă raportul dintre volumul porilor V_p , și volumul aparent total al agregatului considerat, inclusiv golurile ocupate de apă și de aer (V), în procente:

$$n = \frac{V_p}{V} \quad (\%)$$

3.2.1.1.3. Umiditatea agregatelor în grămadă și dependența de acest factor a celorlalte proprietăți fizice

Umiditatea exterioară a unui agregat (W) reprezintă raportul dintre masa apei (M_w) din golurile unui agregat și masa părții solide conținută în acel volum după uscare (M_s):

$$W = \frac{M_w}{M_s} \cdot 100 \quad (\%)$$

Orice agregat în stare naturală conține apă.

Gradul de umiditate (S_r), numit și grad de saturatie, reprezintă raportul dintre volumul apei conținut în porii agregatelor (V_w) și volumul total al porilor (V_p):

$$S_r = \frac{V_w}{V_p}$$

3.2.1.2. Proprietăți mecanice

Rezistențele mecanice ale agregatelor influențează proprietățile materialelor care se prepară (betoane, mortare).

Determinarea rezistențelor mecanice ale agregatelor este dificilă datorită formei geometrice neregulate a granulelor. De aceea se utilizează metode de încercări și de interpretare a datelor obținute.

Există în principiu două moduri de stabilire a rezistențelor mecanice ale agregatelor.

Primul mod determină rezistențele la compresiune ale rocilor din care provin agregatele naturale. STAS 1667-76 prevede min. 90 N/m².

Cel de al doilea mod de încercare se referă la materialele în grămadă, pentru care se determină rezistența la strivire.

Determinarea rezistenței la strivire a agregatelor în stare saturată se efectuează pe un amestec granular format din părți egale de sorturi 31-40 și 40-71.

Rezistența la îngheț-dezghet se determină ca urmare a absorbției de apă în condițiile îngheț-dezghet repetat, agregatele poroase fiind supuse dilatării și contractării repetate, deci deteriorării. Această rezistență se măsoară prin pierderea de masă în procente după 25 de cicluri repetate de îngheț-dezghet.

CAPITOLUL 4

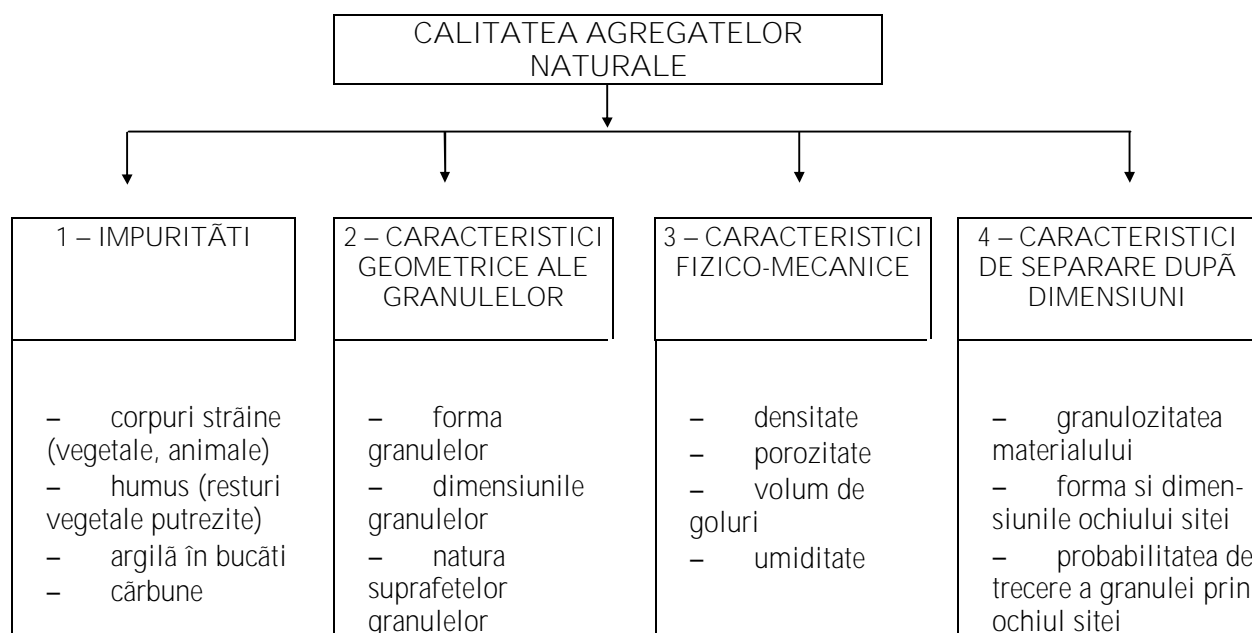
CAPABILITATEA TEHNOLOGICA DE SORTARE PRIN VIBRARE

4.2. Calitatea agregatelor sortate si eficientt cernerii

Calitatea agregatelor sortate reprezintă totalitatea parametrilor ce se încadrează în valorile de prag naturale obținute în urma procesului de cernere cu sau fără spălare.

4.2.1. Calitatea agregatelor sortate

Calitatea agregatelor sortate determină proprietățile betonului sau mortarului și este influențată de factori externi sau extrinseci – de exemplu instalația de cernere, transport și depozitare agregate cernute, tehnologia de utilizare în procesul de preparare a betonului sau mortarului – și de factori intrinseci – de exemplu conținutul de impurități, caracteristicile geometrice ale granulelor, caracteristicile fizico-mecanice și granulozitatea amestecului granular (schema structurală III.2.1).



Structura factorilor de calitate intrinseci ai agregatelor naturale

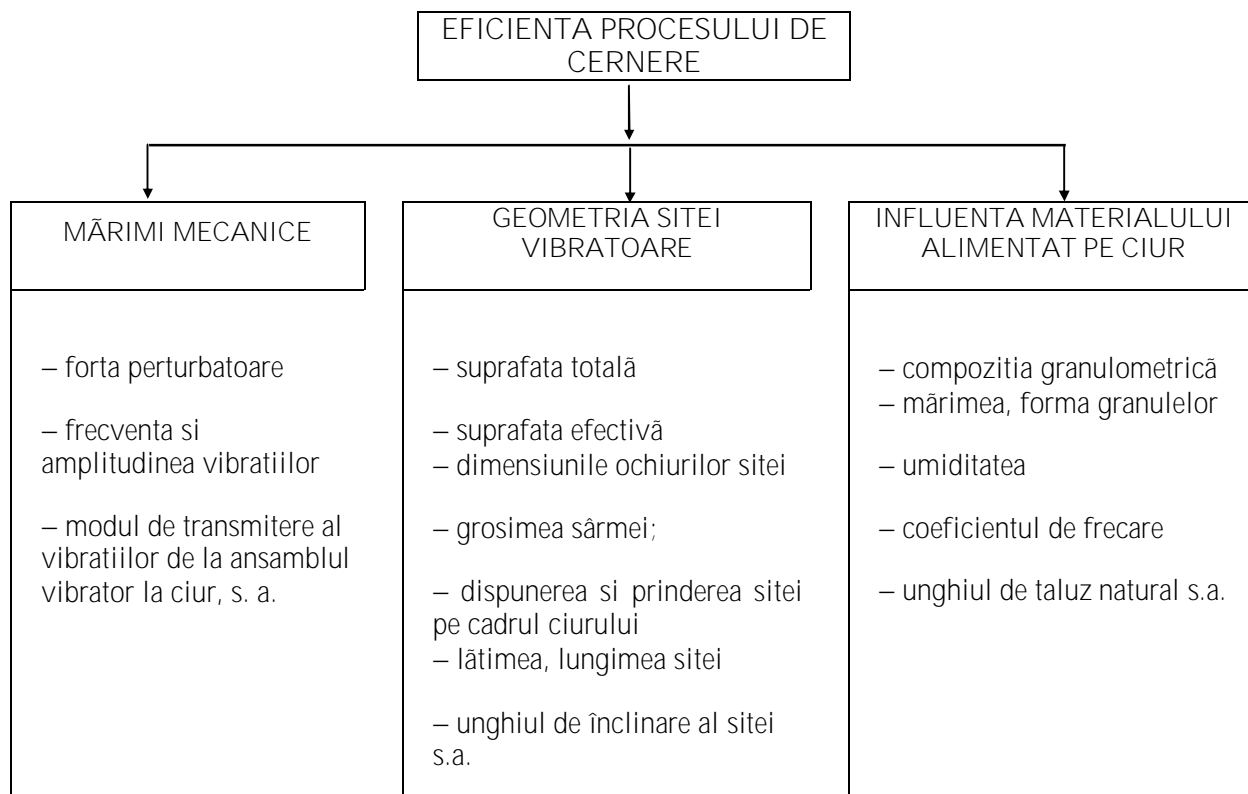
4.2.2. Eficiența cernerii agregatelor

Calitatea produselor obținute este cuantificată prin eficiența cernerii, ce măsoară efectul pozitiv așteptat, de regulă în procente.

În literatura tehnică și chiar în practică, eficiența cernerii este numită impropriu și randament. În realitate, prin randament se înțelege raportul dintre valoarea unei mărimi (energie, putere) cedată de un sistem tehnic sub formă utilă și valoarea aceleiași mărimi absorbită de acel sistem.

În cele ce urmează se utilizează noțiunea de eficiența cernerii. Aceasta se determină după modul în care se cernă mai mult sau mai puțin partea fină din material, adică partea care are dimensiunea granulei mai mică decât dimensiunea ochiului sitei. Eficiența cernerii este unul dintre indicii cei mai întrebuițati și relativ simpli de determinat.

Calitatea procesului de cernere este determinată de o multitudine de factori care sunt structurați în trei grupe principale. O primă grupă o constituie cea a mărimilor mecanice determinată de mișcarea vibratorie a sitei; o a doua grupă o formează mărimile determinate de geometria sitei vibratoare; o a treia grupă este determinată de influența materialului alimentat pe ciur (schema structurală 4.20).



Structurarea factorilor de eficiență

4.2.3. Influența cerințelor de eficiența cernerii asupra productivității

Eficiența cernerii se poate calcula în patru situații, pentru:

- (1) dimensiunea „d” a granulei;
- (2) partea fină a materialului alimentat, cu $d < d_s$ (eficiența cernerii finului);
- (3) partea grosieră a materialului alimentat, cu $d > d_s$ (eficiența cernerii grosierului);
- (4) ansamblul materialului supus cernerii, $d_{\min} < d < d_{\max}$ (eficiența cernerii globale).

CAPITOLUL 5

CAPACITATEA FUNCȚIONALĂ ȘI RESURSA TEHNICĂ DE MENTENANȚĂ A CIURULUI VIBRATOR

5.1. Elemente constructive care influențează parametrii tehnologici

5.1.1. Frecvența și amplitudinea vibrațiilor la ciururile vibratoare inertiale înclinate cu vibrații eliptice

Acest tip constructiv de ciur vibrator este foarte răspândit în practică. El are un cadru portsite înclinat cu unghiul $\alpha = 10^\circ \dots 20^\circ$ pe care pot fi montate 1...4 site și este reprezentat schematic în figura 5.1. Generatorul de vibrații are o masă neechilibrată care dezvoltă o forță perturbatoare rotitoare de modul constant.

În cele mai multe cazuri ciurul vibrator lucrează în regim de postrezonanță, situație în care pătratul frecvenței vibrațiilor p^2 este foarte mic în comparație cu pătratul frecvenței vibrațiilor forțate ω^2 și se poate neglija.

5.2. Resursa tehnică

Eficiența cernerii este determinată de numeroase mărimi ce pot fi structurate în trei grupe principale care depind de: materialul de alimentare, mișcarea vibratorie, construcția sitei vibratoare.

Din punct de vedere tehnologic, parametrii de bază ai mișcării vibratorii sunt amplitudinea și frecvența, iar din punct de vedere al construcției sitei vibratoare sunt unghiul de înclinare al sitei, dimensiunea ochiului sitei, lungimea sitei.

Starea tehnică, capacitatea de reparabilitate, reglaje și mentinere a parametrilor funcționali determină resursa tehnică și definește procesul de mentenanță.

Pentru a realiza o cernere de calitate, trebuie ca parametrii vibrației să fie corelați cu ceilalți parametri, astfel încât să se realizeze simultan valorile minime ale înălțimii și lungimii saltului. Această situație conduce la creșterea numărului de salturi efectuate de granulă pe suprafața sitei și deci implicit la creșterea probabilității de trecere a granulelor prin ochiurile sitei.

Înclinarea sitei se alege astfel încât căderea granulei să se facă după normala la sită, aceasta conditionând creșterea probabilității de trecere prin ochiurile sitei.

5.2.1. Coeficientul de aruncare C

Amplitudinea și frecvența vibrațiilor ciurului se stabilesc în funcție de lungimea și înălțimea saltului necesare în practică. Pentru o cernere de calitate optimă trebuie ca lungimea și înălțimea saltului granulei să fie proporționale cu pasul ochiurilor sitei ($\delta + d_s$). Din studiile efectuate au rezultat următoarele segmente de valori pentru coeficientul de aruncare:

$C \leq 1$ – materialul nu saltă pe suprafața suport;

$1 < C < 3,29$ – materialul execută câte un salt la fiecare oscilație a sitei, urmat de o perioadă de mișcare împreună cu sita;

$3,29 < C < 3,724$ – materialul execută salturi succesive – câte un salt la fiecare oscilație de lungime aproximativ constantă;

$3,724 < C < 4,603$ – materialul execută un salt mare după care urmează un salt mic și o perioadă de repaus relativ pe sită.

5.2.2. Cerintele impuse miscării granulei pe suprafata de cernere.

Conditiiile necesare pentru a se asigura o cernere de calitate sunt:

- regimuri cu stationare minimă a materialului pe sită, pentru a se evita uzura excesivă a sitei, dată de alunecarea materialului;
- asigurarea unei lungimi corespunzatoare a saltului pentru trecerea granulelor, cel puțin în ochiul următor,cat si pentru înaintarea materialului (granula să nu stacioneze datorită unor salturi ce o readuce în acelasi ochi de sită), fiind de dorit totusi ca granulele să încerce cernerea în zona fiecărui ochi pentru a realiza astfel un număr mare de încercări si o bună trecere a granulelor dificile;
- [năltimea saltului să fie suficientă pentru ca unele granule pătrunse partial în ochiurile sitei să salte peste sârma care le stă în față;
- traiectoria relativă a materialului în raport cu sita să asigure o directie de desprindere aproximativ normala pentru a se crea conditii bune de desprindere a granulelor partial întepenite;
- traiectoria relativă a materialului în raport cu sita trebuie să asigure o directie de cădere în miscarea relativă aproximativ după directia normală la sită, pentru a crea conditii de probabilitate maximă de trecere si frecări minime cu sita în momentul trecerii sau a impactului material-sită.

CAPITOLUL 6

ANALIZA NECONFORMITATILOR ECHIPAMENTELOR VIBRATOARE LA CLASAREA GRANULOMETRICA

6.1. Introducere

Calitatea produselor sortate cu ciururi vibratoare este conditionata de realizarea ponderilor masice corespunzatoare claselor granulometrice 0-4, 4-8, 8-16 si 16-32 mm. Astfel, atat partea fina, cat si grosiera din compozitia materialului pe clase trebuie sa corespunda cerintelor normative.

În timpul exploatarei echipamentelor datorita factorilor de uzare, alimentare neuniforma cu material, dereglari ale sistemului de vibrare, actionare rezemare elastica pot fi identificate neconformitatile aferente cu impact asupra calitatii sortarii.

Neconformitatile tehnice implica abateri ale parametrilor de corelatie, astfel incat valorile acestora se vor gasi in afara intervalelor optime de functionare.

În scopul obtinerii unor betoane din ciment cu agregate naturale de clase impuse este necesara realizarea unor corelatii optime între eficienta procesului de cernere si capacitatea ciurului vibrator.

Din studiile teoretice si experimentale realizate în laborator si în practică, s-a constatat că există o relatie invers proportională între eficienta procesului de cernere si productivitatea ciurului vibrator.

Corelatiile optime între parametrii constructivi si cei tehnologici ai ciurului vibrator pot fi structurate pe următoarele categorii principale:

- corelatii între factorii principali ai procesului de ciuruire si eficienta cernerii;
- corelatii între eficienta cernerii si productivitatea ciurului vibrator;
- corelatii între coeficientul de aruncare si parametrii vibratiei;
- corelatii între puterea necesară antrenării ciurului vibrator si masa în vibrare;
- influenta apei de spălare asupra procesului cernerii agregatelor naturale pentru betoane.

6.2. Corelații între parametrii granulometrici, geometrici si eficiența cernerii

6.2.1. Corelatia între limita de separare si eficienta cernerii

Limita de separare utilizată în cele mai multe situatii este $d_T = d_{50}$ (1.2.4), deoarece această valoare corespunde conditiei de probabilitate de trecere egală a finului si grosierului. Astfel granula de separare are o probabilitate de trecere de 50%, situatie în care suma evacuărilor eronate admite un minim si eficienta cernerii este aproape 100%.

6.2.2. Corelatia între probabilitatea de trecere a granulei prin ochiul sitei si eficienta cernerii

Probabilitatea de trecere a granulei prin ochiul sitei e influentată de forma si dimensiunea granulei, tipul constructiv al ciurului vibrator, tipul si geometria sitei vibratoare si de regimul de vibratii al sitei.

După modul de interacțiune dintre factorii ce intervin rezultă o multime de situații teoretice de comportare și trecere a granulei prin ochiurile sitei. Se evidențiază o metodă de calcul simplificată a probabilității de trecere, ce consideră căderea granulelor normal la suprafața sitei și ciocnirea elastică a acestora de sârma țesăturii, metodă care utilizează relația de calcul . Această relație de calcul este funcție de diametrul granulei „ d ”, dimensiunea ochiului sitei „ d_s ”, grosimea sârmei țesăturii „ δ ” și de raportul „ d/d_s ”

Din reprezentarea grafică a dependenței dintre probabilitatea de trecere „ p ” și raportul „ d/d_s ” rezultă două intervale distincte privind procesul de cernere. În primul interval se disting granule ușor de cernut ($d < 0,8 d_s$), iar în cel de-al doilea granule dificil de cernut ($d > 0,8 d_s$). Aceasta impune alegerea unei mărimi corespunzătoare a ochiului sitei în funcție de diametrul mediu al granulei astfel încât părțile cernute eronat din refuz și/sau trecere să fie cât mai reduse în scopul creșterii eficienței cernerii.

6.2.3. Corelația între parametrii geometriei de montaj a sitei pe cadrul vibrator și eficiența cernerii, respectiv productivitatea ciurului vibrator

Dintre factorii care decurg din geometria sitei se menționează forma și dimensiunile ochiurilor sitei, dimensiunile geometrice ale sitei (raportul lungime – lățime) și dispunerea acestora pe cadrul mobil al ciurului.

6.2.4. Corelația între regimul de mișcare al granulei pe suprafața sitei și coeficientul de aruncare

Dintre factorii ce decurg din mișcarea vibratorie a sitei se menționează cinematica sitei, impusă de soluțiile constructive ale ciurului vibrator, care determină mișcarea granulei pe sită.

6.3. Dependența eficienței cernerii de productivitatea ciurului vibrator

Din multitudinea factorilor principali ai procesului de ciuruire o parte influențează într-o mare măsură eficiența cernerii și productivitatea ciurului vibrator. La rândul lor aceștia sunt în interdependență cu ceilalți factori. Dintre ei se evidențiază probabilitatea de trecere a granulei prin ochiul sitei, granulozitatea materialului alimentat, grosimea stratului de material pe sită și lungimea sitei, respectiv lățimea sa.

Din practică s-a observat că în zona de alimentare a ciurului granulele au o mișcare restrictivă prin ciocnire și frecare reciprocă, în timp ce în zona de evacuare a sitei ele au o mișcare liberă. Ca urmare, majoritatea părții fine se obține în apropierea alimentării ciurului.

6.4. Dependența eficienței cernerii de capacitatea ciurului vibrator corespunzător granulozității materialului

Dependența eficienței cernerii de productivitatea ciurului vibrator depinde de mulți factori, dintre care unii au pondere mai mare, cum ar fi grosimea stratului de material pe sită „ δ_s ”, umiditatea materialului „ w ”.

Din practica experimentală se observă ușor că dacă stratul de material are o grosime mică, cernerea agregatelor se realizează cu ușurință, eficiența cernerii fiind mai bună. În același timp productivitatea ciurului vibrator este redusă,

deoarece cu cât grosimea stratului de material scade se reduce și productivitatea utilajului.

Trebuie să se țină seama de faptul că există o limită a grosimii stratului pe sită, numită grosime critică „ δ_c ”, valoare pentru care ciurul obține o productivitate maximă. Depășirea grosimii critice are influențe negative atât asupra productivității cât și asupra funcționării ciurului vibrator, cu repercursiuni negative asupra eficienței cernerii.

Productivitatea ciurului vibrator este dependentă și de granulozitatea materialului alimentat. O curbă granulometrică în care ponderea mare o reprezintă clasa de granule cu dimensiuni mici față de cele cu dimensiuni mari, are ca rezultat o productivitate a ciurului vibrator și o eficiență a cernerii mai bune. O curbă granulometrică în care ponderea mare o reprezintă granulele grosiere are ca rezultat o productivitate, respectiv eficiență scăzute.

6.5. Corelații între coeficientul de aruncare și parametrii vibrației

Regimul de mișcare a granulei pe suprafața sitei determină parametrul tehnologic principal al procesului de ciuruire, și anume coeficientul de aruncare „C”. La rândul lui, coeficientul de aruncare se află în corelație cu principalii parametri ai vibrației sitei: amplitudinea vibrației, frecvența vibrației, accelerația vibrației, intensitatea cernerii.

6.6. Corelația între puterea totală necesară antrenării ciurului vibrator

„ N_t ” și masa în vibrație „ m_v ”

Puterea absorbită a motorului electric corespunzătoare consumului de energie din timpul cernerii agregatelor minerale (în regim de lucru) poate fi repartizată într-o primă aproximare în două componente, pentru:

- deplasarea materialului în lungul sitei și trecerea granulelor prin ochiurile sitei datorită mișcării vibratorii (N_s);
- frecarea în lagărele arborilor, în reazeme și/sau articulații, și în angrenaje dacă este cazul (N_f).

Energia consumată de motorul electric la pornirea ciurului vibrator (regim tranzitoriu) se calculează separat.

Prima componentă a puterii absorbite (N_s) este comună tuturor tipurilor constructive de ciururi vibratoare. Cea de-a doua componentă (N_f) este specifică tipului constructiv al ciurului vibrator corespunzător numărului de lagăre, reazeme, articulații, angrenaje.

6.7. Algoritm de calcul al parametrilor tehnologici și constructivi principali ai procesului de cernere și ai ciurului vibrator inertial

Ca urmare a încercărilor și probelor efectuate, se prezintă corelația dintre parametrii tehnologici și constructivi. Astfel, vor fi parcurse următoarele etape:

- se stabilesc elementele date (granulometria materialului) și cerute (sorturile ce urmează să fie obținute, începând cu granulatia maximă a fracțiunii inferioare „d”).

- se alege coeficientul de aruncare în limitele stabilite. Acest coeficient trebuie să fie cuprins $2,5 \leq C \leq 4,2$ și $5,7 \leq C \leq 7,3$.

- se calculează înălțimea saltului granulei pe sită $h_s \cong 0,5 (d_s + \delta)$.

- se calculează lungimea saltului granulei, $l_s \cong 0,8 (d_s + \delta)$.

- se alege tipul vibrațiilor – circulare, eliptice, unidirectionale – precum și unghiul de înclinare al ciurului cu orizontala. Pentru ciururi vibratoare inertiabile unghiul de înclinare al ciurului, care este reglabil și care corespunde celor mai multe tipuri constructive de ciururi utilizate în practică, este: $\alpha = 10 \dots 15^\circ$.

- se alege amplitudinea vibrației din diagrama din figura V.1 în funcție de coeficientul de aruncare „C” pe abscisă și de înălțimea saltului pe ordonată

$$a = f(C, h_s)$$

6.8. Influența apei de spălare asupra procesului cernerii agregatelor naturale pentru betoane

La cernerea agregatelor naturale grele pentru betoane, în funcție de natura materialului, de umiditatea liberă a acestuia și de mărimea granulelor, ciurul vibrator poate funcționa cu sau fără spălare. Cernerea agregatelor naturale cu granule de dimensiuni 0...10 mm și o umiditate liberă mai mare de 2,5...3,0% este posibilă numai prin procedeul umed, cu utilizarea unui echipament de spălare asociat ciurului vibrator.

Cernerea prin spălare prezintă și avantaje, cum sunt: spălarea agregatelor pe sită, eliminarea poluării cu praf a atmosferei, protejând astfel mediul și sănătatea oamenilor.

6.8.1. Procedeul de cernere prin spălare

Acest procedeu presupune introducerea pe sita ciurului vibrator, simultan cu agregatele de sortat, a unui jet de apă de presiune tehnologică p (bar) și debit specific q (m^3 apă/ m^3 agregat) de valori determinate și controlate.

În regimurile de cernere cu salt continuu sau cu salt și alunecare, înălțimea cadrului cu rețeaua de tevi de distribuție și de stropire a apei, se reglează în raport cu suprafața sitei astfel încât parametrii saltului – înălțime, lungime, unghi de aruncare – să nu fie deformați în mod defavorabil.

6.8.2. Influența jetului de apă asupra mișcării particulei

Pentru ca jetul de apă să spele eficient agregatele este necesar ca duzele de stropire să se amplaseze la o înălțime h față de suprafața sitei, astfel: $h \geq l_s$

Unghiul de înclinare al duzelor față de verticala γ este reglabil și poate avea una dintre următoarele trei direcții:

(a) Înclinarea duzelor în direcția de înaintare a particulei, $\alpha_1 < 90^\circ$

(b) Înclinarea duzelor în direcția opusă de înaintare a particulei, $\alpha_2 > 90^\circ$

(c) Orientarea duzei perpendicular pe direcția de înaintare a particulei

6.8.4. Creșterea productivității ciurului vibrator la cernerea cu spălare față de cernerea uscată

Din unele măsurări experimentale, efectuate pe agregate naturale de dimensiunea 0...6 mm, a rezultat variația raportului productivității ciurului la cernerea cu spălare (P_{sp}) față de productivitatea la cernerea uscată (P_{usc}), adică:

$$r = P_{sp} / P_{usc} = 1,5 \dots 3,5$$

Această variație de creștere a productivității la cernerea cu spălare față de cea uscată este reprezentată în funcție de dimensiunea ochiului sitei, în mm.

Din variația acestei curbe rezultă că pentru granulele de dimensiuni 3...5 mm raportul $r = P_{sp} / P_{usc} \cong 3,5$, deci spălarea are o influență foarte mare asupra creșterii productivității, de trei ori și jumătate. La granulele de 10 mm, raportul este de 2,5 și se ajunge în situația când la granulele de 16 mm, raportul este apropiat de 1. Acest lucru permite să se tragă concluzia că granulele de peste 16 mm pot fi cernute pe cale uscată, deoarece stropirea nu mai influențează productivitatea în mod substanțial.

Trebuie totuși să remarcăm că cernerea fără spălare a unui material umed, în special pentru umiditate $W = 4-20\%$ și pentru granule sub 10 mm este foarte dificilă. Aceasta se explică prin faptul că umiditatea liberă acoperă suprafețele granulelor mărunte, provoacă aglomerarea lor și lipirea acestora de suprafața sitei, proces care duce la înfundarea ochiurilor sitei.

Dacă în materialul de sortat există incluziuni de material moale, cum este argila, atunci influența umidității este și mai puternică. La spălarea pe sită cu jet de apă, mobilitatea particulelor crește din nou și condițiile de cernere se îmbunătățesc simțitor.

O soluție de îmbunătățire a cernerii nisipului de dimensiune 0...3 mm, suplimentară spălării lui, constă în acționarea vibrării materialului direct pe sită, vibrogeneratorul fiind amplasat direct pe cadrul mobil portsite.

6.9. Metodica de calcul pentru instalația de spălare a agregatelor naturale pe ciurul vibrator

Instalația de spălare a agregatelor naturale pentru betoane este concepută ca un subsamplu detasabil al ciurului vibrator și care se livrează separat de acesta. Instalația este alcătuită, în principal, din stația de pompare, conductele de legătură și echipamentul de spălare cu țevile de stropire.

Pompa de apă, prin intermediul unui sorb cu clapetă de retenție, preia apa de spălare de la o sursă locală – râu, lac, put – de unde apa este transportată și utilizată în procesul tehnologic de cernere cu spălare. După spălare, apa murdară care conține levigabil și nisip fin 0...0,2 mm este dirijată în bazine de decantare, de unde, după limpezire, apa este recirculată pe ciur în procesul de spălare. Conductele tehnologice cu robinetele respective fac legătura între pompă și echipamentul de spălare.

6.9.1. Echipamentul de spălare pe ciur

Acest echipament este alcătuit dintr-un cadru reglabil pe înălțime, care susține o rețea de țevi longitudinale de distribuție a apei pe fiecare sită și de țevi transversale rotitoare portajutaje cu duze reglabile pentru stropire.

Exigentele principale de performanță ale echipamentului de spălare sunt următoarele:

- asigurarea reglării distanței pe verticală „h” dintre rama port țevi de stropire și sita ciurului vibrator;

-reglarea unghiului de înclinare a ajutorajelor portduze față de suprafața ciurului vibrator prin realizarea unor legături și dispozitive, care să permită rotirea tevilor transversale de stropire;

- variația distribuției punctelor de stropire cu ajutorul unor robinete cu ventil, montate la fiecare capăt de teavă transversală de stropire, în scopul realizării unei spălări continue sau discontinue;

- reglarea *debitului de apă pe tevilor transversale de stropire*.

6.9.2. Ajutajele cu duzele de stropire

Echipamentul de spălare se amplasează pe ciur în soluție detasabilă, în așa fel încât deasupra fiecărei site a ciurului să se afle câte o rețea de tevi longitudinale de distribuție a apei și de tevi transversale rotitoare portajutaje cu duze, pentru stropirea apei pe site.

Cele două tevi longitudinale de distribuție ale rețelei plane se situează deasupra profilelor longitudinale ale cadrului vibrator portsită, iar între ele sunt montate tevilor transversale de stropire cu un anumit pas, ce reprezintă pasul longitudinal al ajutorajelor p_l care determină numărul de tevi transversale de stropire n_t , sau discontinue.

Lungimea rețelei de stropire, L_s este determinată cu relația:

$$L_s = (n_t - 1) p_l \quad [\text{mm}]$$

Ajutajele cu duzele de stropire se dispun liniar și în șah pe tevilor transversale de stropire, cu un anumit pas transversal al duzelor de stropire p_t .

Din experimentări a rezultat că între pasul transversal al duzelor de stropire p_t și pasul longitudinal al ajutorajelor există următoarea relație:

$$p_t = (0,5 \dots 0,75) p_l; p_l \leq 300 \text{ mm}$$

Tevilor transversale de stropire sunt concepute în așa fel ca să permită rotirea în jurul axei lor și să ofere posibilitatea reglării unghiului de înclinare a duzelor, respectiv căderea jetului de apă pe suprafața sitei în toate cele trei direcții posibile – înainte, perpendicular, înapoi – față de sensul de deplasare al materialului.

Tevilor de stropire sunt prevăzute la capete cu robinete cu sertar pentru reglarea debitului de apă între poziția închis și poziția de debit specific maxim. Această soluție constructivă oferă posibilitatea de variație a punctelor de stropire în scopul realizării pe suprafața sitei vibratoare a unei spălări continue

6.10. Analiza neconformităților stațiilor de procesare a agregatelor minerale

6.10.1. Cerințe de capacitate și tehnologice

Pe baza documentelor normative care reglementează calitatea [în construcții, capacitatea tehnică, funcțională] și constructivă a unui echipament tehnologic cu destinație pentru lucrări de construcții, trebuie să asigure nivelul de performanță necesar procesării materialelor de construcții.

În această situație se află și stațiile de producere a agregatelor minerale pentru prepararea betoanelor și a mixturilor asfaltice. În conformitate cu prevederile procedurilor specifice de testare [în vederea atestării tehnice a stațiilor de producere a agregatelor minerale, în perioada 2008 – 2009 au fost efectuate verificări, teste și

În inspecțiile ale echipamentelor existente cu o vechime de exploatare cuprinsă [ntre 5 și 25 ani, cât și a stațiilor noi cu o vârstă cuprinsă [ntre 1 și 3 ani.

Procedurile de inspecție tehnică au fost aplicate pentru verificarea capacității ținând seama de următoarele:

- cerințele de capacitate a stației de procesare a agregatelor minerale;
- cerințele privind calitatea tehnologică a procesării agregatelor minerale.

Pe baza determinărilor experimentale efectuate, a fost stabilit nivelul și natura neconformităților [n cadrul certificării prin atestare tehnică a acestor echipamente.

6.10.2. Analiza cerințelor de capacitate

Pentru stațiile de procesare a agregatelor minerale, cerințele de performanță pentru sortare sunt determinate de construcția și funcționalitatea a doua echipamente și anume:

a) ciururi vibratoare inerțiale montate [nclinat cu unghiul α față de planul orizontal;

b) instalația de spălare a agregatelor minerale [n timpul procesului de sortare.

Calitatea procesării materialelor granulare este determinată de nivelul de performanță și capacitate al ciurului vibrator prin atingerea parametrilor dinamici (forță, amplitudine, frecvență) cât și ai instalației de spălare prin realizarea presiunii, debitului și a distribuției jeturilor de apă pe suprafața de cernere.

6.10.2.1. Performanțele tehnice de capacitate la ciururile vibratoare inerțiale

a) coeficientul de aruncare a materialului pe sit

Coeficientul C , sau coeficientul de aruncare al materialului pe sit [n timpul mișcării vibratorii este definit astfel:

$$C = \frac{A\omega^2}{g \cos \alpha}$$

[n care A este amplitudinea normală la suprafața sitei;

ω - pulsația vibrației forțate;

α - unghiul de așezare a ciurului, format de planul sitei și planul orizontal;

g - accelerația gravitației ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

Pentru calitatea cernerii materialului, valorile de prag pentru C sunt cuprinse [ntre 2,8 și 3,8, cu performanța optimă la $C = 3,3$.

[n figura 6.9 se prezintă situația [ncadrării stațiilor și ponderea acestora α [n intervalul valorilor de prag pentru coeficientul C , astfel încât $2,8 < C < 3,8$.

Ponderea α reprezintă raportul dintre numărul stațiilor performante N_c și numărul total al stațiilor în exploatare N verificate, adică :

$$\alpha = \frac{N_c}{N} \cdot 100, \%$$

unde: $N_c = \sum_{k=1}^n N_k$ - numărul stațiilor conforme pentru $k = 1, 2, 3$

$N = \sum_{i=1}^n N_i$ - numărul total al stațiilor rezulta $\alpha = \frac{40}{90} \cdot 100 = 44\%$

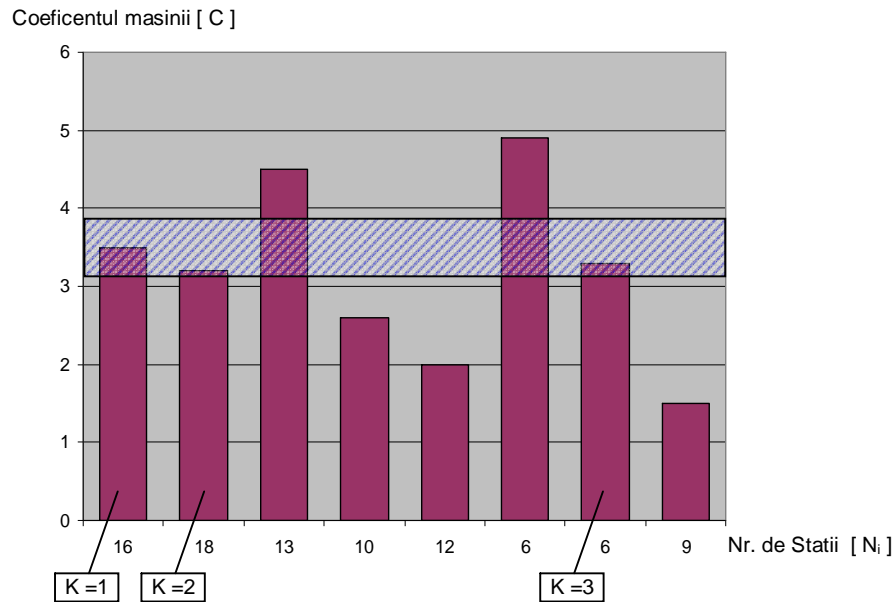


Fig.6.9

b) amplitudinea vibrațiilor tehnologice

Ținând seama de faptul că elementele elastice de rezemare ale cutiei mobile a ciurului, sunt arcuri elicoidale foarte moi, cu săgeata statică mare, rezultă că pulsația proprie fundamentală a sistemului dinamic este mult mai mică decât pulsația excitatoare ω a vibrațiilor forțate, raportul $\frac{\omega}{p} = 4 \div 6$. Aceasta face ca

regimul dinamic să corespundă vibrațiilor forțate în postrezonanță, iar amplitudinea tehnologică să se mențină la valori constante, indiferent de variațiile masei de material sau a turației motorului în limitele admise. În acest caz, amplitudinea vibrațiilor tehnologice este dată de relația:

$$A = \frac{m_0 r}{m}$$

în care $m_0 r$ este momentul static al elementului de dezechilibrare dinamic;

m_0 – masa elementului de dezechilibrare dinamic;

r – distanța de la axa de rotație până la centrul de greutate al elementului de dezechilibrare dinamic;

m – masa totală a părții mobile a ciurului.

Valorile necesare ale amplitudinii vibrațiilor tehnologice trebuie să se încadreze în intervalul $3 \div 4,5$ mm. În figura 6.10 se prezintă situația stațiilor verificate experimental. Ponderea stațiilor conforme este $\beta = \frac{N_v}{N} \cdot 100, \%$ adică :

$$\beta = \frac{30}{90} \cdot 100 = 30\%$$

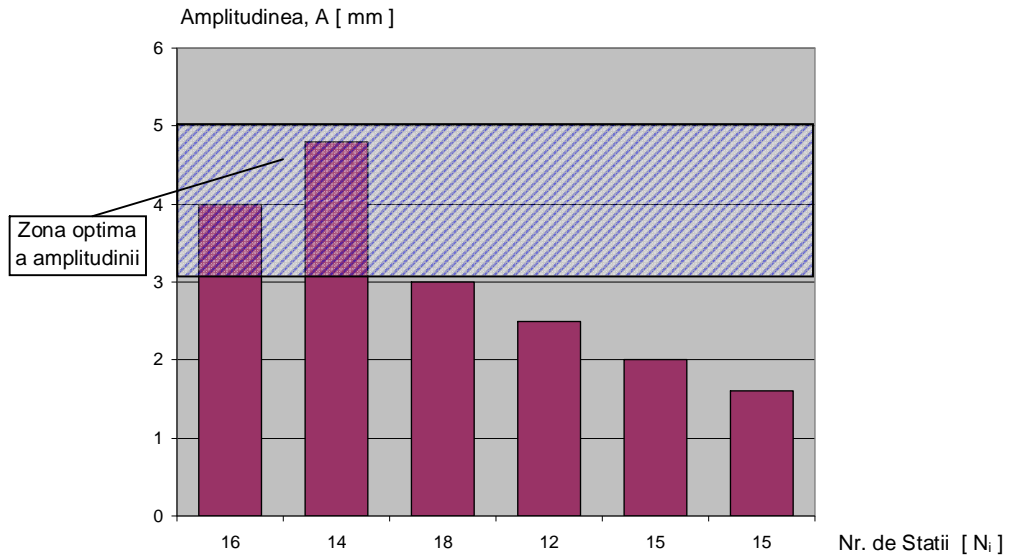


Fig.6.10

c) suprafața activă de cernere

Pentru a se evidenția capacitatea de trecere a materialului printr-un sit, s-a definit coeficientul suprafeței active de cernere ca raport [ntre aria liberă și aria totală a suprafeței din același perimetru]. Astfel, avem:

$$s = \frac{S_1}{S_t} \cdot 100, \%$$

Pentru diverse categorii de site avem următoarele valori:

- site cu ochiuri pătrate, din șerm:

$$s = \frac{l^2}{D^2} \cdot 100, \%$$

unde l este latura ochiului;

D – pasul șermului.

În figura 6.11 se prezintă modul de încadrare a stațiilor în zona optimă a suprafeței active a siturilor cu ochiuri pătrate. Ponderea stațiilor conforme este:

$$\varepsilon = \frac{N_s}{N} \cdot 100, \%, \text{ adică avem: } \varepsilon = \frac{35}{90} \cdot 100 = 38\%$$

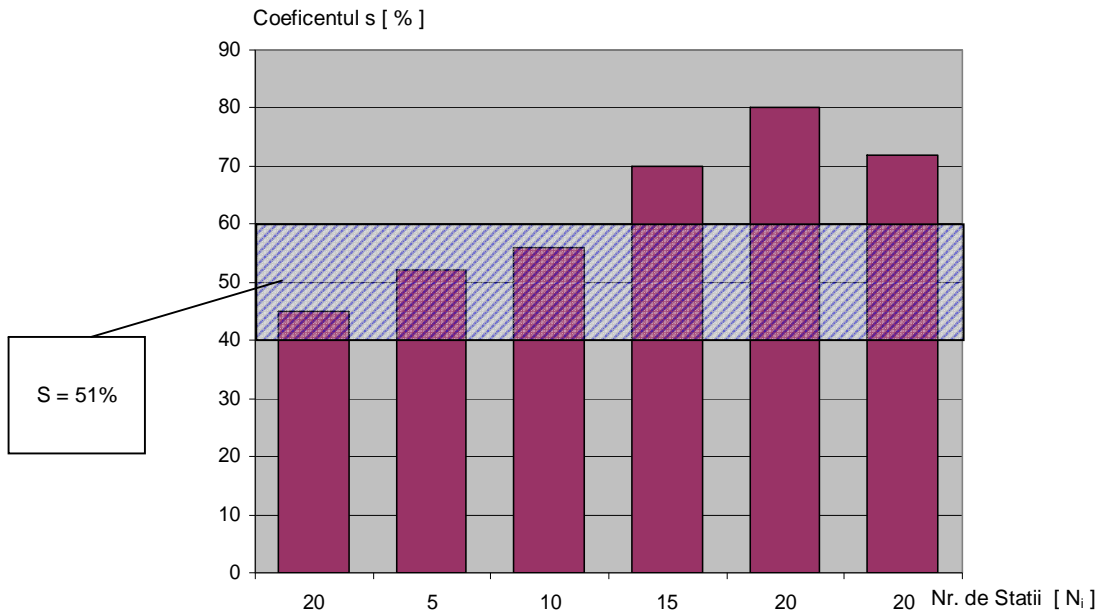


Fig.6.11

6.10.2.2. Cerințele și parametri tehnologici de calitate

Cerințele tehnologice de calitate impuse de standarde și care trebuie să fie cuantificate prin parametri specifici realizați de stații, sunt:

- calitatea clasării materialelor [în procesul de cernere;
- abateri efective ale granulozității agregatelor minerale.

Funcție de clasa granulometrică a fiecărui sort, sunt stabilite, conform STAS 662, abateri admise ale restului pe sit cu dimensiunea ochiului imediat superioară limitei maxime a clasei.

6.11. Instalațiile de spălare a agregatelor minerale

Calitatea tehnologică este determinată de capacitatea instalației de a spăla agregatele [în procesul cernerii. Factorii determinanți care stabilesc capabilitatea instalației sunt:

- presiunea și debitul apei [în conducta de alimentare a sistemului de spălare;
- numărul de conducte distribuitoare;
- numărul de duze și amplasarea lor pe conductele distribuitoare;
- diametrul, orientarea și poziționarea duzei [în raport cu suprafața sitei;
- gradul de acoperire a suprafeței sitei cu apă sub presiune.

6.11.1. Cerințele privind conținutul de impurități și parte levigabilă

{în figurile 6.15 și 6.16 se prezintă cerințele necesare exprimate prin valori admisibile normate (figura 6.15), cât și modul de încadrare a stațiilor [în valorile admisibile (figura 6.16).

Continut de impuritati,
valori admise, [%]

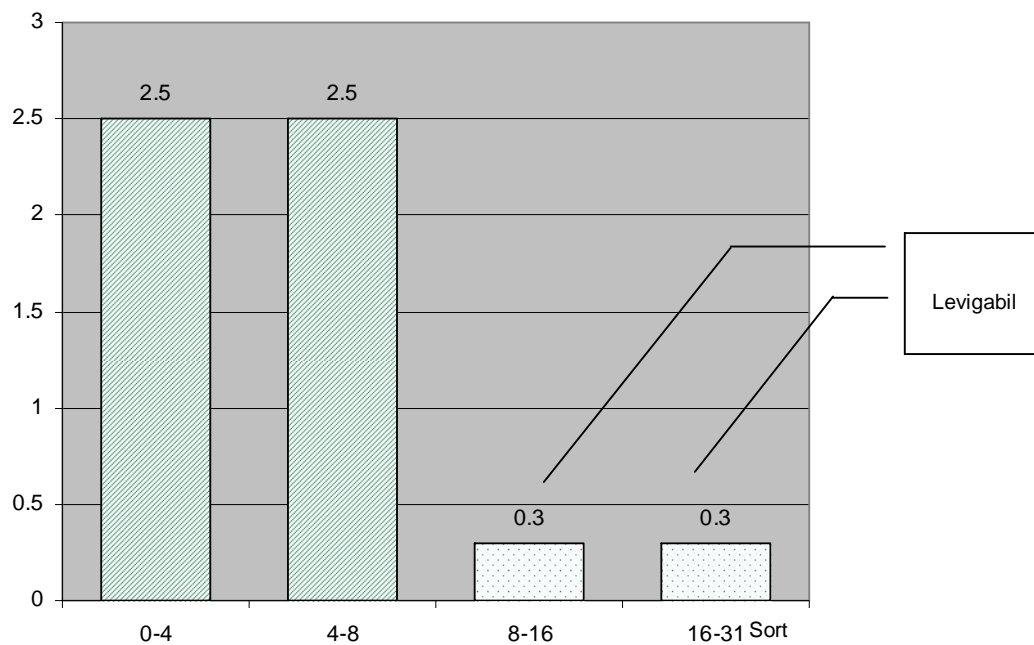


Fig.6.15

Continut de impuritati,
valori efective, [%]

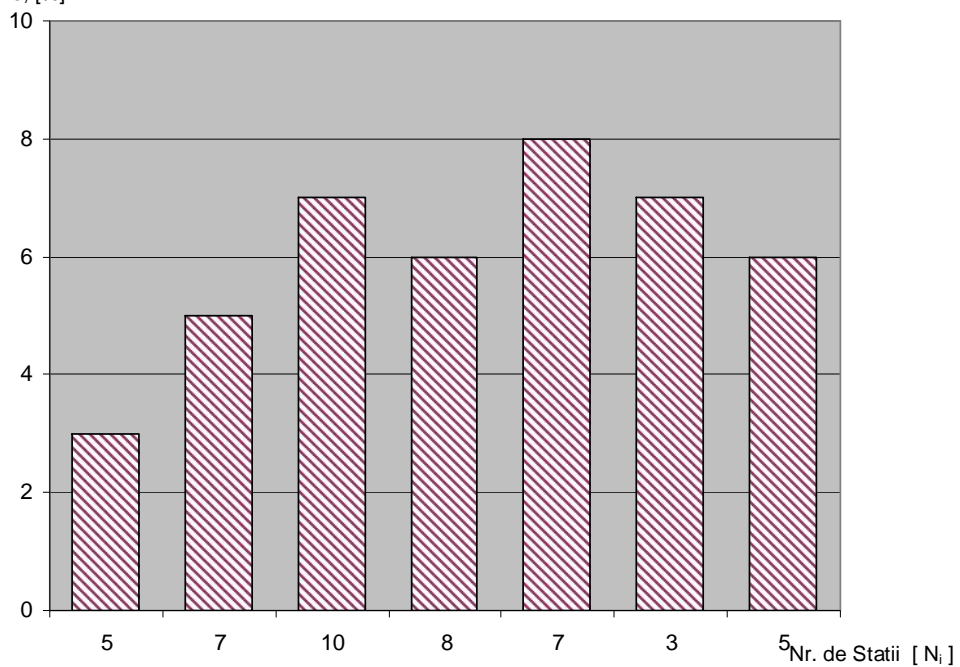


Fig.6.16

$$\text{Abaterea } \beta = \frac{N_p}{N} \cdot 100 = \frac{25}{67} \cdot 100 = 37\%$$

CAPITOLUL 7

INFLUENȚA DISTRIBUȚIEI PARAMETRILOR GRAVIMETRICI ȘI DIMENSIONALI ASUPRA CALITĂȚII BETONULUI

7.1. Definierea treptei de calitate a betonului

Caracteristica de bază luată în considerare pentru definirea calității betonului atât la proiectare cât și în execuție este rezistența la compresiune.

Această caracteristică poate să varieze în limite foarte largi de la 1 la 20 ori – în funcție de numeroși factori, dintre care cei mai importanți sunt: calitatea materialelor componente, compoziția adoptată și tehnologia de preparare și punere în operă.

În cadrul unei aceleiași clase de beton rezistențele ce se obțin în producția acestuia prezintă valori diferite de la o probă la alta. Dacă se analizează statistic rezultatele înregistrate într-o anumită perioadă de timp se constată că acestea prezintă o distribuție ce poate fi asimilată cu distribuția normală de tip Gauss.

În funcție de condițiile de preparare și de variabilitatea caracteristicilor materialelor componente, curbele de distribuție prezintă împrăștiuri mai restrânse sau mai largi, care pot fi evaluate prin abaterea medie pătratică σ rezultată din prelucrarea datelor înregistrate.

Criteriul determinat pentru definirea calității betonului este rezistența caracteristică, iar valoarea rezistenței exprimată prin simbolul mărcii poate corespunde rezistenței medii a betonului preparat numai în cazul particular al unei anumite variabilități a rezultatelor.

Trebuie arătat că prescripțiile actualmente în vigoare referitoare la controlul execuției betoanelor, CP 012/1-2007 și NE 012/2-2010, au la bază criteriului de apreciere a calității betonului rezistența caracteristică și nu prevăd nici o condiție privitoare la rezistența medie a acestuia.

Din constatările de mai sus rezultă că pentru definirea treptei de calitate a betonului, singurul criteriu concludent este rezistența caracteristică. Iată de ce în recomandările internaționale adoptate în ultimii ani cât și în prescripțiile naționale, CP 012/1-2007 și NE 012/2-2010, s-au introdus clase de beton simbolizate ca rezistență minimă garantată cu risc de maximum 5%.

7.2. Echivalarea dintre diferitele clase și mărci de betoane

Pentru echivalarea unei clase de beton și marca betonului corespunzătoare, trebuie să se pună condiția unei aceleiași valori a rezistenței normale la compresiune R_c^n , independent de modul de definire a calității betonului.

Relațiile pentru determinarea rezistenței normale la compresiune se pot scrie astfel:

- conform STAS 10102-75, care caracterizează betonul prin marca:

$$R_c^n = c_1 * R_k^n = (0.87 - 0.002B)(1 - tC_v)B \quad (1)$$

Unde: B=marca betonului;

• $c_1=(0.87-0.002B)$ = trecerea de la rezistența pe cub la rezistența la compresiune (prismatică)

• R_k^n = rezistența caracteristică normată

• $t=1.645$ corespunzător riscului de 5%

• $C_v=15\%$

• valori în N/mm^2

- conform CP 012/1-2007, care caracterizează betonul prin clasă:

$$R_c^n = c_2 * R_k^n = (0.87 - 0.002C)C \quad (2)$$

unde: C=clasa betonului;

• $c_2=(0.87-0.002C)$ = trecerea de la rezistența pe cub la rezistența la compresiune (prismatică)

• R_k^n = rezistența caracteristică normată

• $t=1.645$ corespunzător riscului de 5%

• $C_v=15\%$

• valori în N/mm^2

Prin egalarea relațiilor 1 și 2 rezultă expresiile de determinare a mărcii în funcție de clasa betonului și invers:

$$B = 217.5 - \sqrt{47306 - 1.333B^2 + 580B} \quad (3)$$

$$C = 217.5 - \sqrt{47306 - 0.7513C^2 + 326C} \quad (4)$$

Clasa betonului – marca betonului

Tabelul 7.3

Clasa	Marca		
	Echivalent		Diferență daN/cm ² (3)-(2)
	Teoretic daN/cm ²	Nominal	
1	2	3	4
C 2,8/3,5	47	B 50	+3
C 4/5	67	B 75	+8
C 6/7,5	101	B 100	-1
C 8/10	134	B 150	+16
C 12/15	203	B 200	-3
C 16/20	271	B 250	-21
C 18/22,5		B 300	+29
C 20/25	336	B 350	+14
C 25/30	411	B 400	-11
C 28/35	483	B 450	-33
		B 500	+17
C 32/40	555	B 500	-55
		B 600	+45
C 40/50	629	B 600	-29
C 50/60	704	B 700	-4
C 60/75	860	B 800	-60

Echivalarea dintre cele două moduri de definire a calității betonului este prezentată în tabelele 3, respectiv 4, în care sunt înscrise valorile teoretice rezultate prin aplicarea relațiilor (3) sau (4) și valorile nominale cele mai apropiate, evidențindu-se diferența acestora față de valorile teoretice.

Marca betonului – clasa betonului

Tabelul 7.4

Marca	Clasa		
	Echivalent		Diferență N/mm ² (3) – (2)
	Teoretic N/mm ²	Nominal	
(1)	(2)	(3)	(4)
B 50	3,8	C 2,8/3,5	-3
B 75	5,6	C 4/5	-0,6
B 100	7,5	C 6/7,5	0
B 150	11,1	C 8/10	-1,1
B 200	14,8	C 12/15	+0,2
B 250	18,5	C 16/20	+15
B 300	22,1	C 18/22,5	(-2,1)
		C 20/25	+2,9
B 350	25,6	C 20/25	-0,6
B 400	29,2	C 25/30	+0,8
B 450	32,7	C 28/35	(-2,7)
		C 28/35	+2,3
B 500	36,2	C 32/40	-1,2
B 600	43,0	C 40/50	(-3,0)
		C 35/45	+2,0
B 800	56,2	C 60/75	+3,8

() echivalare neacoperitoare

În figura 7.4 este reprezentată rezistența normată la compresiune în funcție de clasa sau marca betonului, iar în figura 5 relația dintre clasa și marca betonului.

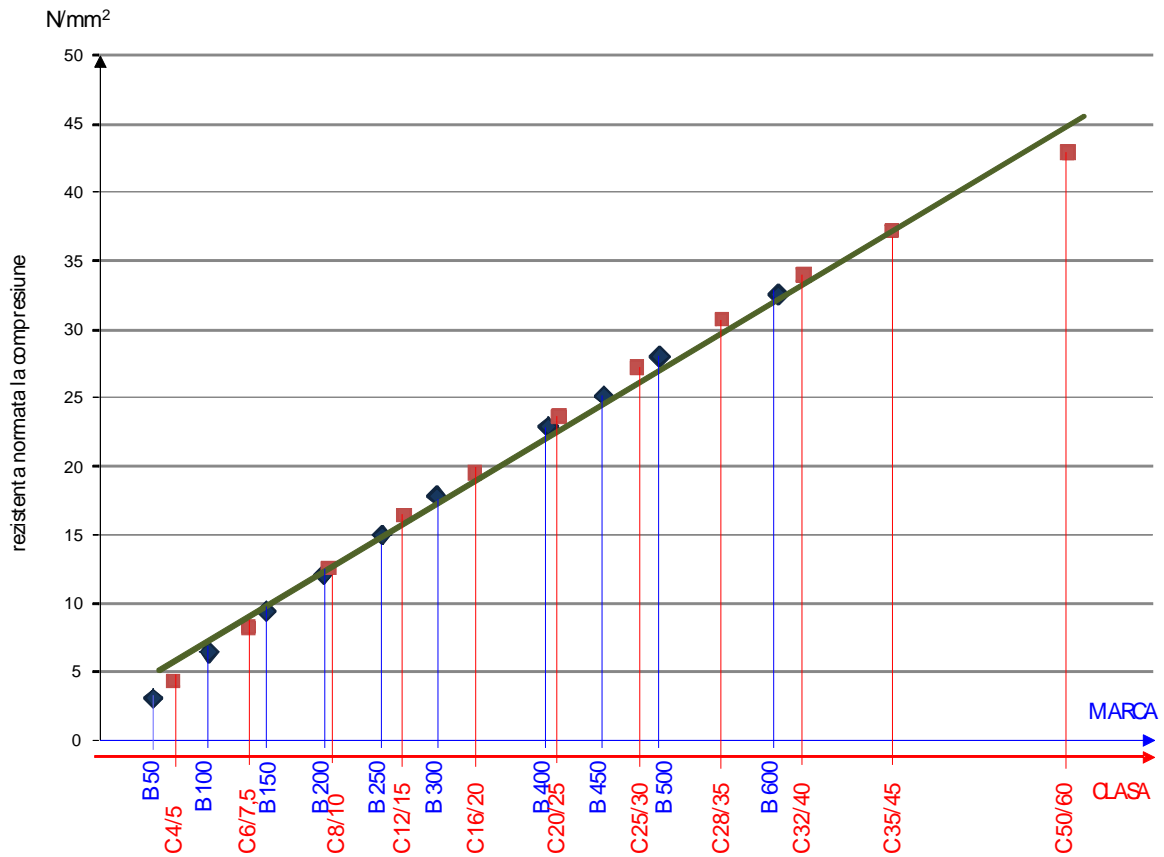


Fig. 7.4. Rezistența normală la compresiune în funcție de clasa sau marca betonului

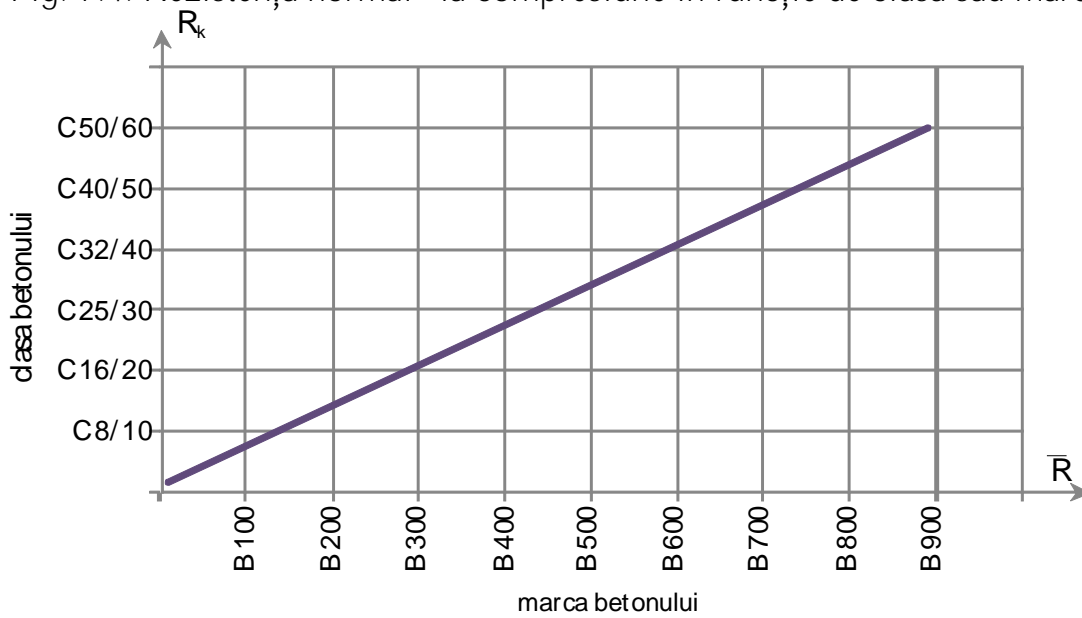


Fig. 7.5. Echivalarea dintre clasa și marca betonului

7.3. Controlul realizării clasei betonului

7.3.1. Pentru asigurarea realizării clasei betonului este necesar să se evalueze rezistența medie R pentru care trebuie să fie luat ca bază la calculul compoziției betonului. În acest scop se propune aplicarea relației:

$$R_{nec} = R_k^n + 1,645 \alpha \sigma, \text{ în care:}$$

R_{nec} – rezistența medie necesară realizării clasei betonului;

R_k^n – Rezistența caracteristică normală, respectiv clasa betonului;

α – coeficient de corecție depinzând de forma distribuției rezultatelor;

σ – abaterea medie pătratică.

Abaterea medie pătratică σ prezintă valori care depind de nivelul rezistenței medii R , așa cum se constată din fig.7.6.

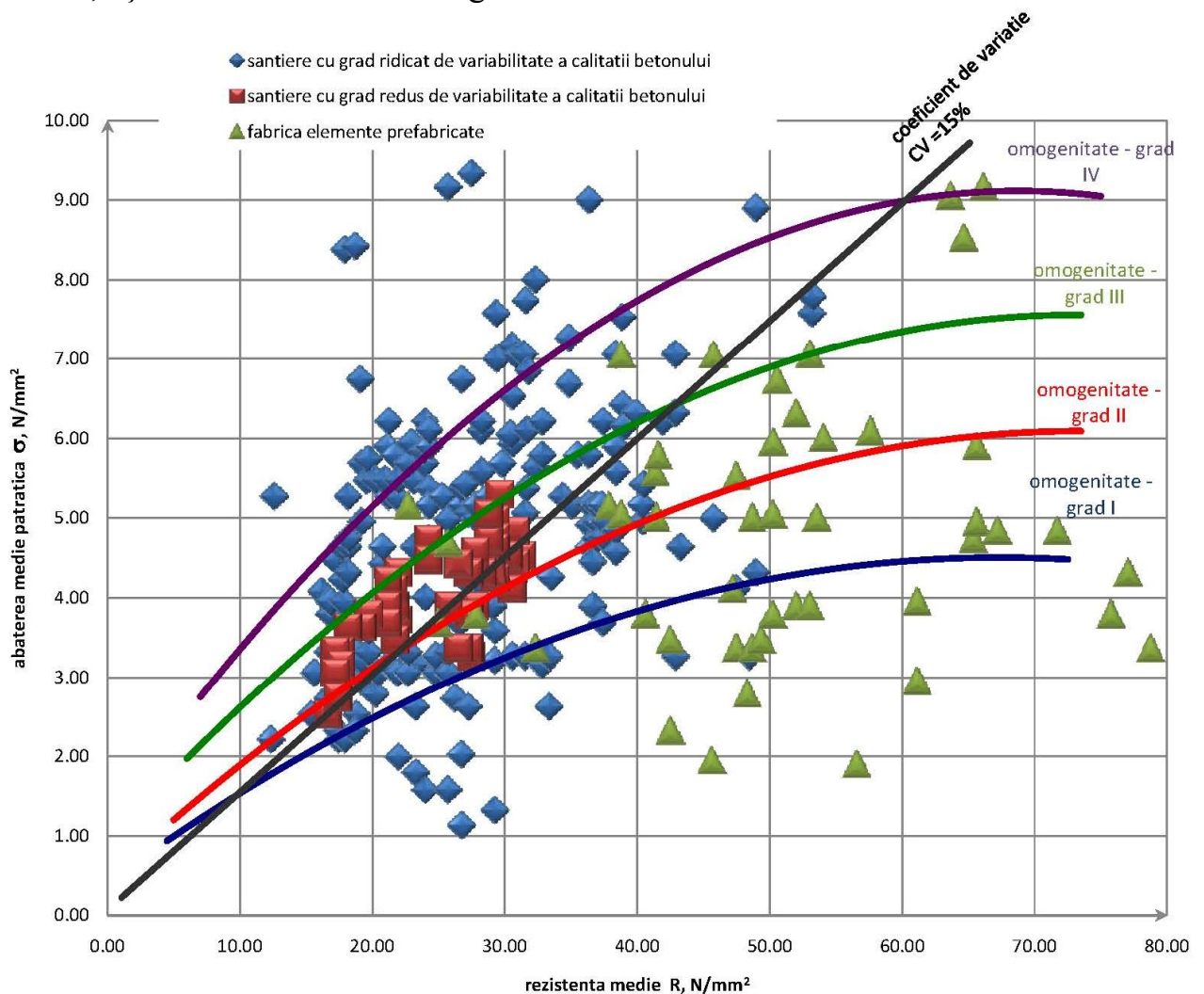


Fig.7. 6. Abaterea medie pătratică în funcție de rezistența medie

Răspândirea într-un câmp larg al valorilor constatate în practică, a impus trasarea unor curbe care să delimiteze un număr de patru “grade de omogenitate”, gradul I reprezentând producția cea mai omogenă iar gradul IV producția cea mai omogenă.

În funcție de organizarea și dotarea stației de betoane aceasta se va caracteriza printr-un anumit grad de omogenitate, care poate fi apreciat fie pe baza calității producției precedente, fie ținând seama de datele orientative din tabelul 7.6.

Aprecierea gradului de omogenitate în funcție de precizia dozării și natura sistemelor de dozare (D), cât și de granulozitatea agregatelor prin calitatea și puritatea sorturilor (G):

Tabelul 7.6

Grad de omogenitate	D	G	
	Dozarea materialelor componente (D)	Număr și puritate sorturi pe clase granulometrice	Calitatea sorturilor de agregate cu încadrarea în curbele granulometrice
I	- dozare automată, cu corecția cantității de apă la fiecare amestec	- min. 3 sorturi (0/1, 1/4, 4/8) - puritate foarte bună	{ încadrarea sorturilor de agregate în limite admise ale curbei granulometrice ($\geq 95\%$, abateri cca.5%)
II	- dozare automată cu abateri în limitele admisibile și cu corecția cantității de apă cel puțin odată pe schimb	- min. 2 sorturi (0/4, 4/8) - puritate bună	Abateri ocazionale în afara limitelor admise de granulozitate a sorturilor (abateri 15%)
III	- dozare semiautomată cu abateri ocazionale peste limitele admisibile	- 1 sort (0/8) - puritate mică	Abateri frecvente peste limitele admise de granulozitate a sorturilor (abateri 25%)
IV	- dozare cu abateri frecvente peste limitele admise sau - dozare volumetrică	- 1 sort (0/8) sau amestec cu pietrișul - puritate necorespunzătoare	Variații mari ale granulozității sorturilor sau agregate neasortate (balast) (abateri peste 35%)

Notă: Pentru încadrarea în gradele I și II trebuie îndeplinite toate cele trei condiții menționate; pentru gradele III și IV poate fi hotărâtoare numai una din condițiile menționate.

Ținând seama de delimitările adoptate în figura 7.6, au fost determinate și reprezentate în figura 7.7 valorile medii ale abaterii σ în funcție de rezistența medie și gradul de omogenitate.

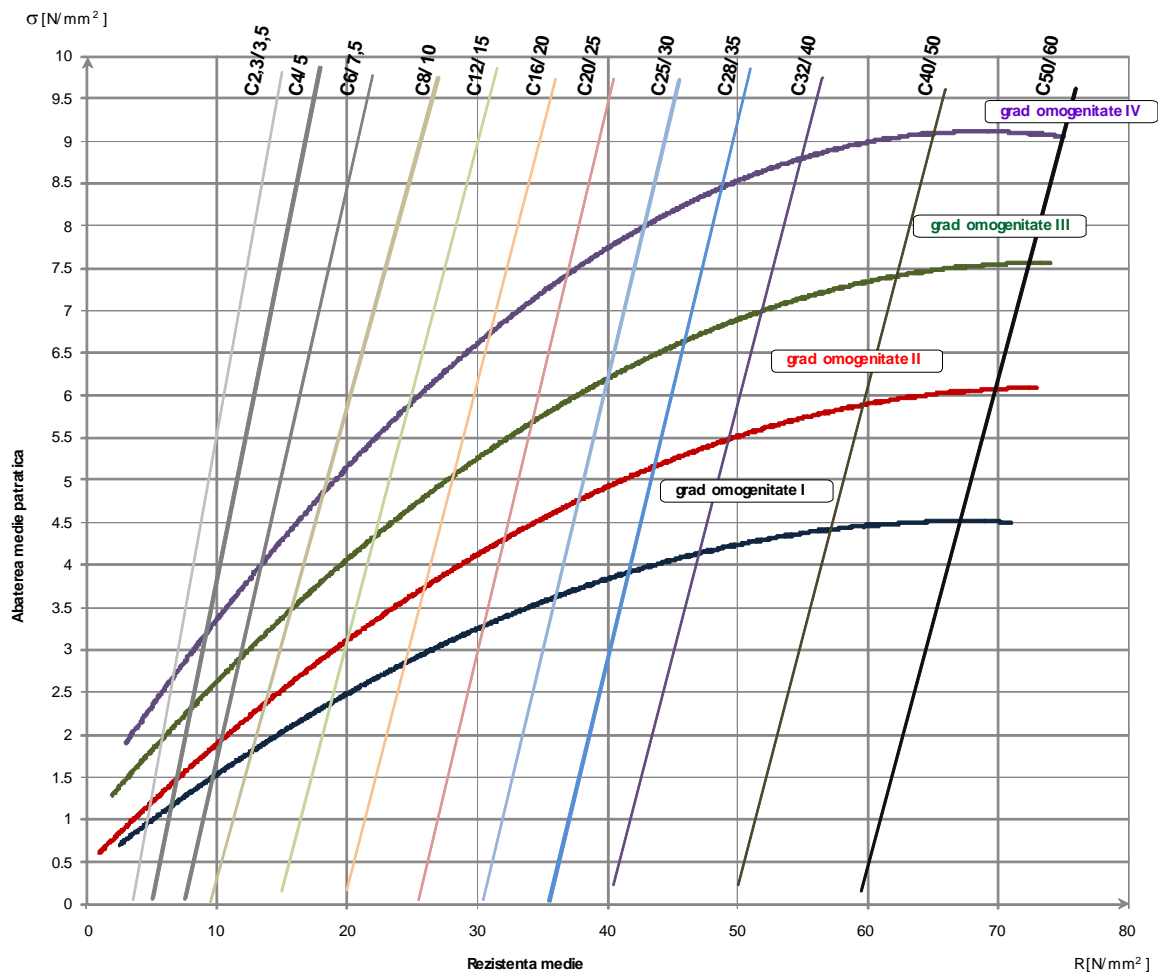


Fig. 7.7. Abaterea medie pătratică și rezistența medie în funcție de clasa betonului și gradul de omogenitate.

7.3. Concluzii

Astfel în cazul analizării producției unei stații de betoane, pe o anumită perioadă, prin prelucrarea statistică a rezultatelor se determină rezistența caracteristică, a cărei valoare trebuie să fie cel puțin egală cu clasa betonului.

În cadrul controlului curent al producției de beton precum și pentru acceptarea calității betonului pus în operă, criticul de referință îl reprezintă “rezistența de control” R_{c0} . Valoarea acesteia se determină admitând o omogenitate medie, respectiv la limita dintre gradele II și III și considerând un risc de maximum 10% pentru valori inferioare, adică de două ori mai mare decât riscul acceptat pentru rezistența caracteristică. Pe baza acestor ipoteze și a datelor din tabelul 7.7 s-au calculat și înscris în tabelul 7.8 valorile rezistenței de control pentru diferitele clase de beton. Se menționează că în cazul betoanelor de rezistență redusă, diferențele fiind nesemnificative, se propune ca rezistența de control să fie egală cu rezistența caracteristică.

Tabelul 7.8

Clasa	C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
R_{c0} N/mm ²	10	15	20	25	30	37	45	50	55	60

Nerealizarea rezistenței de control pentru oricare dintre seriile de epruvete impune efectuarea de verificări suplimentare prin încercări nedistructive în conformitate cu prevederile normativului pentru executarea lucrărilor de beton și beton armat C. 140-79.

Definirea treptei de calitate a betonului prin rezistența minimă garantată exprimată prin “clasa” acestuia permite o corectă corelare între prevederile prescripțiilor de calcul cu cele de execuție. Noțiunea de “marcă” a betonului impune o anumită valoare a rezistenței medii, care în numeroase cazuri nu conduce la obținerea asigurării necesare în raport cu rezistențele de calcul.

CAPITOLUL 8

ASIGURAREA CALITĂȚII SORTĂRII PRIN VIBRARE, PE BAZA PARAMETRILOR CU VALORI DE PRAG

8.1. Studiu experimental și de optimizare

8.1.1. Date preliminare pentru încercări « in situ »

Pentru verificarea ipotezelor, conceptelor teoretice și a modelelor de sortare fundamentate în teză, pe baza regimului de vibrații staționare, vor fi prezentate datele tehnico-funcționale

Astfel, experimentările “in situ”, pe un ciur vibrator ale cărui caracteristici sunt precizate, au avut menirea să exemplifice variația parametrilor calității sortării, în funcție de modificările parametrilor de vibrație ai ciurului.

Ciurul pe care s-au efectuat experimentele este de tip SBM TIP KS 24/70/2,5 și aparține HOLCIM ROMANIA SA, amplasat la Cimpia Turzii, jud Cluj. Experimentările au avut loc în perioada Oct.-Nov. 2010. În fig.8.1 este prezentată schema de funcționare a stației de sortare din care face parte ciurul studiat. De menționat că schema este preluată de pe sistemul de monitorizare automată a stației, iar schița de prezentare a ciurului este dată în fig.8.2.

Sistemul excitator al ciurului este cu contragreutăți în sistem modular, astfel încât se poate modifica masa și central de greutate al ansamblului de dezechilibrare dinamic. Sistemul este prezentat în fig.8.6. Modificările aduse sistemului excitator sunt prezentate în fig.8.7.

Ciurul funcționa inițial cu parametrii cazului I (fig.8.7).

Au fost stabilite trei cazuri de funcționare tehnologică, cu trei regimuri de vibrații, prin modificarea momentului static al maselor excentrice (contragreutăților).

În etapa inițială I, ciurul a funcționat la parametrii specifici regimului I de vibrație, cu rezultate bune. Pentru celelalte două regimuri (II și III) au fost stabilite după condiții de vibrație specifice unor “neconformități provocate”, de unde au rezultat și clasări cu sorturi de agregate ce se abat semnificativ de la curbele granulometrice stabilite ca fiind bune.

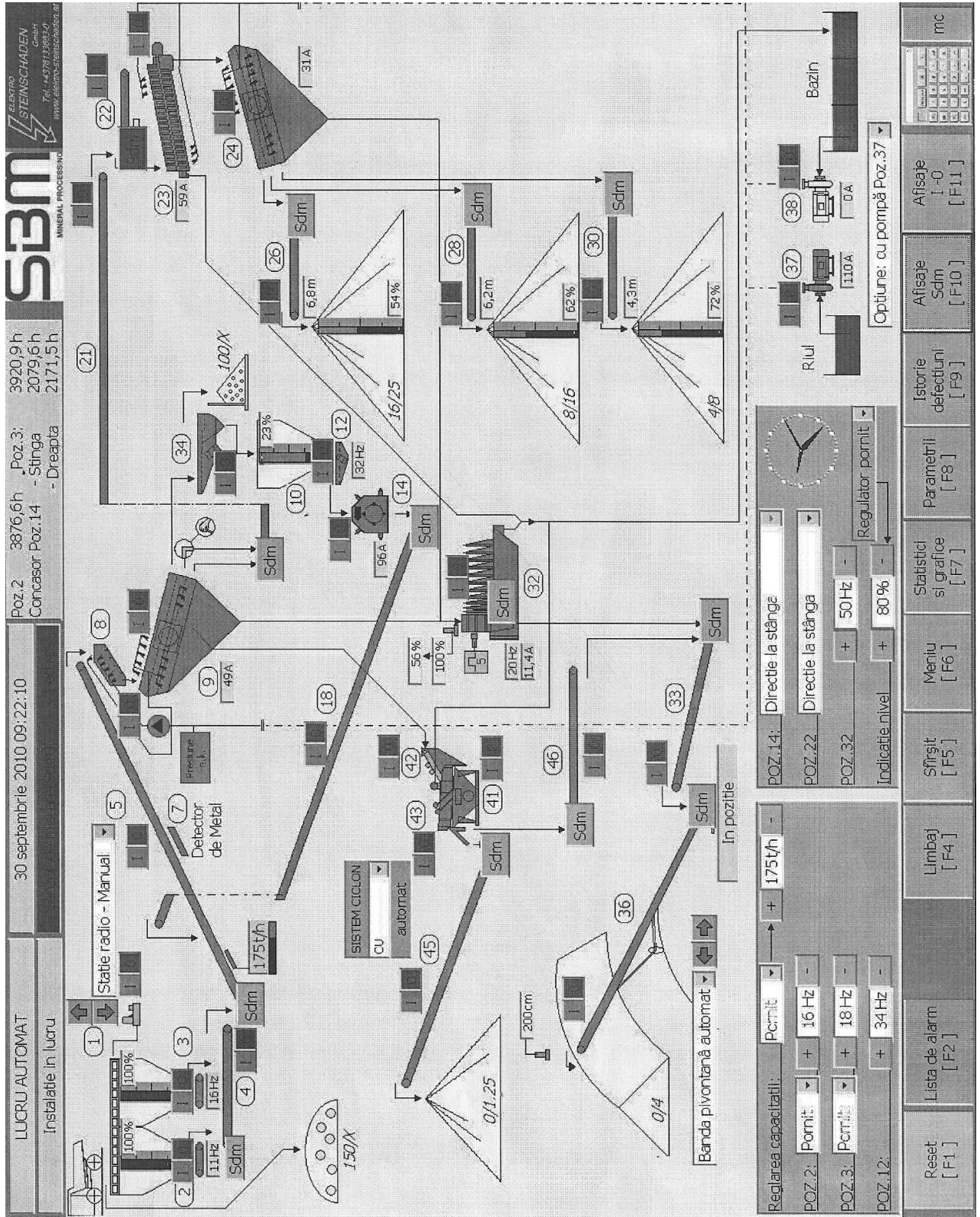


Fig.8.1

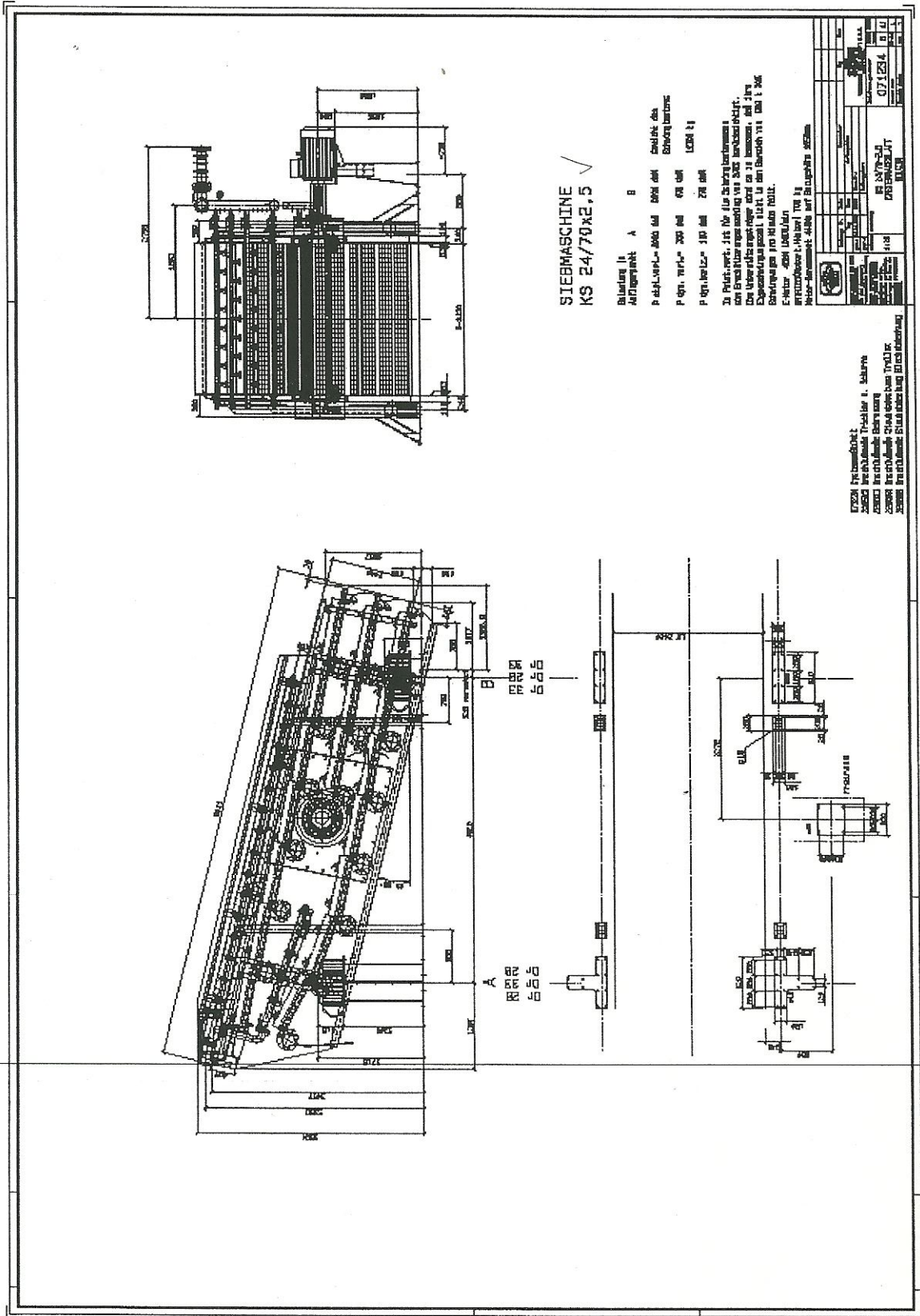


Fig.8.2

MASA EXCENTRICA CIUR MODEL SBM TIP KS 24/70/2,5

- 1 - Masa aditionala cu greutatea de 14Kg
- 2 - Masa aditionala cu greutatea de 14Kg
- 3 - Masa aditionala cu greutatea de 1.85Kg
- 4 - Masa aditionala cu greutatea de 5.65Kg
- 5 - Masa aditionala cu greutatea de 5.65Kg
- 6 - Masa aditionala cu greutatea de 14Kg
- 7 - Masa aditionala cu greutatea de 14Kg
- 8 - surub cu masa de 0.35Kg (2 buc)
- 9 - surub cu masa de 0.22Kg (3 buc)

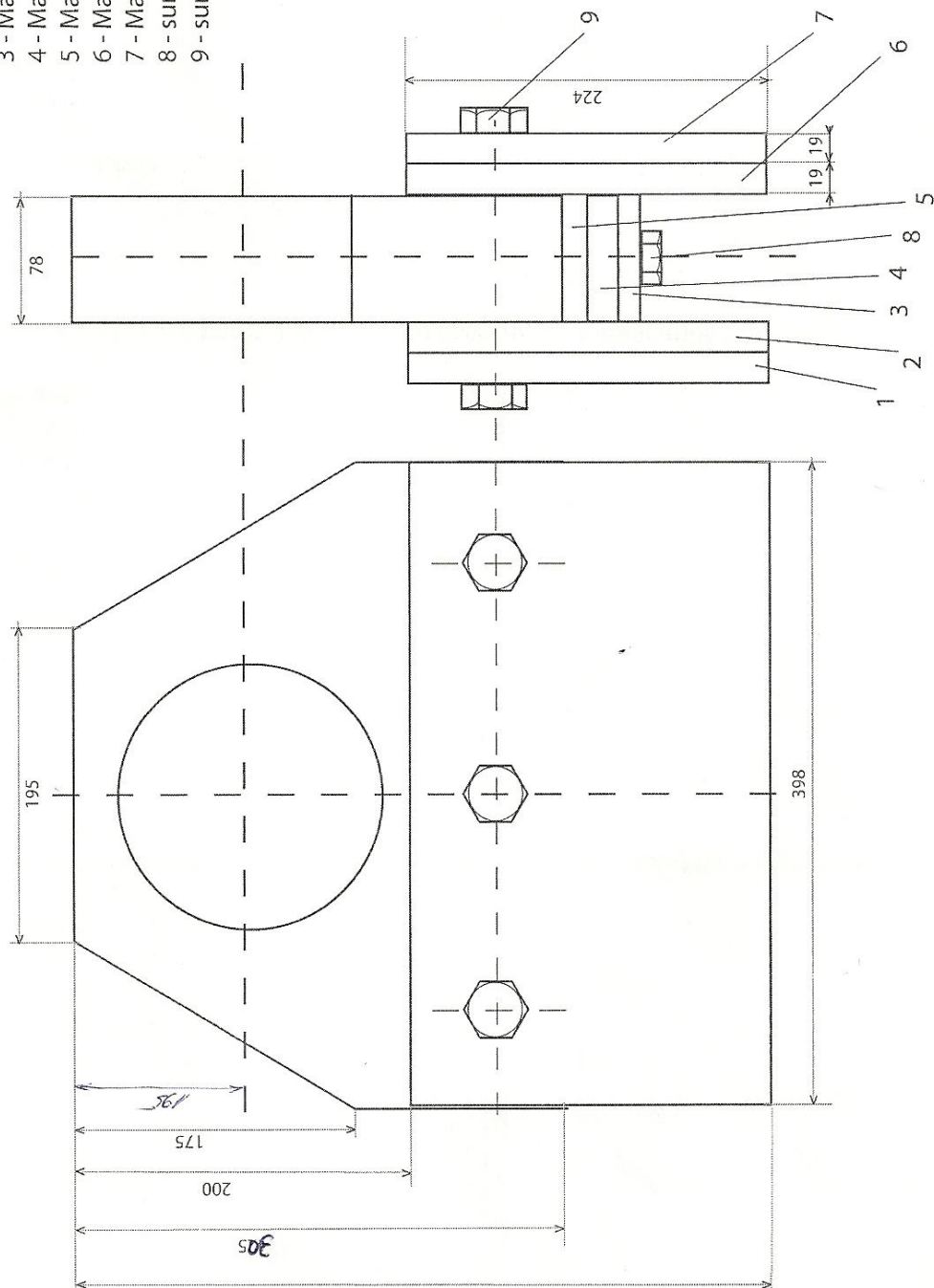


Fig.8.6

Parametri tehnici masurati la CIUR MODEL SBM TIP KS 24/70/2,5

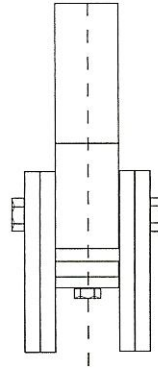
Cazul I (cu mase excentrice cu toate greutatele aditionale)

Directie orizontala:

- Deplasare : 30 mm
- Frecventa : 16.8 Hz
- Turatie : 1000 rot/min

Directie verticala:

- Deplasare : 30 mm
- Frecventa : 16.8 Hz
- Turatie : 1000 rot/min



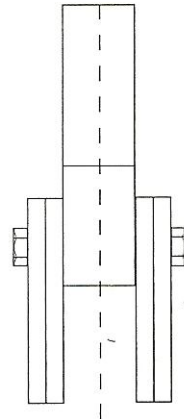
Cazul II (cu mase excentrice fara 2 x 13.9 Kg din masa totala a greutatilor aditionale)

Directie orizontala:

- Deplasare : 22 mm
- Frecventa : 16.8 Hz
- Turatie : 1000 rot/min

Directie verticala:

- Deplasare : 22 mm
- Frecventa : 16.8 Hz
- Turatie : 1000 rot/min



Cazul III (cu mase excentrice fara 2 x 107.15 Kg din masa totala a greutatilor aditionale)

Directie orizontala:

- Deplasare : 13 mm
- Frecventa : 16.8 Hz
- Turatie : 1000 rot/min

Directie verticala:

- Deplasare : 15 mm
- Frecventa : 16.8 Hz
- Turatie : 1000 rot/min

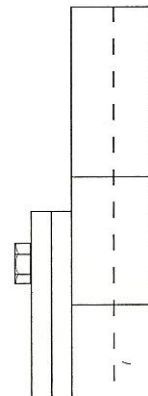


Fig.8.7

8.2. Analiza cazurilor I, II și III de amplasare a contragreutăților
 ciurului vibrator [în cauză].

Pentru această analiză s-au verificat pe rând cele trei cazuri, astfel:

8.2.1. Cazul 1: Contragreutateți în formula completă

Proprietăți fizice

Proprietăți generale:

Material: {OL}
 Densitate: $7.855E-006$ ($\text{kg}/(\text{mm}^3)$)
 Volum: $1.661E+007$ mm^3
 Masa: 130.435 kg
 Suprafață: $1.525E+006$ mm^2

Coordonatele centrului de greutate:

X: 0.423 mm
 Y: -146.835 mm
 Z: 39.247 mm

Momente Masice de Inertie

Ixx $1.631E+006$ kg mm^2
 Iyx Iyy $9.022E+003$ kg mm^2
 $1.808E+006$ kg mm^2
 Ixz Iyz Izz $-1.519E+003$ kg mm^2 ;

260.406 kg mm^2

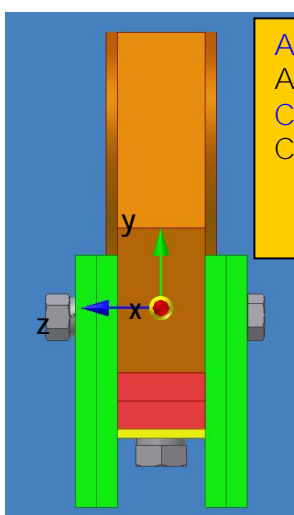
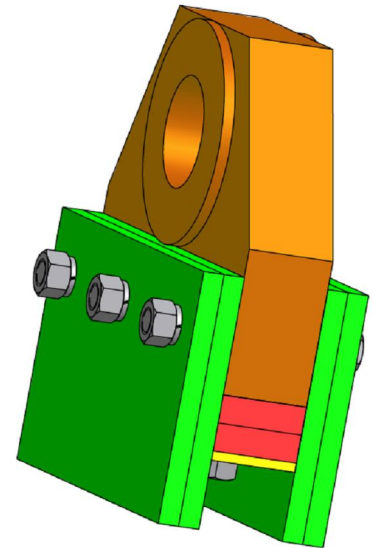
$2.962E+006$ kg mm^2

Momente Principale de Inertie

I1: $1.630E+006$ kg mm^2
 I2: $1.809E+006$ kg mm^2
 I3: $2.962E+006$ kg mm^2

Rotatie față de sistemul XYZ Principal

Rx: 0.01 deg
 Ry: 0.07 deg
 Rz: 2.90 deg



Amplitudinea: $A_1 = m_0 r / m$
 $A_1 = 2 \times 130,435 \text{kg} \times 146,835 \text{mm} / (11300 + 1130) \text{kg} = 3,07 \text{mm}$
 Coeficient de aruncare: $C = A \omega^2 / g \cos \alpha$
 $C_1 = (0,00307 \times 106,76^2) / (9,81 \times \cos 11^\circ) = 3,63$

8.2.2. Cazul II: Inlaturare placute contragreutati horizontale

Proprietati fizice

Proprietati generale:

Material: {OL}
 Densitate: $7.855E-006$ ($\text{kg}/(\text{mm}^3)$)
 Volum: $1.476E+007$ mm^3
 Masa: 115.970 kg
 Suprafata: $1.257E+006$ mm^2

Coordonatele centrului de greutate:

X: -0.684 mm
 Y: -135.749 mm
 Z: 38.722 mm

Momente Masice de Inertie

Ixx $1.490E+006$ kg mm^2
 Iyx Iyy $-3.192E+003$ kg mm^2
 $1.632E+006$ kg mm^2
 Izx Izy Izz -11.783 kg mm^2

-621.890 kg mm^2

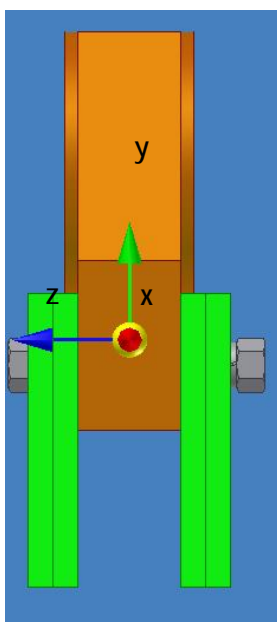
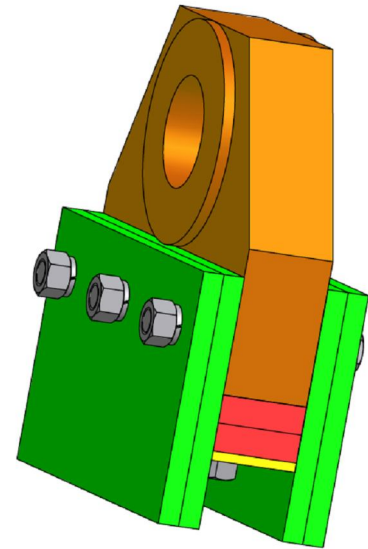
$2.658E+006$ kg mm^2

Momente Principale de Inertie

I1: $1.490E+006$ kg mm^2
 I2: $1.632E+006$ kg mm^2
 I3: $2.658E+006$ kg mm^2

Rotatie fat` de sistemul XYZ Principal

Rx: -0.03 deg
 Ry: $4.83E-004$ deg
 Rz: -1.29 deg



Amplitudinea: $A_2 = m_0 r / m$

$A_2 = 2 \times 115,749 \text{kg} \times 135,749 \text{mm} / (11300 + 1130) \text{kg} = 2,52 \text{mm}$

Coefficient de aruncare: $C = A \omega^2 / g \cos \alpha$

$C_2 = (0,00252 \times 106,76^2) / (9,81 \times \cos 11^\circ) = 2,98$

8.2.3. Cazul III: Inlaturare si contragreutati verticale de pe latura spre interiorul ciurului

Proprietati fizice

Proprietati generale:

Material: {OL}
 Densitate: 7.857E-006 (kg/(mm³))
 Volum: 1.141E+007 mm³
 Masa: 89.662 kg
 Area: 8.479E+005 mm²

Coordonatele centrului de greutate:

X: -0.588 mm
 Y: -112.969 mm
 Z: 55.850 mm

Momente Masice de Inertie

Ixx 1.054E+006 kg mm²
 Iyx Iyy -2.344E+003 kg mm²
 1.165E+006 kg mm²

Izx Iz y Izz 639.605 kg mm² 1.526E+005 kg mm² 1.995E+006 kg mm²

Momente Principale de Inertie I1: 1.054E+006 kg mm²

I2: 1.138E+006 kg mm²

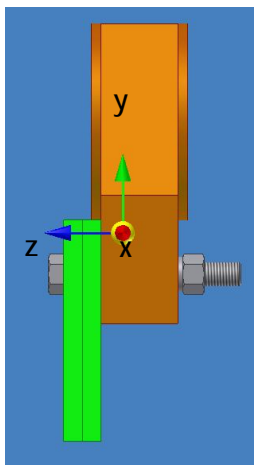
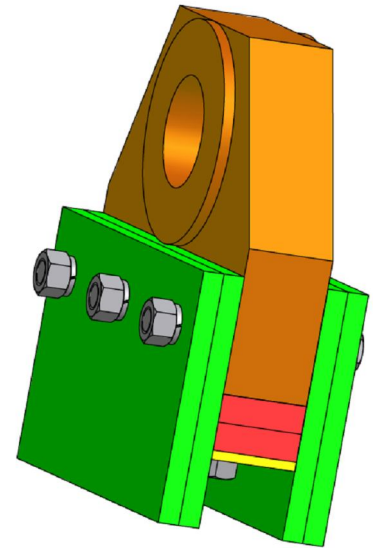
I3: 2.022E+006 kg mm²

Rotatie fat` de sistemul XYZ Principal

Rx: 10.10 deg

Ry: -0.01 deg

Rz: -1.64 deg



Amplitudinea: $A_3 = m_0 r / m$

$$A_3 = 2 \times 89,662 \text{ kg} \times 112,969 \text{ mm} / (11300 + 1130) \text{ kg} = 1,62 \text{ mm}$$

Coefficient de aruncare: $C = A \omega^2 / g \cos \alpha$

$$C_3 = (0,00162 \times 106,76^2) / (9,81 \times \cos 11^\circ) = 1,91$$

8.3. Verificarea grafic` a amplitudinii A]i a coeficientului de aruncare C la modificarea parametrilor de vibrare ai ciurului.

Au fost trasate grafice pentru urmatoarele 2 functii, dependente de viteza unghiulara (ω)]i anume:

$$A = \frac{m_0 \cdot r \cdot \omega^2}{\sqrt{(k_0 - m \cdot \omega^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot k_0 \cdot m \cdot \omega^2}}$$

- amplitudinea vibrațiilor staționare

$$C = \frac{A \cdot \omega^2}{g \cdot \cos \alpha}$$

- coeficientul de aruncare pe sit` a materilaului granular

Caracteristicile mesice, elastice, de poziție]i cinematice sunt urmatoarele:

$m_0 = 130,44 \text{ kg}$ - masa unei contragreutati $\times 2 = 260,88 \text{ kg}$

$m = 12430 \text{ kg}$ - masa totala a ciurului (cu material pe site)

$r = 146,84 \text{ mm}$ - excentricitatea

$k_0 = 12 \cdot 10^6 \text{ N/m}$ - coeficientul total de rigiditate al arcurilorde

$\zeta = 0,15$

$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$\alpha = 11^\circ$ - inclinarea ciurului

ω variaza intre 0 si 200 rad/s cu pas de 0,5 rad/s

Au fost trasate grafice pentru A si C (8 la numar pentru fiecare), modificandu-l pe k astfel:

$k_{-1} = 0,25k_0$

$k_{-2} = 0,5k_0$

$k_0 = k_0$

$k_1 = 1,5k_0$

$k_2 = 2k_0$

$k_3 = 4k_0$

$k_4 = 8k_0$

$k_5 = 12k_0$

{n figurile 8.8 au fost evidentiate valorile amplitudinii [n apropierea turăliilor date de fabricant [n cartea tehnic` a utilajului.

Amplitudinea A

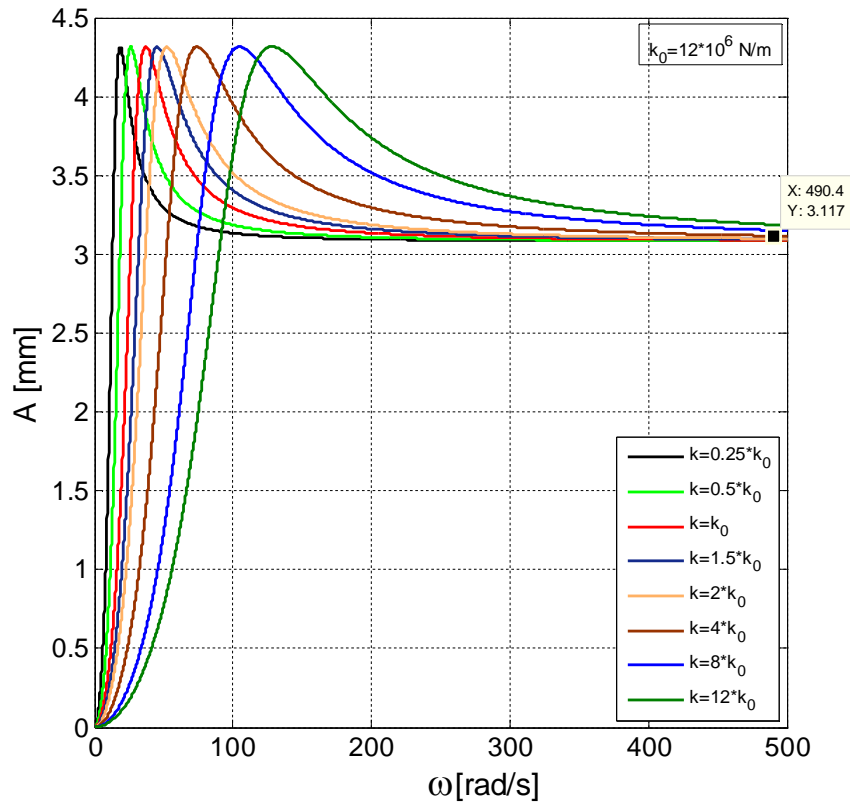


Fig.8.8.a – variatia amplitudii cu viteza unghiulara si la coeficienti de rigiditate diferiti

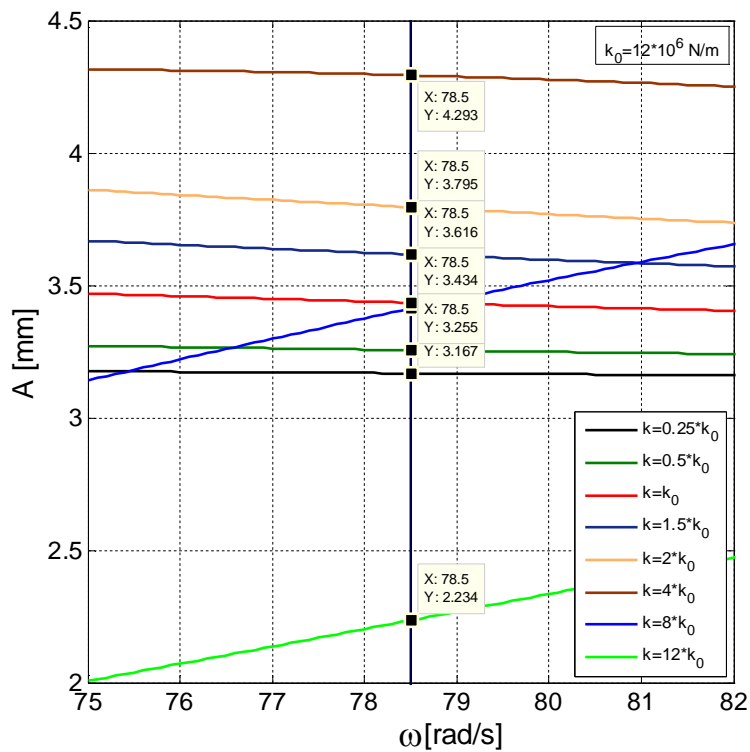


Fig.8.8.b – detaliu al Fig.8.8.a pentru ω intre 75 si 82 rad/s (750 rot/min)

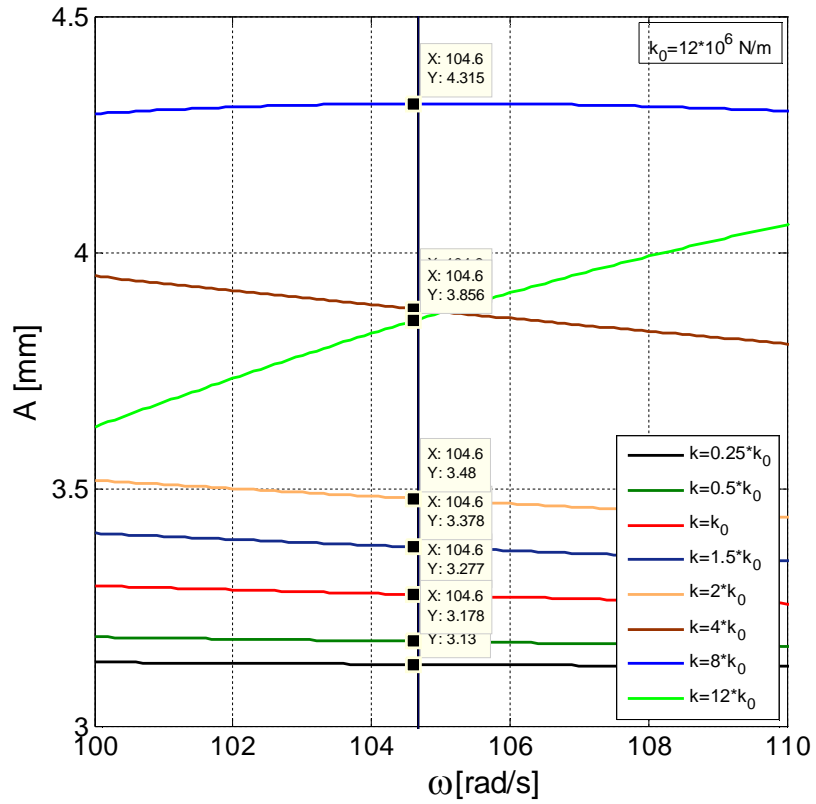


Fig.8.8.c - detaliu al Fig.8.8.a pentru ω între 100 si 110 rad/s (1000 rot/min)

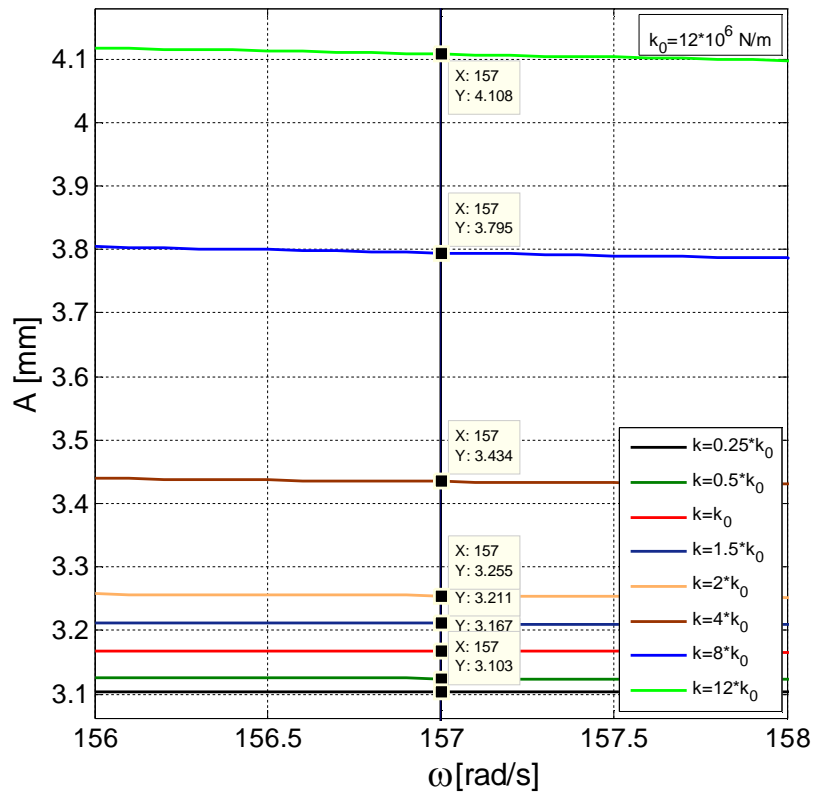


Fig.8.8.d - detaliu al Fig.8.8.a pentru ω între 156 si 158 rad/s (1500rot/min)

{n figurile 8.9 au fost evidentiata valorile coeficientului de aruncare [n apropierea turatiilor date de fabricant [n cartea tehnic` a utilajului.
 Coeficientul de aruncare C

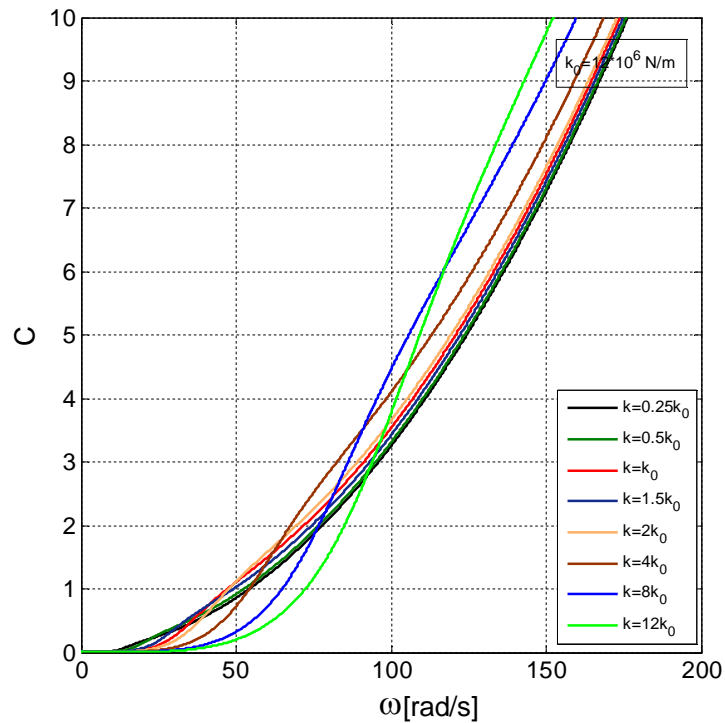


Fig.8.9.a – variatia coeficientului de aruncare cu viteza unghiulara si la coeficienti de rigiditate diferiti

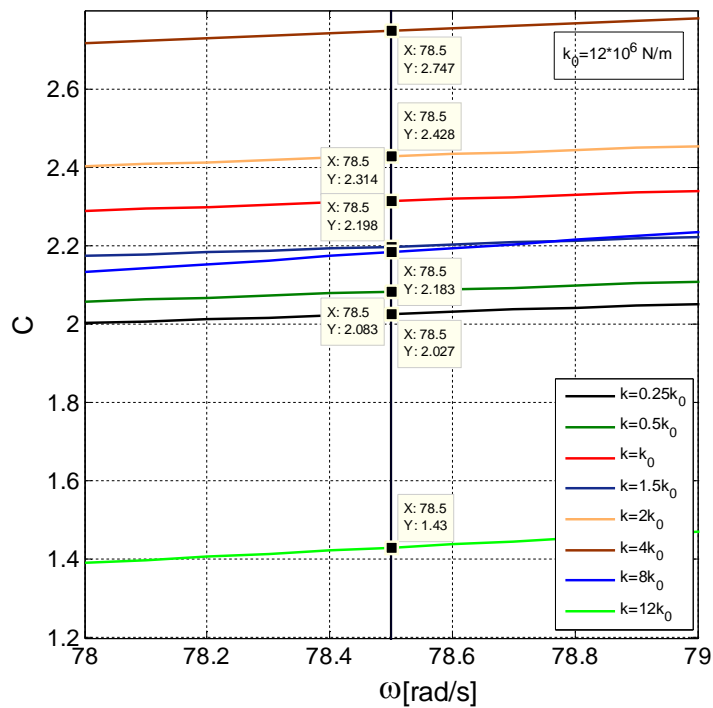


Fig.8.9.b – detaliu al Fig.8.9.a pentru ω între 75 și 82 rad/s (750 rot/min)

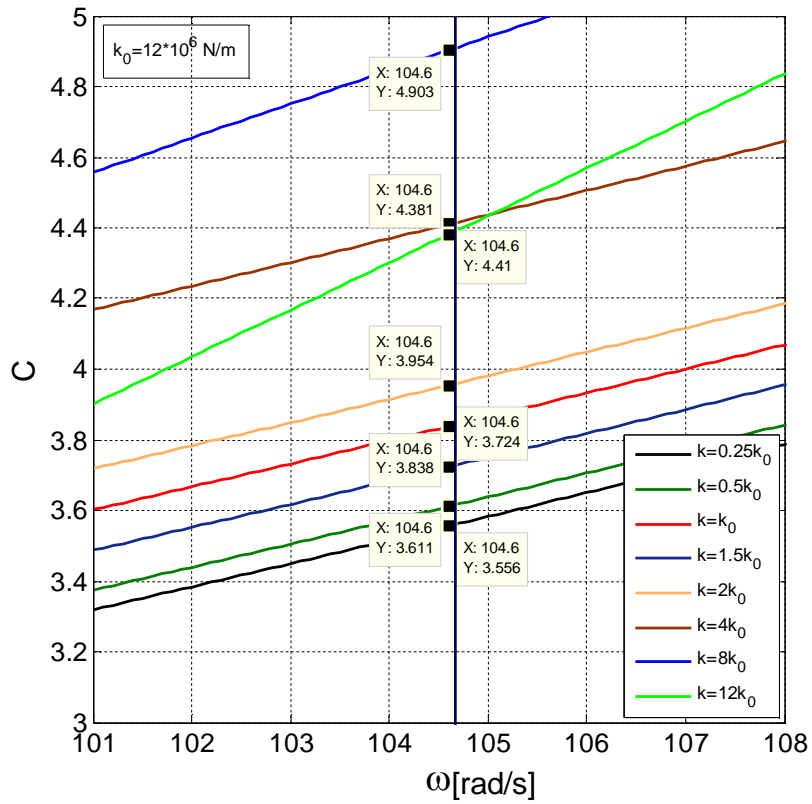


Fig.8.9.c – detaliu al Fig.8.9.a pentru ω între 100 si 110 rad/s (1000 rot/min)

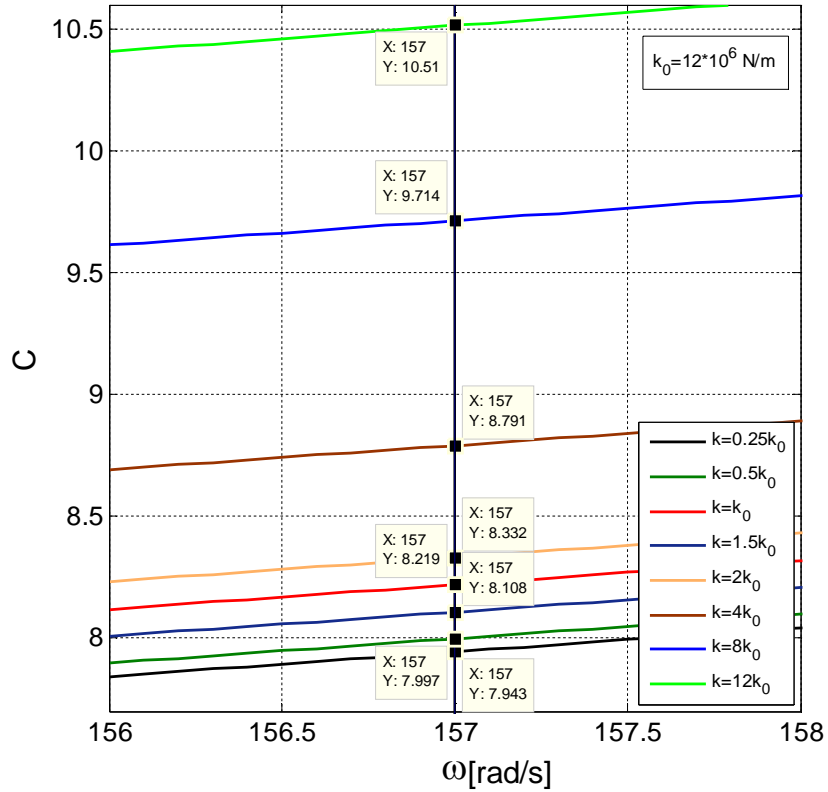


Fig.8.9.d – detaliu al Fig.8.9.a pentru ω între 156 si 158 rad/s (1500rot/min)

8.4. Concluzii asupra studiului de caz

Din experimentele, consideratiile si analizele teoretice prezentate mai sus, rezultă următoarele:

- a) pentru obtinerea unui coeficient de aruncare optim, care să asigure o bună cernere a materialului ($2,8 < C < 3,8$), se poate alege la 750 rot/min la limita inferioară ciurul cu un coeficient de rigiditate al arcurilor de 4 ori mai mare decât cea inițială (fig.8.9.b).
- b) pentru obtinerea unui coeficient de aruncare optim, care să asigure o bună cernere a materialului ($2,8 < C < 3,8$), se poate alege la 1000 rot/min la limita superioară ciurul cu un coeficient de rigiditate al arcurilor inițial sau de 0,25, 0,5, 1,5 ori coeficientul inițial (fig.8.9.c).
- c) pentru obtinerea unui coeficient de aruncare optim, care să asigure o bună cernere a materialului ($2,8 < C < 3,8$), nu se poate alege la 1500 rot/min nici un model de ciur cu nici un coeficient de rigiditate propus (fig.8.9.d). Pentru un regim optim al amplitudinii ciurului, adică A cuprins în intervalul $3 \div 4,5$ mm, constatăm următoarele:
- d) la 750 rot/min s-ar putea încadra ciururi cu toți coeficienții de rigiditate propuși, mai puțin cel de 12 ori mai mare decât cel inițial (fig.8.8.b), dar acesta nu se încadrează din pdv al coeficientului de aruncare.
- e) la 1000 rot/min se încadrează toate ciururile cu toți coeficienții de rigiditate, dar urmărind pct. 2 de mai sus nu putem lua în considerare decât ciururile cu coeficient de rigiditate al arcurilor de 0,25, 0,5, 1, 1,5 ori coeficientul inițial (fig.8.8.c și 8.9.c).
- f) la 1500 rot/min se încadrează toate ciururile, dar urmărind pct.3 de mai sus, nu putem alege nici un ciur.

Concluziile ce se desprind din cele de mai sus sunt următoarele:

- datele stabilite în ciclul I arată că ciurul este bine reglat;
- evaluarea pe baza abordării mixte a datelor experimentale și a simulării numerice a regimului de vibrație poate asigura soluția optimă pentru un ciur cu parametri reglabili, în scopul unei cernerii de calitate impuse.

CAPITOLUL 9 CONCLUZII. CONTRIBUȚII ORIGINALE

Pe baza cerințelor de calitate impuse în domeniul reglementat al agregatelor minerale pentru betoane și mortare, studiile teoretice și experimentale au fost dezvoltate astfel încât pentru un sistem dinamic de procesare, să poată fi asigurat un algoritm de monitorizare și optimizare parametrică adecvată.

Punctul de plecare al cercetărilor l-a constituit prepararea betoanelor în stații și influența calității agregatelor, a dozării și a malaxării, cu ponderile specifice și parametrii statistici de evaluare.

În acest mod, cercetările au fost dezvoltate pentru găsirea, stabilirea și verificarea unui concept „integral” de monitorizare, reglare și optimizare în raport cu valorile de prag definite pentru prima dată într-o astfel de lucrare.

În consecință, pot fi sintetizate următoarele CONCLUZII:

1. Obiectivul fundamental care constituie baza studiilor și cercetărilor cuprinse în prezenta lucrare, constă în stabilirea unei corelații parametrice între parametrii dinamici și performanțele tehnologice de sortare, cu impact asupra rezistenței betonului preparat cu agregatele minerale sortate.
2. Cerințele betonului preparat în domeniul reglementat, cu diverse destinații și niveluri de calitate cerute, sunt stabilite pe bază normativă. În acest caz, realizarea parametrilor betonului proaspăt și întreg este condiționată în mod semnificativ de următorii factori de procesare:
 - a. compoziția granulometrică a agregatelor minerale pe clase și puritate de sort în cadrul fiecărei clase de sort;
 - b. omogenitate fizică a betonului proaspăt în procesul tehnologic de malaxare.
3. Performanțele tehnologice de sortare controlată, pe clase granulometrice și puritate de sort, sunt determinate, în mod esențial, de parametrii funcționali și constructivi ai ciurului vibrator, după cum urmează:
 - a. mărimea și raportul dimensional al suprafeței de cernere;
 - b. mărimea, forma și densitatea de repartiție a ochiurilor suprafeței de cernere;
 - c. condițiile specifice de prindere, întindere pe două direcții și repartizare etajată a două sau mai multor site de cernere;
 - d. regimul vibrațiilor tehnologice caracterizat prin amplitudine, frecvență, coeficient de aruncare a particulelor;
 - e. unghiul de înclinare față de orizontală a suprafețelor de cernere.
4. Analiza factorilor de proces care pot modifica parametrii funcționali – amplitudine (A), frecvență (f), forță perturbatoare ($F = F_0 \sin \omega t$), pulsația relativă ($\Omega = \omega/p$), situarea rezonanței ($\Omega = 1$) în raport cu regimul stabil și staționar al vibrațiilor pentru un domeniu favorabil ($\Omega = 3 \dots 6$), forța perturbatoare ($F_0 = m_0 r \omega^2$), forța transmisă suportului (F_T), transmisibilitatea dinamică ($T = F_T / F_0$), gradul de izolare a vibrațiilor transmise ($I = 1 - T$).
5. Influența semnificativă a variației parametrilor funcționali asupra caracteristicilor de calitate a agregatelor minerale și anume:

- a. realizarea claselor granulometrice;
 - b. încadrarea claselor granulometrice [n domeniul optim al curbelor granulometrice (minim`]i maxim`) se stabile]te fie pe cale normativ`, fie pe cale consensual` [ntre proiectant]i laborator;
 - c. puritatea de sort pentru fiecare clas` granulometric` ce const` [n compozi]ia procentual` masic` a frac]iunii fine]i grosiere.
6. Stabilirea cerin]elor tehnice pentru activitatea de mentenan]` corectiv`]i preventiv` [n scopul restabilirii resursei tehnice a ciurului vibrator la nivelul de performan]` ini]ial`.
 7. Pe baza analizelor multicriteriale referitoare la calitatea cernerii, a regimului func]ional stabil de vibra]ii tehnologice, a regimului de vibra]ii transmise, c@t]i a productivit`]ii, au fost stabilite valori de prag pentru parametrii determina]i ai ciurului vibrator cu un nivel predictibil de capacitate.
 8. Analiza influen]ei neconformit`]ilor func]ionale]i constructive la sta]iile de procesare a agregatelor minerale din Rom@nia, asupra calit`]ii finale a betonului]i a mixturilor asfaltice.
 9. Stabilirea unui sistem de corela]ie parametric` prin structurarea]i optimizarea diagramei abaterii medii p`tratice a rezisten]ei betonului [nt`rit, [n func]ie de gradul de precizie al cernerii]i de gradul de omogenitate [n malaxoarele statice de betoane.

CONTRIBU]IILE ORIGINALE specifice studiilor, cercet`rilor]i experiment`rilor efectuate ce au rezultat, ca o consecin]` a inovativ`, pot fi etalate astfel:

- a. Optimizarea parametrilor tehnologici de sortare [n func]ie de parametrii func]ionali, constructivi]i de capacitate ai ciurului vibrator pentru regimuri dinamice stabile]i eficiente prin atingerea performan]elor la valori de prag impuse tehnologic.
- b. Conceperea algoritmului de optimizare a corela]iilor [ntre parametrii func]ionali de capacitate]i parametrii de sortare, pe baza cerin]elor de calitate ale betonului]i ale mixturilor asfaltice, [n domeniul reglementat. Algoritmul poate fi transpus at@t prin etape de urm`rire [n sta]ii individuale, c@t]i sub form` informatic` prin monitorizare [n timp real pentru mai multe sta]ii.
- c. Stabilirea diagramei complexe de evaluare a abaterii medii p`tratice a rezisten]ei betonului [n func]ie de clasa granulometric`]i calitatea malax`rii.
- d. Stabilirea valorilor de prag pentru parametrii constructivi]i func]ionali ai regimului efectiv de vibrare, ca niveluri necesare de realizat at@t [n timpul proces`rii, c@t]i [n activitatea de mentenan]` preventiv`]i corectiv`.
- e. Fundamentarea metodei de analiz` statistic` a nivelului tehnic, prin eviden]ierea neconformit`]ilor sta]iilor de sortare [n exploatare, din Rom@nia.
- f. Conceperea]i stabilirea unor performan]e parametrice cu valori de prag, pentru asigurarea unei mentenan]e predictive de restaurare a resursei tehnice ini]iale dup` repara]iile]i interven]iile corective]i preventive la ciururile vibratoare.

BIBLIOGRAFIE

- A. C`rti, articole, comunic`ri]tiinifice
1. Axinti, G Mecanica tehnica – note de curs. Universitatea “Dun`rea de Jos” Galați
 2. Badiu, M. Tehnologii]i echipamente performante pentru procesarea agregatelor minerale de balastier`. Al XI-lea Simpozion de utilaje pentru construcții. UTCB, dec. 2003
 3. Badiu, M. Analiza parametrilor dinamici la ciururile vibratoare inerțiale. “SDM 2005”. Conferința a IV-a de dinamica mașinilor, cu participare internațională. Brașov, mai 2005
 4. Badiu, M., Stancu, M. Cerințe de calitate [n procesarea agregatelor minerale de balastier`. Revista Construcțiilor nr.4, mai 2005
 5. Badiu, M., Stancu, M. Calitatea proces`rii agregatelor minerale. Conferința națională de echipamente, instalații și inginerie de proces. UPB, sept.2004
 6. Badiu, M., Stancu, M. Analiza cerințelor de calitate [n procesarea agregatelor minerale de balastier`. Schimbul de experiență al laboratoarelor [n construcții “SELC 2004”, ediția XVI-a Neptun, oct.2004
 7. Badiu, M., Stancu, M. Tehnologii de m`runțire a agregatelor minerale. Conferința Laboratoare, tehnologii]i echipamente pentru construcții, cu participare internațională “CONTEL 2005”, Sinaia
 8. Badiu, M., Stancu, M. Influența neconformităților echipamentelor asupra calității agregatelor minerale de balastier`. Conferința Laboratoare, tehnologii]i echipamente pentru construcții, cu participare internațională “CONTEL 2005”, Sinaia
 9. Badiu, M. Teza de doctorat: Analiza nivelului de performanță al echipamentelor tehnologice, [n vederea asigurării calității agregatelor minerale de balastier`. Universitatea “Dun`rea de Jos” Galați, noiembrie 2005
 10. B`rdescu, I. Tehnologia]i mecanizarea lucr`rilor de construcții civile]i industriale. EDP, București, 1985
 11. Blanc, E. C. Technologie des appareils de fragmentation et de classement dimensionnel, vol.I. Concasseurs et granulateurs. Ed. Eyrolles, Paris, 1974
 12. Bond, F. C. Control Particle Shape and Size. Chem. Engineering, vol.61, nr.8, 1974
 13. Bratu, P.]i colaboratorii Analiza st`rii tehnice a echipamentelor pentru procesarea materialelor. Conferința națională de echipamente, instalații și inginerie de proces, UPB, sept. 2004
 14. Bratu, P.]i colaboratorii Influența neconformităților echipamentelor tehnologice asupra materialelor de construcții procesate. Conferința națională de echipamente, instalații și inginerie de proces, UPB, sept. 2004

15. Bratu, P. și colaboratorii Influența neconformităților funcționale asupra calității agregatelor minerale pentru beton, la stațiile de procesare. Simpozion, ediția a XV-a « SELC » 2003, piatra Neam
16. Bratu, P. Sisteme elastice de rezemare pentru mașini și utilaje. ET București 1990
17. Bratu, P. Vibrații mecanice. Sisteme modelate liniar. Universitatea "Dunărea de Jos" Galați, 1994
18. Bratu, P. Vibrațiile sistemelor elastice, 600 pag., Editura Tehnică, București, 2000.
19. Bratu, P., Stamatiade, C., Mircea C., Kolumban, V. Evaluarea conformității la grinzi din beton armat și precomprimat destinate viaductelor autostrăzii Transilvania, CONTEL 2010 SIBIU, 01 - 03 Iunie
20. Bratu, P., Debeleac, C., Kolumban, V. Comportarea viaductelor rutiere la socuri generate de trecerea controlată a vehiculelor peste praguri de probă, CONTEL 2010 Sibiu, 01 - 03 iunie
21. Bratu, P., Dragan, N., Vasile O. Evaluarea conformității aparatelor de rezem din neopren prin analiza dinamică de corp rigid a viaductelor, CONTEL 2010 Sibiu, 01 - 03 iunie
22. Bratu, P., Ghinea, A., Kolumban, V. Atestarea conformității la acțiuni de probă statice și dinamice a viaductului de pe autostrada Transilvania km 29 +602,75, CONTEL 2010 Sibiu, 01 - 03 iunie
23. Bratu, P. și colaboratorii Analiza abaterilor semnificative ale parametrilor de sortare ai agregatelor minerale, cauzele acestora și influența directă asupra reducerii performanțelor produselor finale. Simpozionul „Echipamente vibratoare de procesare performanță a agregatelor minerale pentru fabricarea cimentului, a betonului și a mixturii asfaltice, SKAKO, București, 2010
24. Ene, Gh. Echipamente pentru mărșirea materialelor solide. Ed. Impuls, București, 2003
25. Iatan, R. Considerații teoretice privind ciuruirea prin alunecare pentru sitele din tablă, cu ochiuri circulare și pătrate. Revista de chimie, 2, 1973
26. Iatan, R. Aspecte ale ciuruirii prin alunecare pe sitele din țesătură. Revista de chimie, 9, 1973
27. Iatan, R. Cu privire la probabilitatea de trecere a granulelor prin ochiurile pătrate ale sitelor din țesătură. Revista de chimie,, 1975
28. Iordache, Gh., Ene, Gh., Rasidescu, Gh. Utilaje pentru industria materialelor de construcții. ET București, 1987
29. Badiu, M. Calitatea procesării agregatelor naturale de balastieră. Conf. Națională « Echipamente, instalații și ingineria de

- proces », UPB 2004
30. Jinescu, V. Utilaj tehnologic pentru industrii de proces, vol.4. Editura Tehnică, Bucuresti, 1989.
 31. Legendi, Amelitta Consideratii privind constructia si calculul ciurilor
Bausic, Fl. vibratoare orizontale cu rezonantă. Articol publicat în
Petrescu, M. brosură RETEHNOROM (Management, Marketing, Retehnologizare) nr. 2 si 3 / 1991.
 32. Legendi, Amelitta Unele solutii constructive la ciurile vibratoare destinate
sortării agregatelor naturale pentru betoane. Comunicare
stiintifică, al IV-lea Simpozion National de Utilaje pentru
Constructii, I.C.B., Bucuresti,
8-10 octombrie 1991.
 33. Legendi, Amelitta Solutie constructivă de ciur orizontal cu vibratii eliptice.
Bausic, Fl. Comunicare stiintifică, sesiunea "Conceptie, tehnologie si
managementul în constructia de masini", Institutul
Politehnic Gh. Asachi, Iasi, 22-23 mai 1992.
 34. Legendi, Amelitta Consideratii privind optimizarea unui ciur orizontal cu
Bausic, Fl. functionare în apropierea rezonantei. Comunicare
stiintifică, al V-lea Simpozion National de Utilaje pentru
Constructii, UTCB, Bucuresti, 18-19 octombrie 1994.
 35. Legendi, Amelitta Exigente de performantă pentru ciurile vibratoare.
Comunicare stiintifică, al V-lea Simpozion National de
Utilaje pentru Constructii, UTCB, Bucuresti, 18-19
octombrie 1994.
 36. Legendi, Amelitta Criterii de performantă pentru ciurile vibratoare de
capacitate redusă utilizate la sortarea agregatelor naturale.
Comunicare stiintifică, Universitatea „Dunărea de Jos”
Galati, Facultatea de Inginerie Brăila, Brăila 13-14
octombrie 1995.
 37. Legendi, Amelitta Modele utilizate în aprecierea comportării dinamice a
Diaconu, Cr. sistemelor vibrante. Comunicare stiintifică, Simpozionul
Bausic, Fl. cu participare internatională „Echipamente în constructii
pentru asigurarea calitatii, confortului si sigurantei
mediului construit” ICECON, Sinaia 19-21 iunie 1996.
 38. Legendi, Amelitta Criterion for performace level of vibrating quarry's
Bratu, P. screens. International Conference Heavy Machinery
HM'96 Kraljevo, Yugoslavia, 28-30 June 1996.
 39. Legendi, Amelitta Optimizarea tehnologică a regimurilor de vibratie la
Peicu, R.A. ciurile vibratoare. Comunicare stiintifică, aVII-a
Conferință de vibratii mecanice, Timisoara, 28-30
noiembrie 1996.
 40. Magyari, A. Utilaje de preparare a substantelor minerale utile. Editura
Tehnică, 1983
 41. Mihăilescu, St., Masini de constructii si pentru prelucrarea agregatelor.

- Bratu, P., Goran, V. Vol. I, II, III, EDP, Bucuresti, 1984-1986.
42. Munteanu, M. Influenta vibratiilor pânzei sitei asupra productivității sitelor vibratoare. Constructia de Masini, nr. 21, 1969.
 43. Munteanu, M. Contributii în problema studiului separării granulometrice cu ajutorul sitelor vibratoare. Teză de doctorat IPB, 1971.
 44. Munteanu, M. Un model matematic al separării granulometrice cu ajutorul sitelor vibratoare. Studii si cercetări de mecanică aplicată XXXII, 1972.
 45. Munteanu, M. Controlul cernerii pe sitele vibratoare prin evaluarea indicelui segregatiei. Revista de chimie nr. 10, 1972.
 46. Munteanu, M. Introducere în dinamica masinilor vibratoare. Editura Academiei Române, Bucuresti, 1986.
 47. Peicu, R.A. Studiul vibratiilor la ciururi în vederea stabilirii unor metode de calcul si proiectare, în scopul îmbunătățirii coeficientului de calitate al cernerii. Teză de doctorat, ICB, 1975.
 48. Peicu, R.A. Alegerea amplitudinii si frecvenței optime a ciururilor vibratoare cu oscilatii circulare a sitei. Simpozion ICB, Bucuresti, 1964.
 49. Peicu, R.A. Criterii de apreciere a sortării agregatelor pe ciururi. Revista de mecanizarea constructiilor.
 50. Sernetz, H. Tehnica oscilatiilor aplicată la utilaje. Comportarea materialelor pe suprafete vibrante. BMCBT, Muenchen, 1960
 51. Stamatiade, C. The influences upon the quality of the mineral aggregates induced by technological vibrations during teh sorting process, RJAV, vol VI, NO.1/2009
 52. Bratu, P.,
Stamatiade, C.,
Necsoiu,
I.J., Zaharia, C. Concepte actuale de mentenanta la nivelul ue Pentru echipamente tehnologice destinate Lucrarilor de drumuri (betoane, agregate, mixturi) , CONTEL, Sibiu, 2010
 53. Stamatiade, C.,
Pintoi, R.
Condrut, A. Analiza valorilor de prag pentru agregate minerale CONTEL, Sibiu, 2010
 54. Stamatiade, C.,
Olteanu, R.,
Nec]oiu, I.J.,
Stancu, M. Politici si strategii pentru organismele de certificare, inspectie si laboratoare CONTEL, Sibiu, 2010
 55. Bratu, P.
Stamatiade, C.
Mircea, C.
Kolumban, V. Evaluarea conformit`tii la grinzi din beton armat si precomprimat destinate viaductelor autostrăzii Transilvania CONTEL, Sibiu, 2010
 56. Stamatiade, C. Stabilirea parametrilor constructivi]i tehnologici ai ciururilor vibratoare, cu eficient` optim` a cernerii,

- Conferinta tehnico-stiintific` internationala "Probleme actuale ale urbanismului]i amenaj` rii teritoriului", 11-12 Noiembrie 2010, Chi]in` u, Republica Moldova
57. Stamatiade, C Energetica procesului de cernere cu nivel de performant`
58. Stamatiade, C. Analsys of the large variety of dynamic regimes of vibrating screens with efficient technological performances for optimum screening ranges. A 9-a conferint` international` de acustic`]l vibratii. Universitatea "Eftimie Murgu", Re]ita, sept.2010
59. Stamatiade, C. Maintenance requirements for vibrating screens in order to maintain or reestablish the technical resource aiming to preserve the screening functional parameters of mineral aggregates intended for concrete and asphalt mixtures. A 9-a conferint` international` de acustic`]l vibratii. Universitatea "Eftimie Murgu", Re]ita, sept.2010
60. Stefănescu-Goangă, A. Îndrumător de laborator pentru materiale de constructii. Editura Tehnică, Bucuresti, 1977.
61. Turcanu, C. Masini de constructii pentru căi de comunicatii. ICB, 1982.
62. Zafiu, Gh.P. Tehnologia si mecanizarea lucrărilor de căi de comunicatii, vol. 1. ICB, 1982.
- B. Standarde armonizate
1. SR EN 12620+ A1:2008 Agregate pentru beton
 2. STAS 4606-80 Agregate naturale grele pentru betoane si mortare cu lianti minerali. Metode de încercare.
 3. STAS 2247-71 Agregate naturale. Pietris ciuruit si neciuruit pentru balastarea căilor ferate.
 4. STAS 1934/2-72 Nisip pentru turnătorie. Metode de analiză si încercări.
 - STAS 1134-71 Piatră de mozaic.
 - STAS 9665/4-80 Ciururi vibrante. Tipuri.
 5. STAS 9665/2-88 Ciururi vibrante. Ciururi de inertie. Parametri principali.
 6. STAS 9665/3-89 Ciururi vibrante. Ciururi cu autobalans. Parametri principali.
 7. STAS 9665/4-80 Ciururi vibrante. Ciururi giratorii. Parametri principali.
 8. STAS 9665/5-88 Ciururi vibrante. Ciururi de rezonantă. Parametri principali.
 9. SR ISO 3310 -1: 2000 Site pentru cernere. Condiții tehnice și verificări. Partea 1: Site pentru cernere de țesături metalice.
 10. SR ISO 10630: 2000 Table perforate pentru cernere industrială. Condiții tehnice și metode de verificare
 11. SR ISO 2395:1997 Site pentru cernere și analiză granulometrică prin cernere. Vocabular
 12. SR ISO 565:1997 Site de încercare. Tesături metalice, table metalice

- perforate si folii electroperforate. Dimensiuni nominale ale ochiurilor.
13. ISO-6783:1982 Agregates for Concrete-Determination of bulk density.
14. BS 812-75 Coarse aggregates for concrete. Determination of particule density and water absorption. Hidrostatic balance method.
15. ASTM-Standard C33-71a Metode pentru testarea agregatelor minerale, nisipurilor si filerelor.
16. U.S. BUREAU of Reclamation SUA Specificatii privind agregatele din surse naturale pentru betoane.
17. DIN 4226-71 Conditii granulometrice pentru agregatul grosier.
18. NF P18-301 Agregate fine.
19. EN 292/2-95 Agregate pentru betoane.
- EN 292/1-91 Agregate grele pentru betoane de constructii. (Directiva 2006/42/CE)
20. HG 1029/2008 Securitatea masinilor. Oprire de urgentă. Principii de proiectare
21. SR EN ISO 13850:2008 Masini si instalatii pentru prepararea betonului si mortarului. Cerinte de securitate.
22. SR EN 12151:2008
23. ver.eng.
- C. Reglementări tehnice
1. CP 012/1-2007 Normativ pentru executarea lucrărilor din beton si beton armat.
2. C17-82 Instructiuni tehnice privind compozitia si prepararea mortarelor de zidărie si tencuială.
3. NE 001-1996 Normativ privind executarea tencuielilor umede groase și subțiri.
4. C56-2002 Normativ pentru verificarea calității și recepția lucrărilor de instalații aferente construcțiilor.
- Legea Nr. Calitatea în constructii.
5. 10/1995
6. Proceduri de
7. certificare
8. Proceduri de
9. inspectie
10. Legea 265/2006
- OUG nr.195/2005
- D. Cercetări, proiecte, cataloage utilaje, brevete de inventie
1. * * * Unități de prelucrat agregate pentru betoane cu statii de sortare. IPC, Bucuresti, 1982.
2. * * * Cercetări teoretice si experimentale în vederea stabilirii parametrilor functionali pentru instalatia mobilă de concasare -

- spălare -sortare de 25 m³/h. Stabilirea parametrilor functionali la ciurul vibrator inertial înclinat de 4,8 m², balastiera Mătăsari, INCERC, Bucuresti 1986.
3. * * * Instalatie mobilă de concasare-sortare, 15...25 m³/h. Uzina Bucuresti, 1987.
 4. * * * Instalatie mobilă de sortare-concasare de 25 m³/h. Experimentări în vederea determinării parametrilor tehnologici si de anduranță la ciurul vibrator de 12 m², balastiera "Unirea" jud. Hunedoara, INCERC, Bucuresti, 1987.
 5. * * * Cercetări privind realizarea instalatiei de producere a agregatelor minerale necesare fabricării plăcilor mozaicate după metoda "Breton Stone", IPC-GAMA, 1993.
 6. * * * Cercetări privind utilizarea fenomenului de rezonanță la ciururile vibratoare pentru clasarea materialelor granulare (agregate de balastieră si carieră pentru betoane).
-Faza: Modelare dinamică. Solutia tehnică pentru ciur cu două site. INCERC 1993, Contract MCT nr. 851/IS.
-Faza: Metodologie pentru proiectare, executie si utilizarea ciururilor vibratoare cu functionare în rezonanță. INCERC 1994, Contract MCT nr. 242/1884.
-Faza: Experimentări în vederea verificării de calcul si proiectare. INCERC 1994, Contract MCT nr. 242/1994.
 7. * * * Catalog de proiectare ciururi si instalatii mobile de concasare si sortare, firma IBAG-Germania, 1976.
 8. * * * Tehnici de preparare a gregatelor granulare. Catalog de masini individuale K20-IBAG, Germania, 1976.
 9. * * * Procese si masini. Manual de informare, firma REXNORD, SUA, 1986.
 10. * * * Utilaje si tehnologii noi de prelucrare a substantelor minerale utile. Catalog de produse si simpozion tehnic, IPCCF Harghita 1988.
- E. Cercetări]tiintifice [n coordonarea sau cu participarea autorului
1. Analiza parametrilor de sortare a agregatelor minerale [n corelatie cu calitatea betonului. Program AMTRANS 2004 – Director de proiect
 2. Influenta claselor granulometrice]i a purit`tii de sort a agregatelor naturale asupra lucrabilit`tii betonului proasp`t. Program CALIST 2006 – Director de proiect
 3. Nivel de performant` m`surabil]i capabilitate a echipamentelor de procesare a agregatelor naturale de betoane]i mixturi asfaltice cu calitate parametric` asigurat`. Program CEEEX 2005 – Director de proiect
 4. Solutie inovativa de optimizare a microstructurii compozitiei betonului autocompactant pentru realizarea performanta a elementelor prefabricate din beton - SICOBET – CEEEX 2006 - Responsabil de tem`
 5. Infrastructura sistemului de evaluare a echipamentelor de constructii prin

- certificare și inspectie în concordanță cu cerințele UE. Program INFRAS 2003 – Responsabil de ținem
6. Evaluarea capacității de procesare și menținere a parametrilor funcționali pentru echipamentele de procesare a agregatelor naturale, betoane, mixturi asfaltice. Program AMTRANS 2006 – Responsabil tehnic
 7. Analiza neconformităților echipamentelor de procesare a agregatelor minerale asupra diminuării clasei betonului
 8. Influența abaterii granulometrice a agregatelor minerale asupra calității betonului
 9. Variabilitatea parametrilor vibrațiilor tehnologice de clasare [în corelație cu calitatea cernerii (sortării)].
 10. Cerințe de mentenanță pentru menținerea performanțelor de prag ale ciurilor vibratoare.