

MINISTERUL EDUCATIEI SI INVATAMINTULUI  
INSTITUTUL POLITEHNIC "TRAIAN VUIA" DIN TIMISOARA  
FACULTATEA DE MECANICA

ing.OCT.CRIVACUCEA

APLICAREA VIBRATIILOR PENTRU  
IMBUNATATIREA TEHNOLOGIILOR DIN TURNATORII

TEZA DE DOCTORAT

BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA

Conducător științific  
Prof.em.dr.doc.GH.SILAS

Timișoara 1979

372.042  
144



## 1. I N T R O D U C E R E

Pentru întreg poporul român, sarcinile revoluției științifice tehnice în cincinalul 1976-1980 se concretizează în rezolvarea problemelor dezvoltării și modernizării continue a forțelor de producție. Realizarea acestor sarcini conduce la îmbunătățirea simțitoare a nivelului de trai, la creierea unei societăți în care omul să-și afirme plener și multilateral personalitatea.

Unele direcții ale acestei revoluții se referă la creierea unor noi unelte de muncă și a unor tehnologii de execuție noi s-au îmbunătățite.

În acest context "Aplicarea vibrațiilor pentru îmbunătățirea tehnologiilor din turnătorii" reprezintă o contribuție la traducerea în viață a acestor sarcini.

Tinând seama de sublinierea făcută de tovarășul Nicolae Ceaușescu la Plenara comună a P.C.R. și a Consiliului Dezvoltării Economie și Sociale a României din 21-22 iulie 1975, referitoare la sarcinile potențialului de cercetare, în care se arată că "După cum demonstrează viața însăși, pentru a avea succese, cercetarea trebuie să se lege realmente de producție, să se mute în întreprinderi și să-și desfășoare activitatea în strînsă unitate cu producătorii de bunuri materiale...", tema tezei a făcut obiectul unui contract de cercetare științifică încheiat între Institutul politehnic "Traian Vuia" Timișoara, Catedra de Mecanică și Rezistența Materialelor și Intreprinderea de construcții de mașini Reșița, contract predat în termen beneficiarului, rezultatele cercetării fiind în curs de aplicare în producție.

Lucrarea justifică posibilitatea și necesitatea aplicării vibrațiilor, cu efecte de creștere a productivității muncii și a calității pieselor turnate, în toate procesele tehnologice din turnătorii și prioritatea aplicării acestora în procesul tehnologic de formare.

Cercetarea teoretică și experimentală efectuată în cadrul Institutului politehnic "Traian Vuia" Timișoara precum și în Laboratorul de cercetări metalurgice și în secția de turnătorie de fontă a Intreprinderii de construcții de mașini

Reșița, asupra procesului de formare prin vibrații și vibropercuții a condus la rezultate cu aplicare în procesul de producție.

Contribuțiile aduse prin lucrare constau în :

- realizarea unor generatoare de vibrații optime proceselor tehnologice din turnătorii, cu performanțe comparabile pe plan mondial.

- Concepția și execuția instalației vibropercutante pentru cercetarea experimentală, semiindustrială a execuției măsurilor și formelor prin vibrații.

- Concepția și execuția unei instalații de laborator și a metodei de determinare a comportării amestecurilor de formare sintetice la vibrații și vibropercuții.

- Date privind comportarea la vibrații și vibropercuții a amestecului de formare pe bază de rășină furanică utilizat în procesul de formare la întreprinderea de construcții de mașini din Reșița.

La încheierea lucrării se prezintă concluziile rezultate în urma cercetării, avantajele cercetării precum și problematica cîmpului larg de cercetare pe care-l deschide aplicarea vibrațiilor și vibropercuțiilor în procesele tehnologice din turnătorii.

Rezultatele lucrării se înscriu în indicațiile date de tovarășul Nicolae Ceușescu în cuvîntarea ținută la Marea Adunare populară de la Reșița din 14 septembrie 1978 din care cităm "După cum este cunoscut, Congresul al XI-lea a stabilit ca acest cincinal să fie cincinalul revoluției tehnico-științifice, în toate domeniile, iar Conferința Națională a pus sarcina trecerii de la cantitate la calitate, sarcina realizării unei revoluții în tehnică, în ridicarea nivelului calității și tehnic al întregii producții materiale".



## 2. PROCESELE TEHNOLOGICE DIN TURNATORII SI UTILIZAREA VIBRATIILOR

### 2.1. Considerații generale asupra proceselor tehnologice din turnătorii

Dezvoltarea în ritm continuu și rapid a industriei din țara noastră, a condus la o amplă dezvoltare a construcției de mașini.

Dintre metodele de obținere a semifabricatelor pentru construcția de mașini, turnarea pieselor este preponderentă și cunoscută ca una dintre cele mai vechi ramuri ale tehnicii.

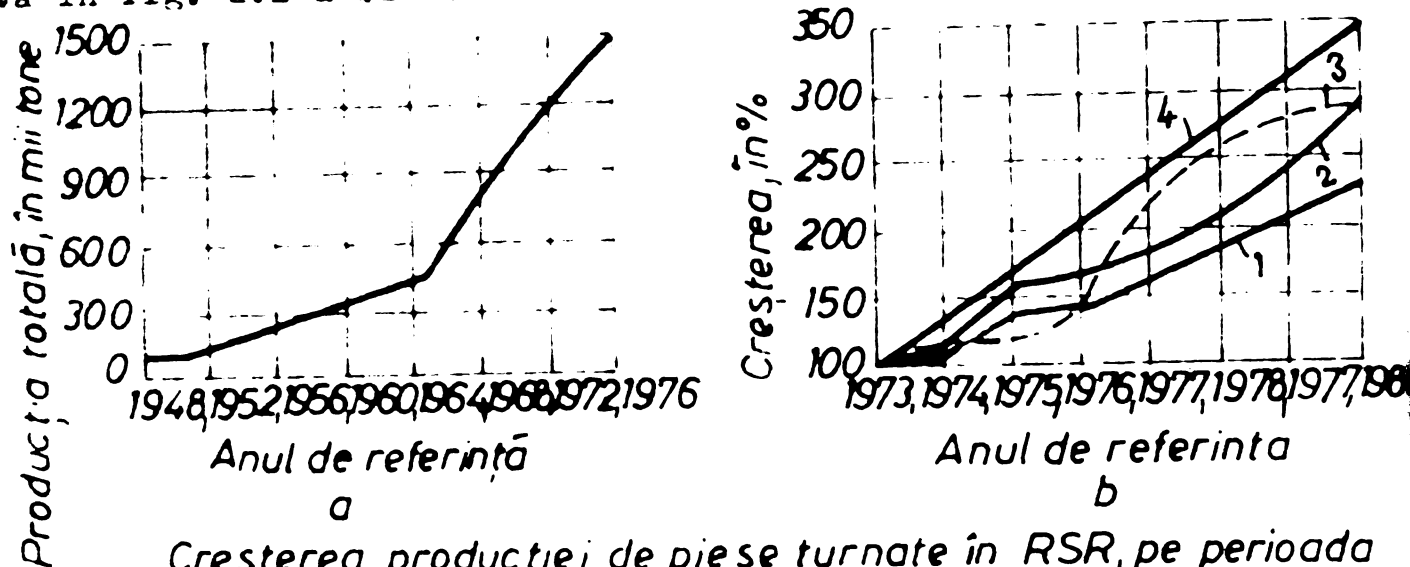
Descoperirile arheologice au furnizat date prețioase cu privire la evoluția turnării metalului în piese. Unele obiecte turnate din metal, păstrate pînă în prezent, uimesc prin măiestrie pe specialiștii zilelor noastre, constituind capodopere tehnico-artistice. Dintre cele mai semnificative obiecte turnate se amintesc în mod deosebit "Colosul din Rodos" (sec. III î.e.n) "Tunul țar" (sec.XVII e.n), "Clopotul țar" (sec.XVIII), "Călărețul de aramă" (sec.XVIII e.n) etc.

Specialiștii turnători din timpurile îndepărtate au întâmpinat greutăți atît la obținerea unui aliaj lichid, în cantitate și calitate corespunzătoare, cît și la obținerea formei necesare pentru turnarea aliajului. Obținerea aliajelor și a formelor au constituit problematica turnării pieselor, problematică care s-a studiat și experimentat continuu pentru a se ajunge la procesele tehnologice complexe ale zilelor noastre.

În țările lumii în care industria s-a dezvoltat rapid, execuția pieselor prin turnare a căpătat un caracter de masă, ceea ce a condus la apariția utilajelor de formare și a metodelor de turnare moderne, cum sînt : mașinile de format, turnarea în forme metalice, turnarea sub presiune și turnarea în forme speciale.

În țara noastră în anul 1948 turnătoriile erau mici, slab utilizate, cu o producție totală de cca 80.000 to.piese turnate pe an. După naționalizare producția de piese turnate a crescut într-un ritm deosebit de rapid, ajungînd în 1975 la 1.350.000 tone.

Dinamica dezvoltării producției de piese turnate, din țara noastră pînă în 1975 și în perspectivă este ilustrată în fig. 2.1 a și 2.1 b.



Creșterea producției de piese turnate în RSR, pe perioada 1948...1975(a) și planul de dezvoltare pe anii 1973...1980(b)

1-piese din fontă cenușie; 2- din oțel; 3- din fontă maleabilă; 4- din aliaje neferoase.

Fig. 2.1

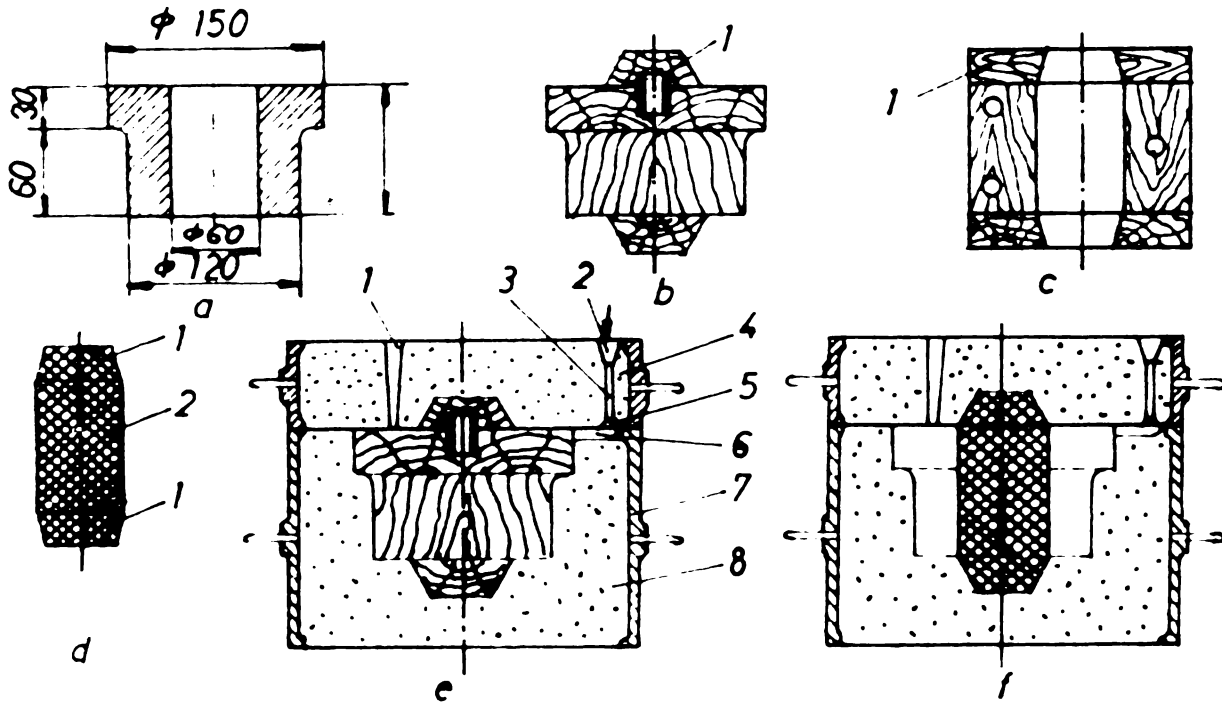
Producția de piese turnate realizată în anul 1975, raportată pe locuitor, situează România pe o poziție comparabilă cu R.F. Germania și Anglia.

Execuția prin turnare a pieselor pentru construcția de mașini este metoda cea mai răspândită. Prin această metodă se pot obține piese de configurații oricât de complicate, lucru ce nu este posibil prin alte procese tehnologice (laminare, forjare, matrițare, sudare). La piesele turnate adaosurile de prelucrare sînt mai mici decît la cele forjate sau matrițate, piēsa turnată avînd formă și dimensiuni foarte apropiate de acelea ale unei piese finite. Literatura de specialitate precizează că, pentru fabricarea unei piese de complexitate medie, așchiile reprezintă 75 % din masa piesei finite în cazul pieselor forjate liber, 50 % în cazul pieselor forjate în matriță, 30-40 % la piesele turnate din oțel și 20 % la piesele turnate din fontă.

Execuția unei piese turnate comportă următoarele faze de execuție ilustrate cu ajutorul fig.2.2

Pentru execuția prin turnare a piesei din fig.2.2.a, este necesară realizarea unei cavități în care se va turna metalul lichid. Realizarea acesteia se face cu ajutorul unui model (fig.2.2.b) și a unei cutii de miez (fig.2.2.c). Modelul și cutia

de miez formează împreună garnitura de model. Cu ajutorul cutiei de miez se realizează miezul (fig. 2.2.d) iar cu ajutorul modelului se realizează cavitatea din formă (fig.2.2.e). Forma asamblată pentru turnare se prezintă ca în fig. 2.2.f.



*Fazele de execuție a unei forme pentru turnare*  
*a - piesa finită ; b - model : 1 - marca modelului ; c - cutia de miez : 1 - marca cutiei de miez ; d - miez : 1 - marca miezului ; 2 - corpul miezului ; e - forma cu modelul : 1 - răsufătoare ; 2 - pîlnia de turnare ; 3 - piciorul pîlniei ; 4 - semiforma superioară ; 5 - canalul colector de zgură ; 6 - canalul de alimentare ; 7 - ramă de formare ; 8 - semiformă inferioară ; f - forma asamblată pentru turnare .*

Fig.2.2

O formă de turnare se compune în majoritatea cazurilor din două semiforme, una superioară și alta inferioară care se realizează în general din amestec din formare, în rame metalice.

Miezul se fixează în formă cu ajutorul a două prelungiri, numite mărcile miezului (fig.2.2.d), care se introduc în lăcașul mărcii (fig.2.2.d și 2.2.f), în așa fel încît să nu fie posibilă deplasarea miezului în timpul turnării aliajului în formă. Realizarea lăcașului mărcii în amestecul de formare se face prin marca modelului (fig.2.2.b). Marca miezului se realizează în cutia de miez (fig.2.2.c) odată cu miezul. Aliajul lichid se introduce în formă prin pîlnia de turnare, trece

prin piciorul pîlniei, prin canalul colector de zgură, prin canalul de alimentare și ajunge în cavitatea formei. Aerul din formă, precum și o parte din impuritățile antrenate de aliajul lichid, se evacuează prin răsuflătoare (fig. 2.2.e și 2.2.f). La aliajele cu contracție mare la solidificare, pentru alimentarea piesei cu aliaj lichid în timpul solidificării se folosesc masele. Ansamblul compus din pîlnia de turnare, piciorul pîlniei, canalul colector de zgură, canalul de alimentare se numește rețea de turnare.

După solidificare și răcire piesa turnată scoasă din formă și curățată de nisip devine piesa brută. Suprafețele unor piese nu se pot obține destul de netede prin turnare din care cauză sînt supuse operațiilor de prelucrare mecanică pe mașini unelte. Partea din piesă care se îndepărtează prin prelucrare mecanică se numește adaos de prelucrare. Acest adaos trebuie să fie cît mai mic posibil pentru ca piesa finită să se realizeze cu un consum minim de metal și manoperă.

După numărul de turnări la care se folosesc formele de turnătorie acestea se împart în : temporare (pierdute), semi-permanente și permanente.

Formele temporare servesc la o singură turnare. Ele se distrug după răcire pentru extragerea pieselor. Materialul din care se confecționează aceste forme se numesc amestecuri de formare. Formele temporare reprezintă tipul cel mai frecvent utilizat, deoarece cu ajutorul lor se pot turna piese de orice mărime sau configurație.

Formele semipermanente se folosesc la mai multe turnări pentru piese de revoluție. Ele necesită reparații după fiecare turnare.

Formele permanente sînt confecționate din metal și se folosesc la mai multe turnări fără a necesita reparații. Acest tip de forme utilizează pentru fabricația în serie a pieselor mici și de configurație simplă.

Procesul tehnologic complex de realizare a pieselor prin turnare cuprinde deci o serie de faze de lucru specifice diferitelor etape necesare a se parcurge pentru obținerea piesei brut turnate și anume :

- Confecționarea modelelor și a cutiilor de miez ;

- Prepararea amestecurilor de formare ;
- Formarea ;
- Elaborarea aliajului ;
- Turnarea aliajului ;
- Dezbateră și curățirea pieselor ;
- Tratamentul termic al pieselor.

Dezvoltarea turnătorii, impusă de ritmul de dezvoltare al construcției de mașini, este condiționată de creșterea gradului de mecanizare care conduce la sporirea productivității, utilizarea rațională a spațiilor și calitate superioară a produselor. Mecanizarea se impune în special la operațiile cu consum mare de manoperă, cum sînt cele de la prepararea amestecurilor de formare, formare și dezbateră. Caracteristicile tehnice superioare impuse unor repere, solicită un grad de mecanizare și în procesele tehnologice de elaborare și turnare.

Una din modalitățile prin care se poate realiza mecanizarea și îmbunătățirea proceselor tehnologice din turnătorii, cu consecințele sale, îl constituie utilizarea vibrațiilor în aceste procese.

## 2.2. Utilizarea vibrațiilor în procesele tehnologice din turnătorii

Pe plan mondial vibrațiile se utilizează tot mai frecvent în turnătorii, contribuind la apariția unor aparate și instalații noi, la elaborarea unor noi procedee tehnologice sau la îmbunătățirea unor tehnologii cunoscute, cu efect final asupra calității producției și micșorării cheltuielilor de fabricație.

Literatura de specialitate indică următoarele posibilități de aplicare a vibrațiilor în procesele tehnologice din turnătorii.

### 2.2.1. Prepararea amestecurilor de formare

În domeniul preparării amestecurilor de formare, vibrațiile se pot utiliza la cernerea, transportul, dozarea, îndepărtarea resturilor de nisip din malaxoare și la golirea buncărelor de nisip sau de amestec de formare. La operațiile amintite, generatoarele de vibrații se fixează prin dispozitive de prindere pe utilajele care se execută aceste operații, așa cum se vede schematic în fig. 2.3.a și 2.3.b.

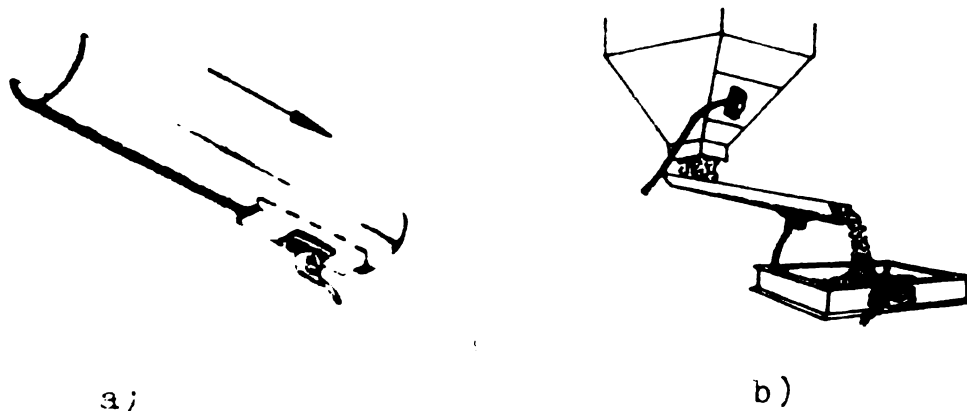


Fig.2.3

La cernerea și transportul nisipurilor s-au a amestecurilor de formare, precum și la curățirea malaxoarelor, utilizarea vibrațiilor asigură operațiile cu productivitate ridicată. La golirea buncărelor de nisip, prin utilizarea vibrațiilor de înaltă frecvență, se asigură o golire practic totală a buncărelor de alimentare, întreaga cantitate de nisip intrând în circuit, fapt ce conduce la un amestec cu caracteristici uniforme.

#### 2.2.2. Formarea

În procesul tehnologic de formare, vibrațiile se utilizează la compactarea miezurilor din amestecuri de miez fluide (pe bază de rășini furanice, fenolice s-au sticlă solubilă) atât în cutii montate pe mese vibrante care folosesc generatoare de vibrații ca în fig. 2.4.a., sau în cutii pe care sînt fixate direct, prin intermediul unor dispozitive de prindere rapidă, generatoare de vibrații ca în fig. 2.4.b'.

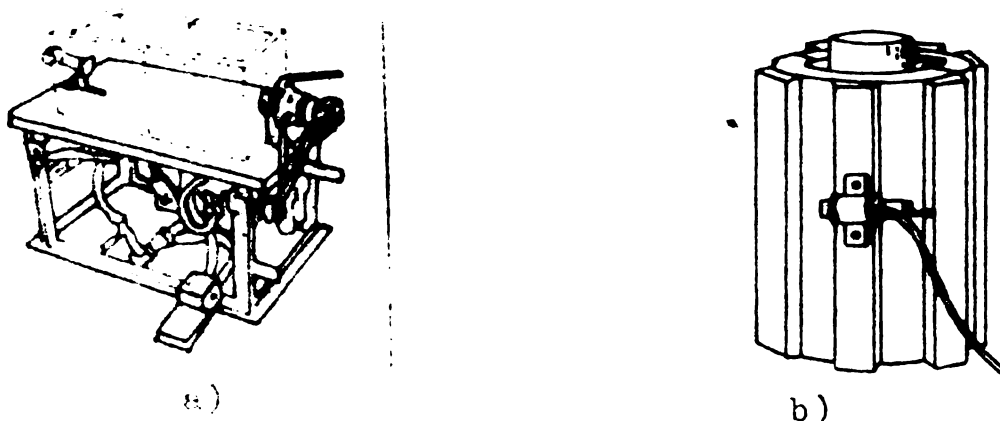


Fig.2.4

Literatura de specialitate și prospectele ce oferă din import generatoare de vibrații pentru aceste procese tehnologice, recomandă utilizarea unor vibrații de frecvență ridicată și a unor tehnici de lucru speciale, necunoscute la noi, care urmează



ză a se stabili prin cercetarea experimentală.

### 2.2.3. Turnarea

În procesul turnării, în scopul asigurării unor calități superioare ale metalelor turnate în lingouri s-au pie-se, se utilizează vibrații.

Literatura de specialitate remarcă ca rezultat al utilizării vibrațiilor la turnarea metalelor, din momentul începerii cristalizării, densitate bună, caracteristici mecanice ridicate și structură foarte bună, dar nu indică metode și nici regimuri de utilizare a vibrațiilor.

Un început al aplicării vibrațiilor în procesul de turnare s-a întreprins la I.C.M. Reșița de către un colectiv mixt de cercetare I.C.M. Reșița - I.P.T.V. Timișoara, colectiv din care am făcut parte și care a studiat experimental efectul vibrațiilor asupra fontelor cenușii folosind instalația vibro-percutantă concepută și realizată în cadrul prezentei teze pentru procesul tehnologic de formare.

Pentru încercări experimentale s-au folosit forme confecționate (din amestecuri autoîntăritoare în vederea turnării unor probe având diametru de 100 mm și lungimea de 200 mm. S-au aplicat vibrații asupra formelor, în care s-a turnat fontă cenușie modificată Fc 20, din momentul în care s-a terminat turnarea și pînă la sfîrșitul solidificării. Rezultatele experimentale s-au concretizat în [29]. În urma acestor încercări a rezultat că vibrațiile influențează asupra modificărilor structurale ale fontei cenușii, modificări care conduc la îmbunătățirea structurii, la separarea incluziunilor la suprafața lichidului precum și la îmbunătățirea caracteristicilor mecanice.

În contextul preocupărilor pe plan mondial din acest domeniu și ca urmare a primelor rezultate obținute prin [29] un alt colectiv al Institutului politehnic "Traian Vuia" din Timișoara, în care de asemenea sînt integrat, studiază experimental aplicarea vibrațiilor, prin intermediul unui cîmp magnetic rotitor, la turnarea continuă de la I.M. Oțelu Roșu, urmărind îmbunătățirea calității bramelor turnate continuu.

Dat fiind rezultatele ce se pot obține în acest domeniu utilizarea vibrațiilor în procesul tehnologic de turnare a început și trebuie să stea în permanență în atenția

cercetătorilor care lucrează în domeniul vibrațiilor și al turnării metalelor.

#### 2.2.4. Dezbaterea

Dezbaterea amestecului de formare din ramele de formare turnate se realizează pe grătarele dezbătătoarelor. Dezbatătoarele existente sînt utilaje masive acționate electric grătarele lor funcționînd vibropercutant prin intermediul unor came și resoarte. Datorită celor amintite, dezbătătoarele sînt utilaje scumpe, cu montaj pe fundații masive, consum mare de energie și întreținere dificilă în regim de praf.

Din aceste motive suspendarea formelor și dezbaterea lor cu ajutorul unor vibratoare pneumatice, de dimensiuni mici, cost redus și cu o întreținere simplă, fixate pe rama de formare ca în fig. 2.5 are ca efect creșterea productivității

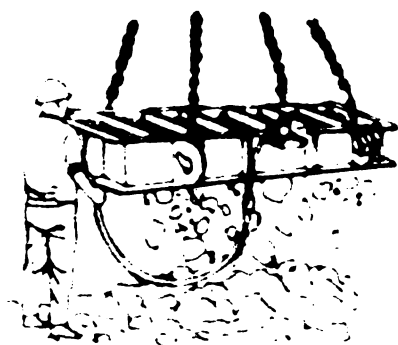


Fig. 2.5

muncii, precum și reducerea cheltuielilor de investiții și întreținere.

Din cele prezentate rezultă că fiecare proces tehnologic din turnătorie solicită aplicarea vibrațiilor în scopuri avantajoase, ridicînd în același timp probleme specifice în cercetare.

### 3. NECESITATEA PRIORITARA A APLICARII VIBRAȚIILOR ÎN PROCESUL TEHNOLOGIC DE FORMARE

#### 3.1. Indesarea amestecurilor de formare-proces tehnologic preferențial pentru utilizarea vibrațiilor

Am ales pentru studiul și cercetarea experimentală a posibilităților concrete de aplicare a vibrațiilor și vibropercuțiilor procesul tehnologic de formare, în scopul găsirii unor tehnologii noi sau al îmbunătățirii tehnologiilor existente, deoarece din întregul volum de muncă la obținerea unei pise turnate (în afara manoperei necesare pentru executarea modelelor) cca 60% revine pentru executarea formelor; 30% pentru dezbatere-curățire. Acest proces tehnologic se impune cu prioritate în acest studiu și datorită faptului că solicită înlocuirea muncii manuale prin mecanizări pentru înlăturarea posi-



bilității contactului direct dintre muncitorul formar și amestecul de formare, în scopul prevenirii îmbolnăvirilor profesionale.

Calitatea formelor temporare și implicit a pieselor turnate este determinată de amestecurile de formare și de procedeele folosite pentru execuția formelor.

Literatura de specialitate consideră că proprietățile amestecurilor de formare determină calitatea pieselor turnate. Aceste proprietăți sînt :

- Rezistența la temperatura de turnare a aliajului, numită refractaritate;

- Rezistența mecanică la solicitări de compresiune, tracțiune, încovoiere și forfecare, produse de aliajul lichid.

- Posibilitatea de trecere a gazelor prin spațiile intergranulare ale amestecului, numită permeabilitate.

- Păstrarea caracteristicilor fizice, la turnări repetate, numită durabilitate.

- Toate aceste proprietăți sînt funcție de următorii factori :

- Umiditatea, respectiv cantitatea de apă,

- Conținutul de liant,

- Granulație, respectiv cantitatea procentuală a diferitelor mărimi de granule,

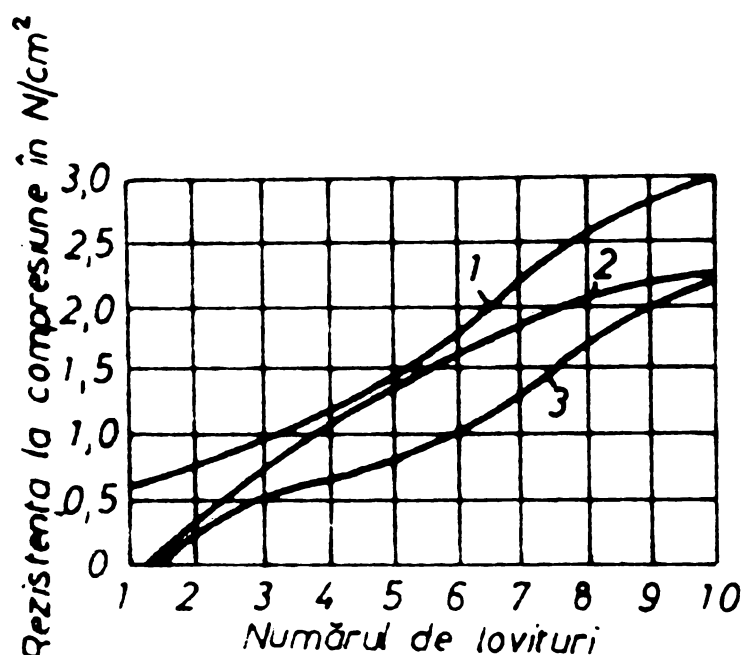
- Gradul de îndesare, exprimat prin duritatea superficială sau densitatea aparentă. Densitatea aparentă, folosită foarte frecvent, măsurată în  $g/cm^3$  reprezintă raportul dintre masa aparentă a amestecului de formare și volumul său, volum în care se includ și porii.

Caracterul de producție de masă al pieselor turnate, precum și exigența față de calitatea lor, a condus la folosirea cu precădere a unor amestecuri de formare sintetice, denumite astfel datorită folosirii în amestec a lianților sintetici.

Din enumerarea factorilor care determină proprietățile formelor pentru turnătorii, se observă că gradul de îndesare este un factor determinant pentru o anumită rețetă de amestec de formare.

Din literatura de specialitate și din practica industrială se cunoaște că un amestec de formare afînat nu are

rezistență mecanică. Din acest motiv amestecurile de formare trebuie să fie îndesate în formă, rezistența mecanică a acestora crescând cu creșterea gradului de îndesare. În laboratoarele din turnătorii, îndesarea se realizează prin lovituri de soneta (șocuri), măsurându-se gradul de îndesare și caracteristicile mecanice în funcție de numărul de șocuri aplicat. Variația rezistenței la compresiune pentru un amestec de formare având o rețetă determinantă, în funcție de numărul de lovituri de sonetă, se prezintă ca în fig. 3.1



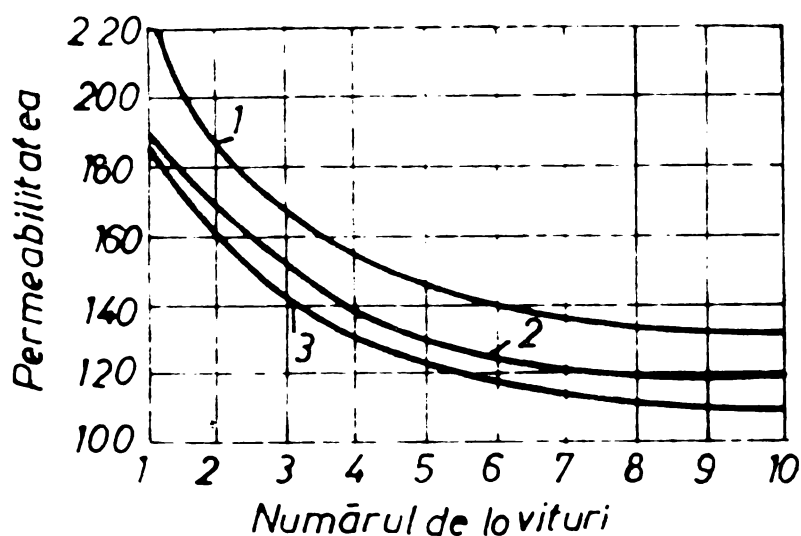
Variația rezistenței la compresiune cu numărul de lovituri date de sonetă, pentru diferite conținuturi de umiditate:  
 1- amestec de formare compus din nisip spălat.  
 Aghireș cu 3% apă și 5% argilă; 2- cu 5% apă;  
 3- cu 7% apă.

Fig. 3.1

Permeabilitatea amestecurilor de formare scade cu numărul loviturilor de sonetă (șocurilor), respectiv cu creșterea gradului de îndesare, însă după un număr mic de șocuri scăderea devine neglijabilă. Acest lucru este argumentat prin experimentări și ilustrat în fig. 3.2.

Proprietatea de plasticitate a amestecurilor de formare se impune din necesitatea de a reproduce cu consum mic de energie și în mod cât mai perfect configurația modelului, în timpul formării precum și de a păstra forma și dimensiunile după extragerea modelului. Se cere de asemenea că pentru turnare, forma să aibă o rezistență suficientă. Amestecuri-

le moderne pe bază de lianți, care se întăresc în urma unui



Variația permeabilității cu gradul de îndesare

1-amestec de formare compus din nisip spălat Aghires cu 10% argilă și 5% apă; 2-cu 5% argilă și 3% apă; 3-cu 5% argilă și 7% apă.

Fig. 3.2

proces chimic după formare, realizează îndesarea cu consum mic de energie și asigură după îndesare și întărire, rezistențe mecanice ridicate.

Proprietatea de plasticitate a amestecurilor de formare este determinată de următoarele caracteristici: capacitatea de compactizare, capacitatea de omogenizare, capacitatea de curgere și vâscozitate.

Dintre aceste caracteristici, pentru rețete determinate, fluiditatea respectiv vâscozitatea se modifică prin metode care micșorează forța de frecare dintre granulele amestecului. Dacă în timpul îndesării unui amestec de formare se aplică vibrații, acestea conduc la creșterea fluidității așa cum se arată în fig. 3.3. Creșterea fluidității amestecurilor conduce la un consum mic de energie pentru îndesarea formelor.

Considerațiile expuse anterior, rezultate din literatura de specialitate și din practica industrială, conduc la observația că gradul de îndesare al formelor precum și metodele de realizare a lui influențează proprietățile amestecului de formare și ale formelor pentru turnătorii. Pe baza acestei observații s-a tras concluzia că gradul de îndesare se poate realiza prin vibrații și vibropercuții, el reprezen-

tînd obiectul Nr.1 al cercetărilor teoretice și experimentale

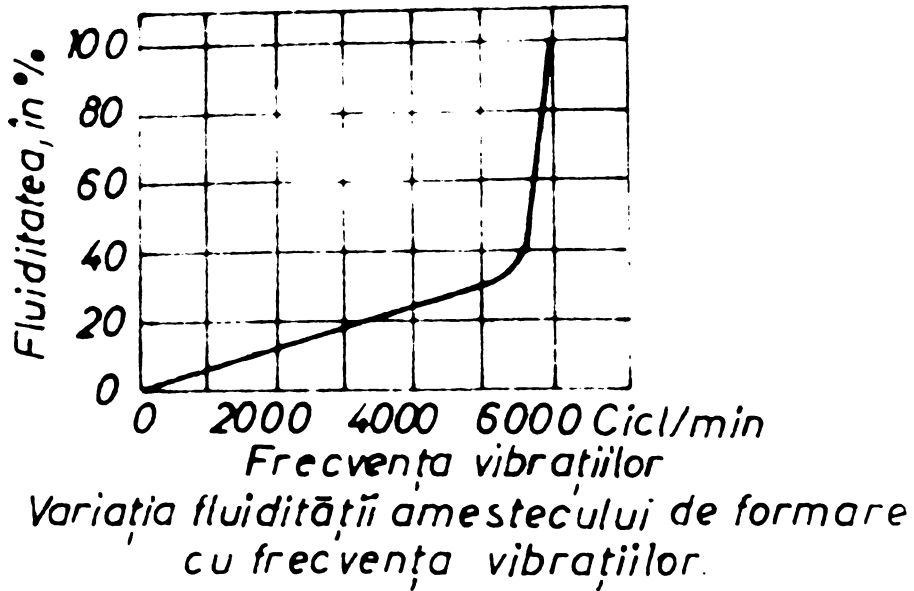


Fig.3.3

legate de teză.

3.2. Considerații teoretice și practice asupra realizării formelor pentru turnătorii.

Îndesarea amestecului de formare în formă reprezintă cea mai importantă operație în executarea formelor pentru turnătorii. Această operație este cunoscută sub numele de formare. Din practica industrială se cunoaște că 50 % din cantitatea totală de rebut, la piese turnate în forme temporare, provine din cauza formării necorespunzătoare.

Prin îndesare, volumul ocupat de amestecul de formare se micșorează păstrînd însă constant produsul

$$V_i \cdot \rho_i = V_f \cdot \rho_f = Q \quad (3.1)$$

în care :

- $V_i$  - volumul amestecului înainte de îndesare
- $\rho_i$  - densitatea aparentă a amestecului înainte de îndesare.
- $V_f$  - Volumul final al amestecului după îndesare.
- $\rho_f$  - Densitatea aparentă după îndesare
- $Q$  - Masa totală a amestecului de formare îndesat în formă.

Gradul necesar de îndesare al amestecului de formare este mai mare sau mai mic, în funcție de mărimea și configurația piesei și de natura aliajului care se toarnă în piesă. Pentru amestecuri pe bază de nisipuri cvartose în stare îndesa-

tă, densitatea aparentă este cuprinsă între 1,5-1,75 g/cm<sup>3</sup>.

La nivelul tehnic actual pentru formarea unei piese există mai multe soluții. Alegerea soluției optime este funcție de configurația piesei, de numărul lor, de natura aliajului care se toarnă și de utilajul existent în turnătorie. La alegerea soluției optime tehnologul trebuie să aibă în vedere asigurarea calității piesei turnate și economicitatea metodei pe care o preconizează.

Indesarea formelor se poate realiza prin următoarele metode: manual, prin presare, prin scuturare, prin vibrare, prin suflare, prin împușcare, prin aruncare gravitațională și prin întărire chimică.

Toate aceste metode prezintă pe lângă avantajele specifice și dezavantajul neuniformității gradului de îndesare pe înălțimea formei, dezavantaj care conduce la abateri dimensionale ale piesei brut turnate. Înlăturarea acestui dezavantaj se realizează prin combinarea metodelor simple.

Se cunosc în prezent următoarele metode combinate:

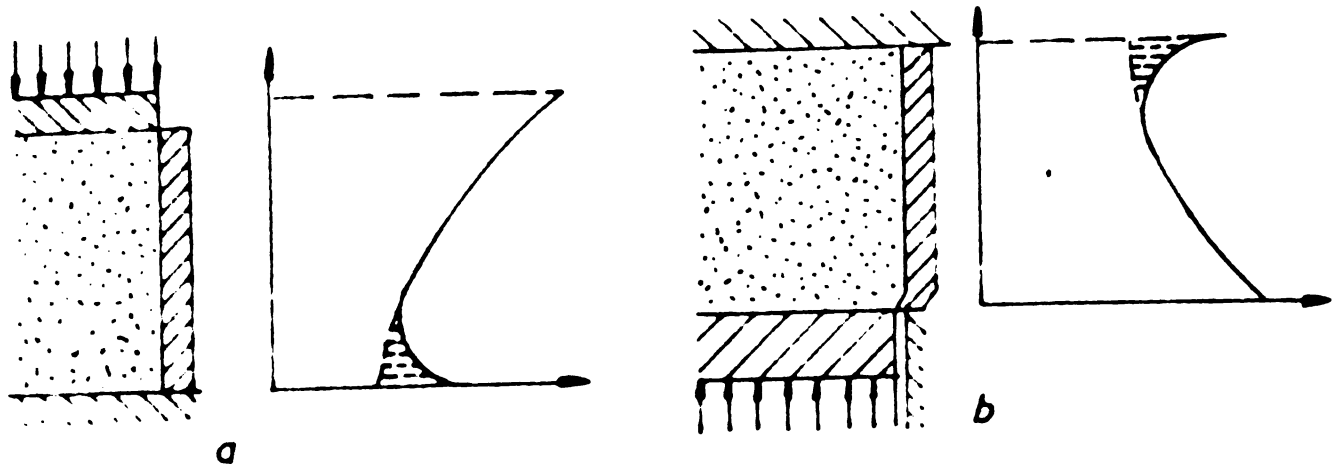
- Indesare prin scuturare cu presare
- Indesare prin vibropresare
- Indesare prin scuturare și îndesare manuală.
- Indesare prin suflare sau împușcare cu presare
- Indesare mecanică cu întărire chimică.

Pentru orice metodă tehnologică se studiază dezavantajele și cauzele care le produc, în scopul eliminării lor la metoda respectivă sau la metode noi.

Se prezintă ilustrat, cu date din literatura tehnică de specialitate, dezavantajele metodelor cunoscute și utilizate în prezent în turnătorii.

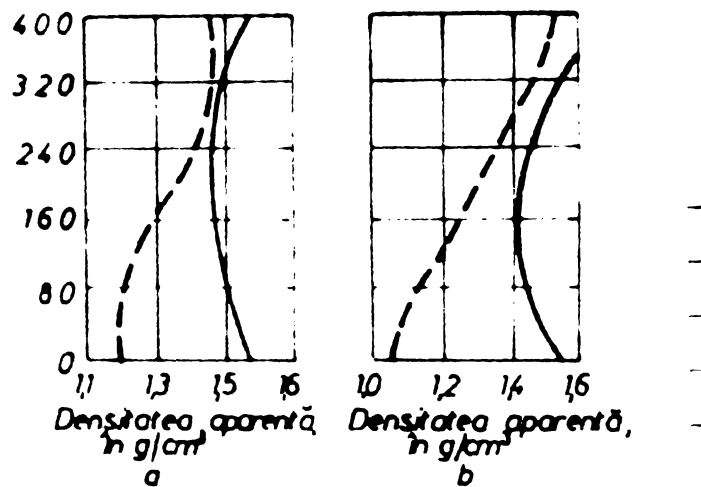
Indesarea manuală realizează un grad de îndesare neuniform pe înălțime, motiv pentru care această metodă este utilizabilă pentru anumite înălțimi mici ale formelor. Presarea se poate face în funcție de tipul mașinii de format de sus sau de jos așa cum se vede în figura 3.4.

Din acest motiv formarea prin presare este indicată pentru piesele cu înălțime mică. Îmbunătățirea gradului de îndesare se obține dacă îndesarea prin presare se realizează concomitent cu o vibrare așa cum se vede în fig. 3.5.



Variația gradului de îndesare cu înălțimea formei,  
la presarea de sus și la presarea de jos.

Fig. 3.4



Variația gradului de îndesare la îndesarea cu  
presare și vibrație comparativ cu îndesarea  
numai prin presare

a) măsurători la pereți b) măsurători la colțuri.

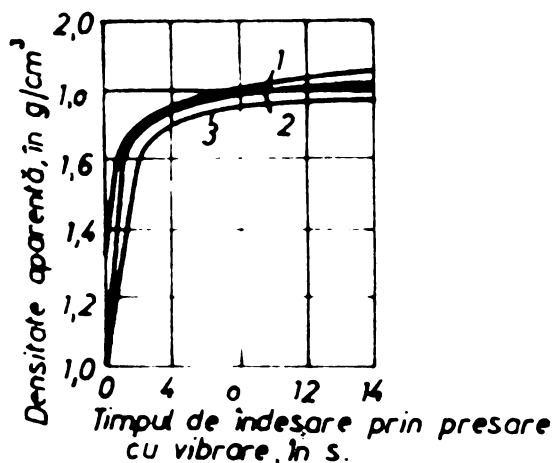
Fig. 3.5

Curbele din această figură trasate cu linie continuă se referă la îndesarea prin vibropresare, iar cele cu linie întreruptă la îndesarea prin presare.

S-a stabilit că în cazul îndesării prin presare cu vibrație, gradul de îndesare este funcție de durata operației așa cum se vede în fig. 3.6.

De asemenea cercetările experimentale au scos în evidență că prin vibropresare se realizează un grad de îndesare în valoare absolută mai mare decât prin metoda presării acestor amestecuri de formare. Acest grad de îndesare mai ridicat

se realizează și cu forțe mai mici în cazul vibropresării și



Variația gradului de îndesare cu timpul de presare la îndesarea prin presare cu vibrație:  
 1-rame de formare de 100 100 200 mm ;  
 2-rame de formare de 100 100 400 mm ;  
 3-rame de formare de 100 100 600 mm.

Fig.3.6

deci cu un consum de energie mai redus. Economia de energie în cazul acestui proces mixt se datorește micșorării forțelor de frecare intergranulare datorită vibrațiilor. Variația gradului de îndesare în funcție de presiunea de lucru pentru cele două procedee este evidențiată în fig. 3.7.

Formarea prin scuturare se folosește căderea

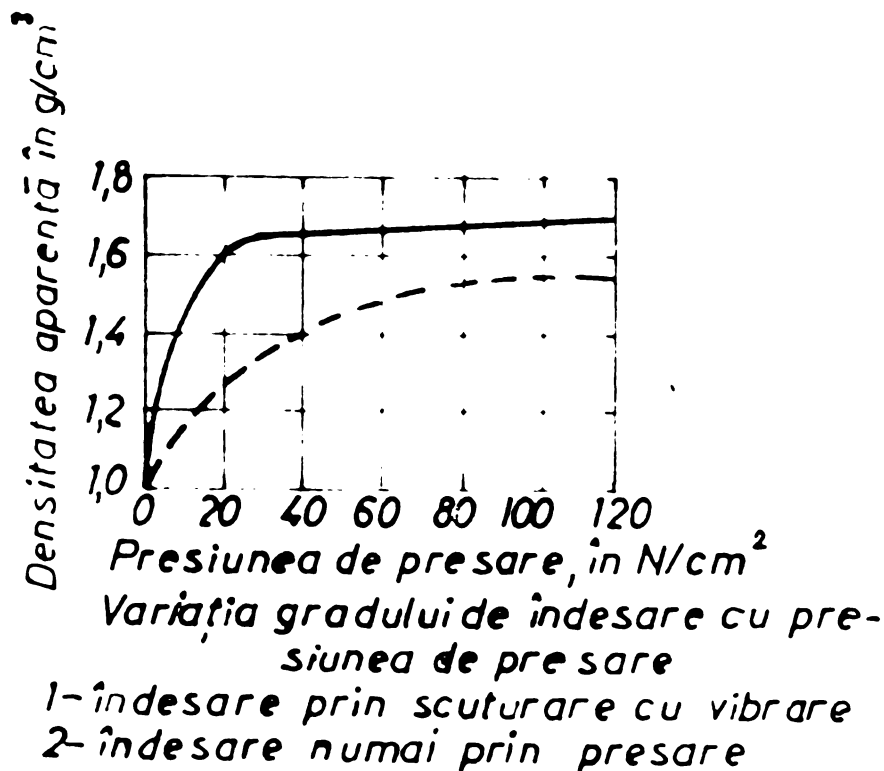


Fig.3.7

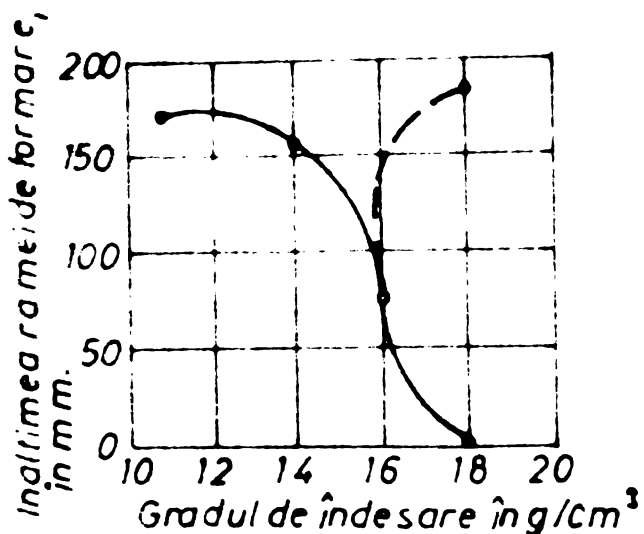
repetată a formei solidar cu un piston, cădere ce se realizează datorită acțiunii ciclice a aerului comprimat. Scuturarea se poate face prin căderi de la diferite înălțimi în funcție de presiunea aerului comprimat.

Gradul de îndesare este funcție de numărul de scuturări și de înălțimea de cădere în timpul scuturării. În practica industrială se folosesc mașini la care scuturarea se face cu o frecvență de cca 250 lovituri pe minut, pentru o

312.048 / 144.F



formă fiind necesare cca 30-60 de lovituri. In cazul acestui procedeu gradul de îndesare variază cu înălțimea formei ca în fig.3.8, necesitînd la partea superioară o îndesare manuală sau prin presare.



Variația gradului de îndesare pe înălțimea formei la formarea prin scuturare.

Fig.3.8  
la metoda combinată de scuturare cu presare și la mașini de format de acest gen.

Metodele de formare (îndesare) prezentate au ca dezavantaje importante neuniformitatea gradului de îndesare pe înălțime și pretarea greoaie la mecanizarea formării pieselor turnate individual. Din aceste motive au apărut metodele de formare prin aruncare, prin suflare și prin împușcare.

Indesarea amestecului de formare prin aruncare se produce sub acțiunea energiei cinetice imprimată pachetului de amestec de către capul centrifug și a ciocnirii acestui pachet cu forma. Din fig. 3.9 observăm că gradul de îndesare crește cu viteza de aruncare și cu masa pachetului, respectiv cu debitul mașinii de aruncat.

Pe lângă avantajul productivității metoda are și dezavantaje importante și anume : uzură rapidă a modelelor prin acțiunea abrazivă a amestecului de formare, necesitatea permanentei sincronizării a vitezei benzii de alimentare cu caracteristicile mașinii, pericol de accidente la ruperea cupelor.

Principiul formării prin suflare constă în amestecarea aerului comprimat cu amestecul de formare și proiectarea



acestua în formă. Prin această metodă se obține un grad de în-

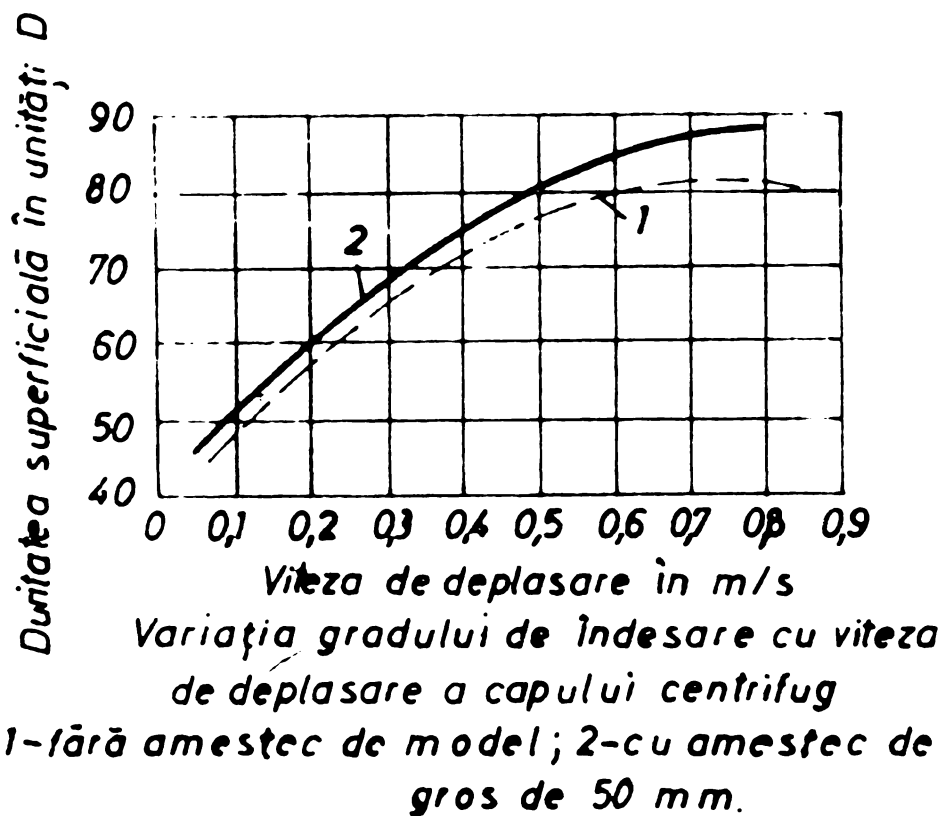


Fig. 3.9

desare similar ca la formarea prin aruncare, prezentînd dificultăți practice în stăpînirea diferenței  $p_1 - p_2$  ( $p_1$  - presiunea de la intrare ;  $p_2$  - presiunea de ieșire a aerului comprimat) mărime determinantă a gradului de îndesare pentru o anumită gamă de forme.

Formarea prin împușcare folosește o preîndesare a amestecului în capul de împușcat, după care îndesarea se finalizează prin ciocnirea bulgărilor de amestec cu forma. Această metodă este economică prin consumul mic de aer comprimat (energie) și realizează un grad de îndesare uniform.

Considerațiile asupra formării și asupra metodelor prin care se realizează formele se referă la amestecurile de formare clasice și scot în evidență necesitatea îmbunătățirii proceselor tehnologice existente sau găsirea unor noi tehnologii.

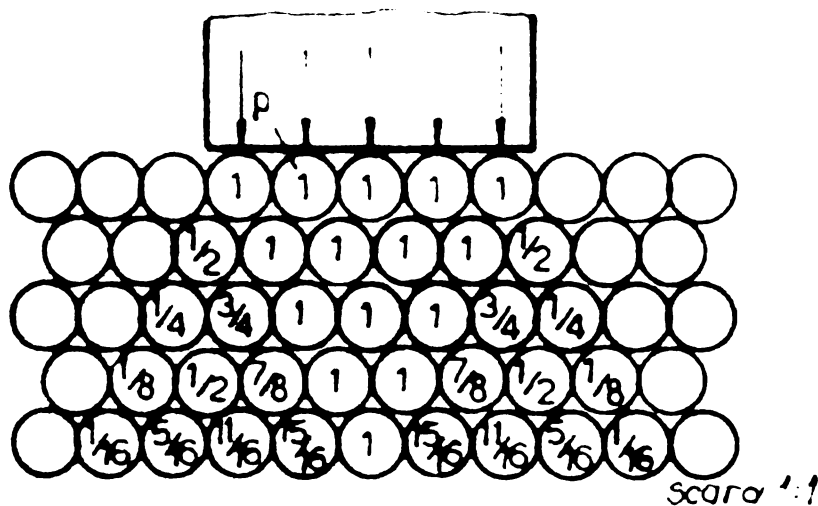
În turnătoriile din Reșița și în general în turnătoriile din țara noastră s-au introdus amestecuri de formare cu autoîntărire, care folosesc lianți, pentru întărirea chimică a formelor după operația de formare.

Literatura de specialitate în general, precum și cărțile de specialitate apărute recent, nu pun la dispoziția

tehnologiilor metalurgi, date referitoare la comportarea acestor amestecuri moderne privind realizarea gradului de îndesare prin metodele de formare cunoscute, nu indică metoda de formare optimă pentru acest gen de amestecuri și nici date cu privire la comportarea acestora la vibrații sau vibropercuții.

### 3.3. Influența vibrațiilor asupra compactării amestecului de formare

În prezent îndesarea amestecului de formare se realizează în majoritatea turnătoriilor prin presarea manuală sau mecanică. În cazul teoretic al apăsării unei mase granulare așezate ca în fig. 3.10 apăsarea se transmite de la o particulă la



Repartiția presiuni pe sfere fără liant

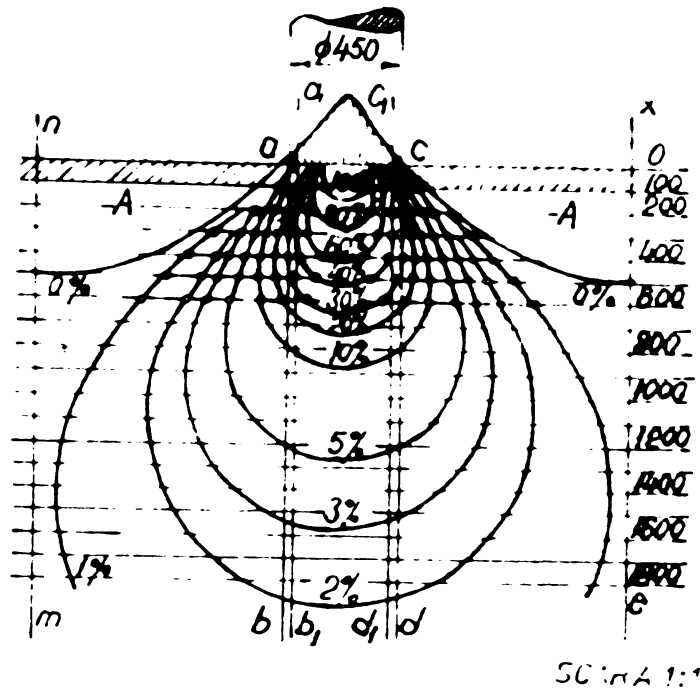
Fig.3.10  
 cea neuniformă depinzând de forma și proprietățile plastice ale particulelor. În fig. 3.11 este reprezentată schematic repartiția izobarelor într-un strat de amestec de formare asupra căruia se exercită o apăsare cu ajutorul unui sabot.

Cifrele din dreptul izobarelor reprezintă valoarea procentuală a efortului de compresiune raportată la presiunea medie exercitată de sabot. N.P.Axionov și P.N.Axionov au stabilit ecuația analitică a presării sub forma :

$$P = P_0 e^{\frac{\lambda}{H}} \quad (3.2)$$

unde  $P$  este presiunea la o adâncime  $H$ ,  $P_0$  este rezistența specifică opusă de masa granuloasă la îndesare,  $\lambda = \frac{\Delta H}{H_0}$  este deformația relativă a coloanei de amestec ( $\Delta H$ ) fiind variația adâncimii curente, iar  $H_0$  înălțimea inițială a coloanei de

amestec),  $\rho$  este coeficientul de îndesare avînd valori cuprinse între  $4,1 \cdot 10^{-2}$  -  $7 \cdot 10^{-2}$ .



Reprezentarea grafică a izoharelor la presarea  
c. a. sabot plan

Fig. 3.11

În afara eforturilor verticale care conduc la îndesarea propriu-zisă, apar eforturi laterale a căror valoare constituie 35-50 % din apăsarea verticală. Consecința acestui fenomen este scăderea gradului de îndesare pe înălțimea formei, astfel încît în vecinătatea plăcii model unde este necesară o îndesare mai puternică se obține un grad de îndesare mai mic. Repartiția neuniformă a îndesării pe înălțime și lateral a făcut ca metoda îndesării prin presare să fie aplicată numai la forme cu dimensiuni mici și înălțimi ce nu depășesc 200 mm.

Forma și așezarea granulelor din amestecurile din turnătorii sînt diferite de cea ideală prezentată în fig. 3.10. Legăturile dintre particule sînt influențate de liant, care pe de o parte contribuie la crearea acestor legături, dar în același timp absoarbe o parte din energia de presare, diminuînd valorile eforturilor transmise granulelor situate în zonele de jos și cele laterale.

O mai bună îndesare a amestecului din formă se realizează dacă se folosește un mijloc care contribuie la deplasarea granulelor în jurul poziției lor de echilibru, obținîndu-se o așezare mai compactă și un număr mai mare de legături. Unul dintre aceste mijloace este vibropresarea, prin care

Sistemul placă-model-ramă-amestec este adus în stare de oscilație. Datorită vibrației, granulele execută mișcări de oscilație, se realizează noi combinații în așezarea lor reciprocă și se creează posibilitatea unor așezări care conduc la îndesarea amestecului. În acest fel în afară de energia transmisă prin presare, se adaugă o nouă formă de energie, care are ca efect micșorarea frecărilor interne.

Printre factorii care influențează în mod deosebit îndesarea prin vibropresare se consideră frecvența oscilațiilor și amplitudinea lor  $s_0$ . Produsul  $s_0 \nu$ , care reprezintă amplitudinea accelerației oscilațiilor, are după D.D. Barkan valoarea optimă cuprinsă între 2 g și 3 g., unde g este accelerația gravitațională.

La îndesarea prin vibropresare trebuie să se ia în considerare modul în care se transmit vibrațiile prin mediul granular, a amestecului de formare, ținând seama de fenomenul de amortizare a vibrațiilor prin absorbția energiei acestora de către diferite straturi ale amestecului. Admițând ipoteza lui V. Golitsin prin care absorbția energiei într-un strat dispers dE este proporțională cu energia vibrațiilor E corespunzătoare stratului și cu grosimea dx a stratului, se poate scrie

$$dE = -\alpha E dx \quad (3.3)$$

în care  $\alpha$  este coeficientul care caracterizează amortizarea vibrațiilor în sistemul dispers considerat.

Integrând ecuația (3.3), rezultă

$$E = E_0 e^{-\alpha x} \quad (3.4)$$

în care  $E_0$  este constanta de integrare.

Considerând două secțiuni în direcția de propagare a vibrațiilor, situate la distanțele  $x_1$  și  $x_2$  de sursa de oscilație, energiile corespunzătoare sînt

$$E_1 = E_0 e^{-\alpha x_1} ; \quad E_2 = E_0 e^{-\alpha x_2}$$

de unde rezultă

$$\frac{E_2}{E_1} = e^{-\alpha(x_2-x_1)} \quad (3.5)$$

Ținând seama că energia datorită vibrațiilor este proporțională cu pătratul amplitudinii vibrațiilor, din relația (3.5), se obține

$$\frac{s_{o2}}{s_{o1}} = e^{-\frac{\alpha}{2}(x_2-x_1)} \quad (3.6)$$

Relația (3.6) arată că amplitudinea oscilațiilor scade exponen-

țial cu creșterea distanței de la sursa de oscilație.

Se observă că în cazul execuției formelor prin vibropresare trebuie să țină seama că gradul lor de îndesare depinde de energia imprimată diferitelor straturi de amestec, de către sursa de oscilație. Energia datorită vibrațiilor fiind proporțională cu pătratul frecvenței și cu pătratul amplitudinii și ținând seama că amplitudinea scade cu distanța de la sursă de oscilație în timp ce frecvența rămâne aceeași, uniformitatea îndesării amestecului va depinde în special de frecvența oscilațiilor, obținându-se un domeniu de frecvență pentru care vibropresarea va fi optimă. S-a constatat experimental că la frecvențe mici îndesarea este neuniformă, fiind mai slabă la pereții ramei, dovadă că energia imprimată este insuficientă pentru micșorarea frecărilor interne.

Pentru a ilustra influența vibrațiilor în fig. 3.7 sînt reprezentate curbele de variație a gradului de îndesare  $\sigma$  exprimat în  $[g/cm^3]$  în funcție de presiune  $P[N/cm^2]$  exercitată în cazul unei presări normale (curba 2) și în cazul vibropresării (curba 1). După cum se vede din figură, o îndesare mijlocie care se obține în mod normal la o presiune  $P_2 = 7,5 N/cm^2$ , la vibropresare se obține cu  $p = 10 N/cm^2$ .

Cu toate că vibropresarea constituie astăzi o metodă folosită în multe țări, problemele teoretice nu sînt încă pe deplin clarificate. Alegerea frecvenței, a tipului de vibrator, a poziției lui sînt făcute mai mult pe baza experimentală decît pe bază de calcul.

#### 4. GENERATORUL DE VIBRAȚII OPTIM PENTRU PROCESELE TECHNOLOGICE DIN TURNĂTORII

##### 4.1. Condițiile tehnice ce se impun generatoarelor de vibrații pentru turnătorii

Tipul de generator de vibrații ce se va utiliza în turnătorii trebuie să îndeplinească următoarele condiții tehnico-economice :

- tehnologie de fabricație simplă și preț de cost redus,
- durabilitate și siguranță de funcționare în condiții de praf și umiditate,
- exploatare și întreținere simplă

- regimuri variabile de funcționare cu reglare ușoară a parametrilor de vibrații,
- prindere (fixare) rapidă și gabarit redus.

#### 4.2. Analiza tipurilor de generatoare de vibrații existente, Stabilirea tipului optim

Există multe tipuri de generatoare de vibrații clasificate după sursa energetică de antrenare, după modul mecanic de generare a vibrațiilor sau după diferite detalii constructive.

În multe domenii ale tehnicii se folosesc următoarele tipuri de generatoare de vibrații :

- generatoare de vibrații electrodinamice
- generatoare de vibrații inerțiale
- generatoare de vibrații hidraulice
- generatoare de vibrații pneumatice

Pentru alegerea tipului optim de generator de vibrații pentru turnătorii și în mod special pentru confecționarea miezurilor și formelor prin vibrații, se impune o analiză a tipurilor enunțate în condițiile de funcționare specifice proceselor tehnologice la care se vor utiliza.

În cazul folosirii vibratoarelor electrodinamice ca generator de vibrații pentru confecționarea miezurilor, cutia de miez urmează să fie montată pe masă legată de bobina mobilă a vibratorului.

Fig. 4.1 este reprezentată schematic instalația necesară vibrației cutiilor de miez cu ajutorul unor vibratoare

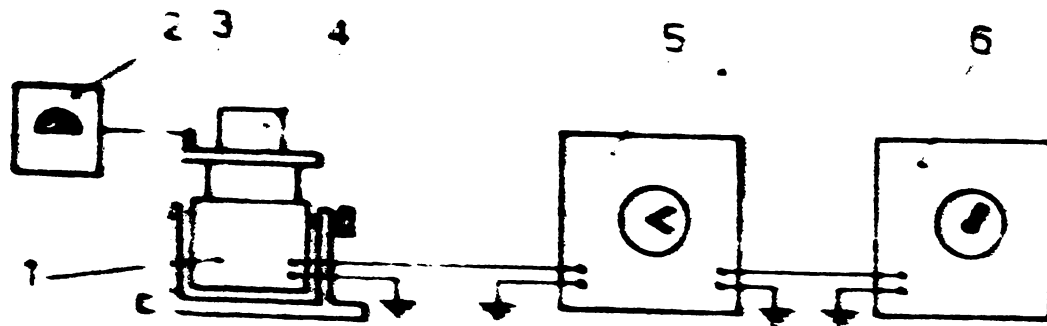


Fig. 4.1

electrodinamice. Semnificațiile din figură sînt :

- 1 - vibrator electrodinamic ;
- 2 - aparat de măsurat vibrații ;
- 3 - generator de sursă vibrații ;



- 4 - cutia de miez ;
- 5 - amplificator de putere ;
- 6 - generator de frecvență variabilă.

Vibratoarele electrodinamice furnizează vibrații a căror amplitudine este variabilă cu frecvența și cu încărcarea vibratorului. De aceea pentru controlul amplitudinii vibrațiilor este necesară măsurarea acesteia. Se observă că instalația necesară vibrării cutiilor de miez cu ajutorul vibratoarelor electrodinamice este complicată, conține multe aparate electrice care nu au siguranță mare de funcționare în condițiile de praf și umiditate din turnătorii și care prezintă pericol de avarii la o funcționare îndelungată și la suprasarcini. Această instalație ar putea fi folosită numai un timp limitat pentru efectuarea încercărilor experimentale privind vibrarea cutiilor de miez.

În cazul folosirii unor generatoare de vibrații inerțiale este necesară antrenarea de către motorul electric a unui volant cu excentric în mișcarea de rotație. Pentru a putea varia frecvența vibrațiilor este necesară utilizarea unui vibrator de turație. În fig. 4.2 este reprezentată schema de funcționare a unui astfel de vibrator.

Semnificațiile din figură sînt :

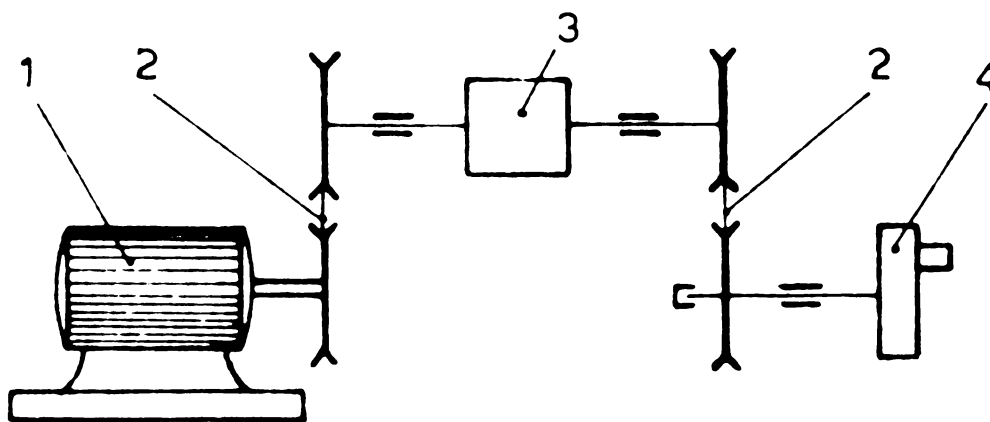


Fig. 4.2

- 1 - motor electric
- 2 - curea de transmisie
- 3 - variator de turație
- 4 - volant cu excentric

Se observă că și un astfel de generator de vibrații

are o construcție complicată și cu multe lagăre care prezintă uzură accentuată la o funcționare îndelungată. De asemenea curea de transmitere a mișcării de la variatorul de turație la arborele volantului este solicitată mult în timpul vibrațiilor volanului asamblat cu masa vibrantă pe care se montează și cutia de miez.

Alte tipuri de generatoare de vibrații ca cele acționate hidraulic sau cele acționate prin mecanism biela-manivelă, de către diferite tipuri de motoare, au dezavantajul unei construcții complicate și dimensiuni mari de gabarit.

În cazul folosirii unui generator de vibrații cu mecanism biela-manivelă, masa vibrantă pe care se montează cutia de miez va fi legată rigid de culisa mecanismului. În fig. 4.3 este reprezentată schema unui astfel de generator de vibrații. Semnificațiile din figură sînt :

- 1 - manivelă
- 2 - bielă
- 3 - culisă
- 4 - cutia de miez

Un astfel de generator de vibrații se caracterizează prin dimensiuni de gabarit mari, uzură accentuată în lagăre la funcționare îndelungată și vibrații nearmonice.

Vibratoarele pneumatice și în special vibratoarele pneumatice cu bilă sînt frecvent utilizate în alte țări în turnătorii pentru diferite procese tehnologice, printre care și pentru vibrarea miezurilor în procesul de formare.

Principiul de funcționare al vibratoarelor pneumatice cu bilă constă în antrenarea în mișcarea de rotație, sub acțiunea aerului comprimat a unei mase excentrice. Masa excentrică o constituie o bilă din oțel călit, antrenată în mișcarea de rotație într-un ghidaj circular executat de asemenea din oțel călit. Forța de inerție a bilei transmisă corpului vibratorului

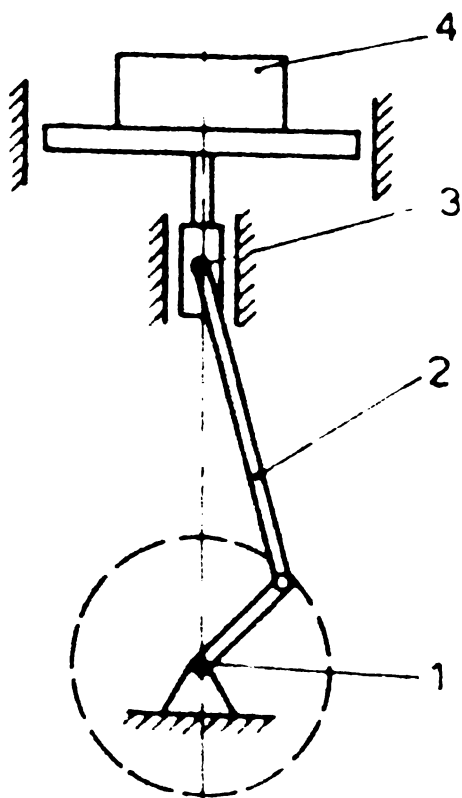


Fig. 4.3



prin intermediul ghidajului reprezintă forța perturbatoare care generează vibrații într-un sistem mecanic ce conține elemente elastice.

Schema principală a vibratorului pneumatic cu bilă este prezentată în fig. 4.4. Semnificațiile din figură sînt:

- 1 - Diuza de injectare a aerului comprimat
- 2 - Canalul pentru evacuarea aerului comprimat
- 3 - Corpul vibratorului
- 4 - Bila

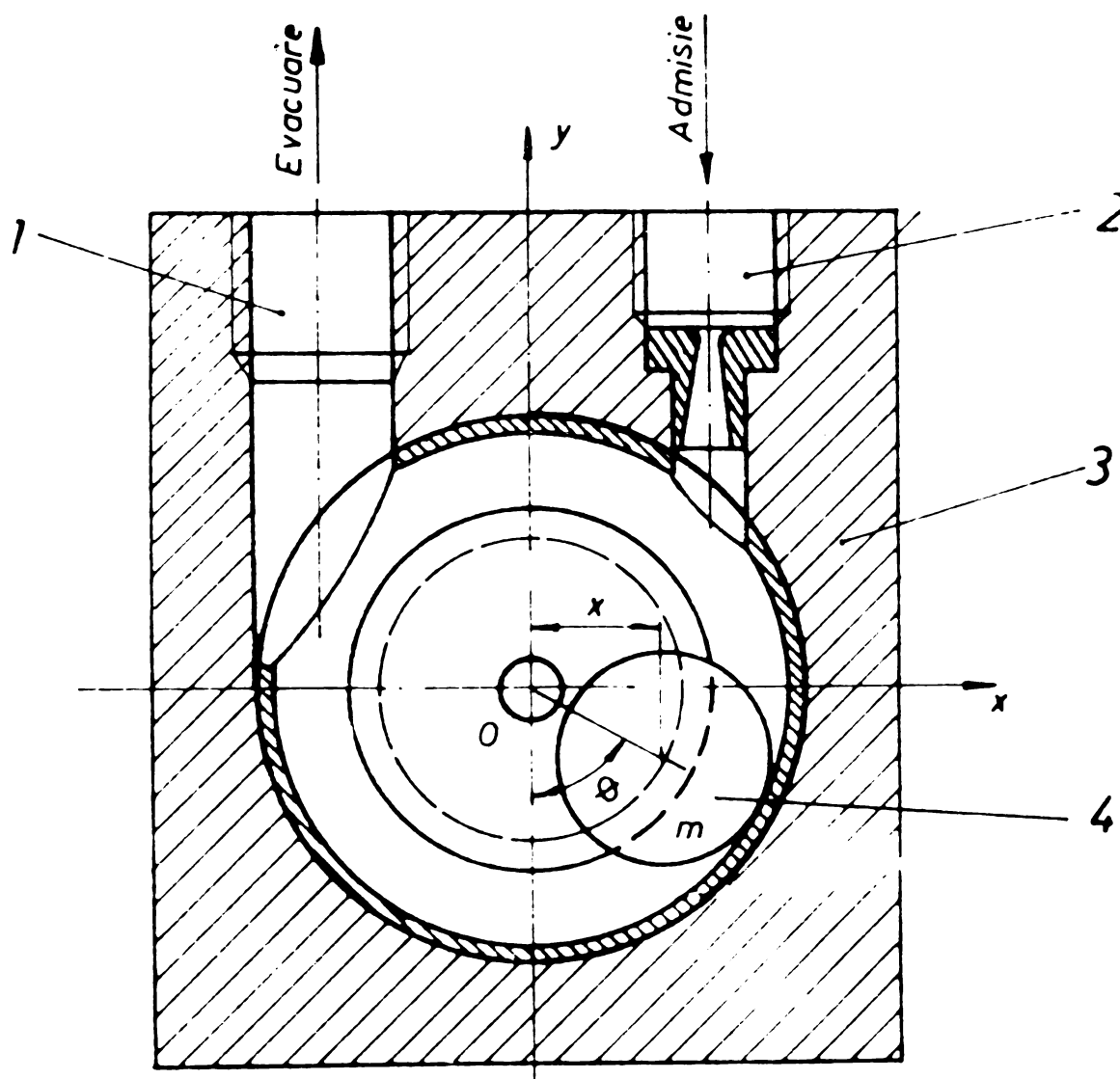


Fig. 4.4

Aerul comprimat antrenează bila într-o mișcare de rotație în ghidajul circular, pînă la atingerea unei viteze unghiulare de regim  $\omega$  practic constantă. Notînd cu  $R$  raza traiectoriei centrului de greutate al bilei și cu  $m$  masa sa, forța de inerție a bilei este forța sa centrifugă de valoare  $mR\omega^2$ . Această forță centrifugă generează după orice direcție din planul vibratorului o forță perturbatoare armonică, avînd

pulsatia  $\omega$  și amplitudinea  $mR\omega^2$ .

Parametrii de vibrație, respectiv frecvența și forța perturbatoare, se pot modifica ușor prin variația vitezei unghiulare de regim  $\omega$ , variație ce se realizează prin parametrii aerului comprimat ce antrenează bila.

Din schema de principiu din fig.4.4 se observă că acest tip de generator de vibrații se poate realiza la un gabarit redus, într-o construcție foarte simplă cu durabilitate mare, întreținere simplă și posibilități de variație a parametrilor de vibrație. Singurul dezavantaj al acestui tip de generator de vibrație îl constituie utilizarea aerului comprimat ca sursa energetică, datorită randamentului scăzut cu care acesta se produce.

Acționarea pneumatică nu constituie un aspect economic defavorabil dacă prin proiectare și execuție se realizează generatoare de vibrații cu un consum mic de aer comprimat în unitatea de timp și dacă procesele tehnologice care le utilizează se concep astfel încât să solicite vibrații sau vibropercuții de scurtă durată. În acest context acționarea pneumatică poate fi considerată avantajoasă și datorită faptului că aerul comprimat ca sursă de energie se găsește la dispoziție și se utilizează cu riscuri minime de accident în toate atelierele din turnătorii.

Din analiza tipurilor de generatoare de vibrații prezentate, rezultă că generatorul de vibrații pneumatice cu bilă satisface în cea mai mare măsură condițiile din turnătorii, impunându-se pentru utilizare în tehnologiile din acest sector industrial.

#### 4.3. Realizarea prototipurilor de generatoare de vibrații pneumatice cu bilă pentru procesele tehnologice din turnătorii

Deoarece din considerentele expuse anterior, vibratorul pneumatic cu bilă s-a impus ca optim pentru procesele tehnologice cu vibrații din turnătorii, s-a impus realizarea unor tipuri de performanțe similare cu cele existente pe plan mondial, respectiv cu cele oferite prin prospectele firmelor exportatoare de astfel de utilaje.

Din principiul de funcționare se observă că parametrii de vibrații a acestui tip de generator sînt funcție de masa  $m$  a bilei și implicit de diametrul ei, de raza traiectoriei centrului de greutate al bilei, precum și de viteza unghiulară de

rotație a bilei  $\omega$ . Urmare acestei observații a rezultat că prin variația acestor mărimi legate de bilă, se pot realiza tipuri de dimensiuni de generatoare funcționând în diferite domenii ale parametrilor. Prin variația acestor mărimi se pot obține după dorință, forțe perturbatoare mari și frecvențe mari, forțe perturbatoare mari și frecvențe mici sau forțe perturbatoare mici și frecvențe mari.

#### 4.3.1. Bazele de proiectare și execuție a vibratorilor pneumatice cu bilă.

Proiectarea acestor generatoare de vibrații, comportă următoarele faze :

- adoptarea unei bile de masă și diametru cunoscut
- dimensionarea torului de rulare al bilei și implicit a razei  $R$  a traiectoriei centrului de greutate al bilei.
- dimensionarea diuzei de injecție și a secțiunii de evacuare a aerului comprimat.
- stabilirea materialelor pentru rețerele vibratorului.

Bila fiind antrenată de aerul comprimat introdus în vibrator, viteza sa unghiulară de regim va depinde de viteza și debitul aerului comprimat ce intră în vibrator, de secțiunile de scurgere a aerului, de rezistențele la curgere a aerului precum și de rezistențele întâmpinate de bilă în mișcarea sa. Rezultă că dimensionarea vibratorului și caracteristicile sale sînt determinate de probleme de curgere a aerului.

Aerul comprimat se introduce în vibrator prin diuza de injecție care are la intrare secțiunea  $F$  de diametru  $D$  și la ieșire secțiunea  $f$  de diametru  $d$ . Notînd cu  $p_0$  și  $\rho_0$  parametrii aerului comprimat la intrarea în diuza de injecție, cu  $p$  presiunea la ieșirea din diuză, respectiv din corpul vibratorului și cu  $x$  exponentul adiabatic al aerului, viteza  $W$  și debitul  $Q$  al aerului ce iese din diuză se calculează cu relațiile :

$$W = \sqrt{\frac{2}{x-1} \frac{u x}{\rho_0} \frac{p_0}{\rho_0} \left[ 1 - \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{x-1}{x}} \right]} \quad (4.1)$$

$$Q = \sqrt{u f \frac{2}{x-1} \frac{\rho x}{\rho_0} p_0 \rho_0 \left[ \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{2}{x}} - \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{x+1}{x}} \right]} \quad (4.2)$$

unde  $u$  este coeficientul de scurgere care depinde de valoarea  $f/F$  și de forma diuzei.

Din aceste relații se observă că debitul și viteza cu care aerul intră în vibrator depinde de forma și dimensiunile diuzei și de presiunea  $p$  din interiorul vibratorului.

În cazul utilizării diuzelor de injecție de formă convergentă, viteza de intrare a aerului nu poate depăși viteza sunetului, din care cauză am adoptat ca soluție utilizarea ajutoarelor convergente-divergente de tip Laval.

Ajutajele Laval se pot dimensiona prin calcul în scopul obținerii unor viteze supersonice cât mai mari cunoscând contra presiunea  $p$  din interiorul vibratorului și parametrii inițiali.

Deoarece valoarea contrapresiunii  $p$  nu se poate calcula și nici măsura, bila fiind în continuă mișcare, în diferite regimuri de turație reglabile continuu, dimensionarea diuzei se face experimental pentru fiecare tip de dimensiune.

Se construiesc ajutoare Laval de diferite dimensiuni și se încearcă, determinându-se diuza care asigură un consum de aer economic și regimul de vibrații dorit.

Pentru antrenarea în condiții optime a bilei în mișcare, secțiunea transversală a ghidajului bilei trebuie să fie circulară și să asigure jocuri mici ale bilei, pentru ca energia cinetică a aerului comprimat să fie utilizată la maximum.

Micșorarea rezistențelor opuse mișcării bilei se realizează prin prelucrarea prin rectificare a ghidajului bilei, ghidaj cimentat și călit.

În concluzie stabilirea dimensiunilor unui vibrator pentru o bilă adoptată, se face în urma încercărilor experimentale, dat fiind necunoscutele curgerii aerului comprimat. După realizarea unei game largi de tip de dimensiuni, se pot stabili relații între dimensiunile ghidajului și dimensiunea bilei, pentru proiectarea altor tip de dimensiuni.

Problema stabilirii materialelor este simplă, dat fiind numărul mic de repere și cunoscând rolul lor funcțional.

Bila vibratorului se folosește de la rulmenții de fabricație curentă, iar ghidajul se execută din OLC 15 cimentat și călit în vederea asigurării unei uzuri mici datorită mișcării bilei.

Corpul vibratorului se execută din aluminiu, pentru ca energia vibrațiilor să fie utilizată în cea mai mare parte în sistemul mecanic preconizat pentru o anumită tehnologie, iar diuza de injecție a aerului se construiește din alamă pentru a re-

zista la coroziune datorită umidității aerului.

#### 4.3.2. Determinarea caracteristicilor vibratoarelor

Caracteristicile acestor vibratoare le-am determinat pentru dimensionarea optimă a unui anumit vibrator cu o bilă de dimensiune adoptată, pentru cunoașterea parametrilor de vibrații, a variației lor la anumite regimuri de alimentare, precum și pentru stabilirea consumului de aer comprimat la fiecare regim de funcționare.

Pentru determinarea caracteristicilor vibratoarelor, acestea se suspendă pe două arcuri de constanta elastică cunoscută, aceleași pentru orice vibrator, se alimentează cu aer comprimat ce trece printr-o instalație de măsurarea debitului (cu diafragmă), instalația având robinete cu ajutorul cărora se pornește și oprește funcționarea vibratorului, permițând în același timp variația presiunii de alimentare.

Instalația s-a construit cu mijloace proprii în cadrul Institutului de subingineri Reșița. Cu ajutorul ei s-a măsurat presiunea de alimentare și debitul consumat la anumite regimuri de turație a bilei, turație măsurată cu stroboscopul.

A existat astfel posibilitatea ridicării curbei forței perturbatoare, a turației și a debitului consumat pentru fiecare generator de vibrații și astfel caracteristicile și variația lor să fie determinate.

#### 4.3.3. Prototipurile generatoarelor de vibrații pneumatice VPB-28-1 și VPB-35-1:

Dintre vibratoarele pneumatice cu bilă proiectate, realizate și testate se prezintă vibratoarele VPB-28-1 și VPB-35-1.

S-au construit mai multe variante dimensionale de vibratoare pneumatice cu bilă. Construcția acestora se va continua pentru asigurarea unei game largi de regimuri posibile, în vederea cercetării efectelor vibrațiilor și în alte domenii. S-a adoptat următoarea simbolizare :

V - vibrator

P - pneumatic

B - cu bilă

28 - diametrul bilei utilizate

1 - simbol de prototip pentru bila de diametru

28 mm.

Construcția ambelor vibratoare este aceeași, diferind doar dimensiunile reperelor componente precum și caracteris-

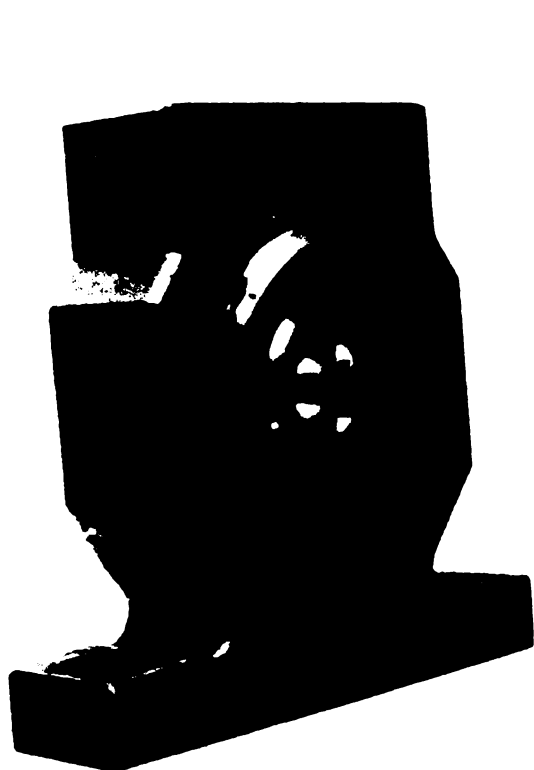


Fig.4.5

ticile lor de vibrații.

Vibratoarele realizate se prezintă în stare asamblată ca în fig. 4.5.

Caracteristicile de simplitate, robustețe și cost redus, ale acestor prototipuri de generatoare de vibrații, sînt ilustrate în fig.4.6.

Fig.4.6. prezintă în stare neasamblată reperele acestor prototipuri și anume :

1 - corpul vibratorului

2 - bucașă exterioară de ghidare a bilei cu secțiunea circulară pentru admisie și cu secțiunile lamelare pentru evacuare.

3 - capacele și calea de rulare interioară executată din plexiglas pentru a permite măsurarea turației bilei

4 - bila, respectiv masa excentrică în mișcarea de rotație,

5 - diuza de injecție a aerului în vibrator, de tip ajutoraj Laval.

Principiul de funcționare, simplitatea reperelor și numărul lor redus, reprezintă elementele care stabilesc pentru aceste prototipuri de generatoare de vibrații caracteristi-

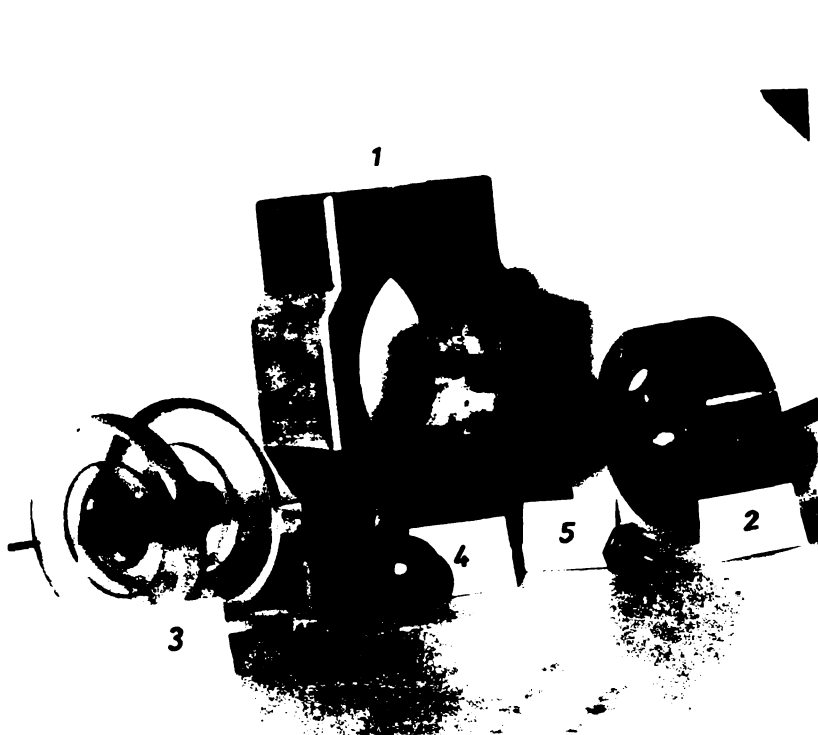


Fig.4.6



cile de duranță ridicată, siguranță în funcționare și întreținere aproape neglijabilă.

Pentru cele două tipodimensiuni ajunse în fază de prototip, prin încercări experimentale, sau stabilit următoarele caracteristici funcționale.

Vibratorului pneumatic VPB-28-1

- turație  $n = 2600 - 9000$  rpm
- forța perturbatoare  $F = 131 - 1600$  N
- debit consumat  $Q = 0,7 - 2,56$  Nm<sup>3</sup>/min.
- presiune de alimentare  $P = 0,25 - 3,2$  daN/cm<sup>2</sup>

Vibratorului VPB-35-1

- turația  $n = 3200 - 6800$  rpm
- forța perturbatoare  $F = 400 - 1800$  N
- debit consumat  $Q = 1 - 2,77$  Nm<sup>3</sup>/min.
- presiune de alimentare  $P = 0,5 - 3$  daN/cm<sup>3</sup>

Caracteristicile dimensionale pentru aceste tipodimensiuni sînt prezentate în fig. 4.7.

Tehnologia de execuție pentru generatoarele de vibrații pneumatice cu bilă a fost elaborată în cadrul unui proiect de diplomă la I.S. Reșița. Această tehnologie a stabilit pentru vibratorul VPB-28-1, în condițiile fabricației de serie, prețul de cost la valoarea de 267 lei/buc.

Caracteristicile funcționale, dimensionale precum și costul pentru generatoarele de vibrații realizate și executate în cadrul tezei, sînt comparabile cu cele oferite prin prospectele firmei germane Metter Vibraționstechnik. În acest context realizarea acestor prototipuri pentru cercetarea posibilității aplicării vibrațiilor în procesul de formare poate fi apreciată și ca o reducere de efort valutar național, ele avînd utilizare în multe alte domenii ale tehnicii productive.

4.3.4. Optimizarea construcției vibratoarelor  
pneumatice cu bilă

În construcție vibratoarele pneumatice cu bilă prin optimizare s-a înțeles determinarea dimensiunilor unui vibrator astfel ca el să realizeze un domeniu dorit al caracteristicilor de vibrații cu un consum minim de aer comprimat.

Optimizarea pentru o anumită tipodimensiune s-a realizat prin încercări experimentale pe modele utilizînd

aceiași bilă, mai multe dimensiuni pentru raza centrului de greutate a masei excentrice și diuze de injecție diferite. Ridicarea caracteristicilor de vibrații pentru aceste modele, prelucrarea datelor obținute și analiza acestora, stabilesc dimensiunile optime pentru o anumită tipodimensiune.

Pentru cele două generatoare realizate, optimizarea s-a făcut pe două căi stabilind în final metoda de dimensionare ce se va utiliza pentru orice tipodimensiune de vibrator care se va construi în viitor.

Astfel pentru vibratorul VPB-28-1, adeptînd din experiențele anterioare dimensiunile bilei și ale căii de rulare, s-a urmărit determinarea dimensiunilor optime ale diuzei de injecție pentru performanțe de vibrații maxime. Această operație a constat din construirea a opt tipuri de ajutaje Laval de dimensiuni diferite din punct de vedere al diametrelor de intrare, a inclinațiilor ajutajului și al lungimilor lui.

Pentru fiecare diuză s-au făcut încercări experimentale și s-au ridicat curbele caracteristice în funcție de presiunea aerului la admisie, pentru turație, forța perturbatoare și debit consumat, încercări și caracteristici prezentate sintetic în fișele de măsurători Nr.1 - 8 Anexa 1.

Suprapunînd, pentru fiecare din cele opt diuze utilizate, caracteristicile de debit consumat, turație și forța perturbatoare realizate, au rezultat diagramele din fig.4.8; 4.9 și 4.10.

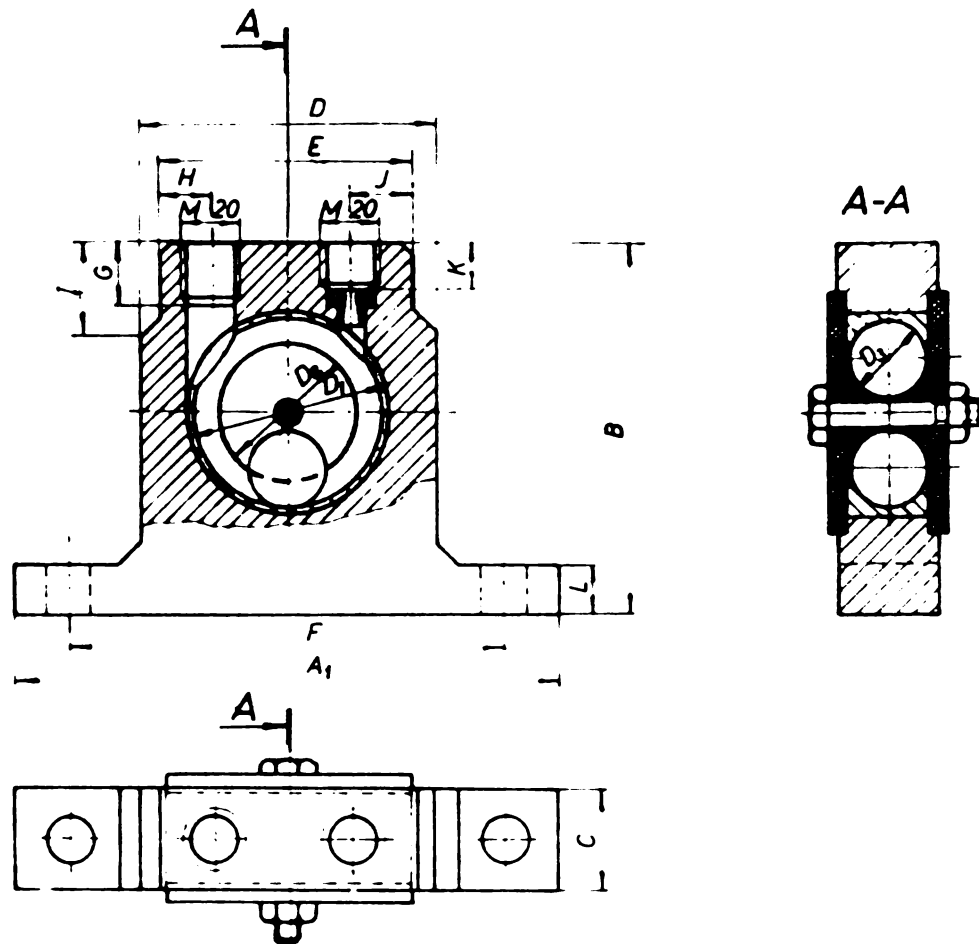
În fig. 4.8 sînt redată caracteristicile de turație  $n$  (rpm), realizate la folosirea celor 8 diuze de injecție, în funcție de presiunea la admisie a aerului comprimat  $p$  [daN/cm<sup>2</sup>]

Caracteristicile forță perturbatoare  $F$  [N] funcție de presiunea la admisie a aerului comprimat  $p$  [daN/cm<sup>2</sup>], pentru cele opt diuze de injecție utilizate sînt reprezentate în fig.4.9.

Curbele debitului consumat  $Q$  [Nm<sup>3</sup>/min] funcție de presiunea de admisie  $p$  [daN/cm<sup>2</sup>], pentru cele 8 diuze utilizate sînt prezentate în fig. 4.10.

Din analiza caracteristicilor prezentate în fig.4.8 și 4.9 rezultă că generatorul VPB-28-1 realizează cele mai ridicate caracteristici de frecvență și forță perturbatoare dacă utilizează diuza de injecție cu dimensiunile prevăzute în Anexa 1 fișa de măsurători 1. Din fig. 4.10 rezultă însă că aceste





Caracteristicile dimensionale pentru prototipurile generatoarelor pneumatice cu bilă

Tipul	A <sub>1</sub>	B	C	D	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	E	F
VPB-20-1	110	125	33	100	82	40	28	87	52
VPB-35-1	165	165	48	150	106	69	35	130	130

Tipul	G	H	L	J	K	Greutate
VPB-20-1	25	24	20	30	24	~ 1,680 Kg
VPB-35-1	25	20	20	36	35	~ 2,130 Kg

Fig. 4.7

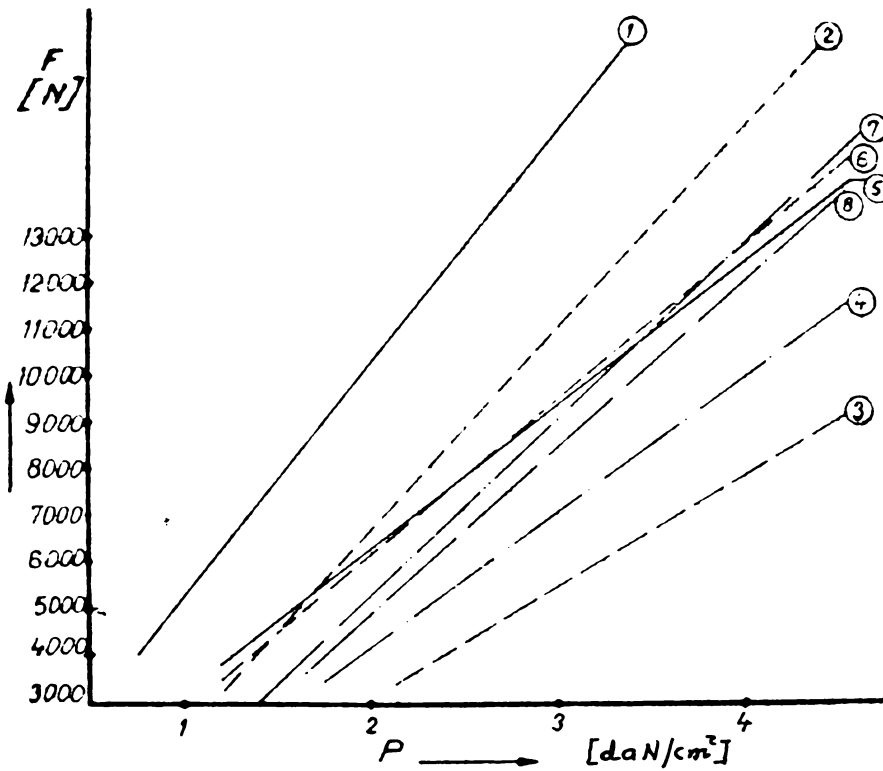


Fig. 4.8

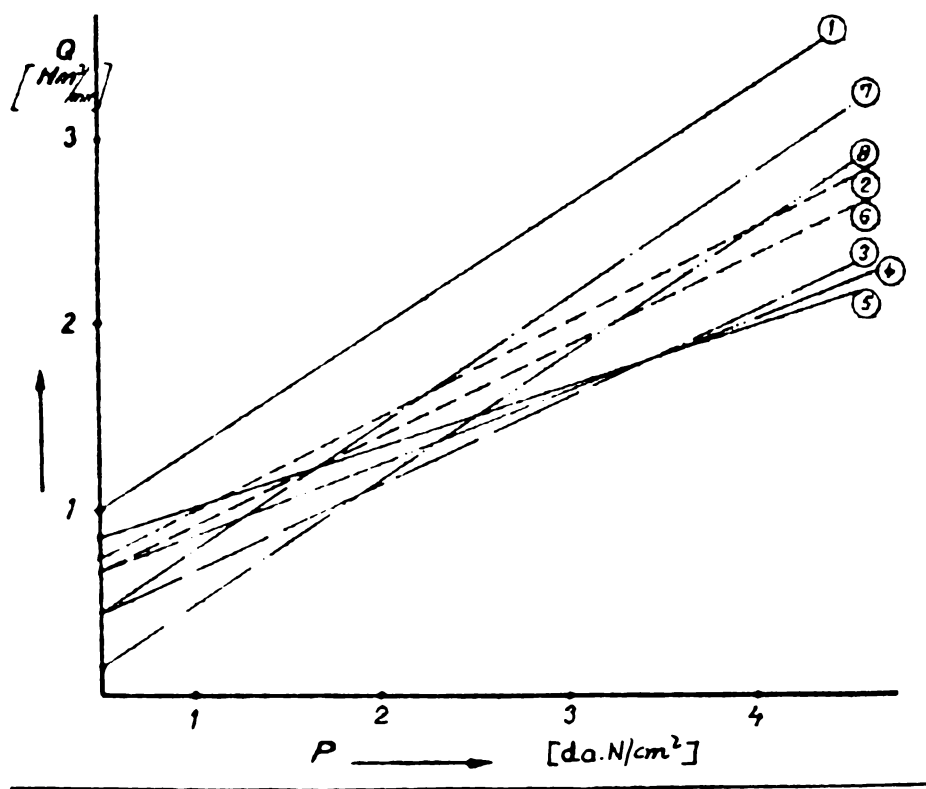


Fig. 4.9

performanțe maxime se realizează și cu cel mai ridicat consum de aer comprimat. Ținând însă seama că utilizarea acestei diu- ze, cu care se realizează parametri de vibrații maximi, con- duce la creșterea de consum cu aproximativ 1 Nm<sup>3</sup>/min reprezen- tînd cca 0,07 lei, consumul suplimentar este de acceptat în favoarea creșterii parametrilor de frecvență și forță pertur- batoare.

Curbele ridicate cu ocazia realizării prototipului sînt utilizabile și în exploatare pentru cunoașterea regimurilor

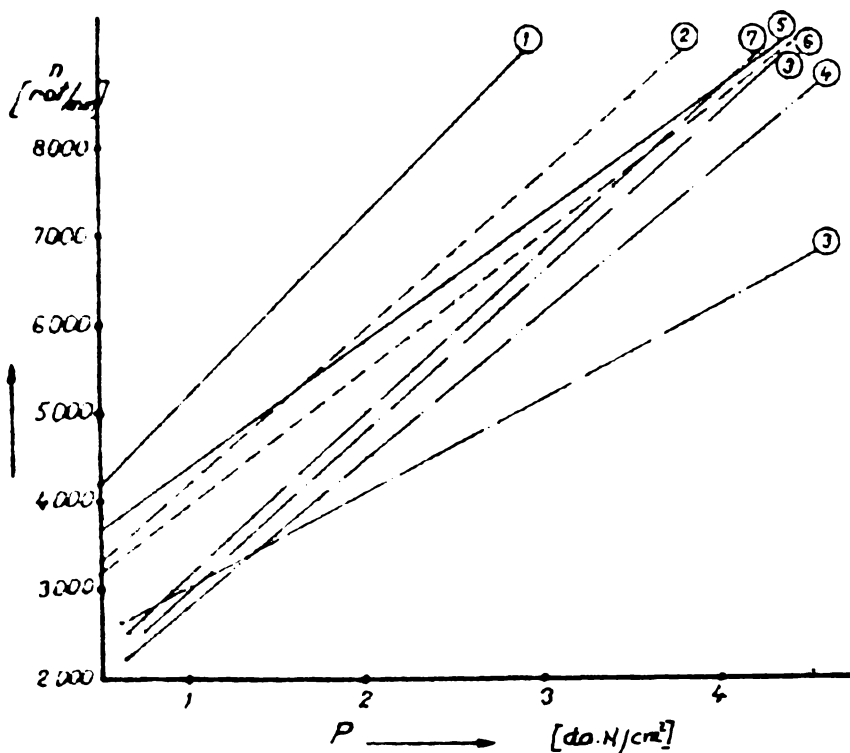


Fig. 4.10

la care se utilizează, în funcție de presiunea de admisie a aerului comprimat.

Pentru vibratorul VPB-35-1 prin optimizare s-a urmărit pe lîngă determinarea dimensiunilor optime pentru diuza de injecție și optimul pentru dimensiunea razei traectoriei centrului de greutate în vederea realizării unor caracteristici de vibrație dorite.

În acest scop s-au creat modele cu raze diferite pentru traiectoria centrului de greutate a bilei, s-au utilizat diuze Laval cu dimensiuni diferite și s-au ridicat caracteristicile funcționale ale modelelor. Aceste încercări și caracteristici sînt prezentate în fișele de măsurători Nr.1 - 15 din Anexa nr.2.

Caracteristicile de turație, forță perturbatoare și consum de aer comprimat, concentrate pentru toate variantele sînt sintetizate în diagramele Fig.4.11, 4.12 și 4.13.

Variația turației  $n$  [r.p.m], pentru toate variantele încercate, în funcție de presiunea de admisie a aerului comprimat  $p$  [daN/cm<sup>2</sup>] este reprezentată în fig. 4.11.

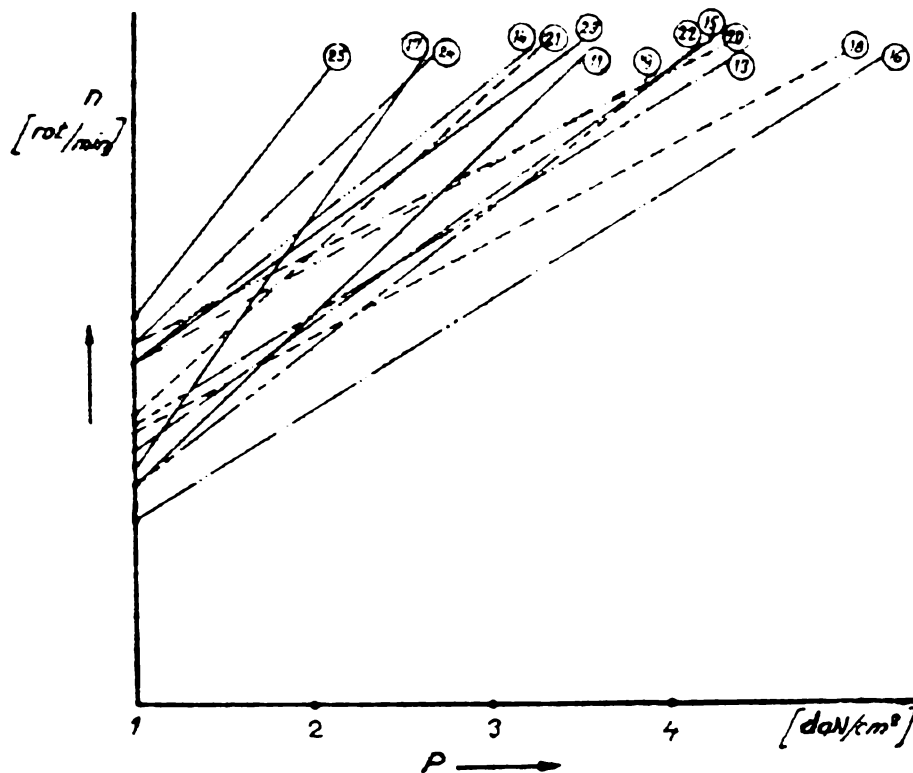


Fig. 4.11

Forța perturbatoare  $F[N]$ , pentru toate variantele în funcție de presiunea de admisie a aerului comprimat este reprezentată în fig.4.12.

Aceste variații ale caracteristicilor de vibrații se

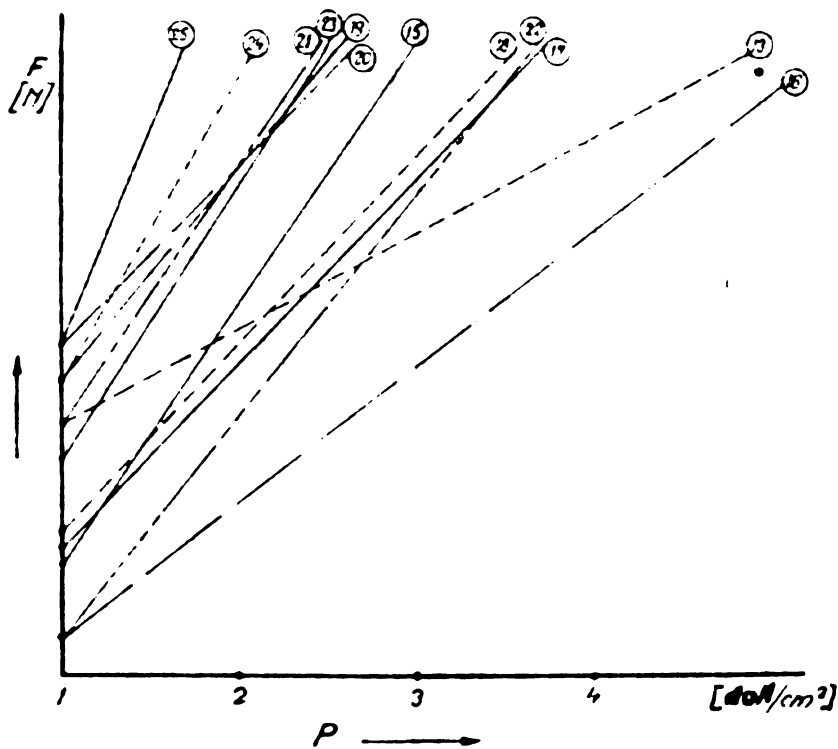


Fig. 4.12

realizează în funcție de aceeași presiune  $p[daN/cm^2]$  a aerului comprimat, cu variațiile de consum de aer comprimat redade

= 38 =

sintetic în diagrama Fig. 4.13.

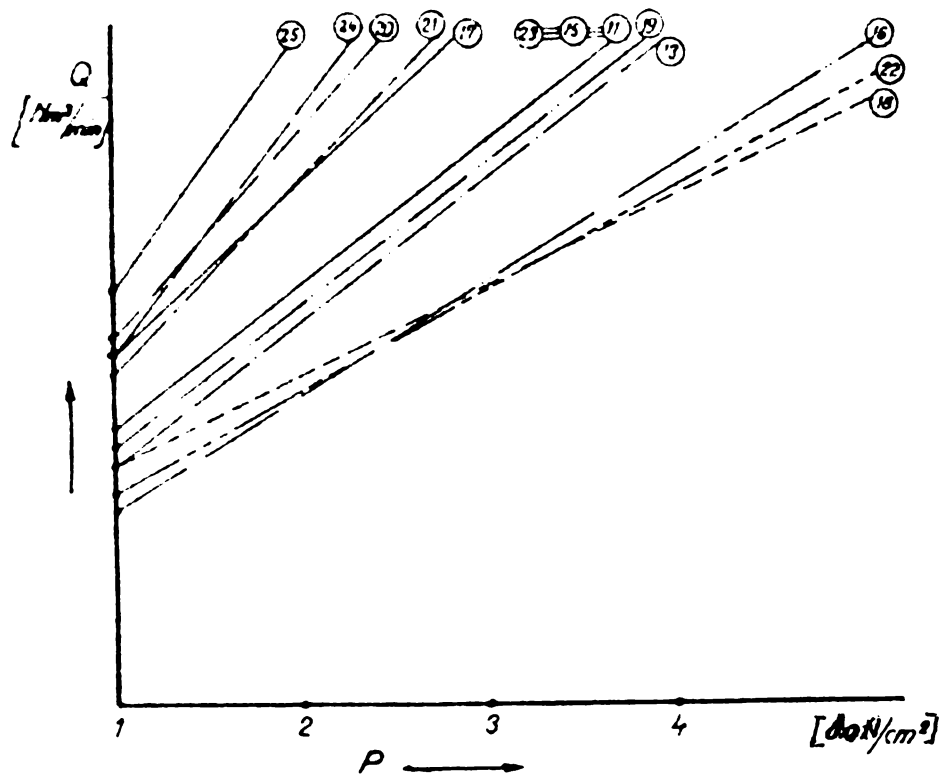


Fig. 4.13

Din analiza curbelor caracteristice (fig.4.11, 4.12 și 4.13) pentru diferitele variante dimensionale ale vibratorului VPB-35-1 au rezultat următoarele :

a) Modelul experimental reprezentat de curbele 25, corespunde tipodimensiunii cu regimuri de vibrații maxime și cu un consum maxim de aer comprimat. Caracteristicile funcționale și dimensionale ale acestei tipodimensiuni se găsesc în fișa de măsurători Nr.15 Anexa 2.

b) Modelul experimental reprezentat prin curbele 17 corespunde tipodimensiunii cu frecvențe mari și forțe perturbatoare mici și caracteristicile corespunzătoare se găsesc în fișe de măsurători Nr.6 Anexa 2.

c) Modelul experimental reprezentat prin curbele 16 reprezintă tipodimensiunea cu forțe mici și frecvențe mici și consum mic de aer comprimat.

Din cele de mai sus rezultă că prin ridicarea caracteristicilor de vibrații pentru diferite variante dimensionale ale unei tipodimensiuni se pot determina dimensiunile optime care asigură un domeniu dorit al caracteristicilor de vibrații.

#### 4.4 Vibratoarele<sup>39</sup> pneumatice cu bilă - bază materială pentru aplicarea vibrațiilor în procesele tehnologice din turnătorii.

Cercetarea experimentală și aplicarea vibrațiilor în procesele tehnologice din turnătorii implică posibilitatea practică a acțiunii unor regimuri vibratorii variabile în aceste procese.

Analiza tipurilor de generatoare existente în condițiile din turnătorii a stabilit că generatorul pneumatic cu bilă reprezintă tipul optim pentru procesele tehnologice din turnătorii.

Pornind de la necesitatea cercetării posibilității aplicării vibrațiilor și vibropercuțiilor în procesul tehnologic de formare, pentru îmbunătățirea tehnologiilor existente și în căutarea de noi tehnologii, având cunoscute condițiile tehnice și principiul de funcționare, s-a conceput soluția constructivă, bazele de proiectare, tehnologia de execuție, modul de determinare a caracteristicilor și criteriile de optimizare, elemente care au condus la realizarea primelor prototipuri românești de generatoare de vibrații pneumatice cu bilă.

S-au executat, optimizat și testat devenind prototipuri generatoarele VPB-28-1 și VPB-35-1. Aceste generatoare au caracteristici comparabile cu generatoare existente pe plan mondial și corespund în același timp scopului pentru care au fost create. Posibilitatea utilizării lor și în alte domenii ale tehnicii, concretizată prin utilizarea vibratorului VPB-28-1 ca generator de vibrații al dispozitivului pentru introducerea penelor la ciocanele de la forjă, dispozitiv brevetat ca invenție și pentru care mi-a fost acordat certificatul de inventar nr.69661/1978, conduce la concluzia că realizarea lor poate contribui și la diminuarea efortului valutar național.

Realizarea acestor generatoare de vibrații cu posibilitatea extinderii gamei lor de tipodimensiuni a asigurat baza materială a cercetării și a aplicării (cu caracter semiindustrial) a vibrațiilor în procesele tehnologice din turnătorii și cu prioritate în procesul tehnologic de formare.



5. INDESAREA AMESTECURILOR DE FORMARE FLUIDE  
PRIN VIBROPERCUTII - METODA NOUA DE FORMARE  
IN TURNATORII.

5.1. Considerații teoretice asupra formării prin  
vibrații și vibropercuții.

Pentru aplicarea vibrațiilor și vibropercuțiilor la îndesarea amestecurilor de formare, este necesar să se stabilească în principiu modul în care se realizează acest proces. În acest sens se consideră următoarele ipoteze simplificatoare asupra formării prin vibrații sau vibropercuții.

Amestecul de formare este introdus în cutia de miez sau în rama de formare pentru a fi supus la vibrații sau vibropercuții în vederea compactării sale.

În cutia de miez (fig.5.1.a) un element  $m$  din masa amestecului de formare este supus la forțele de legătură care iau naștere în masa amestecului. În mod simplificat se consideră că asupra elementului de masă  $m$  (fig.5.1.b) acționează greutatea proprie  $m\bar{g}$ , forța de frecare  $\bar{F}_f$  care se opune deplasării relative  $\bar{u}$  a elementului de masă și forța de apăsare constantă  $\bar{P}$ .

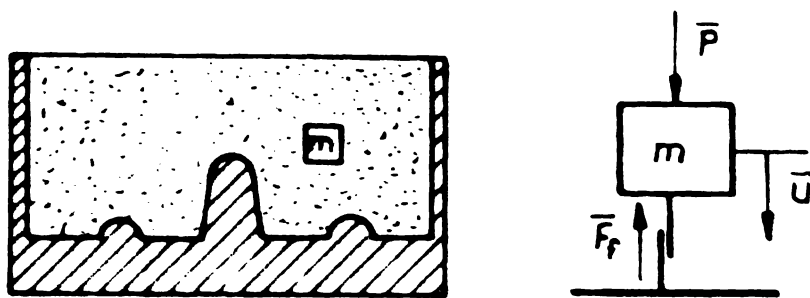


Fig.5.1

Se consideră că forța de frecare este de natură uscată a cărei mărime este funcție de deplasarea relativă a elementului de masă considerat. Avînd în vedere că deplasarea relativă  $\bar{u}$  este limitată în timpul îndesării amestecului de formare, la o creștere nemărginită a forței de presare  $\bar{P}$ , se poate considera că și forța de frecare are un caracter limitativ, mărimea sa fiind de forma :

$$F_f = |K(e^{\alpha u} - 1)| \quad (5.1)$$

în care  $K$  și  $\alpha$  sînt mărimi constante pentru fiecare rețetă de amestec de formare.

Dacă se consideră numai acțiunea forței statice  $\bar{P}$  și a forței de frecare  $\bar{F}_f$  la echilibru :

$$P = |K(e^{\alpha u} - 1)| \quad (5.2)$$

Din condiția de echilibru rezultă valoarea mărimii deplasării  $\bar{u}$ .

$$u = \frac{1}{\alpha} \ln. \left(1 + \frac{P}{K}\right) \quad (5.3)$$

În cazul în care stratul de material din vecinătatea particolei execută vibrații verticale după legea cunoscută  $x = x(t)$  ecuația diferențială pentru mișcarea relativă a particolei este de forma :

$$m\ddot{u} = -F_f \cdot \text{sign} \dot{u} + mg - m\ddot{x}(t) \quad (5.4)$$

în care  $\ddot{x}(t)$  reprezintă accelerația de transport datorită vibrației  $x(t)$ , iar  $\bar{g}$  accelerația gravitațională.

Dacă vibrațiile verticale la care sînt supuse structurile din vecinătatea particolei de masă  $m$  sînt armonice, de amplitudine  $x_0$  și pulsație  $\omega$ , ele se produc după legea  $x = x_0 \cos \omega t$ .

În aceste condiții ecuația diferențială (5.4) pentru mișcarea relativă a particolei devine :

$$m\ddot{u} + |K(e^{\alpha u} - 1)| \text{sign} \dot{u} = m(g + x_0 \omega^2 \cos \omega t) \quad (5.5)$$

în care :

$$\text{sign} \dot{u} = \begin{cases} + 1 & \text{pentru } u > 0 \\ - 1 & \text{pentru } u < 0 \end{cases}$$

În general integrarea ecuației diferențiale (5.5), este dificilă datorită nelinearității produsă de forța de frecare  $\bar{F}_f$ . Integrarea poate fi făcută prin metode aproximative dezvoltînd în serie funcția exponențială  $e^{\alpha u}$  pentru cazuri în care  $\alpha$  are valori mici.

Indesarea amestecurilor de formare prin vibrații, în ipotezele făcute se poate explica ca fenomen prin interpretarea energetică a ecuației diferențiale (5.5).

Astfel prin înmulțirea ecuației diferențiale (5.5) cu  $du$  se obține :

$$d\left(\frac{m\dot{u}^2}{2}\right) = m(g + x_0 \omega^2 \cos \omega t) du - |K(e^{\alpha u} - 1)| \text{sign} u \, du \quad (5.6)$$

Termenii ecuației (5.6) au următoarea semnificație energetică :

$$d\left(\frac{m\dot{u}^2}{2}\right) = dE_c - \text{variația energiei cinetice a particolei în timpul îndesării.}$$

$$m(g + x_0 \omega^2 \cos \omega t) du - \text{lucru mecanic elementar al forțelor exterioare datorită cărora se produce deplasarea relativă } u.$$

$$|K(e^{\alpha u} - 1)| \text{sign} u \, du = dE_d - \text{energia internă disipată.}$$

Tinând seama de faptul că amestecul de formare este un sistem dispers, granulele sale executând mișcări oscilatorii sub acțiunea vibrațiilor vor da naștere la noi combinații în așezarea lor reciprocă. Mișcările oscilatorii ale particulelor conduc la micșorarea frecărilor interne, micșorări approximate de către G.I. Pokrovski la 28% față de valorile compactării prin presare. În acest caz constantele  $K$  și  $\alpha$  au valori mai mici față de cele din cazul presării statice și în consecință valoarea energiei de disipare  $dE_d$  este rapid descrescătoare cu deplasarea relativă  $u$ , atingând la un moment dat valoarea lucrului mecanic al forțelor exterioare, moment în care mișcarea relativă se amortizează ( $dE_c = 0$ ) deși vibrarea formei continuă. Se poate trage concluzia că în momentul în care  $dE_c = 0$  compactarea respectiv îndesarea s-a terminat, moment din care continuarea vibrării formei este inutilă, s-au chiar dăunătoare putând conduce la fisuri sau deformări ale acesteia. Această primă concluzie, rezultă din interpretarea energetică a fenomenului de îndesare prin vibrații, stabilește durata vibrării ca factor determinat în acest procedeu.

Se observă că lucru mecanic elementar  $(mx_0 \omega^2 \cos \omega t) du$  produs de forța de inerție de transport, fiind pozitiv sau negativ, poate favoriza sau împiedeca realizarea deplasării relative  $du$ . Tinând seama de acest fapt, pentru a realiza o deplasare relativă maximă într-un timp scurt, respectiv un grad de îndesare mare într-un timp economic, se impune aplicarea unei accelerații periodice de transport în sens contrar celui pentru care lucru mecanic al forței de inerție de transport este

negativ. Realizarea acestui deziderat este posibil prin aplicarea unor percuții la baza cutiei de formare. Aceste percuții conduc la valori de vîrf ale accelerației de transport, mai mari în comparație cu cele realizate numai prin vibrații armonice și implicit la o deplasare relativă mai mare, respectiv la un grad de îndesare mai bun.

Aplicînd vibropercuțiile la baza cutiei de miez, cîmpul de accelerații se transmite cu intensitate maximă stratului de amestec de formare din apropierea modelului. Acest fapt contribuie la realizarea unui grad de îndesare maxim în zona de contact dintre metalul lichid și formă și implicit la rezistențe mecanice ridicate, rugozitatea mică și precizie dimensională.

Ipotezele simplificatoare făcute asupra procesului de îndesare a amestecurilor de formare prin vibrații și interpretarea energetică a ecuației diferențiale de mișcare, scrisă în aceste ipoteze pentru o particulă  $m$  din masa amestecului, au condus la explicarea principiului mecanismului de desfășurare a acestui proces în care durata regimului vibratoriu este determinanta. Această explicație este confirmată de rezultatele încercărilor experimentale efectuate în cadrul tezei ceea ce dovedește că aproximările făcute prin neglijarea unora dintre forțele de legătură, la care este supusă particola  $m$  nu denaturează explicația și interpretarea energetică a desfășurării procesului.

Cunoscînd principiul mecanismului de îndesare prin vibrații a amestecurilor de formare și ținînd seama că printr-o tehnologie de formare se urmărește realizarea unui grad de îndesare ridicat într-un timp cît mai scurt, aplicarea unor percuții concomitent cu vibrațiile se impune într-o astfel de tehnologie.

Toate aceste considerații teoretice impun o nouă metodă de formare - formarea și confecționarea miezurilor prin vibropercuții. Urmează ca această nouă metodă să fie confirmată experimental și să fie susținută printr-un grad înalt de tehnicitate și printr-o eficiență economică ridicată.

5.2. Modelul mecanic vibrant și vibropercutant.  
Schema instalației de înregistrare și prelucrare a datelor cercetărilor experimentale.

Cercetarea experimentală a posibilităților confecționării miezurilor și formelor prin vibrații sau vibropercuții necesită o instalație vibropercutantă de formare și o instalație pentru înregistrarea și prelucrarea datelor. Pentru instalația care urma să se realizeze în acest scop s-au adoptat modele mecanice din fig. 5.2. și 5.3. Modelul din fig. 5.2 se referă la formarea prin vibrații, iar modelul din fig. 5.3. la formarea prin vibropercuții. În fig. 5.3 s-a reprezentat schematic și instalația preconizată pentru măsurarea și înregistrarea datelor în timpul încercărilor de formare prin vibrații și vibropercuții.

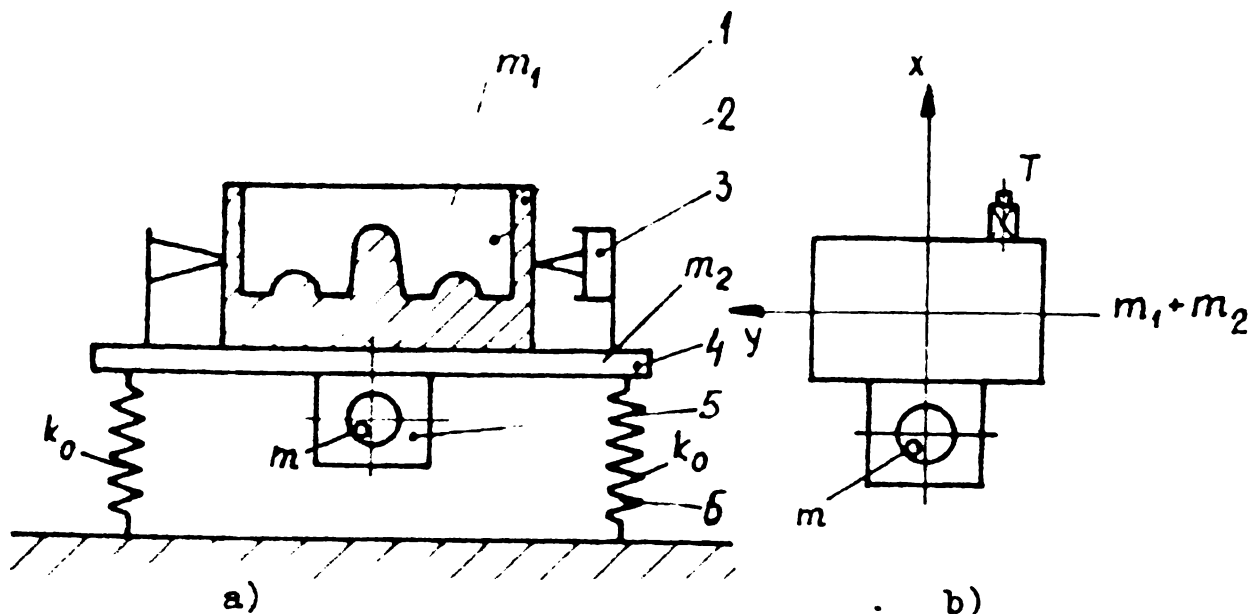


Fig. 5.2

Semnificațiile elementelor modelelor mecanice din fig. 5.2. și 5.3 sînt :

- 1 - cutia de miez sau rama de formare împreună cu modelul de formare,
- 2 - amestecul de formare
- 3 - sistemul de prindere a cutiei pe placa vibrantă
- 4 - placa vibrantă acționată de generatorul de vibrații,
- 5 - generatorul de vibrații,
- 6 - arcurile elastice de constanta  $k_0$  pentru suspendarea plăcii vibrante.
- 7 - sistem pentru realizarea percuțiilor asupra plăcii vibrante (utilizat numai la modelul fig. 5.3),

- $m_1$  - masa cutiei de miez cu amestec de formare,  
 $m_2$  - masa plăcii vibrante și a dispozitivului de prindere,  
 $m$  - masa excentrică a generatorului de vibrații, cu mișcare de rotație.

Pentru încercările experimentale de îndesare a amestecurilor de formare prin vibrații, utilizînd modelul mecanic fig.5.2 și ținînd seama că generatorul produce vibrații de frecvențe mult mai mari (pînă la  $f = 100$  Hz) în comparație cu frecvența proprie a sistemului, se pot scrie pentru sistem următoarele ecuații diferențiale de mișcare :

$$\begin{aligned} (m_1 + m_2)\ddot{x}(t) &= mr_0\omega^2\cos\omega t \\ (m_1 + m_2)\ddot{y}(t) &= mr_0\omega^2\sin\omega t \end{aligned} \quad (5.7)$$

în care  $r_0$  este raza traiectoriei masei excentrice a generatorului de vibrații iar  $\omega$  viteza unghiulară de rotație a acesteia.

Mișcările forțate ale sistemului după cele două direcții ortogonale sînt armonice de amplitudini :

$$x_0 = y_0 = \frac{m}{m_1 + m_2} r_0 \quad (5.8)$$

Pentru încercările experimentale de îndesare prin vibropercuții s-a preconizat modelul fig. 5.3 care reprezintă de fapt modelul mecanic fig. 5.2 completat cu poz. 7 care reprezintă sistemul care realizează percuții asupra plăcii vibrante concomitent cu vibrațiile produse de generator. În acest fel între masa cutiei cu amestec de formare și masa plăcii vibrante apare periodic un șoc.

Sistemul astfel modelat are o mișcare pentru care se pot scrie următoarele ecuații diferențiale de mișcare :

$$\begin{aligned} m_1\ddot{x}_1 + k(x_1 - x_2) &= -P \\ m_2\ddot{x}_2 - k(x_1 - x_2) &= mr_0\omega^2\cos\omega t + P \end{aligned} \quad (5.9)$$

în care  $P$  este forța percutantă care are valorile

$$P = 0 \text{ pentru } \delta > 0; \quad P = 0 \text{ pentru } \delta = 0; \quad \delta = x_1 - x_2$$

Cercetările experimentale avînd drept scop stabilirea posibilității confecționării miezurilor prin vibrații sau vibropercuții, urmau să stabilească factorii determinanți ai acestui proces. În acest sens s-a conceput instalația pen-



tru înregistrarea datelor referitoare la durata și caracteristicile regimurilor vibratorii și vibropercutante utilizate în procesul de formare, instalație prezentată schematic în fig. 5.3 compusă din :

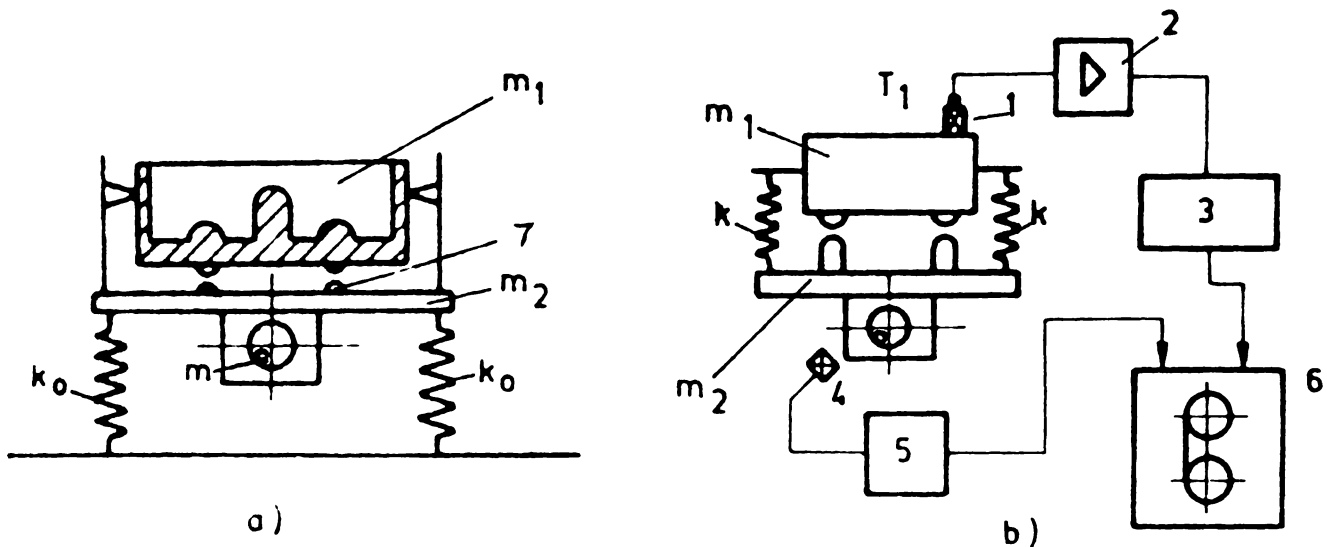


Fig.5.3

1 - traductorul de accelerații care va da semnale proporționale cu  $a(t)$ ,

2 și 3 - preamplificatorul, respectiv amplificatorul semnalului traductorului de accelerații,

4 - traductorul fără contact pentru înregistrarea frecvenței forței perturbatoare creiată de rotația bilei,

5 - punte tensometrică pentru măsurarea semnalului traductorului inductiv,

6 - înregistrator magnetic pentru înregistrarea simultană a semnalului pentru  $a(t)$  și pentru frecvența forței perturbatoare.

Pentru prelucrarea datelor care se înregistrează în timpul încercărilor experimentale s-a adoptat schema bloc fig. 5.4 care se compune din :

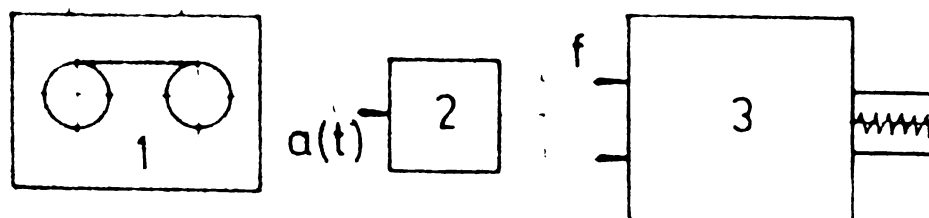


Fig. 5.4

1 - magnetofon, avînd înregistrate datele încercării-

- lor experimentale,

2 - filtre de bandă pentru trasarea spectrelor de accelerații,

3 - oscilograf cu buclă.

Prin adoptarea modelelor mecanice pentru formarea prin vibrații și vibropercuții și a schemelor pentru înregistrarea și prelucrarea datelor s-au stabilit premisele pentru cercetările experimentale asupra formării printr-o nouă metodă tehnologică.

### 5.3. Instalație vibropercutantă pentru cercetarea experimentală a posibilităților executării miezurilor și formelor prin vibrații și vibropercuții.

Realizarea instalației vibropercutante pentru cercetarea experimentală a posibilităților confecționării miezurilor și formelor prin vibrații și vibropercuții a comportat două etape respectiv proiectarea și execuția instalației. Ambele etape s-au realizat în cadrul laboratorului de mecanică al Institutului de subingineri Reșița cu consultarea specialiștilor catedrei de mecanică și rezistența materialelor din cadrul Institutului politehnic "Traian Vuia" din Timișoara și al întreprinderii de construcții de mașini Reșița.

Pentru proiectare s-au stabilit principalele obiective care trebuie realizate de către instalație și tema de proiectare care a cuprins condițiile tehnice în care trebuie să funcționeze instalația.

Obiectivele principale care s-au urmărit prin proiectare au fost :

- Posibilitatea formării prin vibrații și vibropercuții în cutii de miez din fabricația curentă a I.C.M. Reșița.

- Funcționarea instalației cu diferite regimuri vibratorii și vibropercutante.

Realizarea acestor obiective prin proiectare, la instalația preconizată, asigură posibilitatea execuției unor încercări experimentale care să pună în evidență influența caracteristicilor regimurilor vibratorii sau vibropercutante și a duratei acestor regimuri în cazul concret al producției de miezuri.

Urmărind aceste obiective s-a întocmit tema de proiectare care a cuprins următoarele condiții pe care să le îndeplinească și în care să funcționeze instalația :

a) Funcționarea în conformitate cu modele mecanice adoptate și prezentate în fig. 5.2 și 5.3.

b) Utilizarea prototipurilor de generatoare de vibrații VPB 28-1 și VPB 35-1 realizate în laboratorul de mecanică al Institutului de subingineri din Reșița în cadrul tezei, generatoare care se impun în procesele tehnologice din turnători din considerentele prezentate în capitolul 4.

c) Posibilitatea de a fixa pe masă vibrantă a instalației a cutiilor de miez din fabricația I.C.M. Reșița, care se încadrează într-o anumită gamă de tipodimensiuni.

d) Posibilitatea de a supune cutia de miez împreună cu amestecul de formare la diferite regimuri vibratorii sau vibropercutante.

e) Posibilități de ungere, de variație a presiunii și debitului, de menținere prin autoreglare a unor valori constante a presiunii aerului comprimat la admisia în generatorul de vibrații, pentru a asigura buna funcționare a acestuia și la caracteristici dorite. Condiția de menținere prin autoreglare a presiunii constante la anumite valori s-a impus datorită fluctuației valorii presiunii aerului comprimat în rețele din turnătorii.

f) Reducerea zgomotului produs de așaparea aerului comprimat din generatorul de vibrații.

g) Mecanizarea operațiilor de prindere (fixare) a cutiilor de miez pe masa vibrantă, a pornirii și opririi instalației în vederea asigurării condițiilor de securitate a muncii și a unui grad ridicat de productivitate.

Obiectivele urmărite și tema de proiectare prezentată au rezultat din necesitatea de a asigura baza materială pentru cercetarea experimentală a posibilității formării mecanizate prin vibrații sau vibropercuții în condițiile reale ale fabricației curente.

Având toate elementele necesare s-a proiectat într-o soluție originală și s-a executat instalația vibropercutantă fig. 5.5. Principalele caracteristici ale acestei instalații sînt :

- Frecvența de lucru                      50 - 150 Hz

- Mărimea forței perturbatoare 130 - 1600 N
  - Masa netă 143 kg
  - Masa miez + cutie 10 - 100 kg
  - Consum de aer comprimat 1 - 3,5 Nm<sup>3</sup>/min
  - Presiunea de lucru a aerului comprimat 4,5 kg/cm<sup>2</sup>
  - Dimensiunile plăcii vibrante 1000x800x20 mm
  - Lungimile maxime pentru cutia de miez 700 mm
- Instalația este prezentată schematic în fig.5.6.

Elementele din această figură au următoarea semnificație :

- 1 - masa vibrantă
- 2 - cutia de miez sau rama de formare
- 3 - amestec de formare
- 4 - generatorul de vibrații
- 5 - dispozitivul pneumatic pentru prinderea cutiei de miez pe placa vibrantă.
- 6 - sistem elastic
- 7 - dispozitiv pentru realizarea percuțiilor
- 8 - amortizor de zgomot la așaparea aerului comprimat din generatorul de vibrații.
- 9 - batiul instalației
- 10 - pupitru de comandă.

Aerul comprimat pregătit reglat și comandat, reprezintă singura sursă energetică care asigură funcționarea instalației cu caracteristicile prezentate, în condițiile tehnice și funcționale impuse prin tema de proiectare.

Descrierea instalației și a principiului de funcționare se face cu ajutorul prezentării schematice din fig. 5.6 și a schemei de acționare figura 5.7.

Masa vibrantă (poz.1 fig.5.6) este constituită dintr-o placă cu nervuri realizată din aluminiu în construcție turnată. Nervurile au fost prevăzute pentru a conferi rigiditate la o grosime mică. Grosimea mică a plăcii precum și materialul din care s-a executat s-au impus pentru a-i asigura o greutate minimum posibilă în vederea funcționării instalației cu o cantitate redusă de energie disipată în sistem. Placa a fost prevăzută cu boșaje pentru ghidarea și montarea ei pe cele 4 arcuri elicoidale ale sistemului elastic poz. 6. Prin intermediul arcurilor sistemului elastic placa este mōn-

tată pe batiul instalației poz.9 realizat în construcție sudată din profile laminate. Arcurile sistemului elastic permit vibrația plăcii pe direcția verticală și amortizează în acelaș timp vibrațiile longitudinale ale mesei.

Sub placa vibrantă, la mijlocul ei și pe direcție longitudinală este montat rigid generatorul de vibrații VPB 28-1 (poz.4 fig.5.6) a cărui forță perturbatoare produce vibrațiile plăcii. La evacuarea aerului comprimat din generatorul de vibrații este montat amortizorul de zgomot (poz.8 fig.5.6) pentru executia căruia s-a adaptat un proiect existent în Intreprinderea de construcții de mașini Reșița.

Pe placa vibrantă (poz.1 fig.5.6) este montat dispozitivul pneumatic de prindere (poz.5 fig.5.6) care fixează simetric, prin strângere cutia de miez (poz.2 fig.5.6) în vederea vibrării amestecului de formare (poz.3 fig.5.6).

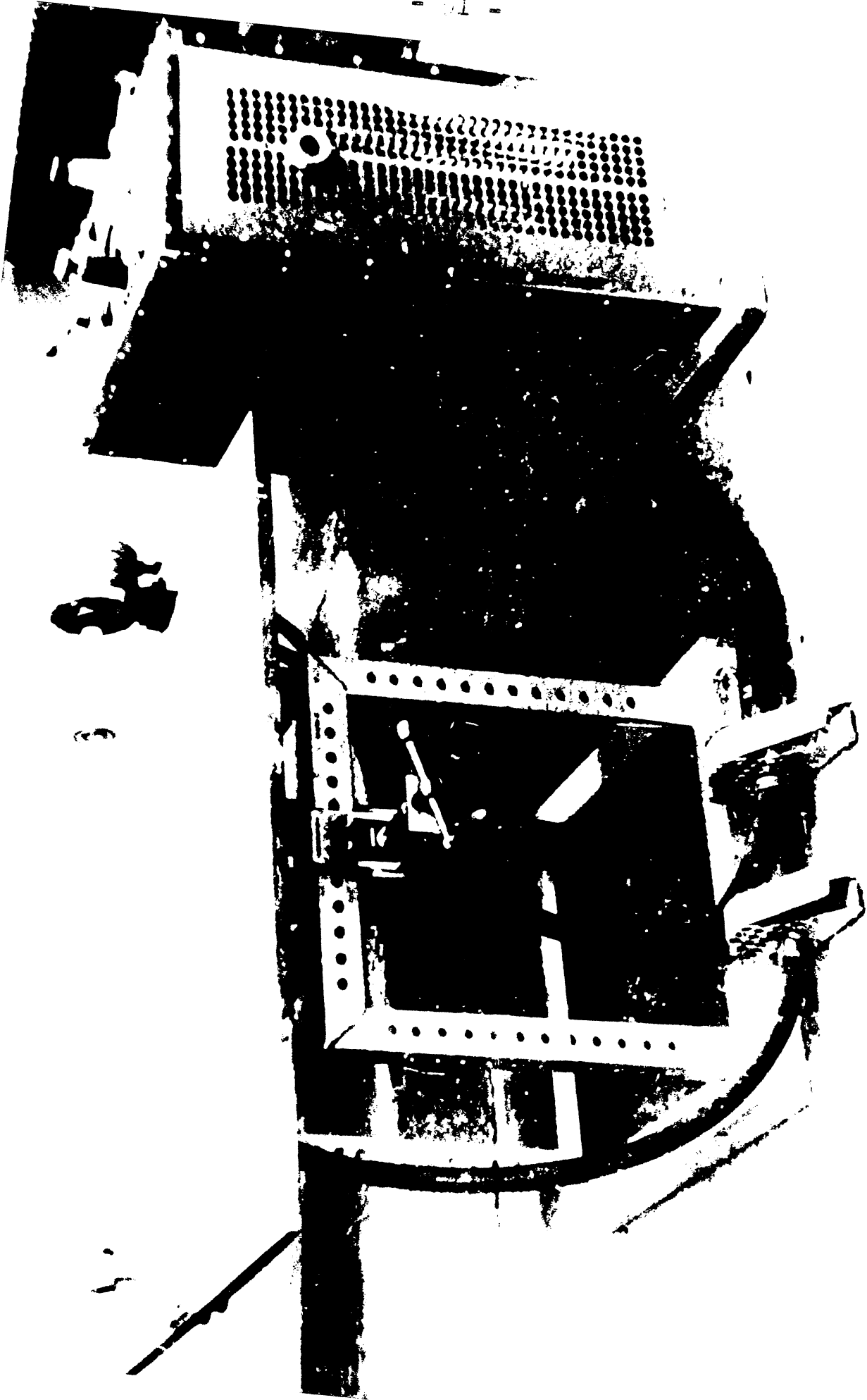
Ansamblul dispozitivului pneumatic pentru fixarea cutiilor de formare (poz.5 fig.5.6) este prezentat în fig.5.8.

Dispozitivul pneumatic are rolul de a fixa rapid, rigid și simetric cutia de miez pe placa vibrantă a instalației și se compune dintr-un tampon, două bacuri de fixare, un cilindru pneumatic și un ventil. bipozițional de comandă.

Tamponul (poz.1 fig.5.8) executat din aluminiu este fixat rigid prin șuruburi pe axa longitudinală de simetrie la unul din capetele plăcii vibrante. În tampon este montat printr-un ajustaj alunecător bacul fix (poz.2 fig.5.8). Tamponul împreună cu bacul fix reprezintă elementele de rezemare și limitare a poziției cutiei de miez pe placa vibrantă. Aceste două elemente ale dispozitivului determină și așezarea simetrică a cutiei de miez față de axele de simetrie ale plăcii. Așezarea simetrică a unor cutii de dimensiuni diferite se realizează prin utilizarea unor bacuri de fixare având lungimi determinate în funcție de lungimile cutiei. Se precizează că în dotarea instalației a fost prevăzută o trusă de bacuri fixe și mobile cu lungimi diferite.

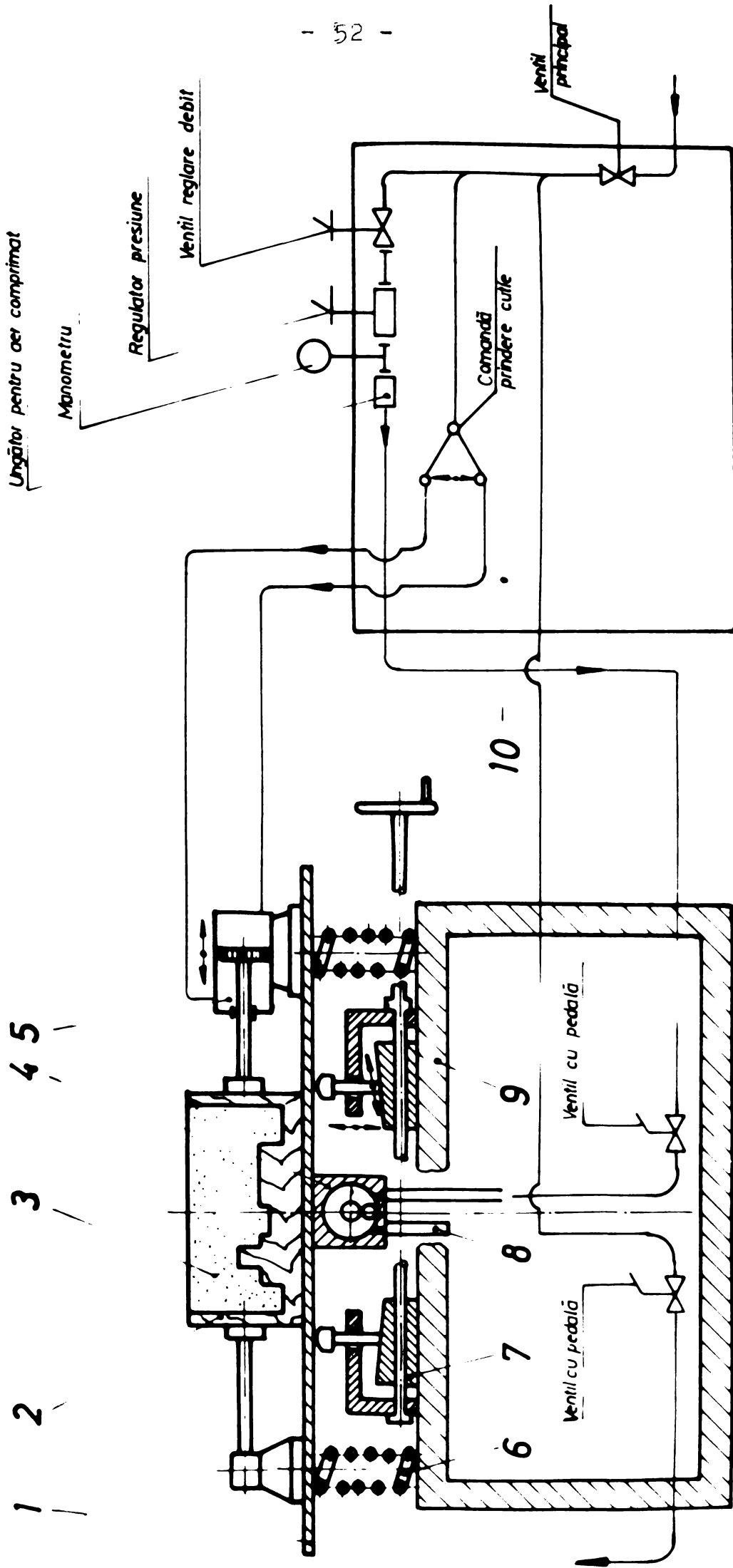
Pe aceeași axă de simetrie și la capătul plăcii vibrante, opus celui pe care s-a fixat tamponul, este montat cilindrul pneumatic (poz.3 fig.5.8) care acționează bacul mobil (poz.2 fig. 5.8).

Soluția constructivă a cilindrului pneumatic este



G. 9 . 17

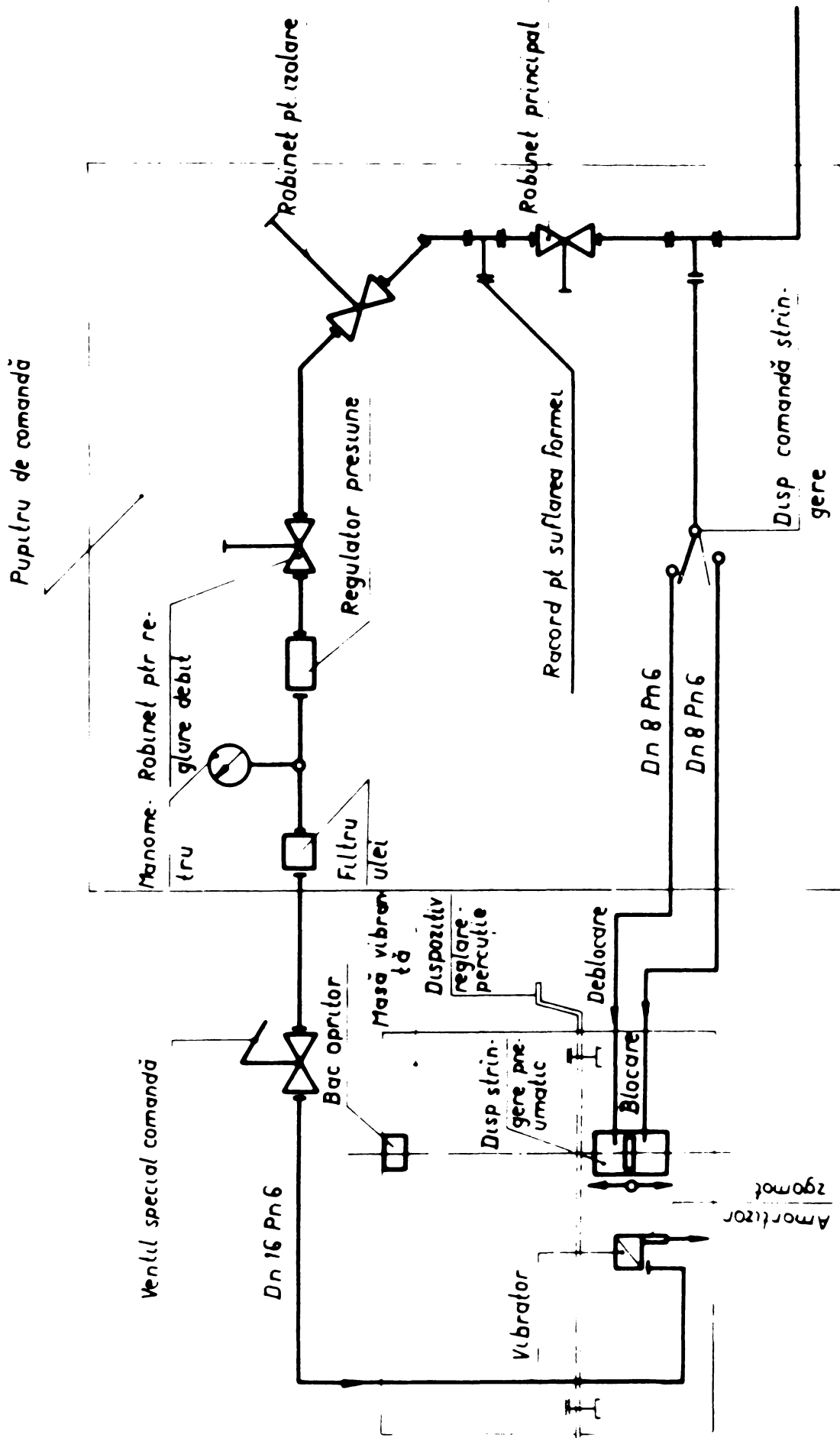


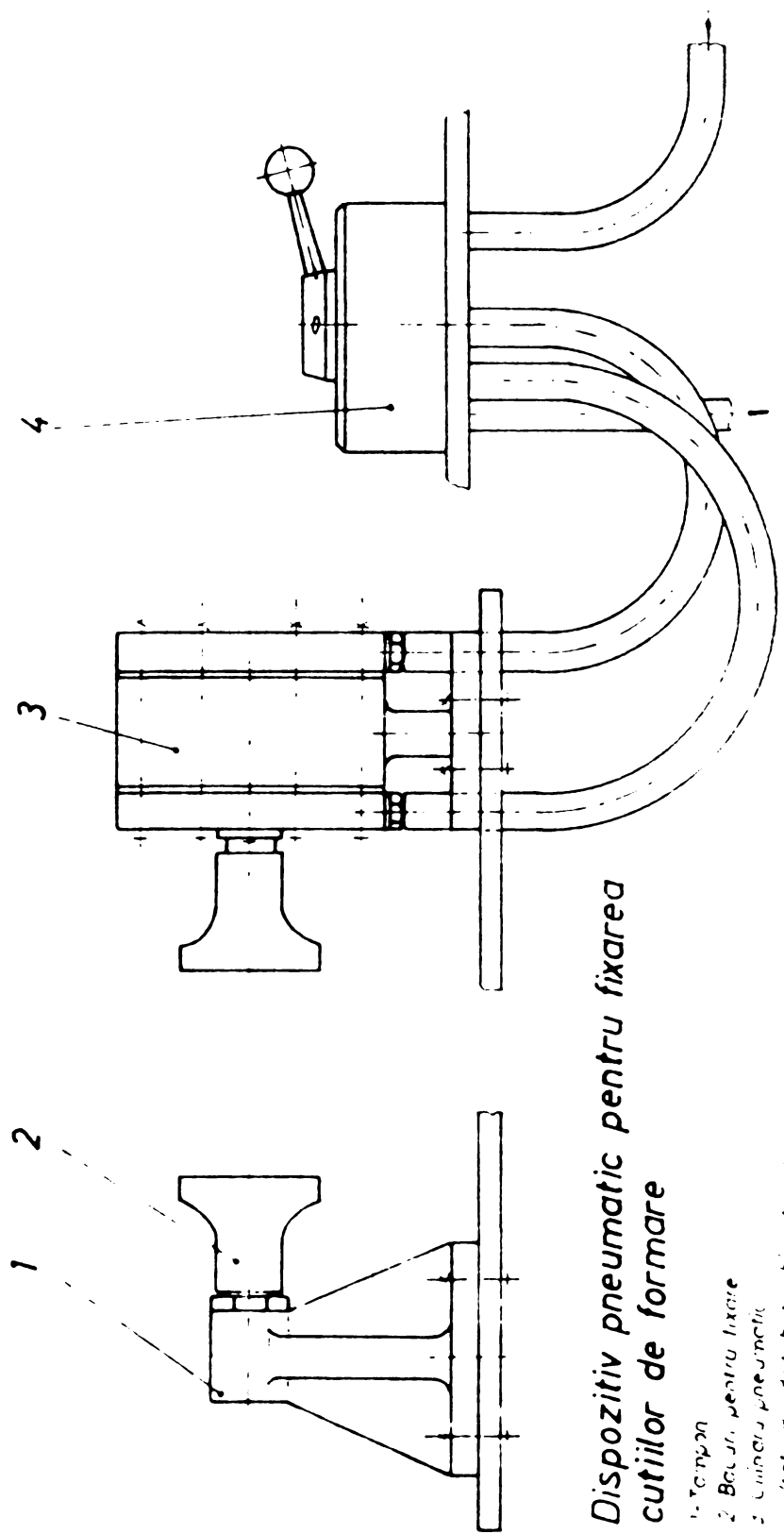


Instalatia vibropercutanta pentru cercetarea experimentală a  
posibilității confecționării miezurilor prin vibrații și vibropercuții

FIG. 5.6

# SCHEMA DE ACTIONARE A INSTALATIEI VIBROPERCUTANTE PENTRU CONFECTIONAREA MIEZURILOR SI FORMELOR





**Dispozitiv pneumatic pentru fixarea  
cutilor de formare**

- 1 Tampon
- 2 Baza pentru fixare
- 3 Cilindru pneumatic
- 4 Ventil de distributie hidraulic

Fig. 5.8

prezentată în figura 5.9.

Acest subansamblu al dispozitivului de fixare a cutiilor de miez se compune dintr-o cămașă de oțel (poz.3 fig. 5.9) montată prin presare în cilindru suport (poz.2 fig.5.8) prin intermediul căruia se realizează și fixarea rigidă prin șuruburi a subansamblului pe placa vibrantă a instalației. În cămașa de oțel se deplasează în ambele sensuri cu o cursă de 25 mm pistonul (poz.6 fig.5.9) împreună cu tija piston (poz.9 fig. 5.9).

Pe cilindru suport se montează prin șuruburi capacul superior (poz.8 fig.5.9) și capacul inferior (poz.4 fig. 5.9). Montajul capacelor este prevăzut cu garnituri din clingerit în vederea asigurării unei etanșări corespunzătoare, iar capacul superior în care glisează tija pistonului este prevăzut cu o presetupă de etanșare. Etanșarea glisantă dintre piston și cămașa cilindrului se realizează prin inelul de etanșare (poz.7 fig.5.9) și garnitura din piela (poz.5 fig. 5.9).

În cele două capace s-a prevăzut câte un orificiu de admisie-evacuare în cilindru, în care s-a montat racordul de furtun (poz.1 fig.5.9) prin care se admite și se evacuează alternativ, funcție de sensul impus deplasării subansamblului tija-piston, aerul comprimat în și din cavitățile formate în cămașa cilindrului între cele două fețe de lucru ale pistonului și cele două capace.

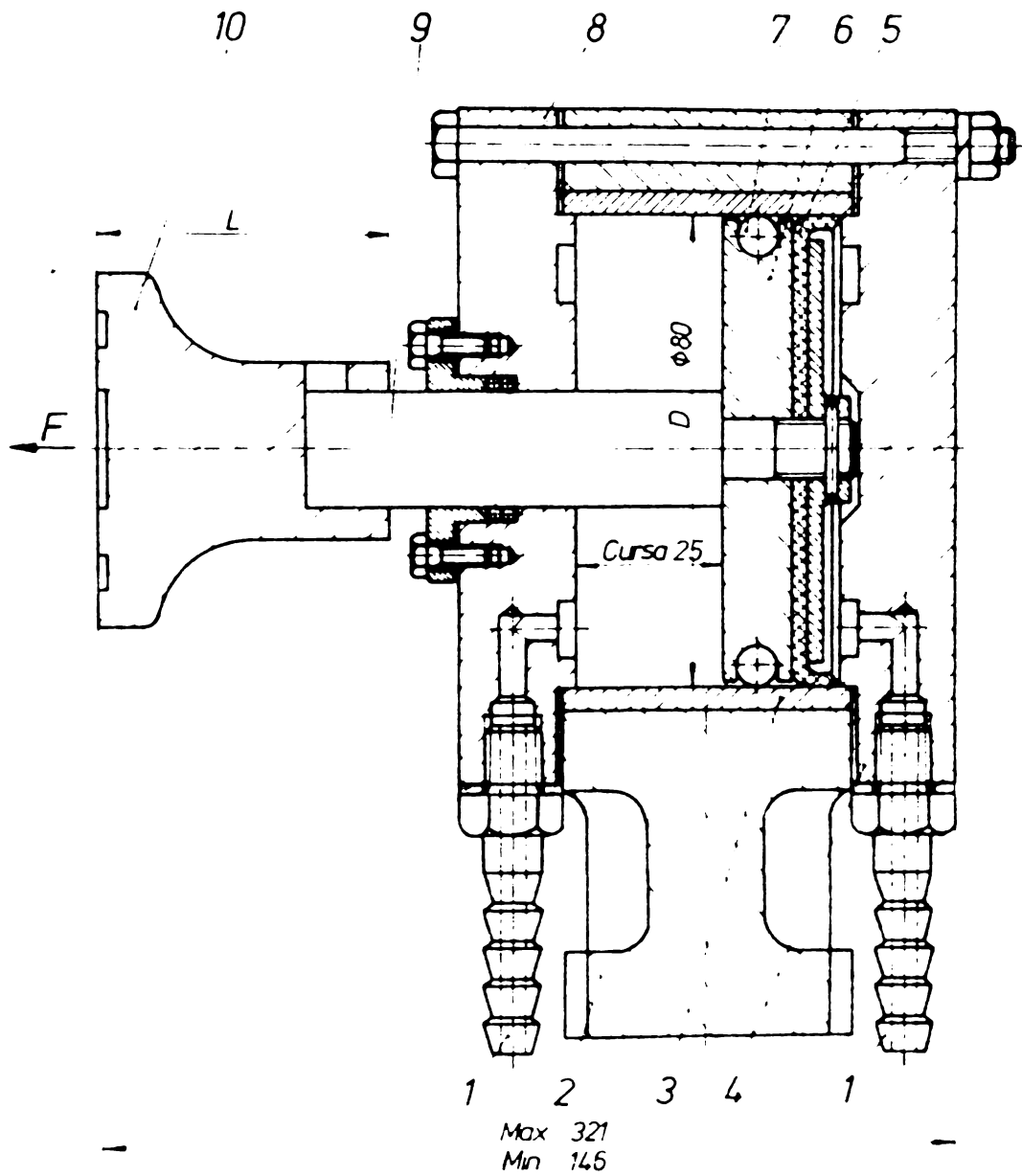
La capătul tijei piston este montat bacul mobil de fixare (poz.10 fig.5.9). În momentul în care aerul comprimat este admis în cavitatea formată în cămașa cilindru între capacul inferior și piston se evacuează aerul comprimat din cealaltă cavitate, proces care conduce la deplasarea subansamblului bac de fixare - tijă - piston spre interiorul plăcii vibrante respectiv către bacul fix. Prin această deplasare se realizează, prin strângerea între bacuri, fixarea rigidă a cutiei de miez rezemată pe placa vibrantă a instalației. După fixare, placa vibrantă și cutia de miez cu amestec formează un ansamblu care vibrează la caracteristicile regimului vibratoriu produs de către generatorul de vibrații. După terminarea încercării, cutia se desprinde de pe placa vibrantă prin alternarea admisie cu evacuare și invers în cele două camere de lucru ale cilindrului pneumatic.

Alternarea admisiei cu evacuare, în cele două cavități de lucru ale cilindrului pneumatic, respectiv schimbarea sensului de mișcare a pistonului pentru fixarea s-au desprinderea cutiei de miez, se realizează prin manevrarea manetei ventilului de distribuție bipolar (poz.4 fig.5.8). Acest subansamblu al dispozitivului de fixare a cutiilor de formare are rolul de a comanda mișcarea bacului mobil de fixare în sensul fixării sau desprinderii cutiei de miez.

Ventilul de distribuție bipozițional s-a executat în soluția constructivă prezentată în fig. 5.10 care conține și reперele din care se compune. Aerul comprimat este admis printr-un racord de furtun în cavitatea A (fig.5.10) de unde prin orificiu B practicat în sertarul (poz.3 fig.5.10) este distribuit, prin rotirea acestuia, în unul din cele două canale tip C practicate în corpul superior (poz.4 fig.5.10), canale puse alternativ în legătură cu cele două camere de lucru ale cilindrului pneumatic prin furtune de cauciuc. Cele două canale C, practicate în corpul superior, corespunde cu canalul B din sertar pentru pozițiile extreme în care poate fi sertarul, prin intermediarul manetei ventilului (poz. 6 fig.5.10). Fixarea manetei în aceste poziții se realizează prin știftul conic cu arc montat în capul manetei de comandă. Pentru prima poziție unul din canale C sînt puse în legătură cu canalul B prin care are loc admisia aerului comprimat în cavitatea cilindrului pneumatic la care este racordat.

În același moment al doilea canal C este pus în legătură cu cavitatea D formată între sertar și corpul superior de către un canal frezat în sertar. Cavitatea D este pusă în legătură cu atmosfera, printr-un orificiu practicat în corpul superior, orificiu prin care se face evacuarea aerului comprimat din cavitatea cilindrului pneumatic la care a fost racordat și în care a lucrat sub presiune.

Etanșarea între camerele A și D se realizează prin contactul permanent dintre suprafața corpului superior și a sertarului, suprafețe prelucrate prin rectificare și rodare. Contactul permanent dintre aceste suprafețe este asigurat prin forța elastică a arcului elicoidal (poz.2 fig.5.10) și prin presiunea aerului comprimat admis în permanență în cavitatea A.

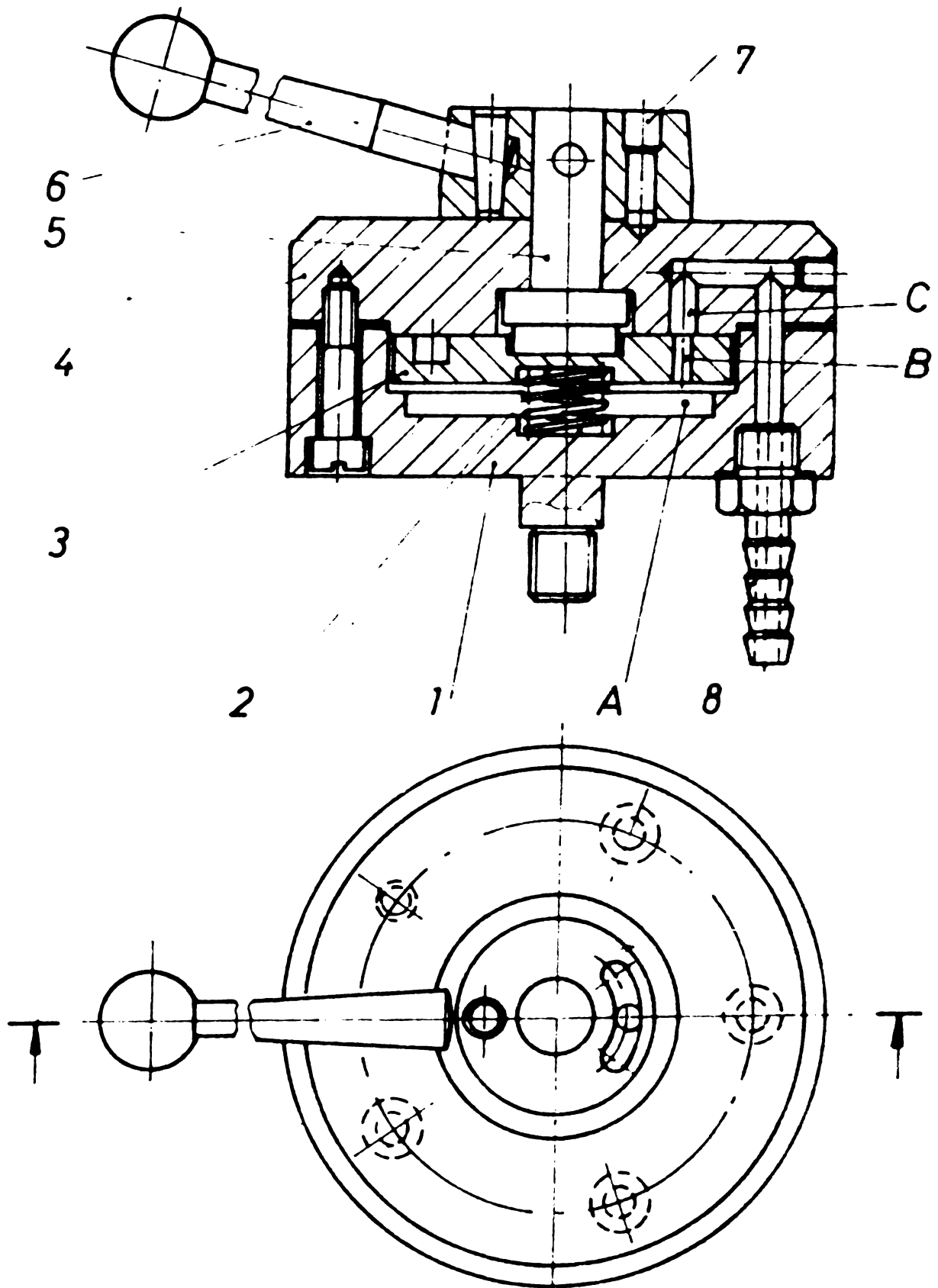


CILINDRU PNEUMATIC

1-Rocord furtun, 2-Cilindru cu suport, 3-Cămașă cilindru, 4-Capac inferior, 5 - Garnitură din piele, 7-Inel de etanșare 10, 8-Capac superior, 9-Tijă piston, 10-Bac de strângere, 6-Piston

Fig. 5.9





### *Ventil de distribuție bipozițional*

1-Corp inferior; 2-Arc elicoidal; 3-Sertari; 4-Corp superior; 5-Ax; 6-Maneta  
7-Știft conic; 8-Rocord

Fig. 5.10

Alternarea legăturii celor două canale C la canalele B și D, prin intermediul manetei, comandă mișcarea subansamblului bac-tijă-piston în sensul fixării sau desprinderii cutiei de miez.

Venitul bipozițional de distribuție fiind un subansamblu de comandă pentru fixarea mecanizată a cutiei de miez a fost montat în pupitru de comandă al instalației (poz.10 fig. 5.6).

Principiul metodei de formare prin vibropercuții, rezultat din considerațiile teoretice, a impus prin tema de proiectare ca instalația pentru încercările experimentale să conțină un dispozitiv prin care să se realizeze percuții la baza cutiei de miez respectiv în placa vibrantă a instalației.

S-a proiectat și executat dispozitivul pentru realizarea percuțiilor (poz.7 fig.5.6) care s-a montat pe batiul instalației (poz.9 fig.5.6) astfel încât axa sa longitudinală să fie paralelă cu axa de simetrie a plăcii vibrante perpendiculară pe planul în care se mișcă masa excentrică a generatorului de vibrații. Această condiție tehnică s-a impus pentru a asigura percuții simultante între placa vibrantă a instalației și tijele percutoare ale dispozitivului.

Soluția constructivă în care s-a executat dispozitivul și reperatele din care se compune sînt prezentate în fig. 5.11 cu ajutorul căreia se explică și modul de funcționare.

Dispozitivul se compune din suportul de bază (poz. 1 fig.5.11) realizat din două bucăți, prin intermediul cărora se face fixarea pe batiul instalației. În fiecare parte a suportului de bază s-a prevăzut câte un lagăr în care se poate roti, prin acționarea manuală a manivelei (poz.6 fig.5.11), șurubul conducător (poz.3 fig.5.11). Cele două părți filetate de la capetele șurubului conducător acționează în mișcare de translație piulițele conducătoare pentru percutare (poz.2 fig. 5.11). Acest subansamblu al dispozitivului este format din piulița propriu zisă pe care s-a fixat în partea superioară o pană înclinată iar în partea inferioară o glisieră. Prin montarea glisierii în canalul prevăzut în suportul de bază se împiedecă rotirea piuliței și se asigură mișcarea ei, acsial în ambele sensuri. Astfel prin rotirea manivelei în sensul acelor de ceasornic, piulițele conducătoare pentru percutare

sînt deplasate spre dreapta (fig.5.11), mişcare care prin intermediul suprafeţelor înclinate ale penelor conduce la coborîrea tijelor percutoare. Rotirea manivelei în sens trigonometric produce ridicarea tijelor percutoare spre placa vibrantă. Prin aceste mişcări se realizează variaţia şi reglarea intensităţii percuţiilor la care este supusă masa cutiei de miez umplută cu amestec de formare şi se asigură funcţionarea instalaţiei în regim vibropercutant pentru o anumită gamă de variaţie a masei cutiei de miez cu amestec de formare.

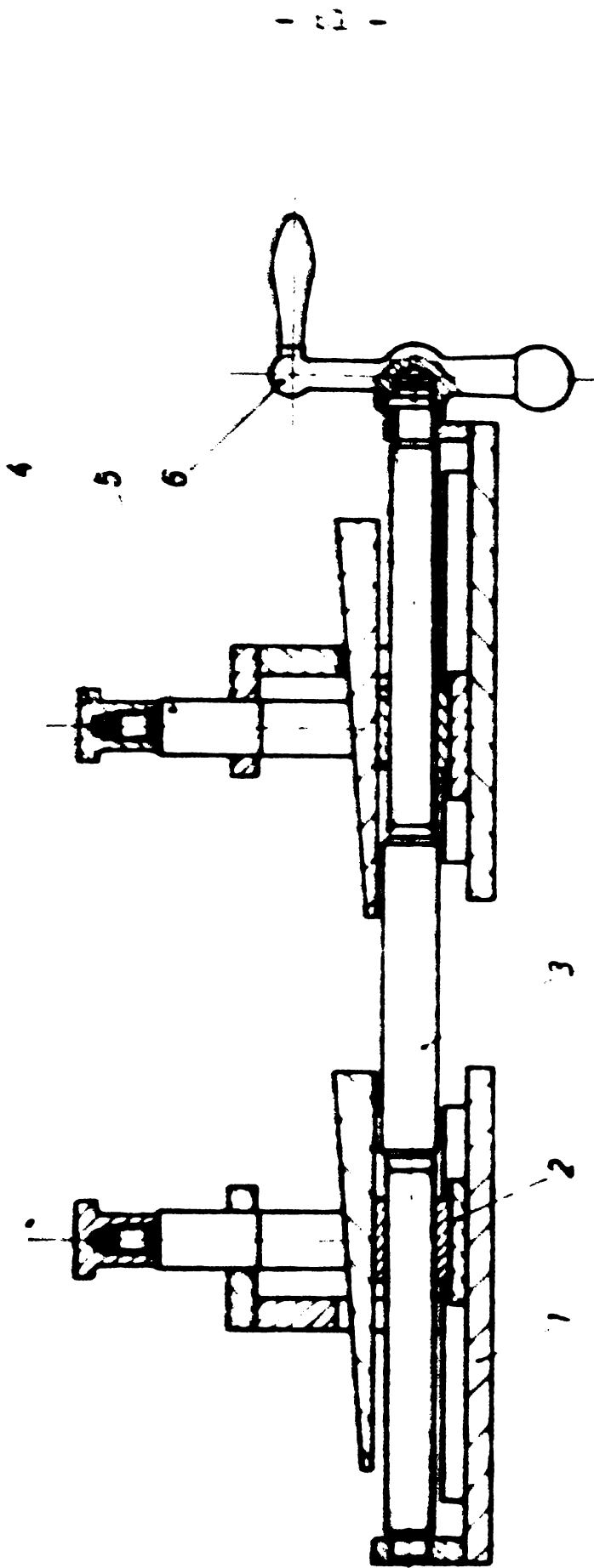
Subansamblele prezentate formează instalaţia propriu zisă şi conferă instalaţiei, conform temei de proiectare, posibilitatea de a supune cutiile de miez umplute cu amestec de formare la un regim vibratoriu s-au vibropercutant, pentru încercări experimentale de confecţionare a miezurilor.

Din consideraţiile teoretice a rezultat că durata şi caracteristicile regimului vibropercutant reprezintă factorii determinaţi în procesul de formare prin vibropercuţii. Durata regimului vibropercutant este determinată de durata admisiei aerului comprimat în generatorul de vibraţii, iar caracteristicile regimului vibratoriu sînt funcţie de presiunea şi debitul cu care este admis în generator.

Natura agentului energetic şi necesitatea dirijării parametrilor săi, au impus proiectarea şi execuţia unui subansamblu care să se anexeze instalaţiei propriu zise, prin intermediul căruia să se racordeze instalaţia la reţeaua de aer comprimat, să se pregătească şi să distribuie agentul energetic organelor de lucru ale instalaţiei, cu debite diferite şi la diferite valori constante la presiuni de lucru. Acest subansamblu a fost denumit, ţinînd seama de rolul său funcţional, pupitru de comandă.

Pupitru de comandă (poz.10 fig.5.6) se compune dintr-un schelet paralelipipedic executat din profile laminate în construcţie sudată, o îmbrăcăminte din tablă fixată prin şuruburi şi din conductele de racord şi alimentare cu aer comprimat a organelor de lucru pe care s-a intercalat grupul pentru pregătirea şi reglarea agentului energetic şi ventilele de comandă.

Racordul şi admisia aerului comprimat în instalaţie se face prin intermediul unui ventil principal montat pe pupitru. La eşirea din ventilul principal conducta de admisie se



**DISPOZITIV PENTRU REALIZAREA PERCUTIILOR**

1 Suport de baza    2 Fluta    3 Conductivitate pentru percusie    4 Suport    5 Mecanismul de percusie  
 6 Suportul percutiei    7 Adaptorul

Fig. 5.11

ramifică în trei părți. Prima ramificație conduce aerul comprimat la ventilul cu pedală prin intermediul căruia, înaintea fiecărei încercări (formări), se curăță prin suflare placa vibrantă și cutia de miez.

A doua ramificație este destinată alimentării dispozitivului pneumatic pentru fixarea cutiei de miez, iar a treia a alimentării generatorului de vibrații. În pupitrū, pe conducta destinată alimentării dispozitivului pentru fixarea cutiilor de miez s-a montat ventilul bipozițional care-l comandă, iar pe conducta destinată alimentării generatorului de vibrații s-au montat în ordine, ventilul pentru reglarea debitului, regulatorul de presiune și unghătorul pentru aer comprimat.

Ventilul pentru reglarea debitului împreună cu manometrul și regulatorul de presiune reprezintă elementele de comandă prin intermediul cărora se poate realiza variația caracteristicilor generatorului și implicit a regimurilor vibrației la care este supus amestecul de formare.

Ventilul cu pedală, proiectat ca organ pentru comanda acționării generatorului de vibrații, aparține pupitrului de comandă cu toate că a fost montat pe batiul instalației. S-a ales această soluție de montaj, pentru a creia posibilitatea acționării sale prin intermediul piciorului, în vederea eliberării mâinilor executantului pentru alte operații ale procesului tehnologic.

Modul de exploatare al acestei instalații se va prezenta odată cu încercările experimentale și rezultatele acestora, el constituind parte integrantă a noii tehnologii de formare prin vibropercuții.

În finalul prezentării acestei instalații se subliniază câteva aspecte mai importante și anume :

Soluția constructivă este originală, simplă și ieftină în comparație cu alte tipuri de instalații de formare.

- Execuția instalației nu a solicitat materiale din import.

- Funcționarea instalației se asigură cu un consum mic de aer comprimat.

- Încercările experimentale, respectiv formarea prin vibropercuții se realizează cu un grad ridicat de produc-

tivitate, prin mecanizarea unor operații și cu posibilități de variație a caracteristicilor regimurilor vibropercutante.

- Realizarea instalației constituie baza materială care asigură verificarea practică a posibilității formării prin vibropercuții.

S-a făcut descrierea detaliată a instalației vibropercutante pentru cercetarea experimentală a posibilității formării prin vibropercuții deoarece, prin rezultatele încercărilor experimentale care vor fi prezentate, ea a verificat noua metodă de formare și a devenit modelul după care se proiectează, în atelierul de autoutilări al Întreprinderii de construcții de mașini din Reșița, mașina de format prin vibropercuții destinată dotării atelierelor de formare ale uzinei.

În acest context instalația și generatorul de vibrații reprezintă realizări ale concepției românești și contribuții esențiale aduse prin teză în domeniul aplicării vibrațiilor și vibropercuțiilor în procesele tehnologice din turnătorii.

#### 5.4. Referiri teoretice asupra instalației vibropercutante pentru confecționarea miezurilor și formelor.

Pornind de la necesitatea cercetării posibilității formării prin vibrații s-au realizat instalația vibropercutantă prezentată care, devenind modelul pentru proiectarea primelor mașini vibropercutante de formare, reprezintă un început al aplicării la scară industrială a noii metode de formare.

Extinderea aplicării metodei implică îmbunătățirea acestei mașini de format după ce va fi urmărită în fabricația curentă.

Pentru a realiza acest deziderat, proiectantul trebuie să posede, pe lângă datele care se vor culege din exploatare, elemente teoretice referitoare la gama de modalități în care se pot realiza regimuri vibropercutante și domeniile și condițiile în care regimurile vibropercutante sînt stabile.



În urma cercetării bibliografice se prezintă posibilitățile de realizare a regimurilor vibropercutante studiindu-se totodată și posibilitatea stabilirii domeniilor și-au a condițiilor în care aceste regimuri sînt stabile.

Se consideră că regimurile vibropercutante pentru procesul tehnologic de formare se pot realiza în principal prin două modele mecanice care se prezintă schematic în fig. 5.12 și 5.13.

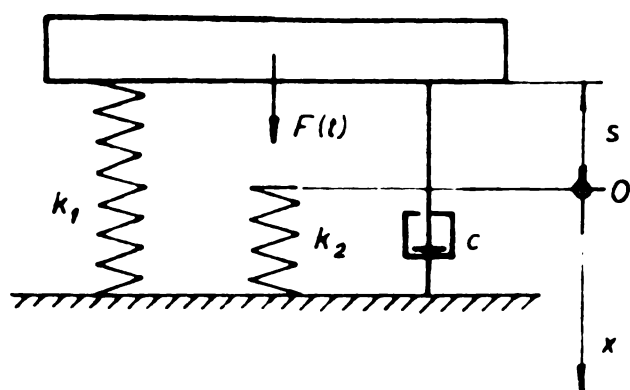


Fig. 5.12

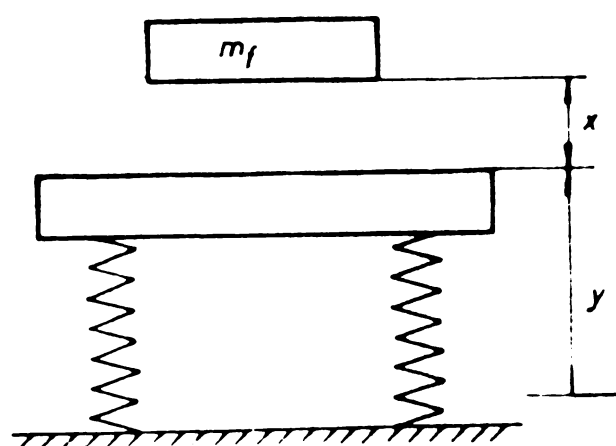


Fig. 5.13

Primul model mecanic schematizat în fig. 5.12 reprezintă cazul în care cutia de formare este fixată rigid pe placa instalației, placă care realizează percuții pe un limitator rigid ( $k_2 = \infty$ ) sau pe un limitator elastic ( $k_2 = \infty$ ). Pentru acest model se pot obține, prin particularizarea parametrilor, o serie de subvariante studiate în literatura de specialitate.

Al doilea model mecanic schematizat în fig. 5.13 reprezintă cazul în care cutia de formare este așezată liber pe placa instalației, placă a cărei mișcare nu este influențată de percuțiile la care este supusă cutia de formare. Subvariante pentru acest model se obțin alegînd diferite expresii pentru legea  $y(t)$ .

Se prezintă în continuare subvariantele în care se pot realiza regimuri vibropercutante atât pentru cazul limitatorului elastic cît și pentru cazul limitatorului rigid.

Fiecare subvariantă se obține în anumite condiții impuse sistemului vibropercutant. Ecuațiile de mișcare se determină în funcție de condițiile impuse și în ipotezele făcute la începutul calculelor, analizându-se și posibilitățile stabilirii domeniilor sau a condițiilor de stabilitate a mișcării periodice.

#### 5.4.1. Cazul limitatorului elastic

Soluțiile constructive ale instalațiilor vibropercutante conțin limitatori elastici deoarece aceștia conduc la obținerea unor nivele de zgomote mai mici în comparație cu limitatorii rigizi.

Pentru cazul limitatorului elastic se consideră următoarele subvariante.

5.4.1.1. Modelul fig.5.12 pentru  $k_1 \neq 0$ ;  $c \neq 0$ ;  $k_2 \neq 0$ ;  $s \neq 0$ .

S-a notat cu  $s$  distanța de la placa instalației în poziție de echilibru pînă la suportul elastic nedeformat. În acest caz placa vibrantă are o legătură elastică deconectabilă și o varietate de regimuri funcționale caracterizate de parametrii sistemului. În scopul practic, în care se studiază, importante sînt regimurile cu salturi de pe limitator și determinarea condițiilor în care aceste regimuri sînt stabile..

Pentru stabilirea ecuațiilor de mișcare se fac următoarele ipoteze :

- Se alege originea deplasării  $x$  în poziția nedeformată a limitatorului.

- Se notează cu  $x_1$  deplasarea plăcii vibrante în contact cu limitatorul elastic.

- Se notează cu  $x_2$  deplasarea plăcii vibrante pentru contactul cu limitatorul elastic întrerupt.

- Originea timpului se consideră în momentul în care contactul cu limitatorul elastic se întrerupe.

- Masa plăcii vibrante împreună cu masa cutiei de formare se notează cu  $m$ , iar  $k = k_1 + k_2$ .

- În condițiile impuse și în ipotezele făcute, ecuațiile de mișcare sînt :

$$\begin{aligned} m\ddot{x}_1 + c\dot{x}_1 + kx_1 &= A\cos(\omega t + \varphi_0) - k_1s; \quad (0 \leq t \leq t_1) \\ m\ddot{x}_2 + c\dot{x}_2 + k_1x_2 &= A\cos(\omega t + \varphi_0) - k_1s; \quad (t_1 \leq t \leq \frac{2\pi}{\omega}j) \end{aligned} \quad (5.10)$$

În ecuațiile diferențiale de mișcare (5.10) este un coeficient de multiplicitate exprimat prin numere întregi, pozitive, iar A este amplitudinea forței perturbatoare.

Folosind transformările :

$$\begin{aligned} \zeta = \omega t, \quad x_1 &= \frac{A}{m\omega^2} y_1, \quad x_2 = \frac{A}{m\omega^2} y_2, \quad \xi_1^2 = \frac{k}{m\omega^2}; \\ \xi_2^2 &= \frac{k_1}{m\omega^2}, \quad P_0 = \frac{k_1s}{A}, \quad 2n = \frac{c}{m\omega}, \quad p_1^2 = \xi_1^2 - n^2, \quad p_2^2 = \xi_2^2 - n^2 \end{aligned} \quad (5.11)$$

Se obține sistemul :

$$y_1 + 2n\dot{y}_1 + \xi_1^2 y_1 = \cos(\zeta + \varphi_0) - P_0; \quad y_1 = \frac{dy_1}{d\zeta} \quad (5.12)$$

$$y_2 + 2ny_2 + \xi_2^2 y_2 = \cos(\zeta + \varphi_0) - P_0 \quad (5.13)$$

Soluțiile ecuațiilor (5.12) și (5.13) sînt :

$$y_1 = C_1 e^{-n\zeta} \cos p_1 \zeta + C_2 e^{-n\zeta} \sin p_1 \zeta + A_1 \cos(\zeta + \varphi_0 + \varphi_1) - \frac{P_0}{\xi_1^2} \quad (5.14)$$

$$y_2 = C_3 e^{n\zeta} \cos p_2 \zeta + C_4 e^{-n\zeta} \sin p_2 \zeta + A_2 \cos(\zeta + \varphi_0 + \varphi_2) - \frac{P_0}{\xi_2^2} \quad (5.15)$$

în care :

$$A_i = \frac{1}{\sqrt{(\xi_i^2 - 1) + 4n^2}}; \quad \operatorname{tg} \varphi_i = \frac{2n}{1 - \xi_i^2} \quad (i=1;2) \quad (5.16)$$

Se admite că mișcarea în contact cu limitatorul elastic începe în condițiile :

$$\zeta = 0; \quad y_1(0) = 0; \quad \dot{y}_1(0) = \dot{y}_0 \quad (5.17)$$

și că pentru contactul întrerupt cu limitatorul, mișcarea masei m se termină în condițiile :

$$\zeta = 2\pi j; \quad y_2(2\pi j) = 0; \quad \dot{y}_2(2\pi j) = \dot{y}_0 \quad (5.18)$$

Relațiile (5.17) și (5.18) reprezintă condițiile de periodicitate ale mișcării cu salturi de pe limitator, concepute astfel ca la fiecare salt să se realizeze  $j$  rotații complete ale masei excentrice.

În condițiile (5.17) și (5.18) soluțiile (5.14) și (5.15) devin :

$$y_1 = a_1 \dot{y}_0 + b_1 \sin \varphi_0 + C_1 \cos \varphi_0 + d_1 P_0 \quad (5.19)$$

$$y_2 = a_2 \dot{y}_0 + b_2 \sin \varphi_0 + C_2 \cos \varphi_0 + d_2 P_0 \quad (5.20)$$

în care

$$a_1 = \frac{e^{-n\zeta} \sin p_1 \zeta}{p_1}; \quad d_1 = \frac{e^{-n}}{1} (\cos p_1 \zeta + \frac{n}{p_2} \sin p_1 \zeta) - \frac{1}{1};$$

$$b_1 = A_1 e^{-n\zeta} \cdot (\sin \varphi_1 \cos p_1 \zeta + \frac{n}{p_1} \sin \varphi_1 \sin p_1 \zeta + \frac{1}{p_1} \cos \varphi_1 \sin p_1 \zeta) - A_1 \sin(\zeta + \varphi_1)$$

$$C_1 = A_1 e^{-n\zeta} (-\cos \varphi_1 \cos p_1 \zeta - \frac{n}{p_1} \cos \varphi_1 \sin p_1 \zeta + \frac{1}{p_1} \sin \varphi_1 \sin p_1 \zeta) + A_1 \cos(\zeta + \varphi_1)$$

$$a_2 = \frac{e^{-n(\zeta - 2\tilde{\pi}j)} \sin(\zeta - 2\tilde{\pi}j) p_2}{p_2} \quad (5.21)$$

$$d_2 = \frac{e^{-n(\zeta - 2\tilde{\pi}j)}}{2} \cos p_2(\zeta - 2\tilde{\pi}j) + \frac{n}{p_2} \sin p_2(\zeta - 2\tilde{\pi}j) - \frac{1}{2}$$

$$b_2 = A_2 e^{-n(\zeta - 2\tilde{\pi}j)} \cdot \sin \varphi_2 \cos p_2(\zeta - 2\tilde{\pi}j) + \frac{n}{p_2} \sin \varphi_2 \sin p_2(\zeta - 2\tilde{\pi}j) +$$

$$+ \frac{1}{p_2} \cos \varphi_2 \sin p_2(\zeta - 2\tilde{\pi}j) - A_2 \sin(\zeta + \varphi_2)$$

$$C_2 = A_2 e^{-n(\zeta - 2\tilde{\pi}j)} - \cos \varphi_2 \cos p_2(\zeta - 2\tilde{\pi}j) - \frac{n}{p_2} \cos \varphi_2 \sin p_2(\zeta - 2\tilde{\pi}j) +$$

$$+ \frac{1}{p_2} \sin \varphi_2 \sin p_2(\zeta - 2\tilde{\pi}j) + A_2 \cos(\zeta + \varphi_2)$$

Prin derivare relațiile (5.19) și (5.20) devin :

$$\dot{y}_1 = \dot{a}_1 \dot{y}_0 + \dot{b}_1 \sin \varphi_0 + \dot{c}_1 \cos \varphi_0 + \dot{d}_1 P_0 \quad (5.22)$$

$$\dot{y}_2 = \dot{a}_2 \dot{y}_0 + \dot{b}_2 \sin \varphi_0 + \dot{c}_2 \cos \varphi_0 + \dot{d}_2 P_0 \quad (5.23)$$

În momentul  $\bar{z}_1$  care corespunde desprinderii masei  $m$  de pe limitatorul elastic au loc egalitățile :

$$y_1(\bar{z}_1) = y_2(\bar{z}_1) = 0 ; \quad \dot{y}_1(\bar{z}_1) = \dot{y}_2(\bar{z}_1) = \dot{y}_{12} \quad (5.24)$$

Pentru aceste condiții

$$\begin{aligned} a_1(\bar{z}_1)\dot{y}_0 + b_1(\bar{z}_1)\sin\varphi_0 + c_1(\bar{z}_1)\cos\varphi_0 + d_1(\bar{z}_1)P_0 &= 0 \\ a_2(\bar{z}_1)\dot{y}_0 + b_2(\bar{z}_1)\sin\varphi_0 + c_2(\bar{z}_1)\cos\varphi_0 + d_2(\bar{z}_1)P_0 &= 0 \\ \dot{a}_1(\bar{z}_1)\dot{y}_0 + \dot{b}_1(\bar{z}_1)\sin\varphi_0 + \dot{c}_1(\bar{z}_1)\cos\varphi_0 + \dot{d}_1(\bar{z}_1)P_0 &= \dot{y}_{12} \\ \dot{a}_2(\bar{z}_1)\dot{y}_0 + \dot{b}_2(\bar{z}_1)\sin\varphi_0 + \dot{c}_2(\bar{z}_1)\sin\varphi_0 + \dot{d}_2(\bar{z}_1)P_2 &= \dot{y}_{12} \end{aligned} \quad (5.25)$$

Din relațiile (5.25) rezultă :

$$\dot{y}_0 = -\frac{b_1}{a_1}\sin\varphi_0 - \frac{c_1}{a_1}\cos\varphi_0 - \frac{d_1}{a_1}P_0 \quad (5.26)$$

și

$$B_1\sin\varphi_0 + D_1\cos\varphi_0 = E_1P_0 ; \quad B_2\sin\varphi_0 + D_2\cos\varphi_0 = E_2P_2 \quad (5.27)$$

Din relațiile (5.27)

$$\begin{aligned} B_1 &= -b_2 - a_2 \frac{b_1}{a_1}; \quad D_1 = c_2 - a_2 \frac{c_1}{a_1}; \quad E_1 = d_2 - c_2 \frac{d_1}{a_1} \\ B_2 &= \dot{b}_1 - \dot{b}_2 - (\dot{a}_1 - \dot{a}_2) \frac{b_1}{a_1}; \quad D_2 = \dot{c}_2 - \dot{c}_1 - (\dot{a}_1 - \dot{a}_2) \frac{c_1}{a_1} \\ E_2 &= \dot{d}_1 - \dot{d}_2 - (\dot{a}_1 - \dot{a}_2) \frac{d_1}{a_1} \end{aligned} \quad (5.28)$$

cu notațiile

$$\Delta = \begin{vmatrix} B_1 & D_1 \\ B_2 & D_2 \end{vmatrix}; \quad \Delta_1 = \begin{vmatrix} E_1 & D_1 \\ E_2 & D_2 \end{vmatrix}; \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} B_1 & E_1 \\ -B_2 & E_2 \end{vmatrix} \quad (5.29)$$

pentru determinarea unghiului  $\varphi_0$  se obțin relațiile :

$$\sin\varphi_0 = \frac{\Delta_1}{\Delta} P_0; \quad \cos\varphi_0 = \frac{\Delta_2}{\Delta} P_0; \quad \operatorname{tg}\varphi_0 = \frac{\Delta_1}{\Delta_2} \quad (5.30)$$

iar pentru determinarea lui  $\bar{z}_1$  ecuația

$$P_1(\Delta_1^2 + \Delta_2^2) = \Delta^2 \quad (5.31)$$

5.4.1.2. Modelul fig.5.12 pentru  $k_1 \neq 0$ ;  $c = 0$ ;  $k_2 \neq 0$ ;  $s \neq 0$ .

Pentru acest caz particular legile de mișcare sînt tot de forma (5.19) și 5.20) în care :

$$a_1 = \frac{\sin \left\{ \begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix} \right\} \bar{z}}{\left\{ \begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix} \right\}}; \quad d_1 = \frac{\cos \left\{ \begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix} \right\} \bar{z}}{\left\{ \begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix} \right\}^2} - \frac{1}{1}; \quad b_1 = A_1 \frac{1}{\left\{ \begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix} \right\}} \sin \left\{ \begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix} \right\} \bar{z} - A_1 \sin \bar{z}$$

$$c_1 = -A_1 \cos \left\{ \begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix} \right\} \bar{z} + A_1 \cos \bar{z}; \quad a_2 = \frac{\sin \left\{ \begin{matrix} 2 \\ 2 \end{matrix} \right\} (\bar{z} - 2\tilde{\pi}j)}{\left\{ \begin{matrix} 2 \\ 2 \end{matrix} \right\}} \quad (5.32)$$

$$d_2 = \frac{\cos \left\{ \begin{matrix} 2 \\ 2 \end{matrix} \right\} (\bar{z} - 2\tilde{\pi}j)}{\left\{ \begin{matrix} 2 \\ 2 \end{matrix} \right\}^2} - \frac{1}{\left\{ \begin{matrix} 2 \\ 2 \end{matrix} \right\}^2}; \quad b_2 = \frac{A_2}{\left\{ \begin{matrix} 2 \\ 2 \end{matrix} \right\}} \sin \left\{ \begin{matrix} 2 \\ 2 \end{matrix} \right\} (\bar{z} - 2\tilde{\pi}j) - A_2 \sin \bar{z}$$

$$c_2 = -A_2 \cos \left\{ \begin{matrix} 2 \\ 2 \end{matrix} \right\} (\bar{z} - 2\tilde{\pi}j) + A_2 \cos \bar{z}; \quad A_1 = \frac{1}{\left\{ \begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix} \right\}^{-1}}; \quad A_2 = \frac{1}{\left\{ \begin{matrix} 2 \\ 2 \end{matrix} \right\}^{-1}}$$

Pentru momentul  $\bar{z} = \bar{z}_1$ , cînd placa vibrantă se desprinde de pe limitator, se folosește de asemenea relația de forma (5.31) însă mărimile care intervin în acest caz se determină din relațiile (5.32).

5.4.1.3. Modelul fig. 5.12 pentru  $k_1 \neq 0$ ;  $c = 0$ ;  $k_2 \neq 0$ ;  $s = 0$ . În acest caz particular legile de mișcare ale masei  $m$  sînt :

$$\begin{aligned} y_1 &= a_1 \dot{y}_0 + b_1 \sin \varphi_0 + c_1 \cos \varphi_0 \\ y_2 &= a_2 \dot{y}_0 + b_2 \sin \varphi_0 + c_2 \cos \varphi_0 \end{aligned} \quad (5.33)$$

în care coeficienții  $a_i$ ,  $b_i$ ,  $c_i$  sînt dați de relațiile (5.32).

Pentru  $\bar{z} = \bar{z}_1$ , moment al desprinderii de pe limitatorul elastic, se obține :



$$\begin{aligned}
 a_1 \dot{y}_0 + b_1 \sin \varphi_0 + c_1 \cos \varphi_0 &= 0 \\
 a_2 \dot{y}_0 + b_2 \sin \varphi_0 + c_2 \cos \varphi_0 &= 0 \\
 (a_1 - a_2) \dot{y}_0 + (b_1 - b_2) \sin \varphi_0 + (c_1 - c_2) \cos \varphi_0 &= 0
 \end{aligned}
 \tag{5.34}$$

Din relațiile (5.34) rezultă :

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{-(c_1 + c_2) + (a_1 - a_2) \frac{c_1}{a_1}}{b_1 - b_2 - (a_1 - a_2) \frac{b_1}{a_1}}
 \tag{5.35}$$

$$\dot{y}_0^2 = \frac{(b_1 c_2 - b_2 c_1)^2}{(a_1 b_2 - a_2 b_1)^2 + (a_2 c_1 - a_1 c_2)^2}
 \tag{5.36}$$

$$\begin{vmatrix}
 a_1 & b_1 & c_1 \\
 a_2 & b_2 & c_2 \\
 a_1 - a_2 & b_1 - b_2 & c_1 - c_2
 \end{vmatrix} = 0
 \tag{5.37}$$

Acest caz particular, neglijând atât amortizările în elementele instalației, cât și amortizarea introdusă de limitator, reprezintă cazul (subvarianta) cea mai simplă, prezentînd din această cauză o importanță practică. De asemenea pentru simplificarea calculelor, ținînd seama ca jocul  $s$  este foarte mic s-a făcut aproximarea  $s = 0$ .

Se remarcă faptul că în realizările practice,  $\xi_2 = 0$  avînd o valoare mică, și deci se pot face aproximațiile

$$\begin{aligned}
 a_1 &= \frac{\sin \xi_1 \bar{z}}{1} ; & b_1 &= A_1 \frac{\sin \xi_1 \bar{z}}{\sin \xi_1} - A_1 \sin \bar{z} \\
 c_1 &= -A \cos \xi_1 \bar{z} + A_1 \cos ; & a_2 &= \bar{z} - 2 \tilde{\eta} \cdot j \\
 b_2 &= -(\bar{z} - 2 \tilde{\eta}) + \sin \bar{z} ; & c_2 &= 1 - \cos \bar{z}
 \end{aligned}
 \tag{5.38}$$

Aproximările făcute corespund și cazului în care masa instalației se sprijină liber pe limitatorul elastic.

Se studiază în continuare regimul periodic ( $j = 1$ ) în care un salt de pe limitator se realizează în fiecare perioadă.

Tinând seama că în acest caz :

$$\begin{aligned} \dot{a}_1 &= \cos \left\{ \frac{\tau}{l} \right\}; & \dot{b}_1 &= A_1 \cos \left\{ \frac{\tau}{l} \right\} - A \cos \tau; & \dot{c}_1 &= \left\{ \frac{1}{l} A_1 \sin \left\{ \frac{\tau}{l} \right\} - A_1 \sin \tau \right\}; \\ \dot{a}_2 &= 1; & \dot{b}_2 &= -1 + \cos \tau; & \dot{c}_2 &= \sin \tau \end{aligned} \quad (5.39)$$

Din relațiile (5.34) rezultă :

$$(a_1 b_2 - a_2 b_1) \sin \varphi_0 + (a_1 c_2 - a_2 c_1) \cos \varphi_0 = 0 \quad (5.40)$$

$$a_1(\dot{b}_1 - \dot{b}_2) - b_1(\dot{a}_1 - \dot{a}_2) \sin \varphi_0 + a_1(\dot{c}_1 - \dot{c}_2) - c_1(\dot{a}_1 - \dot{a}_2) \cos \varphi_0 = 0$$

în care :

$$a_1 b_2 - a_2 b_1 = \frac{1}{l} \sin \left\{ \frac{\tau}{l} \right\} \sin \tau + \frac{\tau - 2\tilde{\tau}}{l^2 - 1} \sin \tau - \frac{1(\tau - 2\tilde{\tau})}{l^2 - 1} \sin \left\{ \frac{\tau}{l} \right\}$$

$$a_1 c_2 - a_2 c_1 = \frac{1}{l} \sin \left\{ \frac{\tau}{l} \right\} - \frac{1}{l} \sin \left\{ \frac{\tau}{l} \right\} \cos \tau - \frac{\tau - 2\tilde{\tau}}{l^2 - 1} \cos \left\{ \frac{\tau}{l} \right\} + \frac{\tau - 2\tilde{\tau}}{l^2 - 1} \cos \tau \quad (5.41)$$

$$a_1(\dot{b}_1 - \dot{b}_2) - b_1(\dot{a}_1 - \dot{a}_2) = \frac{1}{l^2 - 1} \sin \left\{ \frac{\tau}{l} \right\} - \frac{1}{l^2 - 1} \sin \tau +$$

$$+ \frac{1}{l^2 - 1} \cos \left\{ \frac{\tau}{l} \right\} \sin \tau - \frac{1}{l^2 - 1} \sin \left\{ \frac{\tau}{l} \right\} \cos \tau$$

$$\begin{aligned} a_1(\dot{c}_1 - \dot{c}_2) - c_1(\dot{a}_1 - \dot{a}_2) &= \frac{1}{l^2 - 1} + \frac{1}{l^2 - 1} \cos \tau - \frac{1}{l^2 - 1} \cos \left\{ \frac{\tau}{l} \right\} - \\ &- \frac{1}{l^2 - 1} \sin \left\{ \frac{\tau}{l} \right\} - \sin \tau - \frac{1}{l^2 - 1} \cos \left\{ \frac{\tau}{l} \right\} \cos \tau \end{aligned}$$

Timpul adimensional  $\tau_1$  se determină din ecuația :

$$\begin{aligned} a_1 b_2 - a_2 b_1 & & a_1 c_2 - a_2 c_1 & & & = 0 & (5.42) \\ a_1(\dot{b}_1 - \dot{b}_2) - b_1(\dot{a}_1 - \dot{a}_2) & & a_1(\dot{c}_1 - \dot{c}_2) - c_1(\dot{a}_1 - \dot{a}_2) & & & & \end{aligned}$$

din care se obține soluția :

$$\bar{\zeta}_1 = \frac{\tilde{\eta}}{\zeta_1} \quad (5.43)$$

soluție care concordă cu observațiile experimentale.

Deoarece  $\zeta_1$  are o valoare mare din (5.43) rezultă că timpul de contact  $\bar{\zeta}_1$  este mic pentru cazul limitatorului elastic, iar pentru cazul limitatorului rigid ( $\zeta_1 \rightarrow \infty$ ) timpul de contact  $\bar{\zeta}_1 \rightarrow 0$ .

In fig. 5.14 se prezintă curba de variație  $\bar{\zeta}_1 = \bar{\zeta}_1(\zeta_1)$ .

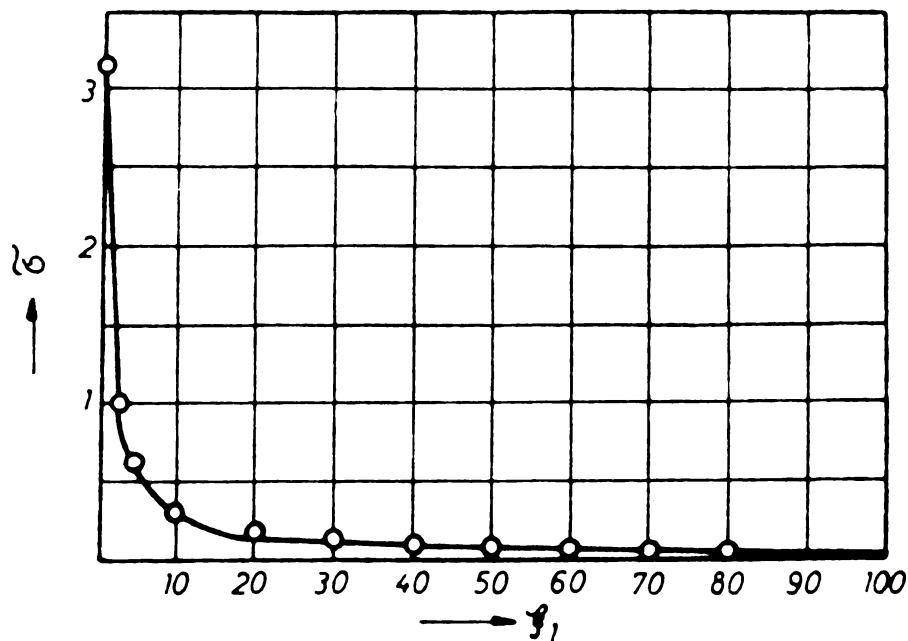


Fig. 5.14

Cu valoarea lui  $\bar{\zeta}_1$  determinată de relația (5.43) coeficienții (5.39) devin :

$$a_1 = 0; \quad b_1 = -A_1 \sin \frac{\tilde{\eta}}{\zeta_1}; \quad c_1 = A_1 + A_1 \cos \frac{\tilde{\eta}}{\zeta_1} \quad (5.44)$$

$$a_2 = \frac{\tilde{\eta}}{\zeta_1} - 2; \quad b_2 = 2\tilde{\eta} - \frac{\tilde{\eta}}{\zeta_1} + \sin \frac{\tilde{\eta}}{\zeta_1}; \quad c_2 = 1 - \cos \frac{\tilde{\eta}}{\zeta_1}$$

Relațiile (5.34) pentru valorile coeficienților (5.44) devin

$$-\sin \frac{\tilde{\theta}}{\lambda_1} \sin \varphi_0 + (1 + \cos \frac{\tilde{\theta}}{\lambda_1}) \cos \varphi_0 = 0 \quad (5.45)$$

$$\left(\frac{\tilde{\theta}}{\lambda_1} - 2\right) \dot{y}_0 + \left(2\tilde{\theta} - \frac{\tilde{\theta}}{\lambda_1} + \sin \frac{\tilde{\theta}}{\lambda_1}\right) \sin \varphi_0 + (1 + \cos \frac{\tilde{\theta}}{\lambda_1}) \cos \varphi_0 = 0$$

Din ecuațiile (5.45) se obțin

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{\cos \frac{\tilde{\theta}}{\lambda_1} + 1}{\sin \frac{\tilde{\theta}}{\lambda_1}} = \operatorname{ctg} \frac{\tilde{\theta}}{2\lambda_1} \quad (5.46)$$

și

$$y_0 = \pm \left(1 + \frac{2\sin \frac{\tilde{\theta}}{\lambda_1}}{2\tilde{\theta} - \frac{\tilde{\theta}}{\lambda_1}}\right) \cos \frac{\tilde{\theta}}{2\lambda_1} \quad (5.47)$$

S-a reprezentat în figura 5.15 curba  $\operatorname{tg} \varphi_0$  în funcție de  $\lambda_1$ .

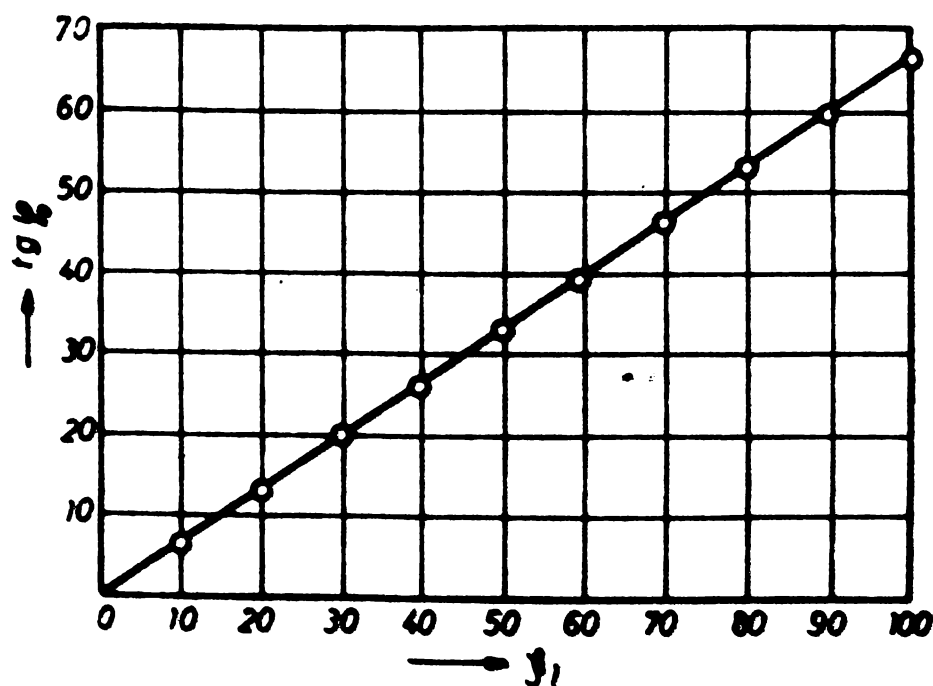


Fig. 5.15

unde

în fig. (5.16) s-a reprezentat  $\dot{y}_0^+$  în funcție de

$$y_0^+ = \left(1 + \frac{2\sin \frac{\tilde{\theta}}{\lambda_1}}{2\tilde{\theta} - \frac{\tilde{\theta}}{\lambda_1}}\right) \cos \frac{\tilde{\theta}}{2\lambda_1} \quad (5.47a)$$

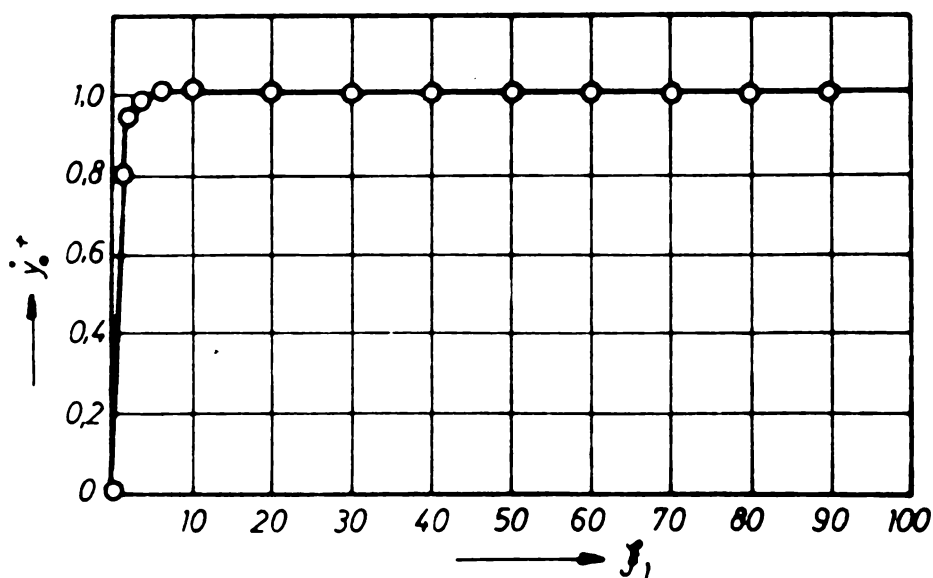


Fig. 5.16

iar în fig. 5.17.s-a.reprezentat, în funcție de  $\beta_1$ , variația  $\dot{y}_0^-$  avînd expresia

$$\dot{y}_0^- = -\left(1 + \frac{2 \sin \frac{\beta_1}{2}}{2\beta_1 - 1}\right) \cos \frac{\beta_1}{2} \quad (5.47b)$$

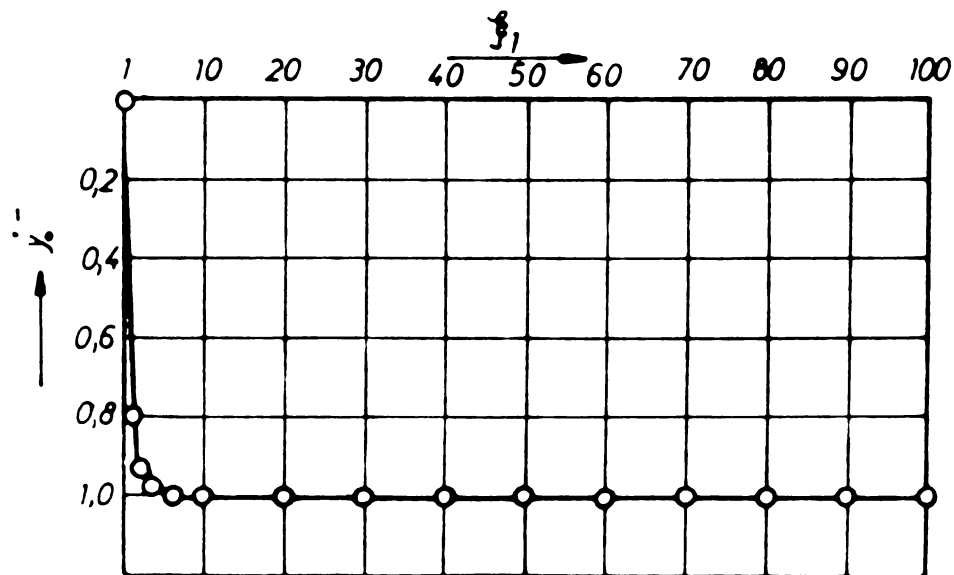


Fig. 5.17

Pentru ca mișcarea să fie periodică, ținînd seama ca  $\beta_1$  marchează momentul desprinderii de pe limitator și ca axa ox este aleasă ca în fig. 5.12), este necesar ca  $y_0$  să fie negativă. În consecință pentru studiul stabilității se va utiliza în continuare relația (5.47b).

In studiul stabilității mișcării periodice se admite că prima etapă a mișcării masei  $m$  în contact cu limitatorul începe în condițiile

$$\bar{z} = 0; \varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi_0(1); \dot{y}_1 = \dot{y}_0 + \Delta\dot{y}_0(1); y_1 = 0 \quad (5.48)$$

In aceste condiții legea de mișcare în contact cu limitatorul este :

$$y_1 = a_1\dot{y}_0 + b_1\sin\varphi_0 + c_1\cos\varphi_0 + a_1\Delta y_0^{(1)} + (b_1\cos\varphi_0 - c_1\sin\varphi_0)\Delta\varphi_0^{(1)} \quad (5.49)$$

și

$$\dot{y}_1 = \dot{a}_1\dot{y}_0 + \dot{b}_1\sin\varphi_0 + \dot{c}_1\cos\varphi_0 + \dot{a}_1\Delta\dot{y}_0^{(1)} + (\dot{b}_1\cos\varphi_0 - \dot{c}_1\sin\varphi_0)\Delta\dot{\varphi}_0^{(1)} \quad (5.50)$$

Această etapă de mișcare se termină în condițiile

$$\bar{z} = \bar{z}_1 + \Delta\bar{z}_1^{(1)}; \dot{y}_1 = \dot{y}_{12} + \Delta\dot{y}_{12}; y_1 = 0 \quad (5.51)$$

Tinând seama de condițiile (5.51), se obține :

$$\dot{y}_{12}\Delta\bar{z}_1^{(1)} + a_1\Delta y_0^{(1)} + (b_1\cos\varphi_0 - c_1\sin\varphi_0)\Delta\varphi_0^{(1)} = 0 \quad (5.52)$$

$$\Delta\dot{y}_{12}^{(1)} = \ddot{y}_{12}\Delta\bar{z}_1^{(1)} + \dot{a}_1\Delta\dot{y}_0^{(1)} + (\dot{b}_1\cos\varphi_0 - \dot{c}_1\sin\varphi_0)\Delta\dot{\varphi}_0^{(1)} \quad (5.53)$$

Mișcarea masei  $m$ , pentru contactul cu limitatorul întrerupt, începe în momentul  $\bar{z} = \bar{z}_1 + \Delta\bar{z}_1^{(1)}$  și se termină în momentul  $\bar{z}_2 = 2\bar{z}_1 + \Delta\bar{z}_1^{(2)}$ , în condițiile

$$y_2(\bar{z}_2) = 0; \dot{y}_2(\bar{z}_2) = \dot{y}_0 + \Delta\dot{y}_0^{(2)}; \varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi_0^{(2)} \quad (5.54)$$

In acest condiții :

$$y_2 = a_2\dot{y}_0 + b_2\sin\varphi_0 + c_2\cos\varphi_0 + a_2\Delta\dot{y}_0^{(2)} + (a_2\dot{y}_0 + b_2\sin\varphi_0 + c_2\cos\varphi_0) \cdot \Delta\bar{z}_1^{(2)} + b_2(\cos\varphi_0 - c_2\sin\varphi_0)\Delta\varphi_0^{(2)}$$

și

$$\dot{y}_2 = a_2\dot{y}_0 + b_2\sin\varphi_0 + \dot{c}_2\cos\varphi_0 + \dot{a}_2\Delta\dot{y}_0^{(2)} + \quad (5.56)$$

$$+ (a_2\dot{y}_0 + b_2\sin\varphi_0 + c_2\cos\varphi_0)\Delta\bar{z}_1^{(2)} + (b_2\cos\varphi_0 - c_2\sin\varphi_0)\Delta\dot{\varphi}_0^{(2)}$$

Introducând condițiile (5.51), de racordare cu primul interval de mișcare, în relațiile (5.55) și (5.56) se obține



$$\dot{y}_{12} \Delta \bar{z}_1^{(1)} + a_2 \Delta \dot{y}_0^{(2)} + y_{12} \Delta \bar{z}_1^{(2)} + (b_2 \cos \varphi_0 - c_2 \sin \varphi_0) \Delta \varphi_0^{(2)} \quad (5.57)$$

și

$$\dot{y}_{12}^{(1)} = \ddot{y}_{12} \Delta \bar{z}_1^{(1)} + \dot{a}_2 \Delta y_0^{(2)} + \ddot{y}_{12} \Delta \bar{z}_1^{(2)} + (\dot{b}_2 \cos \varphi_0 - \dot{c}_2 \sin \varphi_0) \Delta \varphi_0^{(2)} \quad (5.58)$$

Tinând seama că  $\Delta \varphi_0^{(2)} = \Delta \varphi_0^{(1)} + \bar{z}_1^{(2)}$

$$\quad (5.59)$$

din relațiile (5.57) și (5.58) rezultă :

$$\begin{aligned} a_2 \Delta \dot{y}_0^{(2)} + (\dot{y}_{12} + b_2 \cos \varphi_0 - c_2 \sin \varphi_0) \Delta \varphi_0^{(2)} &= \\ = a_1 \Delta \dot{y}_0^{(1)} + (\dot{y}_{12} + b_1 \cos \varphi_0 - c_1 \sin \varphi_0) \Delta \varphi_0^{(1)} &\quad (5.60) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{a}_2 \Delta \dot{y}_0^{(2)} + (\ddot{y}_{12} + \dot{b}_2 \cos \varphi_0 - \dot{c}_2 \sin \varphi_0) \Delta \varphi_0^{(2)} &= \\ = \dot{a}_1 \Delta \ddot{y}_0^{(1)} + (\ddot{y}_{12} + \dot{b}_1 \cos \varphi_0 - \dot{c}_1 \sin \varphi_0) \Delta \varphi_0^{(1)}. &\end{aligned}$$

Relațiile (5.60) corespund primului ciclu de mișcare al masei  $m$ . În mod analog se stabilesc relațiile pentru ciclu de ordinul  $(s)$  respectiv

$$\begin{aligned} a_2 \Delta \ddot{y}_0^{(s+1)} + \alpha_2 \Delta \varphi_0^{(s+1)} &= a_1 \Delta \ddot{y}_0^{(s)} + \alpha_1 \Delta \varphi_0^{(s)} \\ \dot{a}_2 \Delta \ddot{y}_0^{(s+1)} + \beta_2 \Delta \varphi_0^{(s+1)} &= \dot{a}_1 \Delta \ddot{y}_0^{(s)} + \beta_1 \Delta \varphi_0^{(s)} \quad (5.61) \end{aligned}$$

în care

$$\alpha_1 = \dot{y}_{12} + b_1 \cos \varphi_0 - c_1 \sin \varphi_0; \quad \beta_1 = \ddot{y}_{12} + \dot{b}_1 \cos \varphi_0 - \dot{c}_1 \sin \varphi_0 \quad (5.62)$$

$$\alpha_2 = \dot{y}_{12} + b_2 \cos \varphi_0 - c_2 \sin \varphi_0; \quad \beta_2 = \ddot{y}_{12} + \dot{b}_2 \cos \varphi_0 - \dot{c}_2 \sin \varphi_0$$

Dacă în ecuațiile (5.61) se pun condițiile

$$\Delta y_0^{(s+1)} = \lambda \Delta y_0^{(s)}; \quad \Delta \varphi_0^{(s+1)} = \lambda \Delta \varphi_0^{(s)} \quad (5.63)$$

atunci se determină din ecuația :

$$\begin{vmatrix} a_1 & - & a_2 & 1 & - & 2 \\ a_1 & - & a_2 & 1 & - & 2 \end{vmatrix} = 0 \quad (5.64)$$

respectiv :

$$(a_2 \beta_2 - a_2 \alpha_2) \lambda^2 + (a_1 \alpha_2 + a_2 \alpha_1 - a_1 \beta_2 - a_2 \beta_1) \lambda + (a_1 \beta_1 - a_1 \alpha_1) = 0 \quad (5.64a)$$

Rezultă că pentru stabilitatea mișcării periodice cu salturi de pe limitatorul elastic trebuie să fie satisfăcută condiția :

$$|\lambda_1| < 1 \quad (5.65)$$

în care  $\lambda_1$  și  $\lambda_2$  sînt rădăcinile ecuației (5.64a).

S-a arătat că regimul periodic se realizează pentru

$\zeta_1 = \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1}$ . Pentru această valoare din relațiile (5.25) se obține

$$\dot{y}_{12} = -\dot{y}_0 - c_1 \sin \varphi_0 + b_1 \cos \varphi_0 \quad (5.66)$$

și

$$\ddot{y}_{12} = -\dot{c}_1 \sin \varphi_0 + \ddot{c}_1 \cos \varphi_0 \quad (5.67)$$

din care rezultă :

$$y_{12} = -\dot{y}_0 - A_1 \left(1 + \cos \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1}\right) (\sin \varphi_0 + \cos \varphi_0) \quad (5.68)$$

$$y_{12} = A_1 \sin \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1} \sin \varphi_0 - A_1 \left(\frac{\tilde{\omega}}{\omega_1}^2 + \cos \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1}\right) \cos \varphi_0$$

Pentru  $\zeta = \zeta_1$  relațiile (5.62) devin :

$$\alpha_1 = -y_0 - A_1 \left(1 + \sin \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1} + \cos \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1}\right) \cos \varphi_0 - 2 A_1 \left(1 + \cos \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1}\right) \sin \varphi_0$$

$$\alpha_2 = -y_0 + \left(2 \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1} - \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1} - A_1 + \sin \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1} - A_1 \cos \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1}\right) \cos \varphi_0 -$$

$$-1 + A_1 + (A_1 - 1) \cos \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1} \sin \varphi_0 \quad (5.69)$$

$$\beta_1 = -A_1 \left(1 + \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1}^2 + 2 \cos \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1}\right) \cos \varphi_0 + 2 A_1 \sin \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1} \sin \varphi_0$$

$$\beta_2 = -1 + A_1 \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1}^2 + (A_1 - 1) \cos \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1} \cos \varphi_0 + (A_1 - 1) \sin \frac{\tilde{\omega}}{\omega_1} \sin \varphi_0$$

Se observă că și pentru acest caz particular determinarea domeniilor de stabilitate implică calcule laborioase. În lucrarea (21) se arată că pentru limitatoarele elastice fără amortizare, termenul liber al ecuației caracteristice este egal

cu unitatea, ceea ce conduce la concluzia că analiza stabilității necesită un studiu special care complică și mai mult calculele.

Din acest motiv este necesar să se considere și efectul amortizării limitatorului.

#### 5.4.1.4. Cazul limitatorului elastic cu amortizare.

În cazul concret al mașinilor de format, elementul elastic al limitatorului se realizează din cauciuc. Caracteristica elastică a cauciucului și implicit a limitatorului se modifică în timp datorită următorilor factori care intervin în exploatare :

- Numărul foarte mare de cicluri de solicitare.
- Schimbarea condițiilor de mediu (variații de temperatură).
- Acțiunea agenților chimici din atmosfera haelor din turnătorii.
- Contactul inevitabil cu uleiul inversat în aerul comprimat care se aşapează din generatorul de vibrații.
- Îmbătrânirea naturală a cauciucului.

Din această cauză se impune, să se țină seama, în studiul mișcării, de relaxarea și degradarea elementelor elastice ale limitatoarelor. În cadrul acestui studiu, care are un caracter de noutate în acest domeniu, s-au folosit funcții analoge funcțiilor de-fluaj ale metalelor, urmînd ca pe cale experimentală să se determine pentru clase de elemente elastice, constantele  $h$  și  $\alpha$  care intervin în aceste funcții și care se vor utiliza în proiectarea instalațiilor vibro-percutante care realizează mișcări periodice.

Considerînd relaxarea elementului elastic și utilizînd funcțiile amintite mai sus, se scriu următoarele ecuații de mișcare :

$$\ddot{y}_1 + \left\{ 1 y_1 + h \int_{-\infty}^{\xi} y_1(\theta) e^{-\alpha(\xi-\theta)} d\theta \right\} = \cos(\xi + \varphi_0) \quad (5.70)$$

$$\ddot{y}_2 = \cos(\xi + \varphi_0).$$

Soluțiile ecuațiilor 5.70 sînt :

$$\begin{aligned}
 y_1 &= a_1 \dot{y}_0 + b_1 \sin \varphi_0 + c_1 \cos \varphi_0 \\
 y_2 &= a_2 \dot{y}_0 + b_2 \sin \varphi_0 + c_2 \cos \varphi_0
 \end{aligned}
 \tag{5.71}$$

în care

$$\begin{aligned}
 a_1 &= \frac{\sin \varphi_1 \bar{z}}{\varphi_1} \\
 b_1 &= r \cos \varphi_1 \bar{z} + \frac{\beta \sin \varphi_1 \bar{z}}{\varphi_1} - r \cos \bar{z} - \beta \sin \bar{z}; \\
 \beta &= \frac{\varphi_1^2 - 1 + \frac{h}{1+\alpha^2}}{(\varphi_1^2 - 1 + \frac{h\alpha}{1+\alpha^2})^2 + (\frac{h}{1+\alpha^2})^2}
 \end{aligned}
 \tag{5.72}$$

$$r = \frac{\frac{h}{1+\alpha^2}}{(\varphi_1^2 - 1 + \frac{h\alpha}{1+\alpha^2})^2 + (\frac{h}{1+\alpha^2})^2}$$

$$c_1 = -\beta \cos \varphi_1 \bar{z} + \frac{\sin \varphi_1 \bar{z}}{\varphi_1} + \beta \cos \bar{z} - r \sin \bar{z}$$

$$\begin{aligned}
 a_2 &= \bar{z} - 2\tilde{\eta}; \quad b_2 = -(\bar{z} - 2\tilde{\eta}) + \sin \bar{z}; \quad c_2 = 1 - \cos \bar{z} \\
 (\bar{z}_1 &= \frac{\tilde{\eta}}{\varphi_1}).
 \end{aligned}$$

5.4.2. Cazul limitatorului rigid.

Sistemele în care limitatorul este rigid se numesc vibropercutante. Aceste sisteme au fost studiate amănunțit în literatură. Se consideră că pentru proiectarea și funcționarea instalațiilor vibropercutante interesează câteva cazuri particulare care se vor studia în continuare. Urmînd rezultatele obținute în lucrarea (21) se studiază cazul unui sistem vibropercutant model fig. 5.18 format din masa  $m_f$  care se mișcă liber pe verticală și se ciocnește de un reper care are o mișcare peri-

odică impusă. Ciocnirea se presupune instantanee ( $\zeta_1 = 0$ ) cu coeficient de restituire  $R$  ( $0 < R < 1$ ).

Se presupune că reperul (limitatorul) are o mișcare periodică care nu este influențată de ciocnirea masei  $m_f$ , respectiv de ciocnirile cutiei de formare și se consideră că perioada acestei mișcări este  $\frac{2\tilde{\omega}}{\omega}$ . Coordonata mișcării față de sistemul considerat fixat se notează cu  $y(t)$  cu semn pozitiv orientat în sus pe verticală. Poziția masei  $m_f$  este determinată prin distanța relativă  $x$  măsurată pînă la limitator.

Ecuția diferențială a mișcării relative între două ciocniri consecutive este :

$$\ddot{x} = -g - \ddot{y} \quad (5.73)$$

Se observă că mișcarea relativă a masei  $m_f$  este identică cu mișcarea absolută cînd asupra masei  $m_f$  acționează o forță perturbatoare  $-m_f\ddot{y}$  (fig. 5.18).

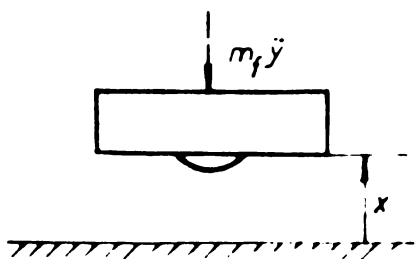


Fig. 5.18

Se notează cu  $t_i$  momentul în care are loc ciocnirea de ordinul  $i$ . Dacă se notează cu  $-v_i$  viteza relativă de la începutul acestei ciocniri viteza va fi  $Rv_i$ . Rezultă că între ciocnirea de ordinul  $i$  și  $i + 1$

condițiile inițiale ale mișcării relative sînt :

$$t = t_i ; \quad x = 0 ; \quad \dot{x} = Rv_i \quad (5.74)$$

iar începutul ciocnirii de ordinul  $i + 1$  are loc în condițiile:

$$t = t_{i+1} ; \quad x = 0 ; \quad \dot{x} = -v_i \quad (5.75)$$

Pentru ca sistemul vibropercutant să admită mișcări periodice este necesar ca

$$t_{i+1} - t_i = \frac{2\tilde{\omega}}{\omega}n \quad v_{i+1} = v_i = v \quad \begin{cases} n = 1, 2, 3, \dots \\ i = 0, 1, 2, 3. \end{cases} \quad (5.76)$$

În ipotezele anterioare s-a stabilit că pentru existența mișcărilor periodice trebuie să fie îndeplinite condițiile :

$$v = \frac{2\tilde{\omega}n g}{(1+R)} ; \quad y(t_i) = \frac{\tilde{\omega}n g}{\omega} \frac{1-R}{1+R} \quad (5.77)$$

Pentru cazul considerat în condițiile și ipotezele făcute, legea de mișcare se exprimă prin :

$$x = -\frac{g}{2}(t - t_1)^2 + \frac{\tilde{n}ng}{\omega}(t - t_1) \cdot [y(t) - y(t_1)] \quad (5.78)$$

Aceste mișcări periodice sînt stabilite dacă este îndeplinită condiția:

$$\frac{-2g(1+R^2)}{(1+R)^2} < \dot{y}(t_1) < 0 \quad (5.79)$$

Se știe că la funcționarea utilajelor reale, viteza unghiulară nu rămîne riguros constantă, avînd perturbații mici în jurul unei valori medii, fapt constatat și în cazul instalației vibropercutante pentru cercetarea experimentală a posibilității confecționării miezurilor prin vibrații și vibropercuții (fig. 5.5)

Tinînd seama de observațiile experimentale și de rezultatele obținute în lucrarea (21) se poate considera că

$$y(t) = y_0 \cos(\omega t + \delta \sin 2\omega t) \quad (5.80)$$

Relația (5.80), pentru suficient de mic, se poate aproxima prin :

$$y(t) = y_0 [J_0(\delta) - J_1(\delta)] \cos \omega t + y_0 J_1(\delta) \cos 3\omega t \quad (5.81)$$

Alegînd  $n = 1$  condițiile (5.77) devin

$$v = \frac{2\tilde{n}g}{\omega(1+R)}; -y_0(J_0 - J_1) \sin \omega t_1 - 3y_0 J_1 \sin 3\omega t_1 = \frac{g}{\omega} \frac{1-R}{1+R} \quad (5.82)$$

iar condiția de stabilitate (5.79) pentru acest caz particular devine :

$$0 < y_0(J_0 - J_1) \cos \omega t_1 + 9y_0 J_1 \cos 3\omega t_1 < \frac{2g(1+R^2)}{\omega^2(1+R)^2} \quad (5.83)$$

Folosind notațiile :

$$\xi = \frac{y_0 [J_0(\delta) - J_1(\delta)]}{g}$$

$$\varphi = \cos \omega t_0; \quad i = 0; \quad \varepsilon = \frac{J_1}{J_0 - J_1} \quad (5.84)$$

Condiția de existență a regimurilor periodice devine:

$$\varphi = -\tilde{n} \frac{1-R}{1+R} \frac{1}{\sin \varphi + 3\varepsilon \sin 3\varphi} \quad (5.85)$$

Inlocuind în condițiile (5.83) inegalitățile prin egalități se obține :

$$\cos \varphi + 9\varepsilon \cos 3\varphi = 0 \quad (5.87)$$

și

$$= \frac{2}{\cos \varphi + 9 \cos 3\varphi} \frac{1+R^2}{(1+R)^2}$$

relații care determină limitele domeniilor de stabilitate.

5.5. Incercări experimentale. Indesarea amestecurilor de formare prin vibropercuții, metodă nouă de formare în turnătorii.

Realizarea generatorului de vibrații și a instalației vibropercutante de formare a creat condiții pentru încercări experimentale de formare, încercări prin care să se verifice posibilitatea practică a formării prin vibropercuții și să se confirme noua metodă de formare în vederea aplicării ei în industrie.

Incercările s-au efectuat în laboratorul de cercetări metalurgice al I.C.M. Reșița, în cadrul contractului de cercetare, împreună cu un colectiv mixt format din cadre didactice de la catedra de mecanică de la Institutul politehnic "Traian Vuia" din Timișoara și din specialiști în tehnologii de formare din Intreprinderea de construcții de mașini Reșița.

Pentru încercări s-au folosit cutii de miez din fabricația curentă a I.C.M. Reșița, amestecuri de formare sintetice pe bază de rășini furanice și fenolice, instalația vibropercutantă de formare (fig.5.5) și aparatura de înregistrare a mărimilor caracteristice pentru regimurile vibropercutante (fig.5.3).

S-au efectuat încercări experimentale de formare a miezurilor model 277/76 la LDA 030 utilizând diferite regimuri vibratorii și vibropercutante.

Incercările experimentale efectuate s-au desfășurat într-o anumită succesiune de mînuiri și faze, care constituie scheletul tehnologiei de formare prin acest procedeu și, anume:

- Punerea în funcție a instalației prin deschiderea robinetului principal de admisie a aerului.
- Reglarea pe poziția de debit maxim a venitului pe conducta de alimentare a generatorului de vibrații și reglare a presiunii de alimentare la  $p = 45 \text{ daN/cm}^2$ .
- Verificarea dispozitivului de prindere pneumatică a cutiilor de miez pentru ca acesta să fie pe poziția deblocat.
- Așezarea și centrarea cutiei de miez (poz.2 fig. 5.6) pe masa vibrantă a instalației (poz.1 fig.5.6) ținînd seama de axele de simetrie ale cutiei de miez și ale plăcii vibrante.



- Alegerea și montarea bacurilor dispozitivului pentru fixare a cutiei de miez în funcție de dimensiunile cutiei.
- Fixarea cutiei de miez pe placa vibrantă, prin comutarea manetei distribuitorului bipozițional pe poziția blocat.
- Umplerea cutiei de miez (poz.2 fig.5.6) cu amestec de formare (poz.3 fig.5.6).
- Realizarea contactului dintre placa vibrantă și tijele de percuție, prin manevrarea manetei dispozitivului de percuție.
- Pornirea, menținerea funcționării și oprirea generatorului de vibrații (poz.4 fig.5.6) prin acționarea cu piciorul asupra pedalei ventilului de comandă a generatorului.
- Coborîrea tijelor percutante prin manevrarea manetei dispozitivului de percuție.
- Comutarea manetei distribuitorului bipozițional pe poziția deblocat, pentru eliberarea și evacuarea cutiei de miez de pe placa vibrantă, în vederea depozitării ei pentru întărirea chimică și extragerea miezului din cutie.

Schimbarea caracteristicilor regimurilor de vibrații sau vibropercuții, la care au fost supuse amestecurile în timpul încercărilor de formare, s-au realizat prin intermediul regulatorului de presiune și al ventilului de reglare a debitului, cu ajutorul cărora se modifică după dorință parametrii aerului comprimat la admisia în generatorul de vibrații și implicit caracteristicile vibrațiilor generate de aceasta. Variația timpului efectuat pentru aplicarea vibrațiilor sau vibropercuțiilor la formare, se realizează prin ventilul de comandă a funcționării generatorului.

În prima etapă încercările experimentale s-au realizat prin vibrații. Toate probele executate la diferite regimuri vibratorii, au avut calități ireproșabile ale suprafețelor dar nu au corespuns în ansamblu datorită apariției deplasărilor și fisurilor.

Aceste defecte apar datorită faptului că generatorul de vibrații produce vibrații în planul vertical care au ca urmare mișcări haotice ale particulelor amestecului de formare, mișcări care conduc la deformări ale suprafețelor active ale formelor și la fisurarea lor.

În a doua etapă a încercărilor experimentale, formarea sa realizat prin vibropercuții, metodă prin care la anumite regimuri de funcționare a instalației, s-au obținut miezuri de calitate superioară îndeplinind condițiile referitoare la gradul de îndesare, la precizia dimensională și la rugozitatea suprafețelor active.

Numărul mare de încercări, pe cutii de miez având mase diferite și în condiții vibropercutante diferite au condus la concluzia că, în procesul tehnologic de formare prin vibropercuții, pentru o anumită masă și compoziție a amestecului de formare (rețetă), caracteristicile determinate sînt : durata regimului vibropercutant și nivelul accelerațiilor.

De la primele înregistrări s-a observat că semnalul de accelerații  $a(t)$  are o formă complexă și că pentru determinarea influenței nivelelor de accelerații de transport în procesul de formare, este necesară filtrarea acestui semnal cu ajutorul filtrelor de bandă pentru trasarea spectrului de accelerații.

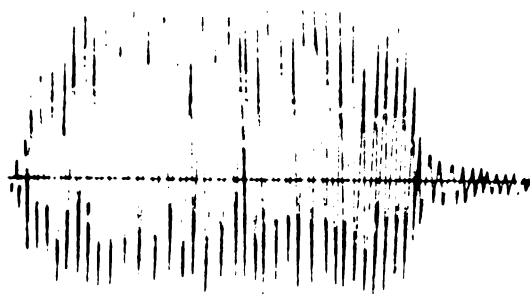


Fig.5.19

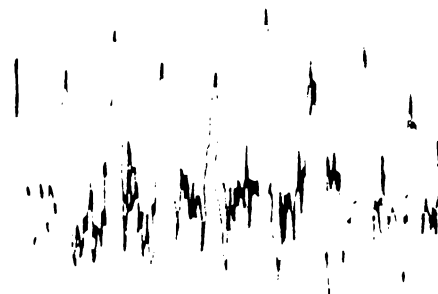


Fig.5.20

Pentru proba Nr.1 (Anexa 3) executantă pe model 227/76 din amestec furanic, oscilograma accelerațiilor redată de banda magnetică la o deplasare cu viteză de înregistrare de 10 m/s este redată în figura 5.19.

Prin extinderea aceleași oscilograme la o viteză de înregistrare de 100 de ori mai mare se obține oscilograma din fig.5.20 în care se observă forma complexă a semnalului de accelerații, din care se pot determina valorile maxime și medii. Se observă de asemenea pentru aceste accelerații, câmpul este mai intens în direcția negativă de răspuns a traductorului, fenomen care favorizează creșterea gradului de îndesare

și confirmă ipotezele teoretice făcute.

Din oscilograma din fig.5.19 rezultă durata de vibrație de 6,25 secunde. Pentru a determina, din spectrul accelerațiilor, frecvența forței perturbatoare, a vibratorului cu bilă, se oscilografiază semnalul de accelerație prin filtru (2. fig.5.3) pe poziție trece jos sub 180 Hz obținându-se oscilograma prezentată în fig. 5.21 din care rezultă  $f_{\text{bilă}} = 120$  Hz și o amplitudine medie a accelerației  $a_{\text{med}} = 3,68$  g, ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ), ceea ce corespunde la o amplitudine a vibrațiilor cutiei de miez  $x_0 = 0,068$  pentru această frecvență.

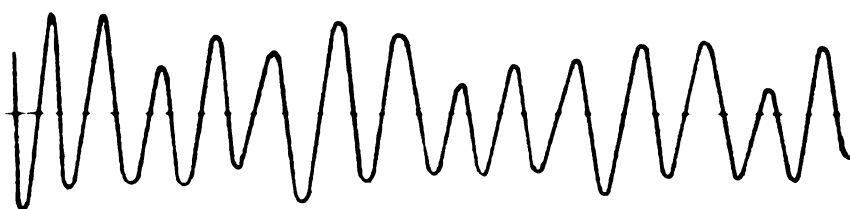


Fig. 5.21

Pentru semnalul nefiltrat (fig.5.19 și 5.20) valorile amplitudinilor accelerațiilor sînt :

$$(-)a_{\text{max}} = 11,92 \text{ g}; \quad (-)a_{\text{med}} = 10,17; \quad (+)a_{\text{med}} = 6,03 \text{ g}.$$

Amestecul de formare din cutia de miez fiind un mediu continuu complex, la șocul aplicat va răspunde cu un spectru de accelerații (fig.5.20). Modul de analiză a acestui spectru se prezintă în continuare.

Prin trecerea semnalului de accelerații prin filtrul de bandă avînd frecvențele de trecere  $f_i$  (frecvența inferioară),  $f_s$  (frecvența superioară) și frecvența  $f_m = \frac{f_i + f_s}{2}$  (frecvența medie), se poate determina ca în fig. 5.22 amplitudinea accelerațiilor de oscilație cuprinse în intervalul  $(f_i, f_s)$ .

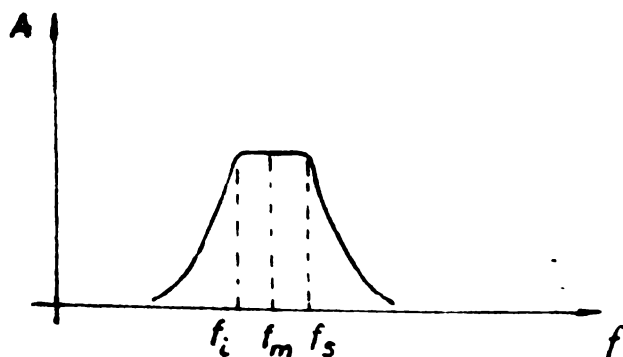


Fig. 5.22

Sînt redat în tabelul următor amplitudinile medii obținute prin filtrarea semnalului corespunzător acestei probe prin 7 filtre de bandă.

$f_s/f_i$	90/130	125/90	180/125	250/180	355/250	500/355	710/500
$f_m$ Hz	75,3	106	150	212	297	421,3	595,8
lățim- ea ben- zii Hz	27	35	55	70	105	145	210
$f$ $a_{med}$	0,88	3,33	2,10	2,35	1,93	1,58	2,10

Pe baza datelor din acest tabel s-a construit pentru proba nr.1 spectrul de amplitudini al accelerațiilor fig.5.23 în care frecvența a fost reprezentată la scară logaritmică.

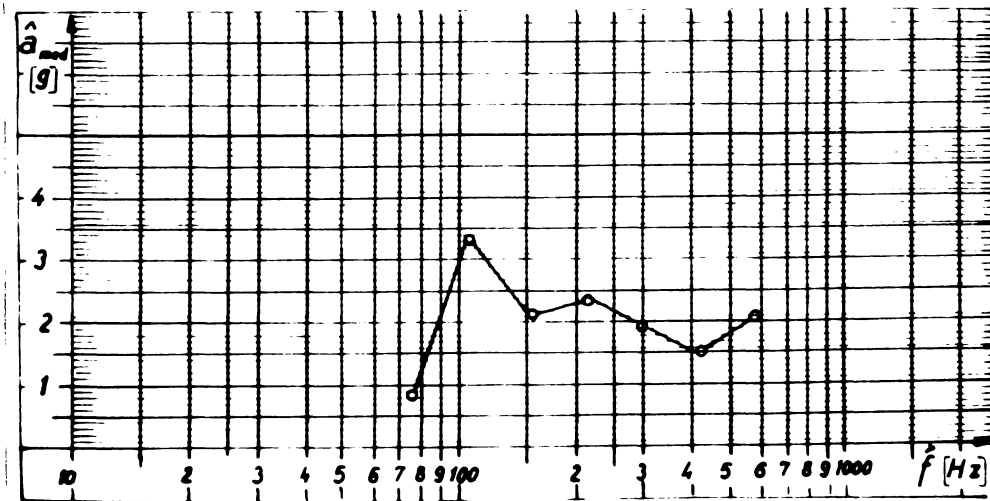


Fig.5.23

Datele încercărilor și caracteristicilor regimului de vibrare pentru proba nr.1 și pentru alte probe, prelucrate prin același procedeu sînt reprezentate în tabelul anexa 3. Din acest tabel se observă că elementele determinate pentru calitatea miezurilor, în cazul utilizării metodei de formare prin vibropercuții, sînt reprezentate prin timpul de vibrare și nivelul de accelerații.

Pe lângă încercările experimentale prezentate în tabelul Anexa 3 s-au executat, pe aceleași modele, încercări tehnologice fără a utiliza instalația pentru înregistrarea caracteristicilor regimurilor vibratorii. Pentru aceste încercări s-au consemnat durata îndesării amestecului și regimurile de funcționare ale instalației prin parametrii aerului comprimat la intrarea în generatorul de vibrații, cărora le corespund regimuri vibropercutante bine determinate.

Dintre încercările tehnologice efectuate se prezintă



Fig. 5.24



Fig. 5.25

trei miezuri executate pe modelul 030 LDA (fig.5.24, 5.25 și 5.26).

Controlul tehnic al miezurilor concomitent cu analiza condițiilor în care s-au executat au condus, pentru amestecurile de formare pe bază de rășini furanice, la aprecierea timpului optim de vibrare în jurul valorii de 10 s.

Din analiza condițiilor în care s-au format miezurile prezentate în fig. 5.25 și 5.26 a rezultat că depășirea unui anumit nivel de accelerații produce deformări și fisuri chiar dacă formarea se execută, într-un timp corespunzător valorii optime.

Prin aceste încercări experimentale de formare cu vibropercuții a unor miezuri din fabricația curentă s-au obținut rezultatele urmărite și anume :

- Demonstrarea practică a posibilității aplicării vibrațiilor în procesul de formare și confirmarea noii metode tehnologice.
- Verificarea în practică a considerațiilor teoretice făcute asupra mecanismului de formare.
- Confirmarea utilității generatorului de vibrații pneumatic cu bilă pentru procesele tehnologice din turnătorii.
- Verificarea practică a modelelor mecanice concepute pentru instalația vibropercutantă și a soluției constructive prin care modelul a fost transpus în realitate prin proiectare și execuție.

Aprecierea valorii acestor rezultate s-a concretizat prin adoptarea de către atelierul de proiectare autoutilări al întreprinderii de construcții de mașini Reșița, a soluției constructive, după care s-a realizat instalația vibropercutantă, ca anteproiect în realizarea mașinii de format prin vibropercuții pentru dotarea atelierelor de producție.

Realizările și rezultatele prezentate reprezintă asigurarea condițiilor necesare aplicării formării prin vibropercuții.

Având asigurate aceste condiții pentru aplicarea la scară industrială acestei metode este necesară cunoașterea comportării la vibrații și vibropercuții a fiecărei rețete de amestec de formare, cunoaștere posibilă prin încercări experimentale de laborator.



Fig. 5.26



## 6. COMPORTAREA AMESTECURILOR DE FORMARE LA VIBRAȚII ȘI VIBROPERCUTII

### 6.1. Instalație de laborator și metode pentru deter- minarea comportării amestecurilor de formare fluide la vibrații și vibropercuții

Cercetarea practică și bibliografică a proceselor tehnologice din turnătorii a stabilit necesitatea aplicării vibrațiilor în toate aceste procese și cu prioritate în procesul tehnologic de formare.

Considerațiile teoretice, proiectarea, execuția și încercările experimentale în condițiile concrete ale producției au stabilit posibilitatea aplicării vibrațiilor în procesul de formare printr-o nouă metodă tehnologică, factorii determinanți în acest proces și au asigurat prin realizarea instalației vibropercutante de formare baza materială pentru aplicarea acestui nou procedeu tehnologic.

Aplicarea acestei noi metode tehnologice în producție și implicit exploatarea mașinii vibropercutante de format impune cunoașterea comportării la vibrații și vibropercuții, a tuturor rețetelor de amestec care se prescriu de către tehnologii metalurgici pentru fiecare formă.

Cunoașterea comportării fiecărei rețete implică încercări experimentale, în condiții de laborator, prin care să se stabilească timpul optim de vibrare în funcție de frecvență, domeniul nivelului de accelerații, variația gradului de îndesare pe înălțimea coloanei de amestec, influența percuțiilor în cazul limitatoarelor elastice sau rigide, nivelul de zgomot în cazul percuțiilor. Numai după cunoașterea acestor elemente se poate stabili tehnologia de execuție pentru o anumită formă sau miez, tehnologie care să prescrie ~~muncitorului~~ formarea manevrelor pe care trebuie să le execute și durata acestora.

Cunoscute fiind preocupările permanente ale institutelor centrale de cercetări și a laboratoarelor uzinale pentru introducerea unor noi rețete de amestecuri sau pentru îmbunătățirea rețetelor existente se poate aprecia că cercetarea experimentală a comportării la vibrații devine o nece-

sitate în aceste laboratoare.

Pentru a realiza un început în cercetarea experimentală a comportării amestecurilor de formare la vibrații și vibropercuții, în condiții de laborator, s-a conceput o instalație și s-a elaborat o metodologie pentru desfășurarea încercărilor. Instalația realizată este redată în fig. 6.1 și prezentată schematic în fig. 6.2.

Se descrie în continuare instalația realizată, posibilitățile sale și rolul funcțional al elementelor componente, descriere care se poate urmări după prezentarea schematică din figura 6.2.

Amestecul de formare sintetic, după ce a fost preparat și introdus în cilindru gradat (4) poate și supus la vibrații de către generatorul electrodinamic de vibrații (1), pe care este montat.

Gradățiile în  $\text{cm}^3$  de pe cilindru (4), care are rolul formei sau al cutiei de miez, permit măsurarea volumului probei după compactare.

În instalație se pot utiliza vibratoare electrodinamice din import sau de fabricație I.P.T.V. Timișoara. Pentru cazul în care se folosesc vibratoare electrodinamice de tip I.P.T.V.T. s-a prevăzut în schema instalației sursa de excitație (9) necesară pentru electromagnetul acestui generator.

Între generator și cilindru este intercalat traductorul de forță (2) care servește pentru măsurarea greutatei amestecului și a componentei dinamice a forței de legătură dintre vibratorul electrodinamic și ansamblu vibrant (cilindru + amestec).

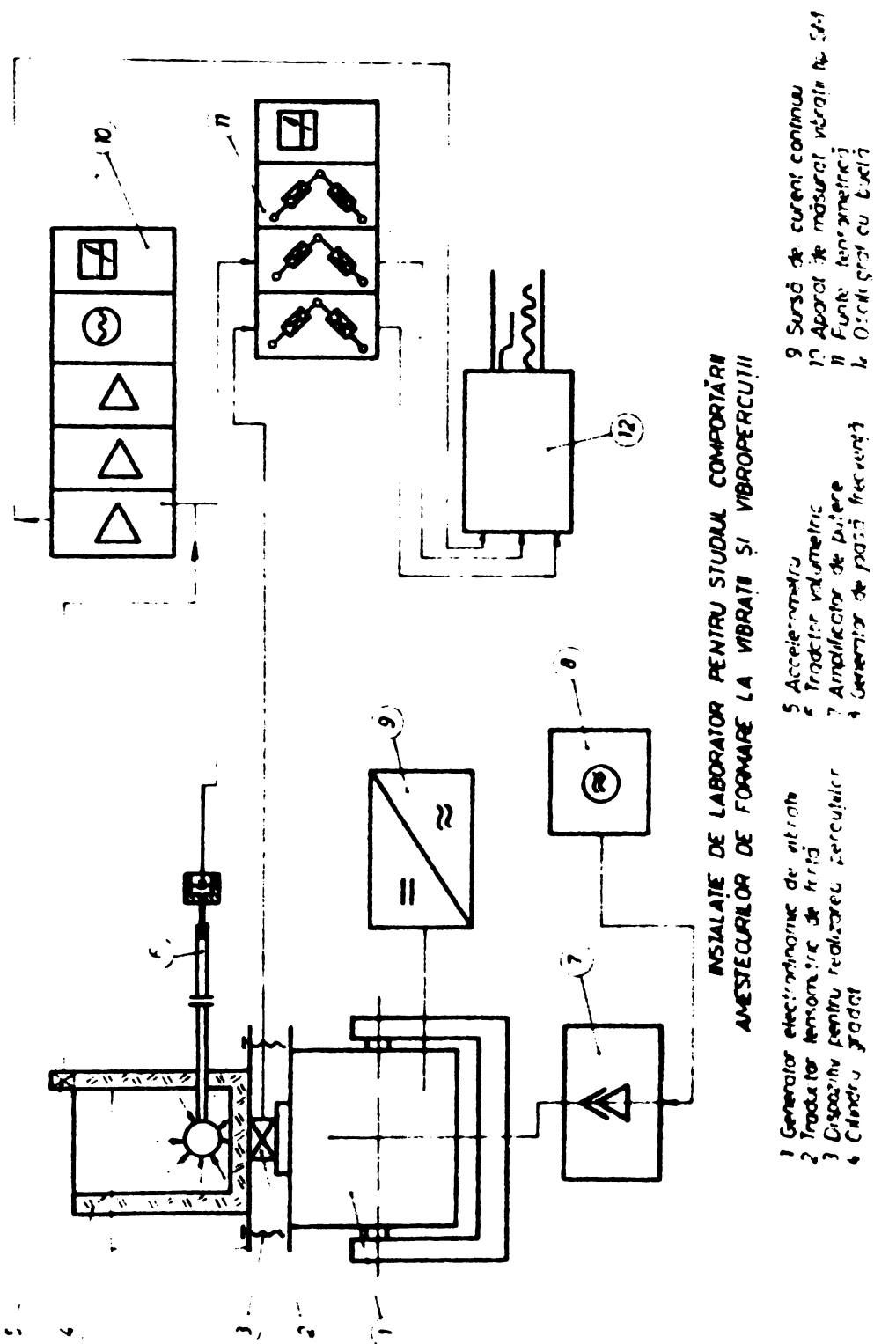
Aceste posibilități de măsurare ale instalației sînt destinate stabilirii gradului de indesare global al fiecărei probe [ $\text{gr}/\text{cm}^3$ ].

Vibratorul electrodinamic este comandat în frecvență de la generatorul de joasă frecvență (8) prin intermediul amplificatorului de putere (7). Aceste elemente ale instalației permit realizarea unor încercări la diferite regimuri vibrației și-au vibropercutante.

Nivelul accelerațiilor la care lucrează ansamblul vibrant se poate determina prin intermediul accelerometrului piezoelectric (5) montat pe cilindru gradat (4) și cuplat la aparatul de măsurarea vibrațiilor (10) de la care semnalul este preluat

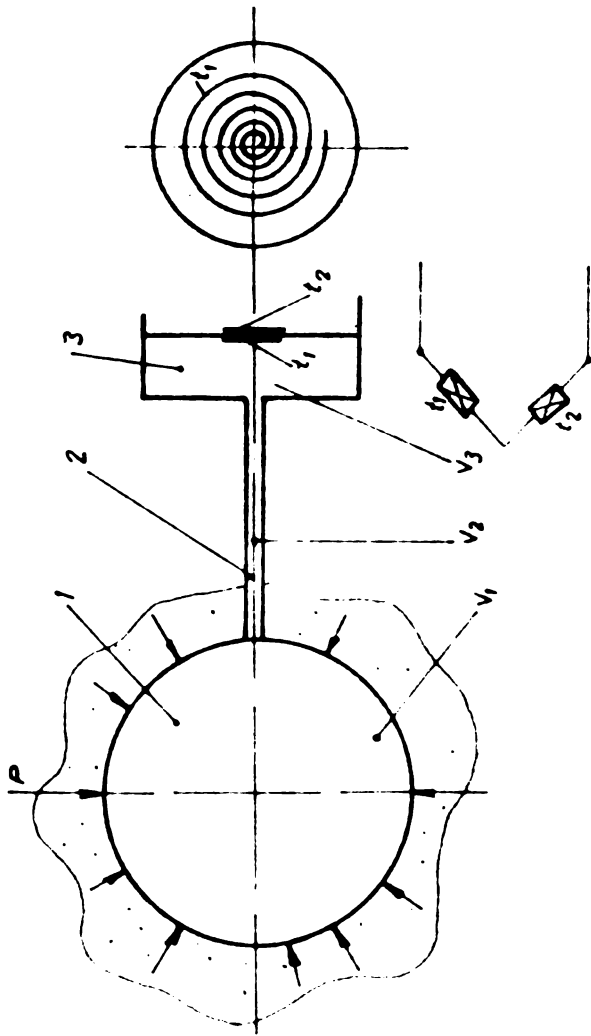


FIG. 6.1



INSTALAȚIE DE LABORATOR PENTRU STUDIUL COMPORTĂRII  
ANESTECURILOR DE FORMARE LA VIBRAȚII ȘI VIBROPERCUTII

Fig. 6.2



TRADUCTOR VOLUMETRIC

- 1 Pară de cauciuc ; 2 Tub de legătură ;
- 3 Traductor de presiune ,  $t_1$  și  $t_2$  -țimbri tensometrici

FIG. 6.3

și înregistrat de către oscilograful cu buclă (12).

În paralel cu accelerațiile vibrațiilor, oscilograful cu buclă înregistrează durata variației de volum și de presiune în zona de contact dintre amestec și model, prin intermediul traductorului volumetric (6). Traductorul volumetric (6), conceput în cadrul tezei pentru stabilirea duratei de îndesare a amestecului, este prezentat în fig. 6.3. Descrierea principiului de funcționare al acestui traductor se face cu ajutorul fig. 6.2 și 6.3.

Para de cauciuc (poz.1 fig.6.3) este fixată la bază în interiorul cilindrului gradat (poz.4 fig.6.2) și înglobată în amestecul de formare. În timpul vibrării sau vibropercutării volumul  $v_a$  al amestecului de formare se micșorează datorită îndesării. Prin micșorarea volumului amestecului de formare  $v_a$  se produc apăsări asupra pereii elastice, apăsări care conduc la variația aerului  $dv_1$  din pară și implicit la o variație  $dv$  a volumului aerului din traductorul volumetric. Volumul aerului închis în traductorul volumetric (pară, tub și traductor de presiune) este  $v = v_1 + v_2 + v_3$ . Aerul din traductorul volumetric constituind un sistem izolat față de mediul exterior, la o variație  $dv$  a volumului său corespunde o variație de presiune  $dp$  conform transformării adiabaticice.

$$pv^k = \text{const.} \quad (6.1)$$

în care

- $k$  - este coeficientul politropic pentru aer
- $p$  - presiunea aerului în traductorul volumetric

Variația de presiune  $dp$  se transmite la membrana traductorului (poz.3 fig.6.3) pe care sînt montate în semipunte traductoarele tensiometrice  $t_1$  și  $t_2$  (fig.6.3) care permit măsurarea continuă a variației de presiune.

Prin logaritmare relația (6.1) devine

$$\ln p + k \ln v = \text{const.} \quad (6.2)$$

Diferențiind relația (6.2) se obține :

$$\frac{dp}{p} + k \frac{dv}{v} = 0 \quad ; \quad dp = - \frac{kp}{v} dv$$

Prin înlocuirea valorii lui  $p$  din relația (6.1) în (6.3) rezultă :

$$dp = - \frac{k}{v^{k+1}} dv \quad (6.4)$$

Variația  $dv$  a volumului aerului din traductor se datorește variației volumului  $dv_1$  a pereii elastice, înglobată în amestecul de formare supus vibrații și în consecință  $dv = dv_1$ . Variația  $dv_1$  mică în raport cu volumul  $v_1$  al pereii elastice este foarte mică în raport cu volumul total  $v$  al aerului din traductorul volumetric. În același timp micșorarea de volum  $dv$  în variație de presiune  $dp$ , se realizează pentru traductorul construit, la volum constant și în consecință în relația 6.3 termenul

$$- \frac{k}{v^{k+1}} = C_1 \quad (6.4b)$$

este o constantă care se determină experimental prin etalonarea traductorului.

Tinând seama de (6.4) relația (6.4b) devine

$$dp = C_1 dv \quad (6.5)$$

respectiv pentru variații finite

$$p = C_1 v \quad (6.6)$$

Știind că variația  $v$  a volumului aerului din traductorul volumetric este de fapt variația  $v_1$  a volumului aerului din para elastică se poate scrie :

$$dp = C_1 dv_1 \quad (6.7)$$

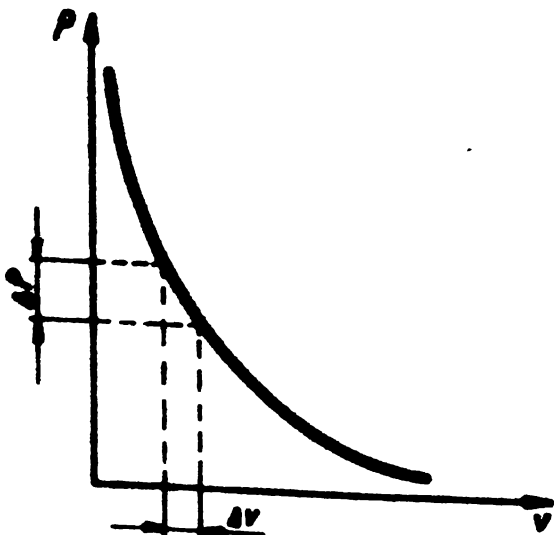


Fig.6.4

În afara considerațiilor care au condus la linearitatea dintre variația volumului aerului din traductor și variația presiunii sale preluate de membrana elastică, această linearitate putea fi aproximată numai pe baza diagramei  $p_v$  (fig.6.4) (prin metoda coardelor din analiza matematică) pentru variații finite



(mici) ale acestor mărimi.

Variația de volum  $dv_1$  fiind proporțională cu variația  $dv_A$  a amestecului de formare rezultă :

$$dp = C_1 dv_A \quad (6.8)$$

Integrând relația (6.8) se obține

$$p = C_1 v_A \quad (6.9)$$

Raționamentul care a stat la baza soluției constructive a traductorului volumetric a condus la relația (6.9), relație care stabilește legătura lineară dintre variația semnalului de presiune emis și variația densității volumetrice a amestecului de formare în zona din jurul parei de cauciuc înglobată în amestec.

Rezultă că din momentul în care semnalul traductorului nu mai indică o creștere de presiune, îndesarea prin vibrații s-au vibropercuții s-a terminat și că primul rol funcțional al acestui traductor este de a stabili pentru un anumit regim vibratoriu s-au vibropercutant durata compactării amestecului de probă.

Dacă semnalul traductorului se etalonează și în unități de presiune, în funcție de apăsarea amestecului de formare pe pașă, traductorul își exercită și cel de al doilea rol al său prin măsurarea și înregistrarea variației de presiune exercitată de amestec asupra modelului (para de cauciuc), mărime cu influențe determinate asupra preciziei dimensionale, asupra rugozității suprafețelor formei, precum și asupra rezistenței acestora la acțiunile mecanice și termice ale metalului lichid.

Instalația este prevăzută și cu un dispozitiv de realizare a percuțiilor (poz.3 fig.6.2). Dispozitivul se compune dintr-un jug fixat la partea mobilă a generatorului de vibrații, pe jug sînt montate două șuruburi cu contrapiulițe care prin înșurubare pot ajunge în contact cu două reazeme fixe montate pe carcasa generatorului. Prin manevrarea acestor șuruburi se pot realiza regimuri vibratorii sau vibropercutante. Materialele din care s-a confecționat acest dispozitiv sînt antimagnetice pentru a nu influența asupra funcționării generatorului. Pentru realizarea unor regimuri vibropercutante pe reazem elastic se plachează cu cauciuc reazemele

fixe montate pe carcasa generatorului.

Cu instalația de laborator astfel concepută se pot obține prin încercări experimentale date referitoare la gradul de îndesare global al probei, durata îndesării, presiune exercitată pe model la un anumit regim vibratoriu sau vibropercutant și evident date referitoare la variația acestor mărimi în funcție de parametrii regimului de lucru.

Astfel de date, care se pot obține foarte repede, pot sta la baza unor hotărâri necesare a se lua imediat asupra unei tehnologii de formare prin vibrații.

Cunoașterea amănunțită a comportării la vibrații și vibropercuții a unei anumite rețete de amestec solicită și date privind variația gradului de îndesare pe înălțimea coloanei, variația permeabilității, influența percuțiilor pe reazem elastic și rigid, nivelul de zgomot, etc., date necesare pentru optimizarea parametrilor regimului vibropercutant. În scopul obținerii acestor date instalația de laborator (fig.6.2) se modifică înlocuind cilindru gradat (poz.4 fig.6.2) împreună cu transductorul volumetric prin cilindru din tronsoane (fig.6.5) și se completează cu o balanță analitică și cu un aparat pentru determinarea permeabilității.

Cilindru din tronsoane (fig.6.5) este realizat din aluminiu, dimensiunile de lucru ale fiecărui tronson fiind stabilite prin standardul referitor la probele de permeabilitate. Se vor asambla prin șuruburi un număr de tronsoane funcție de înălțimea coloanei de-a lungul căreia se urmăresc variațiile mărimilor studiate. Probele obținute din fiecare tronson de volum cunoscut, cântărite în vederea stabilirii gradului de îndesare și supuse încercării de permeabilitate, furnizează date asupra variației acestor mărimi pe înălțimea coloanei și în funcție de parametrii regimului de lucru.

Posibilitățile de realizare a unor regimuri vibratorii sau vibropercutante cu parametri variabili împreună cu posibilitățile de măsurare și înregistrare ale instalației prezentate, au condus la stabilirea metodelor experimentale pentru cercetarea comportării amestecurilor de formare la vibrații și vibropercuții.

În funcție de înglobarea în instalație a cilindru-  
lui gradat (poz.4 fig.6.2), împreună cu traductorul volumetric  
sau a cilindrului din tronsoane (fig.6.5) încercările experi-  
mentale se pot face prin două metode și anume :

- Metoda pentru încercări experimentale în cilin-  
drul gradat cu traductor volumetric.

- Metoda pentru încercări experimentale în cilin-  
drul din tronsoane.

Metodele au fost concepute pe parcursul cercetări-  
lor în ordinea prezentată. Ambele metode prezintă importanță  
și interes.

Metoda pentru încercări experimentale în cilindru  
gradat cu traductor volumetric utilizează instalația de labo-  
rator realizată în prima ei formă și prezentată în fig. 6.2.  
Prin această metodă se obțin date informative pentru procesul  
tehnologic referitor la gradul de îndesare global al probei,  
la timpul optim de vibrare și la presiunea exercitată de ames-  
tec pe model, pentru probe realizate cu un anumit regim vi-  
brant s-au vibropercutant. Operativitatea execuției și cali-  
tatea informativă a datelor conferă metodei caracterul apro-  
ximativ.

Metoda pentru încercări experimentale în cilindru  
gradat cu traductor volumetric constă în următoarele :

- Stabilirea regimului vibrant sau vibropercutant  
prin manevrarea șuruburilor dispozitivului pentru realizarea  
percuțiilor (poz.3 fig.6.2).

- Cuplarea la rețea, calibrarea și echilibrarea  
aparaturii instalației.

- Stabilirea frecvenței de lucru prin generatorul  
de frecvență (poz.8 fig.6.2).

- Stabilirea nivelului de accelerații prin inter-  
mediul amplificatorului de putere (poz.7 fig.6.2),

- Prepararea amestecului de formare conform re-  
țetei.

- Încărcarea cilindrului gradat (poz.4 fig.6.2)  
cu o anumită cantitate de amestec.

- Cântărirea cantității de amestec cu ajutorul  
punții tensometrice (poz.10 fig.6.2) prin intermediul traduc-  
torului de forță (poz.2 fig.6.2).

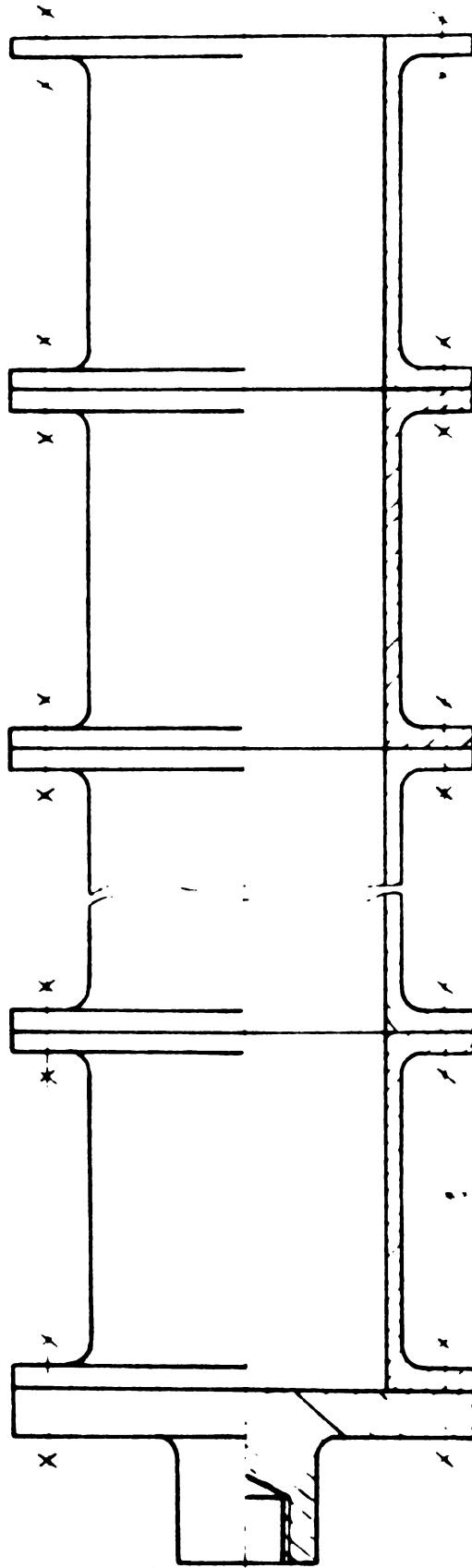


Fig. 6.5

- Pornirea concomitentă a generatorului de vibrații (poz.1 fig.6.2) și a oscilografului cu buclă (poz.12 fig. 6.2),

- Oprirea vibrației și a înregistrării după perioada fixată de cercetător,

- Citirea și notarea datelor referitoare la greutatea amestecului, volumul amestecului îndesat, frecvența de regim, viteza și baza de timp a oscilografiei precum și scara de lucru a aparatului de măsurat vibrații,

- Prelucrarea rezultatelor.

O astfel de încercare durează aproximativ 15 minute, timp în care se înglobează cu pondere mare și durata preparării amestecului.

Prinre-o astfel de încercare se poate stabili pentru un anumit regim vibrant s-au vibropercutant valoarea globală a densității aparente (gradul de îndesare), presiunea pe model și durata procesului de compactare.

Prin încercări multiple se pot obține informații aproximative cu privire la influența nivelului de accelerații a frecvenței și a masei asupra duratei procesului de compactare și asupra valorii gradului de îndesare global.

Rezultatele care se obțin prin această metodă confirmă ipotezele făcute asupra procesului de formare prin vibrații și vibropercuții și constituie date operative pentru aplicarea acestui proces.

Optimizarea regimului vibropercutant și a procesului tehnologic de formare prin vibrații în vederea aplicării lui la scară industrială cu rezultate tehnico-economice ridicate, necesită răspunsuri suplimentare față de cele obținute prin această metodă.

Caracteristicile pe care trebuie să le îndeplinească formele s-au miezurile și procesul tehnologic de formare prin vibrații solicită pentru fiecare rețetă de amestec răspuns la următoarele probleme :

- Variația gradului de îndesare pe înălțimea coloanei de amestec pentru diferite frecvențe.

- Domeniul de frecvențe în care se obține uniformitate

tate și valori maxime pentru gradul de îndesare.

- Variația permeabilității pe înălțimea coloanei pentru diferite frecvențe.

- Variația valorilor gradului de îndesare și a uniformității acestuia în funcție de calitatea regimului folosit: vibratoriu, vibropercutant pe reazem rigid sau vibropercutant pe reazem elastic.

- Variația nivelului de zgomot produs în timpul compactării în funcție de calitatea regimului folosit: vibrant, vibropercutant pe reazem elastic sau vibropercutant pe reazem rigid.

- Variația timpului de compactare în funcție de frecvența utilizată.

Pentru a obține datele prin prelucrarea cărora să se obțină răspuns la problemele ridicate, s-a conceput așa cum s-a arătat, un nou accesoriu la instalația de laborator pentru cercetarea experimentală a comportării la vibrații a amestecurilor, a comportării la vibrații a amestecurilor de formare materializat în cilindru din tronsoane (fig.6.5) care înlocuiește cilindru gradat (poz.4 fig.6.2) împreună cu traductorul volumetric și s-a completat instalația cu o balanță analitică și cu un aparat pentru măsurarea permeabilității.

Obținerea datelor cu instalația (fig.6.2) astfel modificată și prelucrarea lor constituie o nouă variantă a metodei de cercetare experimentală a comportării amestecurilor de formare la vibrații și vibropercuții, numită metodă pentru încercări experimentale în cilindru de tronsoane.

Pentru această metodă s-au stabilit următoarele faze de desfășurare :

- ansamblarea unui număr de tronsoane în funcție de înălțimea coloanei de amestec studiată,

- montarea cilindrului din tronsoane pe generatorul de vibrații,

- montarea accelerometrului pe cilindru din tronsoane și racordarea lui la aparatul de măsurat vibrații,

- cuplarea la rețea, calibrarea și echilibrarea aparatului instalației,

- stabilirea nivelului de accelerații prin intermediul amplificatorului de putere (poz.7 fig.6.2).



- stabilirea calității regimului de lucru: vibrant, vibropercutant, pe reazem elastic sau vibropercutant pe reazem rigid. Această fază se execută prin manevrarea șuruburilor dispozitivului de realizare a percuțiilor (poz.3 fig.6.2).

- Stabilirea frecvenței de lucru prin intermediul generatorului de frecvență (poz.8 fig.6.2).

- Prepararea amestecului de formare conform rețetă.

- Umplerea cilindrului din tronsoane cu amestec de formare.

- Pornirea concomitentă a generatorului de vibrații (poz.1 fig.6.2) și a oscilografului cu buclă (poz.12 fig. 6.2),

- Oprirea vibrării și a înregistrării după perioada de timp fixată de cercetător ( 5").

- Notarea datelor referitoare la calitatea regimului de lucru, la frecvența și nivelul accelerațiilor, la viteza și baza de timp a oscilografierii precum și la scara de lucru a aparatului de măsurat vibrații.

- Demontarea de pe generator a cilindrului din tronsoane împreună cu amestecul compactat.

- Desamblarea cilindrului în tronsoane forfecând cu proba neîntărită pentru a păstra în fiecare tronson întreaga cantitate de material care-i aparține.

- Cântărirea tronsoanelor la balanța analitică, în ordinea numerotată pe înălțimea cilindrului, cu notarea rezultatelor în vederea stabilirii masei fiecărui tronson și a valorii gradului său de îndesare.

- Incercarea fiecărui tronson la permeabilitate cu notarea rezultatelor, în vederea stabilirii variației permeabilității pe înălțimea coloanei.

- Înregistrarea datelor în tabele și trasarea curbelor de variație.

- Prelucrarea oscilogramelor,

- interpretarea rezultatelor.

Modul de înregistrare și de prelucrare a datelor adoptat pentru această metodă se va prezenta în paragraful "Incercări și rezultate experimentale asupra comportării la vibrații a amestecului de formare pe bază de rășină furanică".



Verificarea practică a instalației de laborator și a metodelor de cercetare s-a făcut prin încercări experimentale, încercări care constituie primii pași de acest gen într-un vast domeniu care nu poate fi epuizat în prezenta lucrare.

## 6.2. Încercări și rezultate privind comportarea la vibrații și vibropercuții a amestecurilor de formare pe bază de rășină furanică.

Instalația de laborator precum și metodele de cercetare stabilite pentru studiul comportării amestecurilor de formare la vibrații și vibropercuții au fost concepute și realizate pe baza ipotezelor teoretice făcute asupra mecanismului acestui proces și pe baza încercărilor experimentale cu caracter semiindustrial realizate cu ajutorul instalației vibropercutante de formare, ipoteze, încercări și instalație prezentate în capitolele anterioare.

Sigur că instalația și metodele de laborator fondate pe acest suport teoretic și experimental au fost îmbunătățite și definitive pe parcursul încercărilor experimentale în condiții de laborator.

Metodele și modul de prelucrare a datelor reprezintă însă elemente determinate de către numeroasele încercări experimentale și rezultatele acestora. Aceste elemente rămân și în continuare susceptibile de perfecționare reprezentând importante rezerve care să dea și alte răspunsuri referitoare la acest proces.

Se prezintă în continuare câteva încercări experimentale împreună cu rezultatele obținute cu ajutorul instalației și a metodelor de cercetare prezentate.

Încercările au urmărit comportarea la vibrații și vibropercuții a amestecului de formare pe bază de rășină furanică. Acest amestec este unul dintre amestecurile de formare pe bază de rășini sintetice, care se folosește uzual în turnătoriile din Reșița. Amestecul încercat și cercetat se prescrie pentru confecționarea formelor și miezurilor destinate turnării pieselor din fontă și din aliaje neferoase.

Pentru fiecare încercare amestecul de formare a fost preparat după prescripția tehnologică metalurgică elaborată de către laboratorul de cercetări metalurgice al I.C.M.Reșița. Prescripția cuprinde date referitoare la destinația amestecurilor, condițiile tehnice impuse materialelor componente, instruc-

țiunile de manipulare, depozitare și de protecția muncii precum și modul de preparare a amestecului.

Acest amestec cu amesturare prin reacție chimică folosește conform prescripției amintite nisip cuarțos de Aghireș sau Făget și rășină furanică cu catalizator aferent de , fabricație indigenă în următoarele proporții :

===== <u>Material</u> =====	===== <u>Procent gravimetric</u> =====	===== <u>Obs.</u> =====
1. Nisip cuarțos de Aghireș s-au Făget.	100	
2. Catalizator	25 - 50	față de rășină
3. Rășină Urelit F.R.4	2,5	

6.2.1. Incercări și rezultate obținute prin metoda de încercări experimentale în cilindru gradat cu traductor volumetric.

Modul de desfășurare a încercărilor experimentale a fost prezentat în paragraful 6.1. Numeroasele încercări efectuate prin această metodă au contribuit la definitivarea soluției pentru realizarea instalației de laborator și a tehnologiei încercărilor, la modificarea instalației pentru metoda pentru încercări în cilindru din tronsoane și la stabilirea tehnologiei de cercetare prin această a doua metodă.

Cîteva din încercările de acest gen sînt prezentate în anexa 4 care cuprinde datele și rezultatele prelucrate pentru aceste încercări.

Pentru a se putea interpreta cu ușurință datele din tabelul anexa 4 se fac cîteva precizări cu privire la semnificația unor mărimi și anume :

- Densitatea aparentă reprezintă raportul dintre masa probei și volumul rezultat după compactare ( $gr/cm^3$ ).

- Gradul de îndesare în zona modelului, în unități de scară, reprezintă mărimea în mm a semnalului neetalonat al traductorului volumetric înregistrat pe oscilogramă de către oscilograful cu buclă (vezi fig.101). Acest semnal reprezintă totodată și variația presiunii pe model.

- Timpul maxim de vibrare este determinat de durata înregistrată pe oscilogramă, de la începutul vibrării și pînă la realizarea maximului de către semnalul traductorului volu-

de la.

Compararea datelor și rezultatelor referitoare la cele cinci probe prezentate conduce la următoarele observații :

- Valorile gradului de îndesare global sînt aceleași ( $1,42 \text{ gr/cm}^3$ ) pentru toate probele realizate în domeniu de frecvență 50 - 80 Hz, independent de masele lor.

- Pentru toate probele, variația gradului de îndesare în zona modelului, respectiv a presiunii pe model, se prezintă sub forma unor curbe continue, cu o creștere rapidă, aplătizată într-un maxim care este urmat de o ușoară scădere.

- Presiunea pe model respectiv gradul de îndesare din zona modelului prezintă variații de valori pentru aceeași masă (proba 3,4,5) în funcție de frecvența și nivelul accelerațiilor.

- Pentru toate probele, gradul de îndesare în zona modelului respectiv, presiunea pe model scade după atingerea maximumului, maxim care înregistrează terminarea compactării și implicit valoarea timpului maxim de vibrație.

- Valorile obținute pentru timpul maxim și respectiv optim sînt sensibil apropiate pentru aceste probe.

- Valorile minime ( $t_{\text{max}} = 3,3 \text{ s}$  și  $t_{\text{opt.}} = 2,2 \text{ s}$ ) pentru timpii de vibrație corespund regimului cu nivel maxim de accelerații și frecvența de 60 Hz.

- Valorile nivelului de accelerații diferă pentru cele două senzuri de răspuns ale traductorului de accelerații fiind mai mici în sensul corespunzător sensului de compactare.

Din analiza acestor observații care confirmă experimental considerațiile teoretice cu privire la mecanismul compactării prin vibrații și la posibilitatea aplicării formării prin vibropercuții, se desprind următoarele concluzii :

1. Gradul de îndesare global realizînd aceleași valori pentru toate probele și definește ca o caracteristică aproximativă a unui amestec. Caracterul aproximativ este determinat de modul de măsurare care este susceptibil de eventuale erori prin citirea cu ochiul liber a valorii volumului compactat în cilindru la gradul etalonat în  $\text{cm}^3$ .

2. Gradul de îndesare în zona modelului prezintă variații de valori în condiții diferite de frecvență și accelerații

(fig.10.1 - 10.5) cu toate că gradul de îndesare global are o valoare aproximativ constantă. Acest fapt se datorește variațiilor de densitate pe înălțimea probelor, variații care nu se pot stabili prin această metodă aproximativă.

3. Timpul de vibrare reprezintă o caracteristică determinantă și deosebit de importantă în procesul de formare prin vibropercuții, cu influențe hotărâtoare asupra productivității și rentabilității acestui proces. Valorile obținute cuprinse între 2,5 - 3,5 s determină caracterul productiv al procesului. Cunoașterea acestei mărimi permite realizarea cu eficiență economică a unor produse de calitate deoarece această mărime reprezintă valoarea duratei în care compactarea s-a terminat. Depășirea acestei valori conduce la consum inutil de energie și la deformări și fisuri în produs fapt semnalat de scăderea presiunii pe model.

4. Rezultatele obținute permit elaborarea cu siguranță reușitei a unor tehnologii pentru execuție de miezuri s-au forme din amestec furanic pe instalația vibropercutantă de formare (fig.5.5), tehnologii pentru care se prescrie domeniu de frecvență 70 - 80 Hz și timp de vibrare 2,5 - 3,5 s.

5. Aceleași rezultate nu pot da răspunsuri complete referitoare la problematica comportării de ansamblu a amestecului de formare pe bază de rășini furanice la vibrații și vibropercuții, problematică expusă în paragraful 6.1 și care implică așa cum s-a arătat cercetări experimentale prin metoda pentru încercări experimentale în cilindru din tronsoane.

#### 6.2.2. Incercări și rezultate obținute prin metoda de încercare experimentală în cilindru din tronsoane.

Urmărind problematica și tehnologia stabilită pentru cea de a doua metodă de cercetare experimentală, s-au efectuat numeroase probe de compactare a amestecului furanic în cilindru din tronsoane, prin vibrații, prin vibropercuții pe reazem rigid și prin vibropercuții pe reazem elastic.

Datele și rezultatele aferente acestor încercări, referitoare la regimurile de lucru, la variația gradului de îndesare și a permeabilității pe înălțimea coloanei de amestec și la timpul optim de vibrare sînt prezentate în anexa 5.

Analizând oscilogramele încercărilor s-a observat că mărimea amplitudinii accelerației prezintă variații în timpul procesului de compactare și pe perioadă ca în fig. 6.6

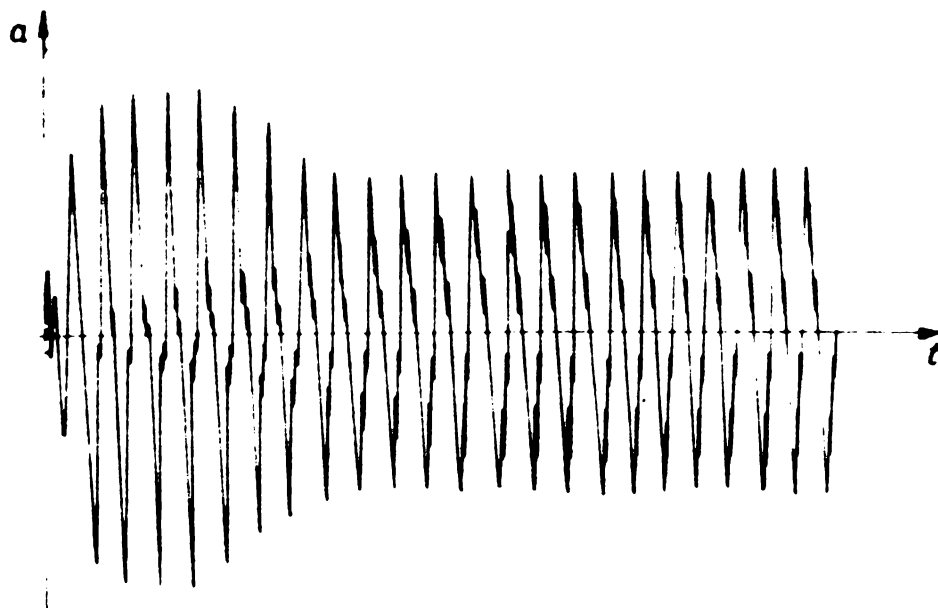


Fig. 6.6

În intervalul de timp de la începutul procesului de vibrație, interval a cărui mărime este funcție de frecvență, pentru fiecare perioadă a mișcării vibratorii, se realizează valori ale mărimei amplitudinii accelerației mai mari în sensul compactării amestecului decât în sens contrar. Diferența între mărimile amplitudinii accelerației pe o perioadă în acest prim interval de timp se consideră pozitivă.

După scurgerea acestui interval de timp, pentru fiecare perioadă de oscilație, mărimea amplitudinii accelerației este mai mare în sensul contrar direcției de compactare decât în sensul direcției de compactare. În acest al doilea interval de timp al desfășurării procesului, diferența dintre mărimile amplitudinii accelerației pe o perioadă este negativă.

Aceste rezultate confirmă ipoteza energetică simplificată asupra mecanismului procesului de îndesare a amestecului de formare, făcută în paragraful 5.1. Astfel în primul interval de timp sistemul vibrant absoarbe energie în scopul compactării amestecului de formare. După terminarea îndesării (care se realizează din momentul în care diferența dintre mărimile accelerațiilor pe o perioadă este nulă ( $\Delta a = 0$ )), sistemul absoarbe energie pentru distrugerea legăturilor dintre granulele amestecului de

formare realizate prin compactare, ceea ce conduce la deplasări relative între granulele amestecului. Aceste deplasări se concretizează în fisuri și deformări ale formei.

Durata procesului de vibrare a probei pentru care diferența dintre mărimile accelerației pe o perioadă este pozitivă ( $\Delta a > 0$ ) reprezintă valoarea timpului optim de formare la frecvența de lucru.

S-a stabilit astfel posibilitatea de determinare a timpului de vibrare la o anumită frecvență și a variației acestuia în funcție de frecvență.

Variațiile mărimii amplitudinilor accelerațiilor pe perioadă pentru probele supuse la frecvențe de 80, 70, 60 și 40 Hz sînt redată în anexa 5 tabelele 5.1, 5.2, 5.3 și 5.4 și reprezentate grafic în fig.10.6, 10.7, 10.8 și 10,9.

Datele din aceste tabele și curbele de variație aferente au condus la determinarea valorilor optime ale timpului de vibrare pentru fiecare din frecvențele de lucru și a curbei de variație a timpului optim de vibrare în funcție de frecvență, variație prezentată în fig. 6.7.

Curba de variație a timpului optim de vibrare (fig. 6.7.) determinată pe cale experimentală reprezintă o variație aproximativ lineară, care se poate exprima prin relația :

$$16\nu + 100 t = 1180 \quad (6.10)$$

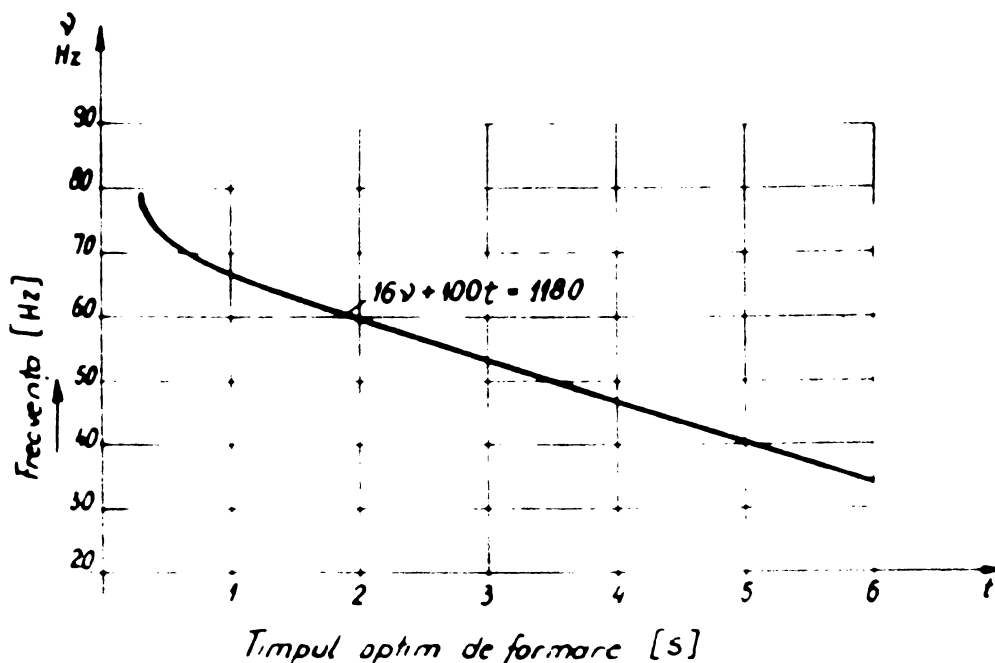


Fig. 6.7



Relația (6.10) se va utiliza la determinarea timpului de formare în funcție de frecvență de lucru.

Acest mod suficient de exact, stabilit pentru determinarea timpului optim de formare prin vibropercuții, a condus la valori sensibil apropiate de cele obținute în cadrul încercărilor de formare a miezurilor cu ajutorul instalației vibropercutante de formare, respectiv de valorile obținute prin încercările de laborator prin metoda de încercare în cilindru gradat și traductor volumetric (Anexa 4).

Valorile timpului optim de vibrare astfel determinate variază cu frecvențe între 1 - 5 secunde. Mărimile acestor valori atestă caracterul productiv al metodei de formare prin vibropercuții.

Pentru studiul variației gradului de îndesare și a permeabilității pe înălțimea coloanei de amestec s-au făcut încercări de compactare a amestecului de formare în cilindru din tronsoane, realizând probe cu înălțimea coloanei de 350 mm. Probele s-au executat prin vibrații, prin vibropercuții pe reazem rigid și prin vibropercuții prin reazem elastic.

Datele și rezultatele obținute precum și curbele de variație ale gradului de îndesare de-a lungul coloanei de amestec, pentru diferite regimuri de lucru, sînt redată în anexa 5 astfel:

- pentru regimuri vibratorii în tabelele: 5.6 și 5.7,
- pentru regimuri vibropercutante în tabelele: 5.8 - 5.16,
- pentru regimuri vibropercutante pe reazem elastic în tabelele 5.17 și 5.18.

Din datele și rezultatele experimentale au rezultat următoarele :

- Gradul de îndesare are o variație sinusoidală de-a lungul coloanei de amestec, cu variații mai mari în cazul regimurilor vibratorii decît în cazul regimurilor vibropercutante (la aceeași frecvență).

- Gradul de îndesare variază în funcție de frecvența, avînd valori maxime pentru regimurile cu frecvența de 60 Hz.

- Valorile maxime și uniformitatea maximă a gradului de îndesare sau obținut pentru regimul vibropercutant pe reazem elastic la frecvența de 60 Hz.



- Pentru regimul optim respectiv pentru regimul vibropercutant pe reazem elastic cu frecvența de 60 Hz, permeabilitatea probelor se încadrează în domeniul valorilor prescrise de literatura de specialitate (80 - 250 ).

- Prin vibropercuții se pot realiza la regimul vibropercutant optim valori ale gradului de îndesare cuprinse între 1,5 - 1,63 gr/cm<sup>3</sup>.

Rezultatele privind comportarea amestecului de formare pe bază de rășină furanică la vibrații și vibropercuții stabilesc ca regim optim de formare prin vibropercuții regimul vibropercutant pe reazem elastic cu frecvența de 60 Hz și cu durata de formare de 2 secunde.

- Datele și rezultatele experimentale obținute se vor folosi la proiectarea noilor tehnologii de formare prin vibropercuții.

Aceste date referitoare la amestecul de formare pe bază de rășină furanică nu se pot compara cu alte valori care s-au obținut prin vibrații sau prin alte procedee, deoarece în literatura de specialitate nu se găsesc date caracteristice referitoare la acest amestec de formare.

- In concluzie se poate afirma că datele și rezultatele experimentale obținute determinând caracteristici ale amestecului de formare pe bază de rășină furanică și regimurile vibropercutante optime prin care acesta se poate forma, reprezintă date utile procesului de producție, cu caracter de noutate în acest domeniu.

## 7. ASPECTE DE EFICIENȚA ECONOMICĂ ALE FORMĂRII PRIN VIBROPERCUTII

Formarea prin vibropercuții este o nouă metodă de formare a miezurilor și formelor.

Prin această metodă se pot realiza într-un timp foarte scurt miezuri și forme din amestecuri de formare sintetice, cu calități superioare ale suprafețelor și productivitate ridicată.

Împreună cu specialiștii metalurgiei ai I.C.M. Reșița se apreciază că prin această metodă se realizează o scădere a duratei execuției miezurilor de cca 20 %.

Mașinile de format vibropercutante, care se proiectează în I.C.M. Reșița după modelul instalației vibropercutante realizată pentru încercările experimentale în cadrul tezei, permit prin caracteristicile lor, execuția a cca 25% din producția de miezuri a uzinei.

Posibilitățile de execuție ale instalației și scăderea duratei de execuție a miezurilor permit să se facă unele aprecieri privind eficiența cercetării posibilităților aplicării vibrațiilor și vibropercuțiilor în procesele tehnologice din turnătorii, cercetare realizată în cadrul contractului încheiat cu I.C.M.Reșița, precum și a rezultatelor obținute în cadrul prezentei teze.

Intreprinderea de construcții de mașini Reșița realizează anual aproximativ 18.000 to. piese turnate din fontă și 18.000 to. piese turnate din oțel cu următoarea manoperă în ore:

- piese turnate din oțel 28 ore/tonă
- piese turnate din fontă 40 ore/tonă.

Manopera pentru confecționarea miezurilor aferente reprezintă cca 30 % din volumul total de manoperă.

Tinând seama de sporul de productivitate și de volumul producției de miezuri la care se pretează metoda, se poate calcula reducerea manoperei de formare a miezurilor pe tonă piesă turnată din oțel și pe tonă piesă turnată din fontă, eficiența economică anuală și creșterea productivității muncii.

Reducerea de manoperă va fi :

- pentru piese turnate din oțel  
 $0,2 \times 0,3 \times 28 \text{ ore/tonă} = 1,68 \text{ ore/tonă}$
- pentru piese turnate din fontă  
 $0,2 \times 0,3 \times 40 \text{ ore/tonă} = 2,4 \text{ ore/tonă}$

Eficiența anuală va fi :

- pentru piese turnate din oțel  
 $0,25 \times 18.000 \text{ t} \times 1,68 \text{ ore/tonă} \times 10 \text{ lei/oră} =$   
 $= 75.600 \text{ lei,}$

- pentru piese turnate din fontă

$$0,25 \times 18.000 \text{ t} \times 2,4 \text{ ore/t} \times 10 \text{ lei/oră} = \\ = 108.000 \text{ lei.}$$

Rezultă astfel o eficiență totală anuală de cca 183.600 lei.

Se poate calcula creșterea productivității muncii astfel :

- pentru piese turnate din oțel

$$\frac{1,68}{28} \cdot 100 = 6 \%$$

- pentru piese turnate din fontă

$$\frac{2,4}{40} \cdot 100 = 6 \%$$

Aceste valori calculate, apreciate ca minime, pot prezenta creșteri în cazul în care mașinile vibropercutante se încadrează în linii mecanizate de formare.

Pe lângă sporul de productivitate și eficiență economică, metoda și mașina vibropercutantă de formare contribuie la realizarea unor miezuri de calitate, caracteristică care conduce la reducerea procentului de rebut la turnare, precum și la ridicarea calității pieselor turnate.

## 8. C O N C L U Z I I

Studiul teoretic și experimental concretizat în "Aplicarea vibrațiilor pentru îmbunătățirea tehnologiilor din turnătorii" s-a elaborat avînd ca suport contractul de cercetare cu producția încheiat între Facultatea de mecanică din Timișoara - Catedra de mecanică și rezistența materialelor și Intreprinderea de construcții de mașini din Reșița.

Acest studiu conduce la cîteva rezultate foarte importante care trebuie să stea în atenția specialiștilor metalurghi și a cercetătorilor din domeniul vibrațiilor și anume :

- Multe procese tehnologice din turnătorii se pretează și solicită utilizarea vibrațiilor pentru îmbunătățirea tehnologiilor existente și pentru elaborarea de noi tehnologii. Astfel în procesul tehnologic de preparare al amestecului de formare vibrațiile se pot utiliza la cernere, transport, dozare, precum și la îndepărtarea resturilor de nisip din malaxoare. În procesul tehnologic de formare, compactarea amestecurilor se realizează prin vibropresare și prin noua metodă tehnologică stabilită prin studiile și cercetările efectuate în cadrul tezei - formarea prin vibropercuții. Utilizarea vibrațiilor în procesul de turnare, din momentul începerii cristalizării, conduce la realizarea unor piese turnate cu caracteristici fizico-mecanice îmbunătățite.

Pentru extragerea pieselor turnate, formele suspendate se supun la vibrații cu ajutorul unor generatoare de vibrații pneumatice, care se fixează pe ramele formelor prin dispozitive de prindere rapidă.

Aceste procese tehnologice solicitînd aplicarea vibrațiilor ridică probleme specifice de cercetare.

- În toate aceste procese, folosirea vibrațiilor conduce la creșterea calității pieselor turnate și a productivității muncii. Aplicarea vibrațiilor la prepararea amestecurilor de formare conduce la un spor de productivitate și la un amestec omogen, omogenitate care se răsfrînge asupra calității formelor și implicit asupra pieselor turnate. În procesul de formare aplicarea vibrațiilor are ca efect un spor de productivitate de minimum 6 % și o creștere a cali-

tații pieselor prin realizarea unor forme cu un grad de îndesare mai uniform pe înălțime și prin realizarea unor forme cu calități îmbunătățite ale suprafețelor, exprimate prin precizia dimensională și rugozitate scăzută a suprafețelor în contact cu metalul lichid.

- Pentru marea majoritate a proceselor tehnologice din turnătorii, generatorul pneumatic cu bilă se impune ca generator de vibrații optim, prin simplitate, siguranță în funcționare în condiții de praf și umiditate, consum redus de energie precum și preț de cost redus și regimuri variabile de funcționare cu reglare ușoară a parametrilor de vibrații.

- Dintre toate procesele tehnologice din turnătorii îndesarea amestecurilor de formare reprezintă procesul tehnologic prioritar pentru utilizarea vibrațiilor deoarece din întregul volum de muncă consumat la obținerea unei piese turnate 60 % revine pentru executarea formelor.

Lucrarea abordează și teme de cercetare fundamental concretizate în :

a) Studii teoretice asupra formării prin vibrații și vibropercuții, în cadrul cărora prin interpretarea energetică a ecuației diferențiale de mișcare a unei particole de amestec, scrisă în ipoteze simplificatoare, s-a stabilit în principiu mecanismul compactării prin vibrații și vibropercuții. Stabilirea acestui mecanism a stat la baza cercetărilor experimentale și a condus la o nouă metodă tehnologică - formarea prin vibropercuții.

b) Studii teoretice asupra instalației vibropercutante de formare. Aceste studii s-au făcut din necesitatea de a cunoaște posibilitățile de realizare a regimurilor vibropercutante precum și a condițiilor de stabilitate a acestor regimuri, în vederea perfecționării mașinii vibropercutante de formare, care se proiectează în întreprinderea de construcții de mașini din Reșița, după modelul experimental realizat în cadrul tezei. În cadrul acestor studii un caracter de noutate aduce studiul cazului limitatorului elastic cu amortizare, în cadrul căruia s-a luat în considerare fenomenul de relaxare și degradare a elementelor elastice ale limitatorului, folosind

funcții analoge funcțiilor de fluaj ale metalelor.

Prin cercetări experimentale lucrarea își aduce următoarele contribuții :

- Realizarea prototipurilor generatorului de vibrații pneumatice cu bilă în două variante tipodimensionale, la un preț de cost sub 200 lei/buc. și cu un consum de aer comprimat sub  $4 \text{ Nm}^3/\text{min}$ . Caracteristicile acestui generator sînt comparabile cu cele oferite prin prospecte din import. Din acest motiv, acest generator pus în fabricație reprezintă o reducere a efortului valutar național.

- Realizarea instalației vibropercutante de formare pentru cercetarea posibilității confecționării miezurilor prin vibropercuții, instalație care a devenit model pentru proiectarea în întreprinderea de construcții de mașini din Reșița a mașinii vibropercutante de formare.

- Confirmarea experimentală a mecanismului de compactare a amestecului de formare prin vibropercuții - mecanism fondat teoretic - și implicit a metodei de formare prin vibropercuții.

- Realizarea instalației experimentale de laborator pentru studiul comportării amestecurilor de formare la vibrații și vibropercuții precum și conceperea metodelor de cercetare experimentală.

- Stabilirea duratei de formare și a frecvenței ca factori determinanți ai regimurilor vibropercutante de formare.

- Determinarea, prin încercări experimentale, a datelor cu caracter de noutate privind valorile gradului de îndesare și a permeabilității amestecului de formare sintetic pe bază de rășină furanică, precum și cele referitoare la comportarea acestui amestec la vibrații și vibropercuții, date prezentate în anexa 5.

Din datele experimentale prezentate în anexa 5 rezultă că gradul de îndesare are o variație sinusoidală de-a lungul coloanei la amestec cu variații mai mari ale amplitudinii în cazul regimurilor vibratorii decît în cazul regimurilor vibropercutante. Valorile maxime și uniformitatea maximă a gradului de îndesare se realizează pentru regimul vibropercutant pe reazem elastic la frecvența de 60 Hz.



Valorile maxime ale gradului de îndesare realizate pentru acest regim sînt cuprinse între 1,5 - 1,63 gr/cm<sup>3</sup>, iar permeabilitatea probelor se încadrează în valorile prescrise la literatura de specialitate

Aceste date referitoare la comportarea amestecului de formare pe bază de rășină furanică la vibrații, au un caracter de noutate deoarece alte date de acest gen sînt cunoscute de către specialiștii metalurghi din industrie și institute de cercetare.

- Optimizarea regimului vibropercutant pentru confecționarea miezurilor și formelor din amestec furanic.

- Analiza oscilogramelor rezultate din încercările experimentale și prelucrarea datelor referitoare la aceste oscilograme, date prezentate în anexa 5 au permis trasarea curbei de variație a timpului optim de formare (fig.6.7 ).

Cu ajutorul acestei diagrame și a datelor din anexa 5 s-a stabilit frecvența optimă de vibrare de 60 Hz., căreia îi corespunde timpul de vibrare de 2 sec., regim în care s-au realizat probe cu un grad de îndesare cuprins între 1,5 - 1,63 gr/cm<sup>3</sup>.

- Eficiența economică a formării prin vibropercuții.

Datele experimentale referitoare la timpul optim de vibrare au permis ca împreună cu specialiștii metalurghi din Întreprinderea de construcții de mașini din Reșița să se aprecieze o scădere a duratei de execuție a miezurilor de 20 %. Această apreciere a permis să se stabilească că în urma aplicării metodei de formare prin vibropercuții va rezulta la Întreprinderea de construcții de mașini din Reșița o economie anuală de cca 108 mii lei și un spor de productivitate de cca 6 %.

Lucrarea recomandă astfel tehnologiilor metalurghi, prin argumente tehnice și științifice, aplicarea formării prin vibropercuții și utilizarea vibrațiilor și în alte procedee tehnologice.

Contribuțiile aduse prin această lucrare reprezintă un început în acest vast câmp de cercetare.

Prin cercetarea efectuată și prin rezultatele obținute s-a încercat o participare la realizarea planului cincinal al revoluției tehnico-științifice.



9. B I B L I O G R A F I E

1. Amala R.S., Thomson R.F., Smith J.H., Baeghold A.L. :  
New shell machine cuts resin cost. "Modern castings"  
may, 1956.
2. Aksionov P.N. Analytiska beräkningar av arbetsprocessen i  
from-och kärnblasmaskiner. "Gjuteriet" Nr.3, 1959.
3. Aksionov P.N., K voprosu a vîbore bazovîh tipov mašin i  
tehnologiceskih proťessov dlia avtomatizacii liteinogo  
proizvodstva. Sbornik Instituta mašinovedenia AN SSSR  
"Avtomatizacija tehnologiceskih proťessov i mašinostroe-  
nii. Goreaceala obrabotka metallov" Izd.AN SSSR, 1955.
4. Aksionov P.N., O vîbore optimalnogo rejima kolebanii meha-  
niceskih vîdivnîh rešetok. "Liteinoe proizvodstvo"  
Nr.10, 1955.
5. Aksionov P.N., Analiticeskii rascet pabocevo proťessa pes-  
koduvnîh formovocinîh i stevjnevîh mašin, "Liteinoe  
proizvodstvo" Nr.1, 1959.
6. Aksionov P.N i dr. Progressivnie napravlenia v tehnologii  
izgotovlenia liteinîh form. Sbornik Instituta mašino-  
vedenia AN SSSR "Avtomatizacija, tehnologiceskih pro-  
ťessov v mašinostroenii", Goreacea obrabotka metalov,  
Izd. AN SSSR, 1955.
7. Aksionov P.N. Osnovî teorii i avtomaticeskoe pegulirova-  
nii proťessa uplotnenia formovoci na smesli presso-  
vaniem i vstreahivaniem, Dissevtacie, LVTU, 1963.
8. Aksionov P.N.: Nekotorie voprosî teorii mašin liteinnogo  
proisdvostva, Mašghiz, Moskva, 1962.
9. Barlow T.E., Chalk talk an diaphragm molding. "Modern  
castings", septembrie 1956.
10. Barlow T.S., High - pressure molding "Fondry" march 1956.
11. Balaschin B.S., Osnolvî tehnologii mašinostroenia. Mašghiz,  
1959.
12. Baladin G.F., K teorii uplotnenia liteinh form "Inženerno  
fiziceski jurnal" Nr.9, 1958.
13. Berg P.P. Kacestvo liteinoi formî. Mašinostroenie, Moskva,  
1971.
14. Bespalova L.V., K teorii vibroudarnovo mehanizma. Izvestia  
AN SSSR, OTN, No.5.1957.
15. Bespalova L.V., i dr. Dinamiceskie sistemî s udarnîmi  
vzaimodeistviami i teoria nelineinîh kolebanii. Inžener-  
nîi jurnal. Mekhanika tverdogo tela, No.1.1966.
16. Bindernagel I. Eine vollautomatische Sandaufbereitungsan-  
lage in Schweden. Giesserei, H.5, 1958, S.123.

17. Bihovskii I.I. i dr., O nekotorykh periodiceskikh dvizheniiah v strukture fazovo prostranstva udarno-kolebatelnoi sistemy s postoiannoï vosstanavlivaiushchei siloi. Izv. AN SSSR Nr.2 1964.
18. Brîndeu L., Contribuții privind studiul mișcărilor periodice ale sistemelor vibropercutante. Teză de doctorat. Institutul politehnic Timișoara, 1970.
19. Brunstein R.E., Kobrinski A.E., Dinamika i ustoiçivosti dvuh massovîh vibroudarnîh sistem. Izv. AN SSSR, Mehanika i maşinostroenie, Nr.5.1964.
20. Buzdugan Gh., Măsurarea vibrațiilor mecanice. Ed.Tehnică Buc., 1964.
21. Buzila S., Proiectarea și executarea formelor. Ed.didactică și pedagogică, București,1976.
22. Cazacu I., Utilaje pentru turnătorie. Ed.didactică și pedag. București, 1963.
23. Cearnka D.V., Strukturnîi metod opredelenia glavniîh harakteristik mehaniceskikh operații, "Stanki i instrument" Nr.6 i 7, 1958.
24. Ciunaev M.V. Klassifikația maşin liteinovo proizvodstva, "Liteinoe proizvodstvo" Nr.4, 1957.
25. Chabawski. Zagadnienie plynności a stopień ubicia masy formierskiej w swietle wymagan praktyki adlewniczej. Prace Głównego Instytutu Odlewnictwa Nr.2, 1951.
26. Cosneanu C.ş.a. Amestecuri de formare fluide pentru turnătorii. București, Ed. tehnică, 1964.
27. Cosoroaba V. ş.a. "Acționări pneumatice". Ed.tehnică, București, 1964.
28. Constantinescu I., Balog C. "Mecanica", Ed.didactică și pedagogică, București, 1978.
29. Crivacucea O., ş.a. "Studiul experimental al efectului vibrațiilor asupra fontelor cenușii". Conferința "Vibrații în construcția de maşini", Timișoara, 1975.
30. Crivacucea O., ş.a. "Influența vibrațiilor asupra caracteristicilor amestecurilor de formare cu liant rășină fenolică". Conferința "Vibrații în construcția de maşini". Timișoara 1975.
31. Crivacucea O., ş.a. "Studii teoretice privind confecționarea miezurilor de formare cu ajutorul vibrațiilor". Conferința "Vibrații în construcția de maşini". Timișoara, 1975.

32. Dehteari R.M. și Poplauski V.I. "Studiul compactării amestecurilor cu solidificare la rece pentru miezuire și formare la vibrație - șoc verticală". Liteinoie proizvodstvo. 1974, Nr.11.
33. Dehteari R.M. ș.a. Studiul compactării amestecurilor cu autoîntărire pentru miezuri și forme diverse acțiuni de vibro-șoc. "Culegere - Tehnica vibrațiilor" M.MAHTP și F.T. Dzerjinski, 1974.
34. Dehteari R.M. și Poplavskii B.I. "Studiul metodei orizontale de compactare prin vibrații șoc a amestecurilor. "Liteinoie proizvodstvo", 1976 Nr.1.
35. Dudnik I.R., Metod pressovanie form pod vîsokim davleniem "Liteinoie proizvodstvo" Nr.6, 1958;
36. Dubinski M.T., Savremennoc aborudovanie, primeneamoe na formovocinîh vîbivnîh i ocistnîh ucaskah zavoda Sbornik rabot zavoda Stankolit. TBTI, 1954.
37. Evssev A.S. i dr. Peskoduvnî proțess izgotovlenia form i stevjnei. Informația I-56-105. Filial Vsesoiuznovo instituta naucinoi i tehniceskoi informații AN SSSR i Gostehniki SSSR, Moskva, 1956.
38. Geller R.L. Nekotorîe voprosî teorii rabocego proțessa peskometnoi golovki, "Liteinoie proizvodstvo" Nr. 5, 1958.
39. Geller R.L. Vîbor optimalnîh rejimov pabotî peskometa, "Liteinoie proizvodstvo" Nr.3, 1961.
40. Glosman I. Folosirea electrovibratoarelor la întepenirea amestecurilor în buncăre. "Liteinoie proizvodstva", 1970 Nr.9.
41. Guliaev B.B. ș.a. Issledovanie protessa izgotovlenia pressovannîh jidkostekelnîh obolocikovîh form. Teoria formovki.
42. Guliaev B.B. i Fomcenko S.I., Issledovanie proțessa proizvodstva pressovannîh jidkostekelnîh obolocikovîh form. Trud sovesciania po teorii formovki. Sbornik Instituta mașinovedenia AN SSSR
43. Groșanu I. Asupra mișcării unui vibrator simplu rezemat pe limitator, Buletin științific și tehnic I.P.Timișoara, Tom.12(26), fasc.2.
44. Groșanu I., "Contribuții privind studiul mișcărilor staționare ale sistemelor mecanice cu vibrator inerțial, acționate de motoare electrice. Teza de doctorat. I.P.Timișoara, 1970.
45. Götz W., Die automatische "Bührer" - Form-und Giessenlage in der Tempergiesserei der Georg Fischer AG in Schaffhausen. 23 Internationaler Geisserei-kongress, Düsseldorf, 1956 Vortrag 117.

46. Lempicki I., O zageszczaniu mas formierskich przez narzwanie. Prace Instytutu Odlewnictwa, Nr.1, 1957.
47. Lempicki I. O nowoczesnej teorii formowania prasującego. Prace Instytutu Odlewnictwa, Nr.2, 1958.
48. Lesnicenko V.L., K voprosu o peskoduvnom - peskostrelnom protessah izgotovlenia form i sterjnei "Tehnologia avtomobilestroenia" Nr.5, 1958.
49. Liokumovici L.F. Vîbor optimalnih parametrov kolebani i vîbinih pešetok. "Liteinoe proizvodstvo" Nr.5., 1960.
50. Kaşkin D.N., K voprosu o klassifikačii tehnologiveskih protessov i rabocih maşin " Liteinoe proizvodstvo" Nr.4, 1953.
51. Kalaşnikova A. Ea., Orlov G.M. Rabocii protess metatelnoi galovki peskometu i uplotnenie formi "Liteinoe proizvodstvo" Nr.4, 1955.
52. Kalininin K.G., Instalatie pentru vibrarea formelor la turnare "Liteinoe proizvodstvo" Nr.6., 1971.
53. Kobrinski A.E.; Mehanizmi s uprugimi sviaziami. Izd.Nauka. Moskva, 1964.
54. Kravcenko K.F. Opredelenie napriajenii pri udare na primere pnevmaticeskogo molotka. Trudi Novocerkaskovo polit. instituta, t.46, 1960.
55. Notkin E.M., Kur G.E., Aronştein N.M., Rabota peskoduvnih maşin v radiatornom proizvodstve "Liteinoe proizvodstvo". Nr.2, 1958.
56. Olsen R.L., Sealing core boxes against blow-by "Modern casting", october 1957.
57. Ogorodnov S.M., Avtomatizačia zapolnenia bunkerov formovovinoi smesi "Liteinoe proizvodstvo" Nr.6, 1955.
58. Orlov G.M. i dr., Izgotovlenie liteinh form pressovanem pod bolsim davleniem. Izd. Moskovaskogo doma nauciño-tehniceskoi propagandî, 1958.
59. Orlov G.M., Tekucesti formovocinoi smesi i uplotnenie form pressovanie "Liteinoe proizvodstvo" Nr.11, 1959.
60. Orlov G.M., Teoria formoychi. Editura Acad. Nanc, 1961.
61. Osmakov C.A şi Braide F.G. "Vibrondrnîe formavocinîe maşinî.
62. Osmakov S.A., Savinov O.A., O dvijenii vibratora, svobodno opiraşcevosia na uprugoi ograniciteli. Izv. AN SSSR, OTN Nr.3, 1960.
63. Ostapenko V.A., Mehaniceskie vibroudarnîe sistêmî. Naukova Dumka, Kiev, 1966.

64. Plesinger A.M., Modernistațion raționelle des fondries. "Fonderie" N 142, novembre 1957.
65. Prospekte ale firmei "Netter Vibrationstechnik" Weisbaden R.F.G.
66. Ragulskis K.M., i dr: Samosinhronizația mehaniceskih sistem i Samosinhronnîe i vibroudarnîe sistemî. Izd Mintis, Vilnius, 1965.
67. Rakogon V.G. Isstedovanie uplotnenia strejnevoi smesi peskoduvnîm sposebom "Liteinoe proizvodstvo Nr.4, 1958.
68. Rakogon V.G. Inssledovanie vremeni sterjnei i rashoda pesceano-vozdusneî smesi pri peskoduvnom proțesse, "Liteinoe proizvodstvo" Nr.1, 1959.
69. Rădoi M., Elemente de vibrații mecanice, Ed. tehnică, Pucurești, 1973.
70. Silaș Gh. Mecanică. Vibrații mecanice. Editura didactică și pedagogică, București, 1968.
71. Silaș Gh., Groșanu I., Dinamica unui agregat cu mecanism bielă manivelă și volant. IFTOM Internațional Symposium Linkages Computer Desing Methodes Bucharest, Romania, Iune, 7-13, 1973, Vol.A.
72. Silaș Gh. ș.a. Mișcări periodice cu ciocniri ale vibratorului liber, Bul.științific și tehnic al Institutului politehnic Timișoara 12(26), 1976.
73. Silaș Gh. ș.a. "Studiul mișcărilor vibropercutante ale unei mase libere cu excitație periodică". "Studii și cercetări de mecanică aplicată. Tomul 29., 1970.
74. Silaș Gh., Metoda și rezultate noi în studiul sistemelor vibropercutante generale cu un grad de libertate și a vibrațiilor cu caracteristici neliniare. Teză de doctorat. Iași 1971.
75. Silaș Gh., ș.a. Mișcări periodice cu ciocniri ale vibratorului liber. Bul.științific și tehnic al I.P.T. (serie nouă) tom.12(26), fasc. 1.1967.
76. Silaș Gh., Brîndeu L.; Regimurile periodice staționare ale mecanismelor vibropercutante cu amortizare vîscoasă avînd un gra. de libertate. Buletin științific și tehnic al I.P.Timișoara (serie nouă), tom.11(25), fasc.1. 1966.
77. Silaș Gh., Brîndeu L.; Behandlung periodischer Bewegungen von Rüttelsystemen mit den Lagrangeschen Gleichungen. VDI. Vericht Nr.135, Frühjahr, 1969.
78. Silaș Gh., Brîndeu L.; Sisteme vibropercutante cu un grad de libertate și o cuplă percutantă. Buletin științific și tehnic al I.P.Timișoara, seria I Matematică-Fizică-Mecanică Teoretică și aplic.tom.16(30), fasc. 1, 1970.

79. Silaș Gh., Brîndeu L; Stabilitatea mișcărilor periodice ale unui sistem vibropercutant cu două grade de libertate. Buletin științific și tehnic al I.P.Timișoara Matematică-Fizică-Mecanică teoretică și aplic. tom. 15(29), fasc. 2.1970.
80. Silaș Gh. ș.a. Mișcările periodice ale unei mase libere pe un limitator elastic ce are o mișcare periodică. Buletin științific și tehnic al I.P. Timișoara.Serie I Matematică-Fizică-Mecanică teoretică și aplic., tom.15(29), fasc.1, 1970.
81. Soasima M. O nouă serie tip de grătare de dezbatere și analiza teoretică a vibrațiilor. Bevedereustori R.S.C.: 1971 Nr.3/4.
82. Ștefănescu Cl. Materiale și amestecuri de formare pentru turnătorii. București. Ed. tehnică, 1971.
83. Veinea R., ș.a. Mecanică. Editura didactică și pedagogică. București, 1975.
84. Veit V.L. "Dinamica mașinîh agregatov. Izd-vo "Masinostroenie "Leningrad,1969.
85. Wittmaser K. Dünnwandige Sandformen an Stelle von Metallkokillen. Geisserei, H.U., 1953.
86. Zaițev V.F., Ob Uplotnenie litenîh form pressovaniem, vibropressovaniem i vibrației, "Liteinoe proizvodstvo" nr.11, 1957.



10. A N E X E

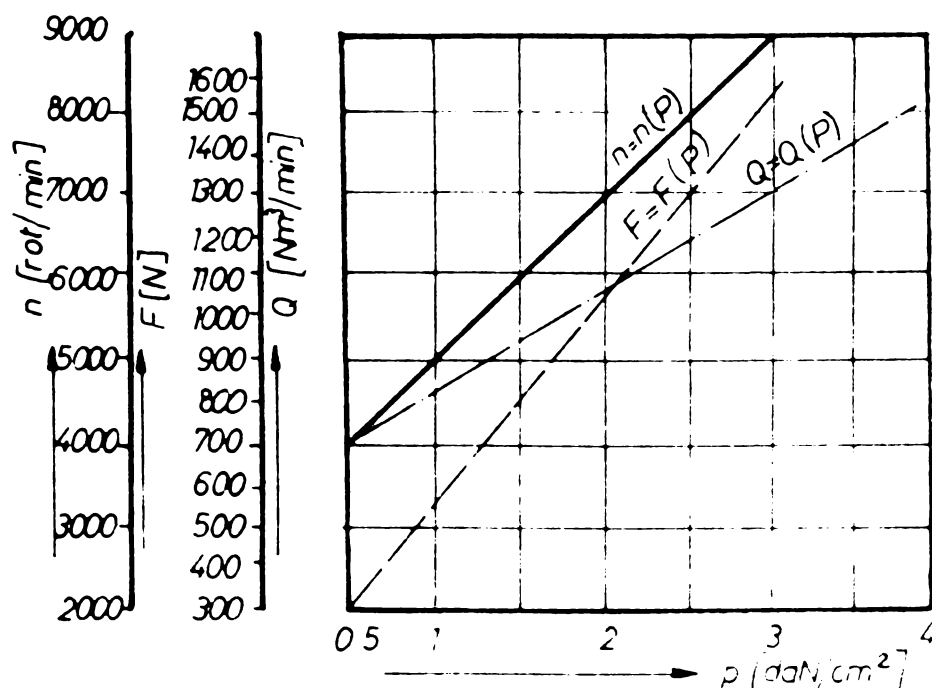


*ANEXA 1*

*INCERCARI EXPERIMENTALE DE DETERMINARE A CARACTERISTICILOR VIBRATOARELOR PNEUMATICE CU BILA IN VEDEREA STABILIRII DIMENSIUNILOR OPTIME ALE DIUZEI DE INJECTIE*

## FISA DE MASURATORI NR 1

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G_1$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutorului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea ajutorului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul ajutorului Laval $\alpha$
0,8	70	28	10	20	6°
Caracteristicile functionale determinate prin incercari					
Nr crt	Turatia bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiulară a bilei cu [1/sec]	Forța perturbatoare $F = mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare $P$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat $Q$ [Nm <sup>3</sup> /min]
1	2650	270,0	131,25	0,25	0,7
2	3950	405,06	295,0	0,5	0,87
3	4800	502,4	454,3	1,0	1,25
4	6200	741,04	988,5	1,5	1,54
5	7400	764,9	1050,8	2,0	1,89
6	8000	794,4	1135,9	2,5	2,16
7	8300	810,12	1181,3	3,0	2,43
8	9000	942,0	1597,25	3,2	2,56

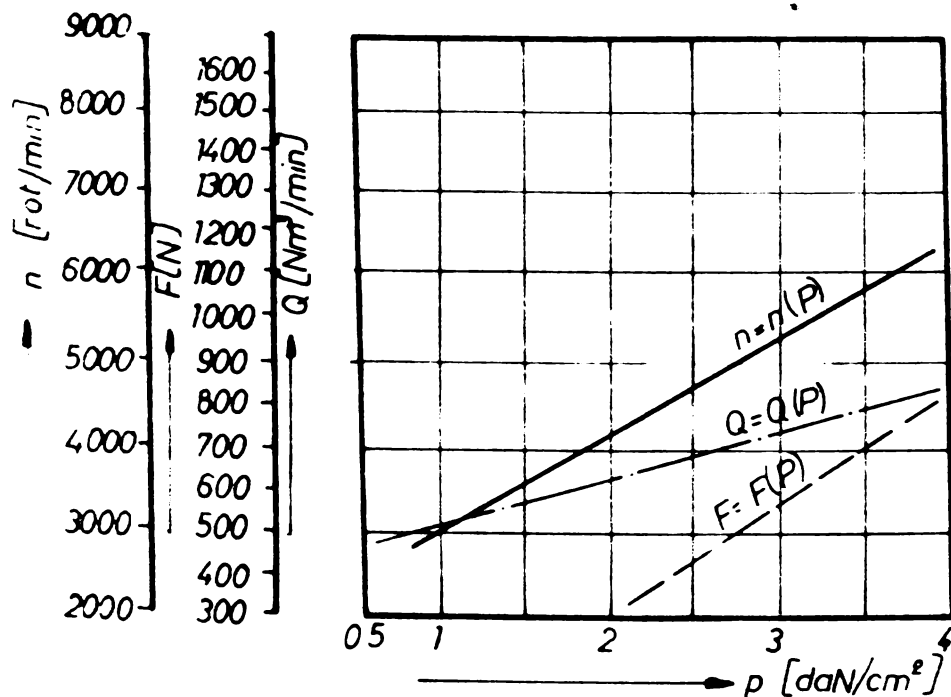


## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR 2

Greutatea bile $G_b$	Diametrul de rutare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secți- unii de ieșire a ajutajului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea ajuta- jului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul ajuta- jului Laval $\alpha$
0,8	70	28	8	15	8°

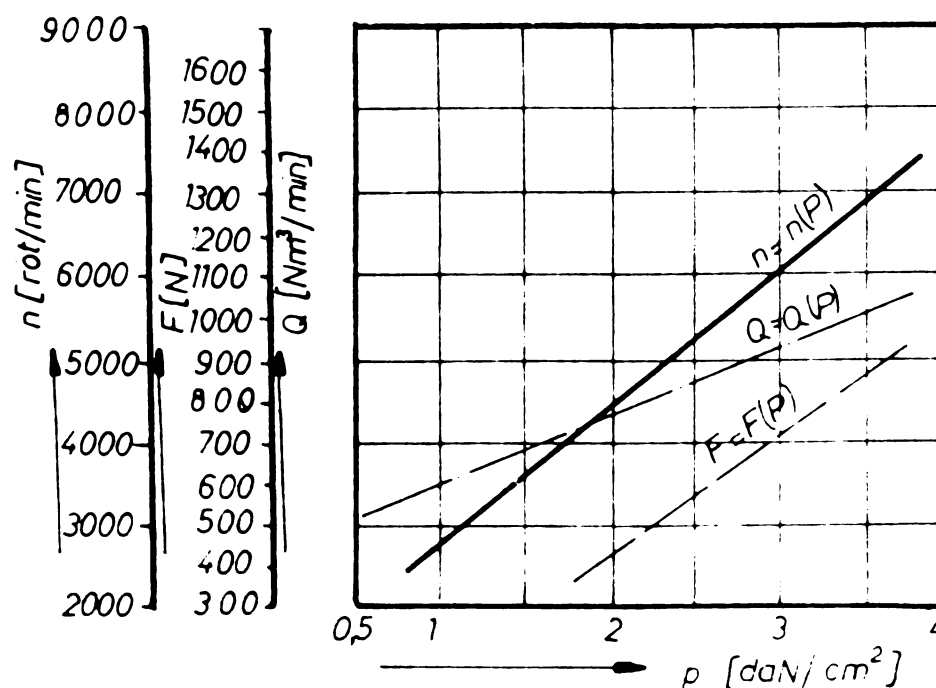
  

	rata bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiu- lară a bilei cu [1/sec]	Forța perturba- toare $F = mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat $Q$ [Nm <sup>3</sup> /min]
1	1750	182,7	60,1	0,5	0,41
2	3000	314,0	117,5	1,0	0,57
	3300	345,0	214,7	1,5	0,67
4	-	-	-	1,9	-
5	4700	489,8	431,9	2,5	0,97
6	5250	531,9	509,3	3,0	1,13
7	5400	533,8	512,9	3,5	1,25
8	6100	678,2	828	4,0	1,4



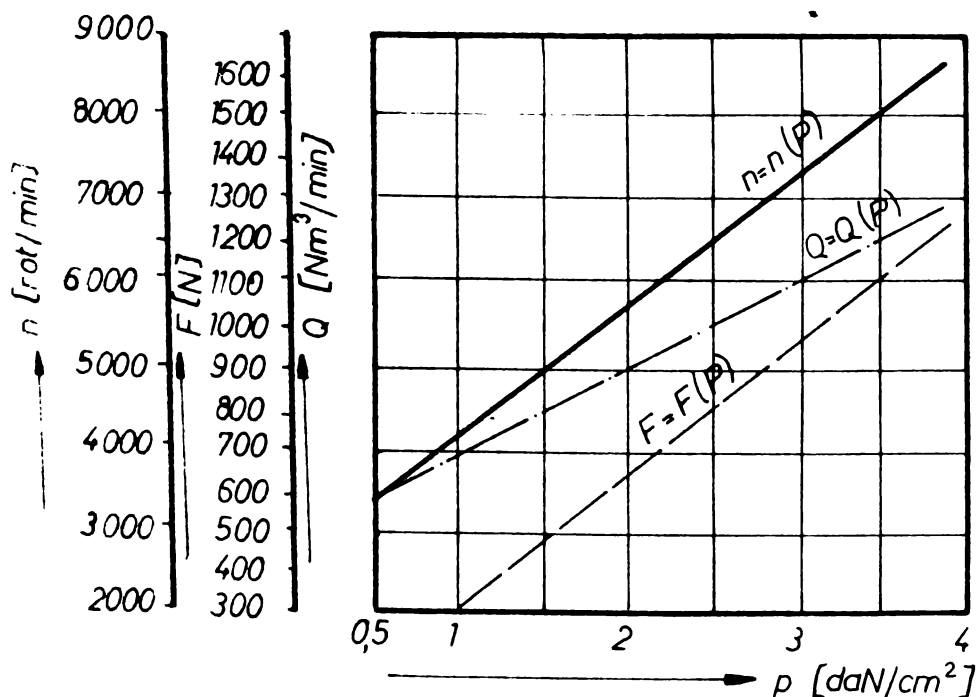
## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR. 3

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G_b$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutajului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea ajutajului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul ajutajului Laval $\alpha$
0,8	70	28	6	20	6°
Caracteristicile functionale determinate prin încercări					
Nr crt	Turatia bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiulară a bilei cu [1/sec]	Forța perturbatoare $F = mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat $Q$ [Nm <sup>3</sup> /min]
1	1975	207,2	77,0	0,5	0,57
2	2750	301,4	163,5	1,0	0,74
3	3750		-	1,5	
4	5100	521,2	489,1	2,0	1,1
5	5500	577,7	600,8	2,5	1,32
6	6000	628	709,8	3,0	1,48
7	6500	653,1	767,8	3,5	1,7
8	7200	753,4	1021,7	3,9	1,96



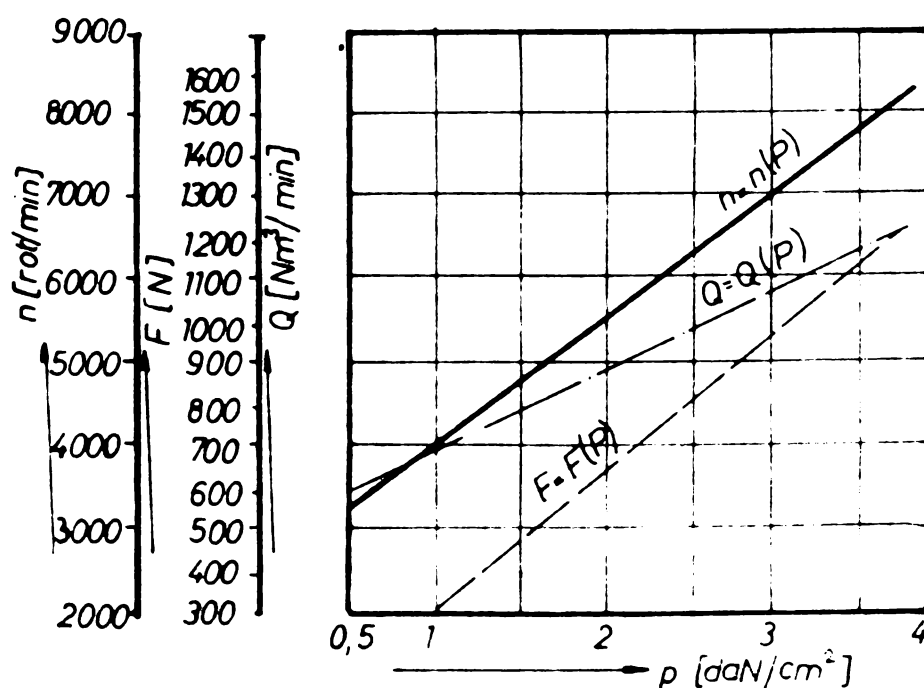
## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR. 4

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G_1$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutorului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea ajutorului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul ajutorului Laval $\alpha$
0,8	70	28	8	15	6
Caracteristicile functionale determinate prin încercări					
Nr. crt.	Turatia bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiulară a bilei cu $\omega$ [1/sec]	Forța perturbatoare $F = mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat [Nm <sup>3</sup> /min]
1	2700	282,6	143,7	0,2	0,61
2	3500	345,4	214,7	0,5	0,75
3	5150	521,2	489,0	1,5	1,25
4	6000	628,0	709,9	2,0	1,56
5	6500	653,12	767,8	2,5	1,81
6	7100	753,6	1022,2	3,2	2,04
7	7500	788,1	1118,1	3,5	2,34



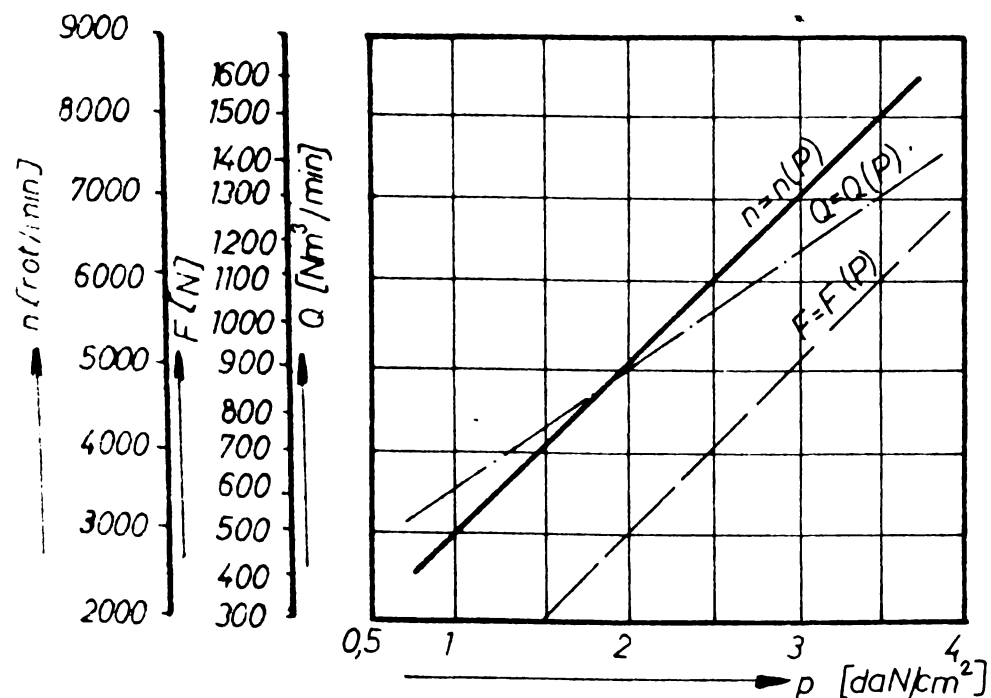
## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR. 5

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G_b$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutajului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea ajutajului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul ajutajului Laval $\alpha$
0,8	70	28	8	15	8°
Caracteristicile functionale determinate prin încercări					
Nr crt	Turatia bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiulară a bilei cu [1/sec]	Forța perturbatoare $F = mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat [Nm <sup>3</sup> /min]
1	2950	287,6	148,9	0,5	0,65
2	4800	502,4	454,33	1,5	1,09
3	5600	584,04	614,0	2,0	1,28
4	6300	659,4	782,6	2,5	1,55
5	6950	728,5	955,2	3,0	1,78
6	7580	788,4	1118,8	3,7	2,16
7					
8					



## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR. 6

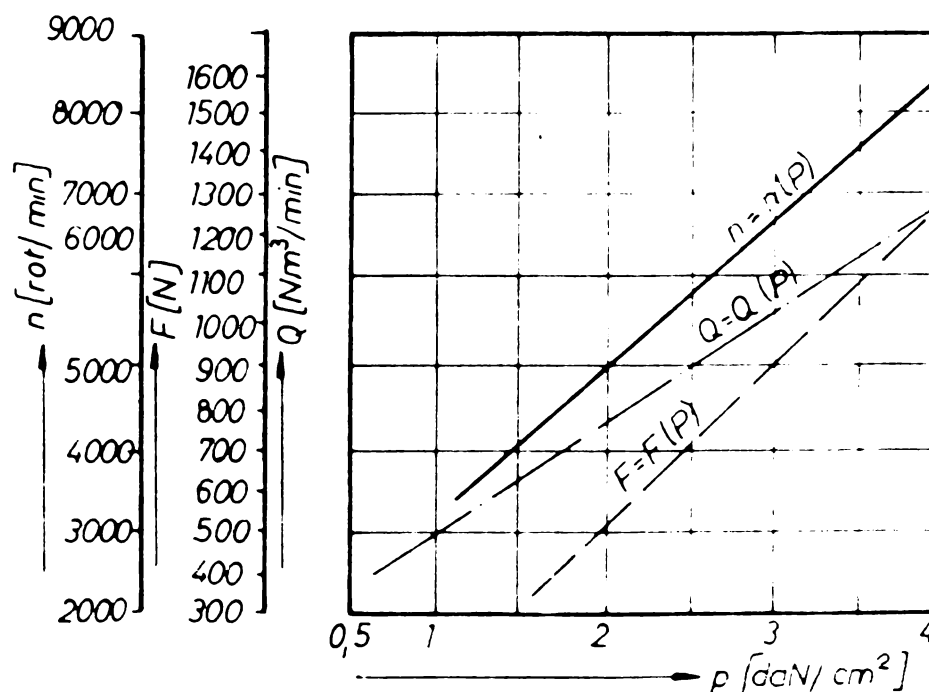
Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G$ [N]	Diametrul de rotire al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secți- unii de ieșire a ajutajului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea ajuta- jului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul ajuta- jului Laval $\alpha$
0,8	70	28	8	10	8°
Caracteristicile funcționale determinate prin încercări					
Nr. ord.	Turația bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiula- ră a bilei cu [1/sec]	Forța perturba- toare $F = mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat $Q$ [Nm <sup>3</sup> /min]
1	3900	427,0	328,2	1,5	0,99
2	5100	533,8	512,9	2,0	1,37
3	5900	615,4	681,8	2,5	1,69
4	6500	663,12	791,5	3,0	2,05
5	7700			3,5	1,41
6	8500	841,5	1274,6	3,7	2,54
7					
8					





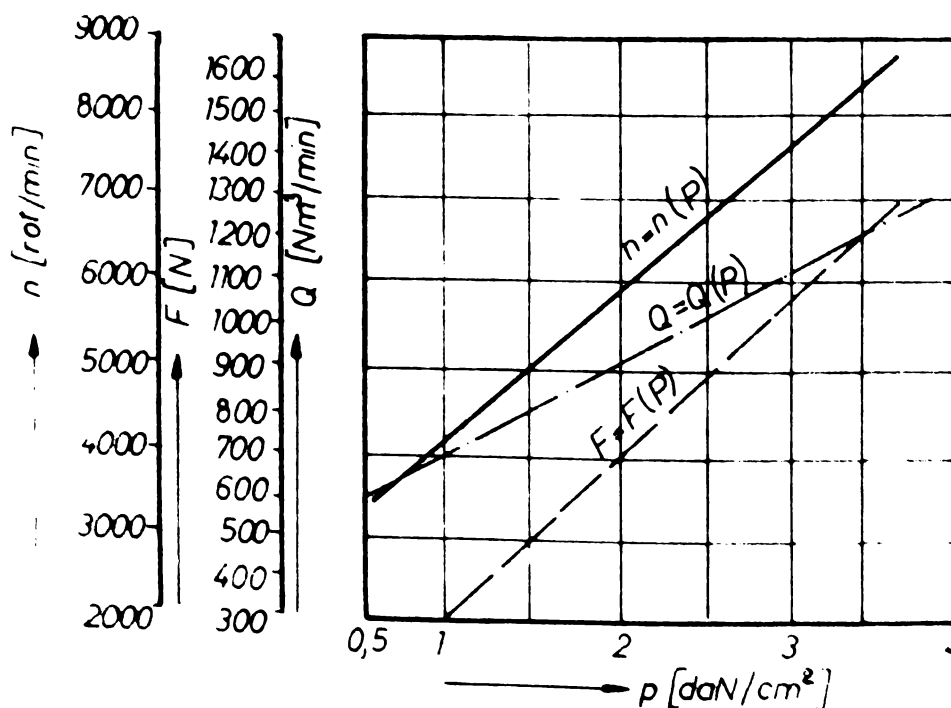
## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR. 7

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G_1$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul sec- tiunii de ieșire a ajutorului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea ajuta- jului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul aju- tajului Laval $\alpha$
0,8	70	28	10	20	6°
Caracteristicile functionale determinate prin încercări					
Nr crt	Turatia bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghi- ulară a bilei cu [1/sec]	Forța perturba- toare $F=mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare $P$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat [Nm <sup>3</sup> /min]
1	3750	392,5	273,3	1,5	0,81
2	5000	521,24	489,04	2,0	1,2
3	5900	615,4	681,8	2,5	1,49
4	6700	703,4	890,5	3,0	1,81
5	7400	772,4	1073,9	3,5	2,11
6	8300	866,6	1351,9	4,0	2,42
7					
8					



## FIȘA DE MASURATORI NR 8

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutorajului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea ajutorajului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul ajutorajului Laval $\alpha$
0,8	70	28	10	20	8°
Caracteristicile funcționale determinate prin încercări					
Nr. crt.	Turatia bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiulară a bilei cu [1/sec]	Forța perturbatoare $F = mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare $P$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat $Q$ [Nm <sup>3</sup> /min]
1	2100	152,0	41,5	0,25	0,5
2	3150	321,53	186	0,5	0,65
3	4000	419,5	316	1,0	0,9
4	4800	507,42	462	1,5	1,16
5	5900	560,2	564,9	2,0	1,39
6	6650	662,5	790	2,5	1,6
7	7400	764,3	1051	3,0	1,82
8	7600	775,0	1081,0	3,2	1,86

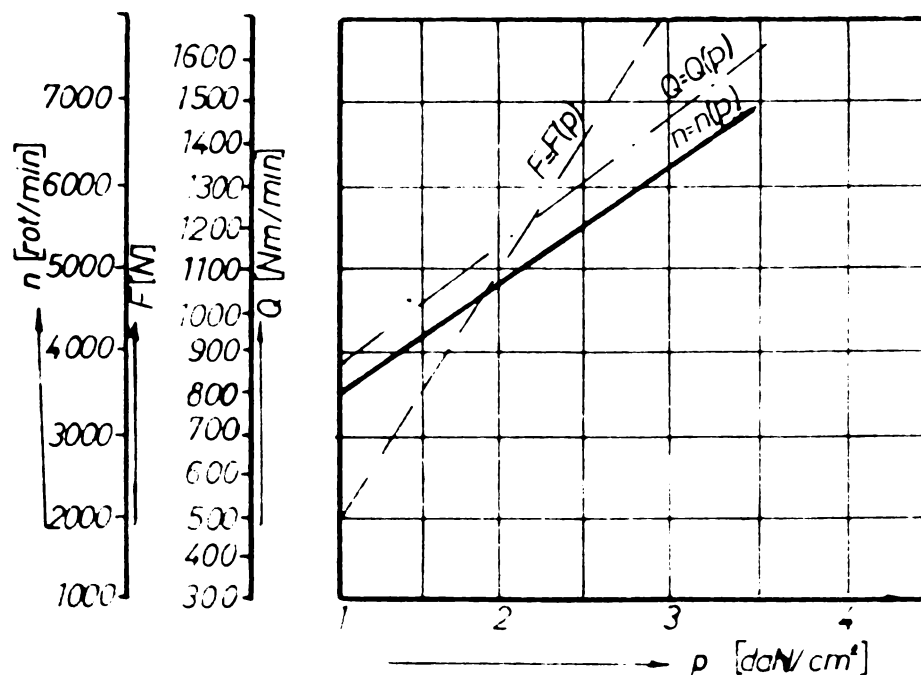


## ANEXA 2

*INCERCARI EXPERIMENTALE PENTRU  
DETERMINAREA CARACTERISTICILOR  
VIBRATOARELOR PNEUMATICE CU BILA  
IN VEDEREA DETERMINARII PENTRU  
CARACTERISTICILE DORITE DIAMETRU-  
LUI OPTIM ALE CENTRULUI DE GREU -  
TATE AL BILEI*

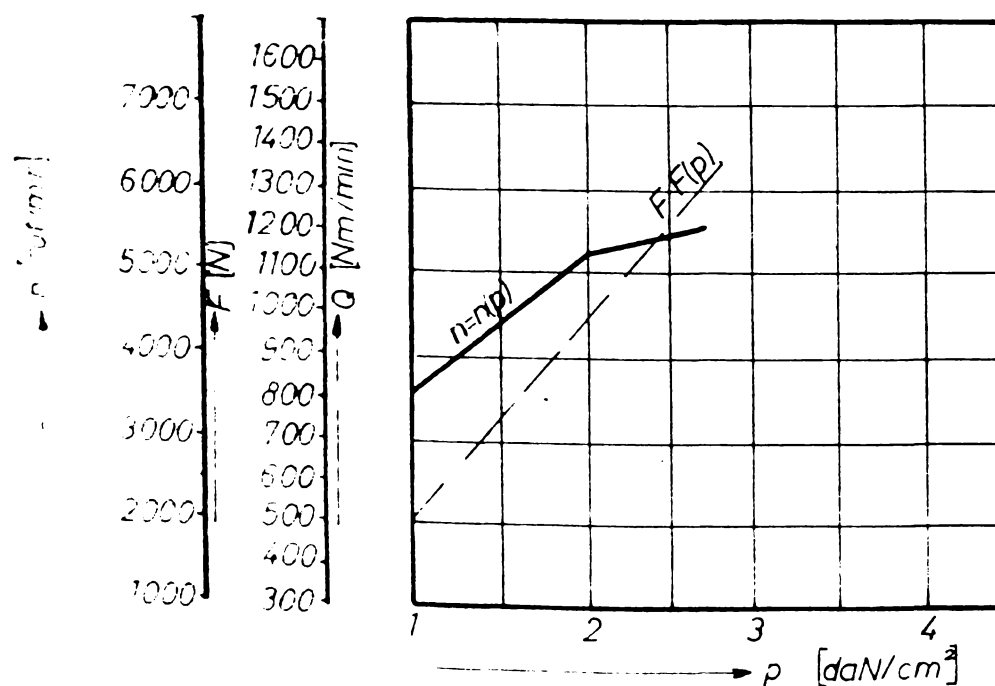
## FIȘA DE MASURĂTORI NR.1

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea biler G N	Diametrul de rulare al masei excentrice D mm	Diametrul bilei d mm	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutorului Laval d', mm	Lungimea ajutorului Laval d <sub>2</sub> mm	Unghiul ajutorului Laval α
1,344	93	35	10	20	6°
Caracteristicile funcționale determinate prin încercări					
Nr crt	Turația bilei n rot/min	Viteza unghiulară a bilei cu 1/sec	Forța perturbatoare F = mrω² N	Presiunea de alimentare P daN/cm²	Debitul de aer consumat Q Nm³/min
1	3600	376,8	563,6	1,1	1,40
2	4300	450,9	807,1	1,5	1,78
3	4700	489,8	952,5	1,8	2,06
4	5800	606,0	1458,0	2,5	2,43
5	6000	628,0	1565,7	2,8	2,69



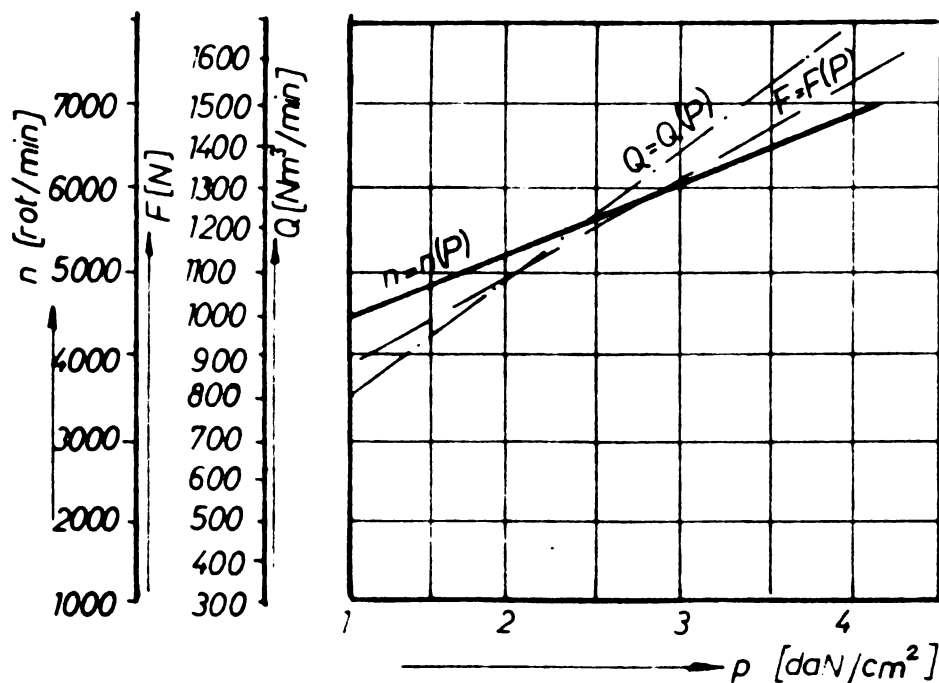
## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR.2

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Puterea G N	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ mm	Diametrul bilei $d$ mm	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutorului Laval $d_1$ mm	Lungimea ajutorului Laval $d_2$ mm	Unghiul ajutorului Laval $\alpha$
1,344	93	35	11	20	8°
Caracteristicile funcționale determinate prin încercări					
Turația bilei $n$ rot/min	Viteza unghiulară a bilei $\omega$ 1/sec	Forța perturbatoare $F = mr\omega^2$ N	Presiunea de alimentare $P$ daN/cm <sup>2</sup>	Debitul de aer consumat $Q$ Nm <sup>3</sup> /min	
1	3400	356,7	1,0	1,19	
2	4200	439,6	1,5	1,52	
3	5100	518,1	2,0	1,81	
4	5200	541,33	2,5	2,11	
5	5400	562	2,8	2,62	



## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR. 3

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G_1$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutorului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea ajutorului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul ajutorului Laval $\alpha$
1,344	93	35	11	20	8°
Caracteristicile funcționale determinate prin încercări					
Nr crt	Turatia bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiulară a bilei cu [1/sec]	Forța perturbatoare $F = mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat $Q$ [Nm <sup>3</sup> /min]
1	4600	480,4	916	1,5	1,69
2	5300	541	1163,4	2,5	2,40
3	6000	628	1565,7	3,0	2,86



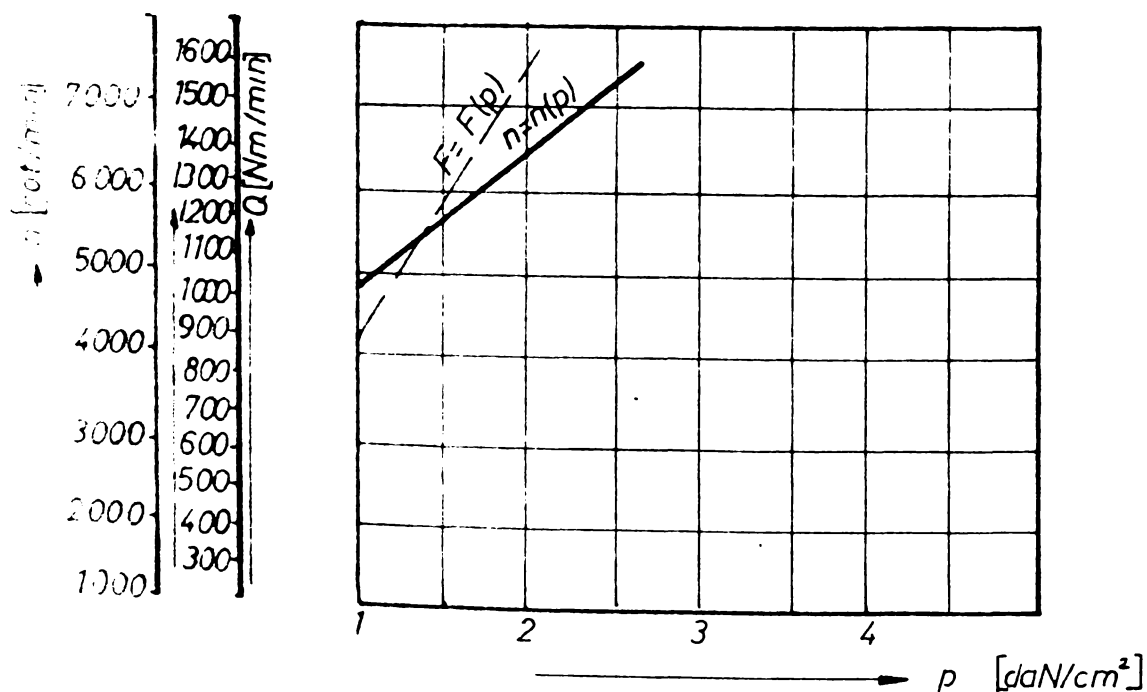
## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR. 4

## Caracteristicile dimensionale ale vibratorului

Greutatea bilei $G$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutorului Laval $d$ [mm]	Lungimea ajutorului Laval $d$ [mm]	Unghiul ajutorului Laval $\alpha$
1,344	87	35	11	20	6°

## Caracteristicile funcționale determinate prin încercări

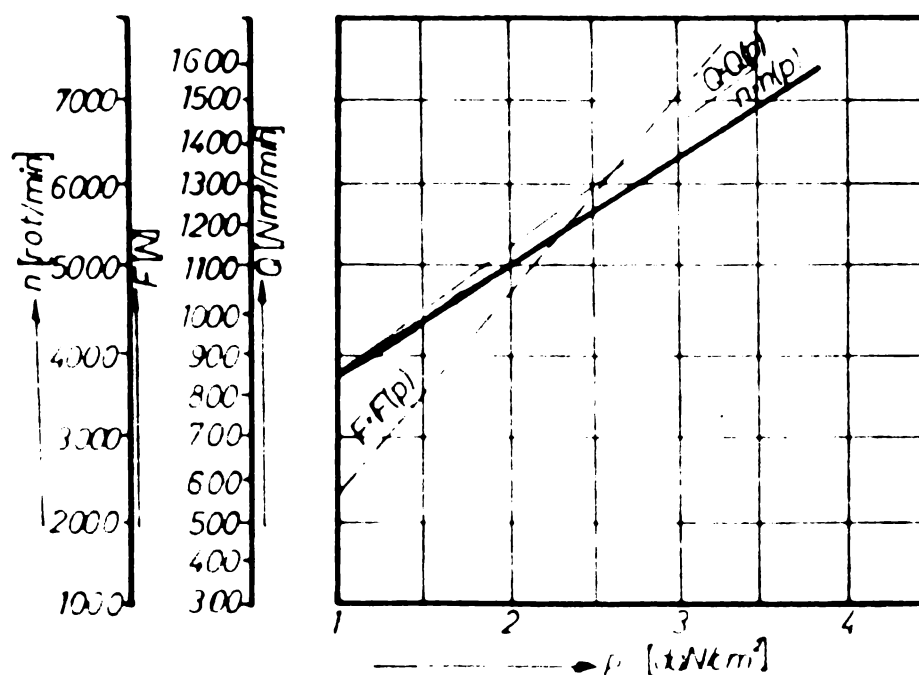
Turația bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiulară a bilei cu [1/sec]	Forța perturbatoare $F = m r \omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare $p$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat [Nm <sup>3</sup> /min]
1 3500	366,1	486,6	0,5	1,50
2 4800	502,4	916,2	1,0	2,07
3 5400	566,2	1163,7	1,5	2,66
4 6300	659,4	1578	1,9	3,1





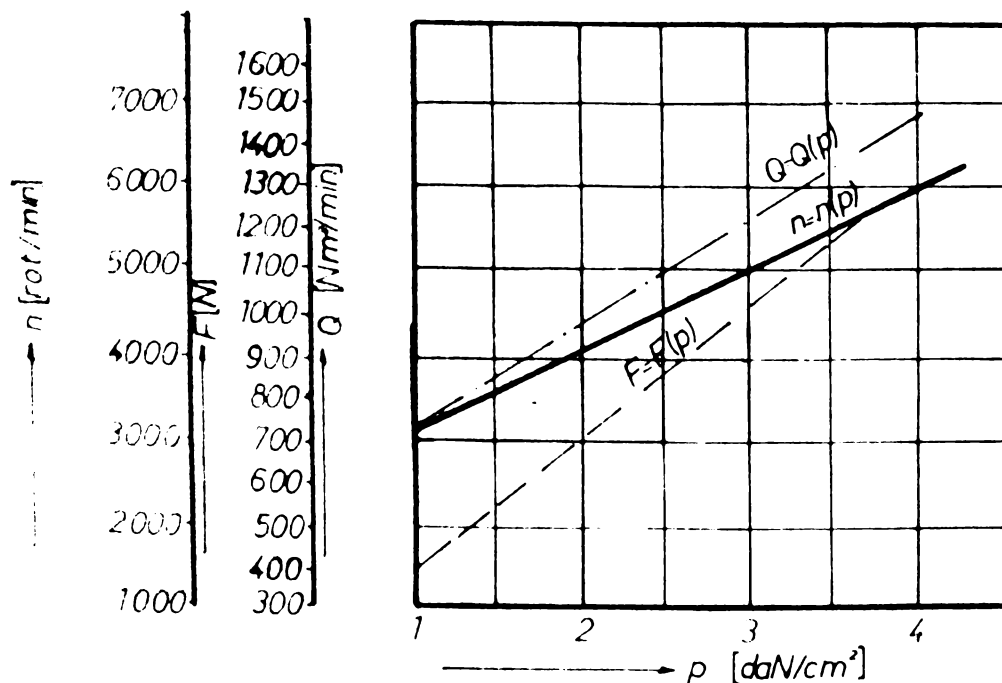
## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR.5

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei G N	Diametrul de rulare al masei excentrice D mm	Diametrul bilei d mm	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutorului Laval d mm	Lungimea ajutorului Laval d <sub>1</sub> mm	Unghiul ajutorului Laval $\alpha$
1,344	89	35	10	20	6°
Caracteristicile funcționale determinate prin încercări					
Nr crt	Turația bilei n rot/min	Viteza unghiulară a bilei cu 1/sec	Forța perturbatoare $F = mr\omega^2$ N	Presiunea de alimentare p daN/cm <sup>2</sup>	Debitul de aer consumat Q Nm <sup>3</sup> /min
1	2800	303,3	334	0,5	1,02
2	3800	398,5	575,4	10	1,39
3	5100	533,8	1034,3	20	2,12
4	5500	576,5	1206,4	25	2,45
5	6100	639,3	1483,6	28	2,7



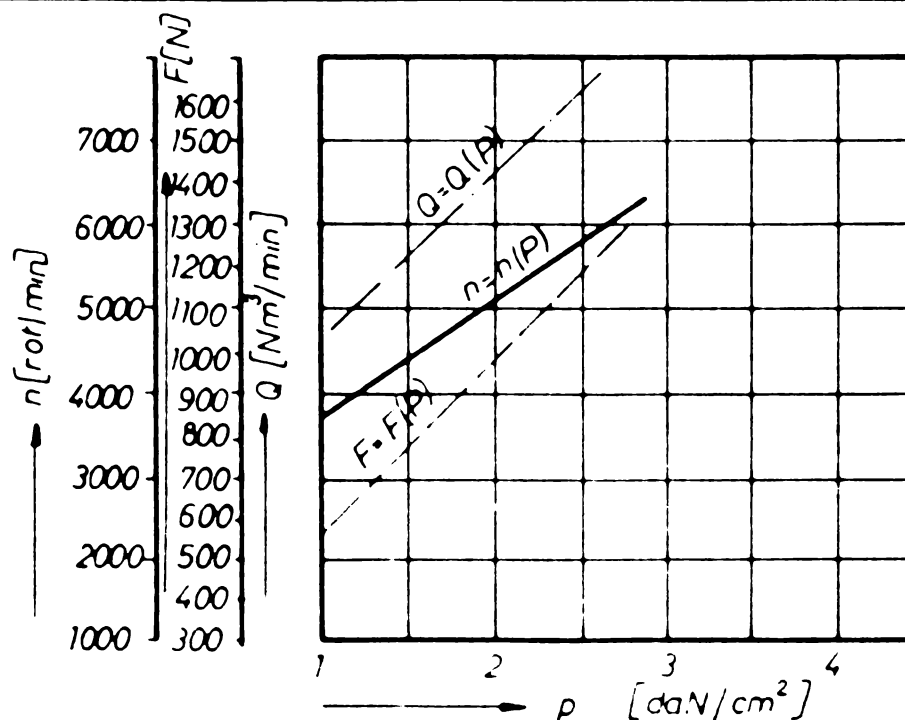
## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR6

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bitei $G$ N	Diametrul de ru- brare al masei excentrice $D$ mm	Diametrul bitei $d$ mm	Diametrul secti- unii de ieșire a ajutajului Laval $d_1$ mm	Lungimea ajuta- jului Laval $d_s$ mm	Unghiul aju- tajului Laval $\alpha$
1,344	89	35	11	20	8°
Caracteristicile funcționale determinate prin încercări					
Nr ord.	Viteza biter $n$ rot/min	Viteza unghiula- ră a biter cu $l$ 1/sec	Forța perturba- toare $F = m r \omega^2$ N	Presiunea de alimentare $p$ daN/cm <sup>2</sup>	Debitul de aer consumat $Q$ Nm <sup>3</sup> /min
1	2400	2512	229	0,5	0,7
2	3100	3253	384	1,0	1,08
3	3600	3768	509,9	1,5	1,38
4	4900	491,09	875,4	2,5	1,93
5	5100	532	1029,5	3,0	2,26
6	5400	565	1159,6	3,4	2,56



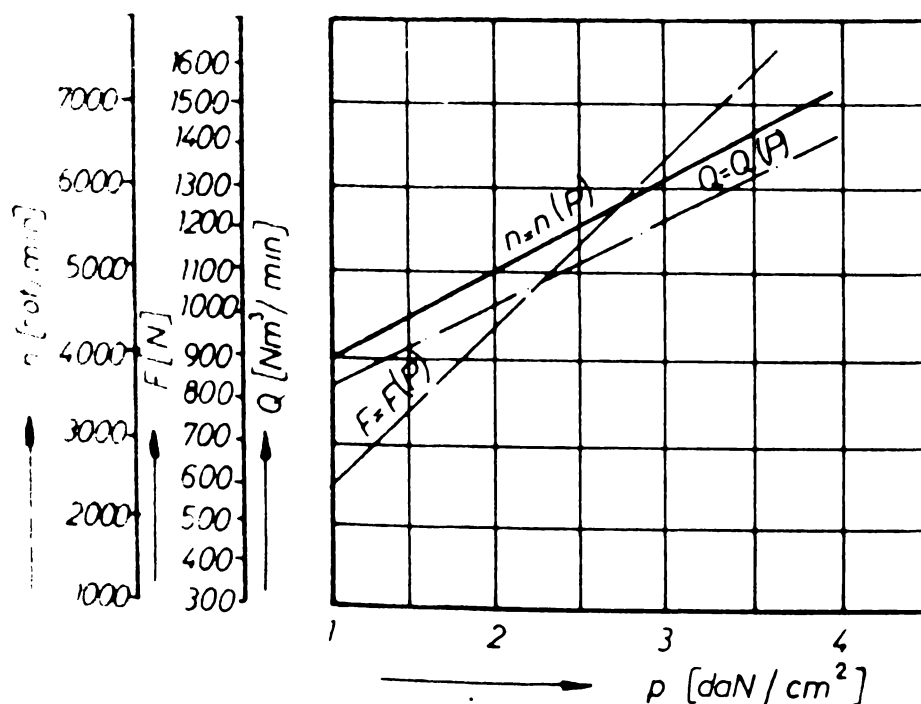
## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR. 7

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G_1$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutorului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea ajutorului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul ajutorului Laval $\alpha$
1,344	89	35	12	20	8°
Caracteristicile funcționale determinate prin încercări					
Nr crt	Turația bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiulară a bilei cu [1/sec]	Forța perturbatoare $F = mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare $P$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat $Q$ [Nm <sup>3</sup> /min]
1	3000	314,0	357,9	0,5	1,33
2	3700	388,1	546,7	1,0	1,8
3	5000	521,2	986,2	2,0	2,68
4	5400	565,2	1159,4	2,4	3,12



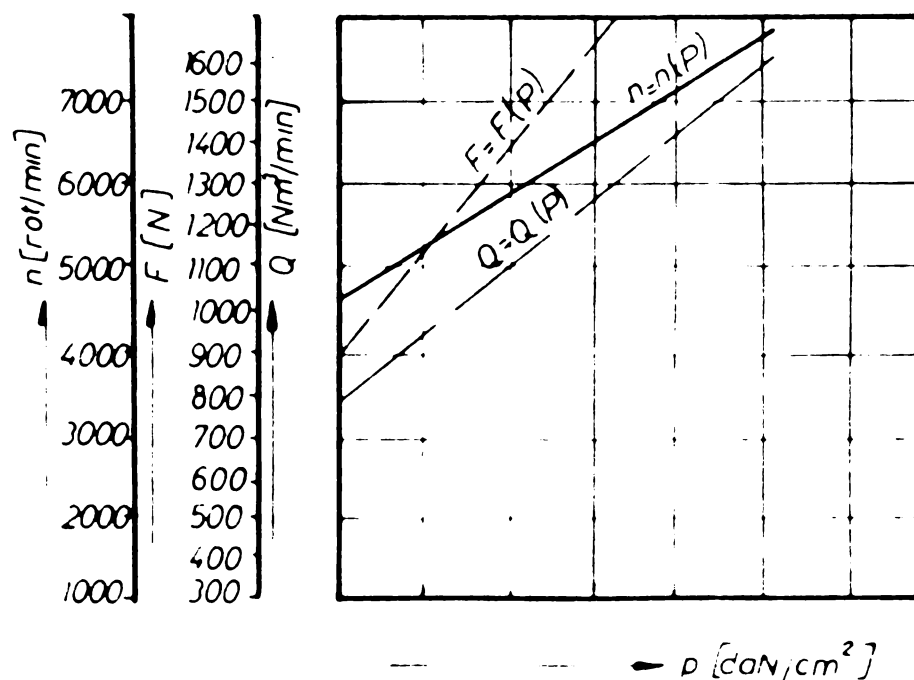
## FISA DE MASURATORI NR. 8

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G_b$ [N]	Diametrul de rotare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul sec- țiunii de ieșire a ajutajului Laval $d$ [mm]	Lungimea ajuta- jului Laval $d_2$ [mm]	Unghiulaju- tajului Laval $\alpha$
1,344	87	35	10	20	8°
Caracteristicile funcționale determinate prin încercări					
Nr crt	Turația bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiula- ră a bilei cu [1/sec]	Forța perturba- toare $F=mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare $P$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat $Q$ [Nm <sup>3</sup> /min]
1	2900	303,9	328,9	0,5	0,8
2	3700	388,1	536,7	1,0	1,08
3	4800	502,4	898,6	1,5	1,38
4	5200	546,3	1062,7	2,0	1,65
5	5500	577,7	1188,3	2,4	1,9
6	6100	640,5	1460,4	3,0	2,26
7	6500	672,6	1611,1	3,5	2,6



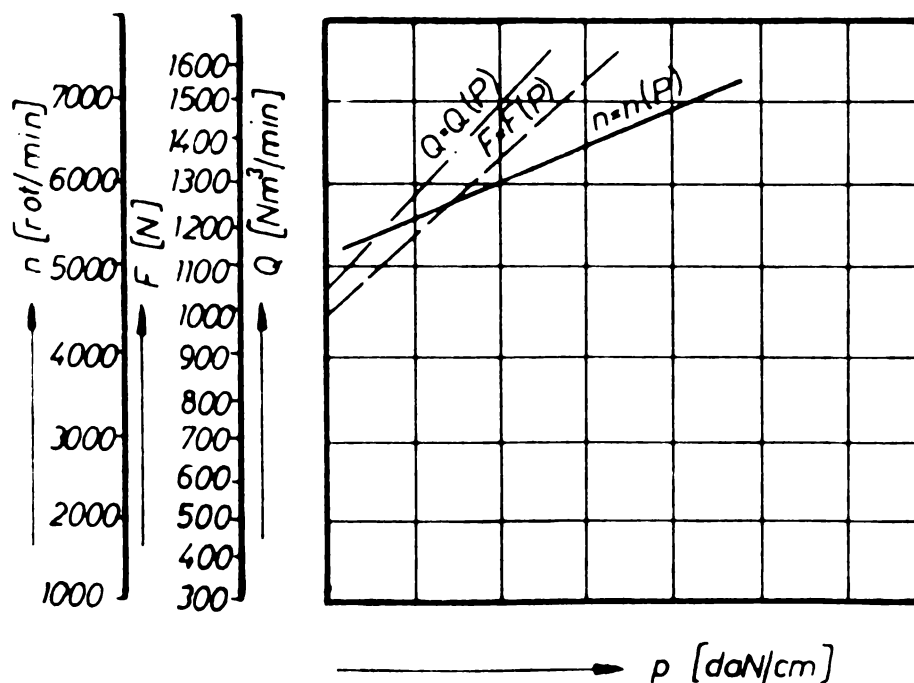
## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR. 9

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G_1$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutorului Laval $d$ [mm]	Lungimea ajutorului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul ajutorului Laval $\alpha$
1,344	87	35	10	20	6°
Caracteristicile functionale determinate prin încercări					
Nr crt	Turația bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiulară a bilei cu [1/sec]	Forța perturbatoare $F=mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare $P$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat $Q$ [Nm <sup>3</sup> /min]
1	3200	334,09	397,2	0,5	1,02
2	4700	489,04	854,2	1,0	1,35
3	5300	552,64	1088,0	1,5	1,67
4	6100	667,42	1446,4	2,0	2,04
5	6600	690,8	1698,8	2,5	2,40
6	6800	709,64	1792,7	3,0	2,77



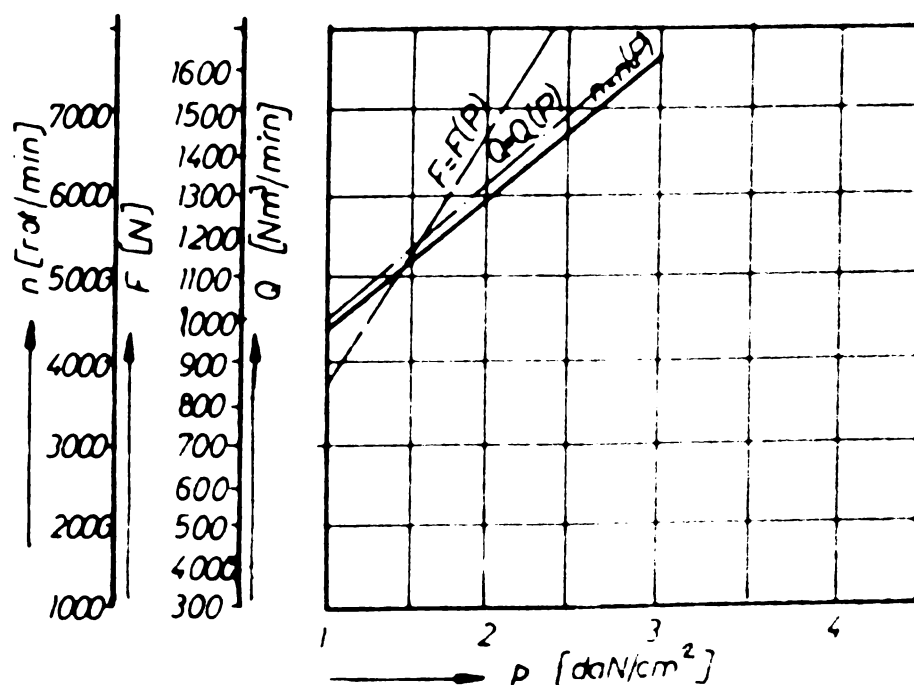
## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR. 10

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutorului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea ajutorului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul ajutorului Laval $\alpha$
1344	87	35	11	20	6°
Caracteristicile functionale determinate prin încercări					
Nr crt	Turația bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiulară a bilei cu [1/sec]	Forța perturbatoare $F = mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat $Q$ [Nm <sup>3</sup> /min]
1	3700	397,5	362,5	0,5	1,44
2	5000	521,2	967,2	1,0	1,90
3	5500	574,6	1175,5	1,5	2,50
4	5900	618,58	1362,2	2,0	3,00



## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR. 11

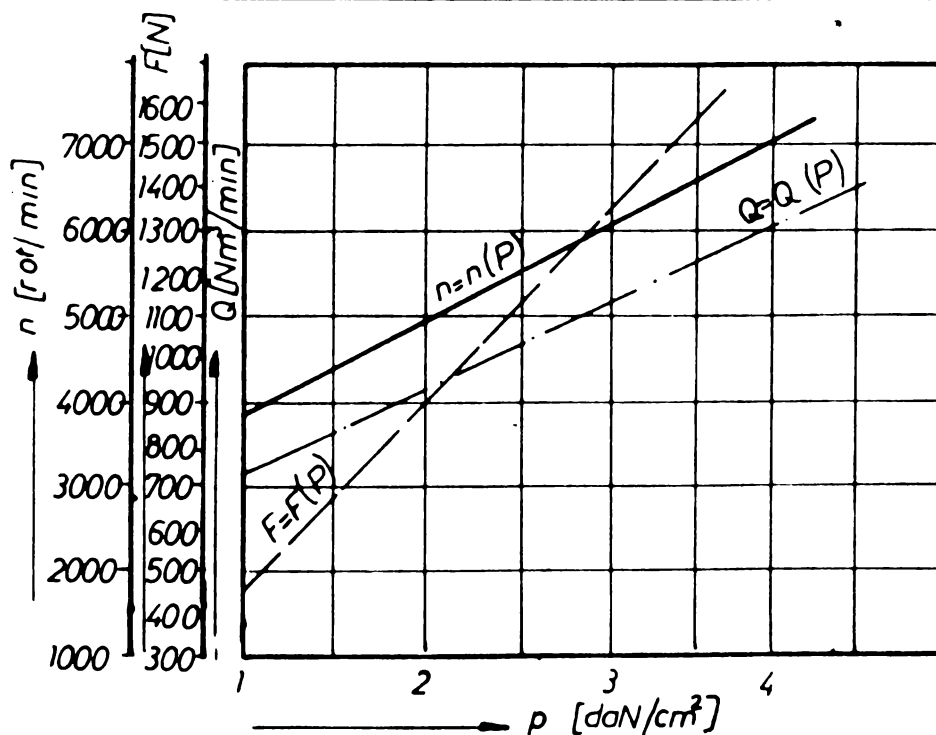
Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G_1$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutajului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea ajutajului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul ajutajului Laval $\alpha$
1,344	87	35	12	20	8
Caracteristicile funcționale determinate prin încercări					
Nr crt	Turatia bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiulară a bilei cu [1/sec]	Forța perturbatoare $F = mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare $P$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat $Q$ [Nm <sup>3</sup> /min]
1	3500	366	477	0,5	1,27
2	5100	533	1114,4	1,5	2,19
3	6000	628	1404	2,0	2,68
4	6600	690	1698,8	2,4	2,98





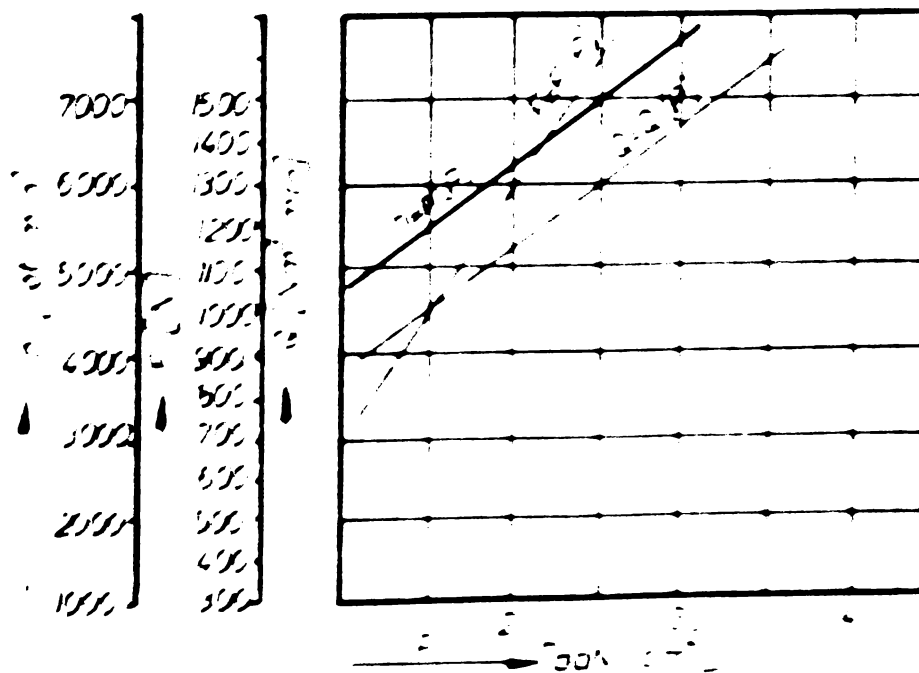
## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR. 12

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G_1$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutorului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea ajutorului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul ajutorului Laval $\alpha$
1,344	80	35	10	20	8°
Caracteristicile funcționale determinate prin încercări					
Nr crt	Turația bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiulară a bilei cu [1/sec]	Forța perturbatoare $F = mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare $P$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat $Q$ [Nm <sup>3</sup> /min]
1	2700	282,6	246,2	0,5	0,8
2	3400	356,7	391,8	1,0	1,08
3	5100	533,8	877,6	2,0	1,65
4	5800	606,02	1131,8	2,5	1,93
5	6300	659,4	1339,2	3,0	2,22
6	6500	678,24	1416,8	3,5	2,5



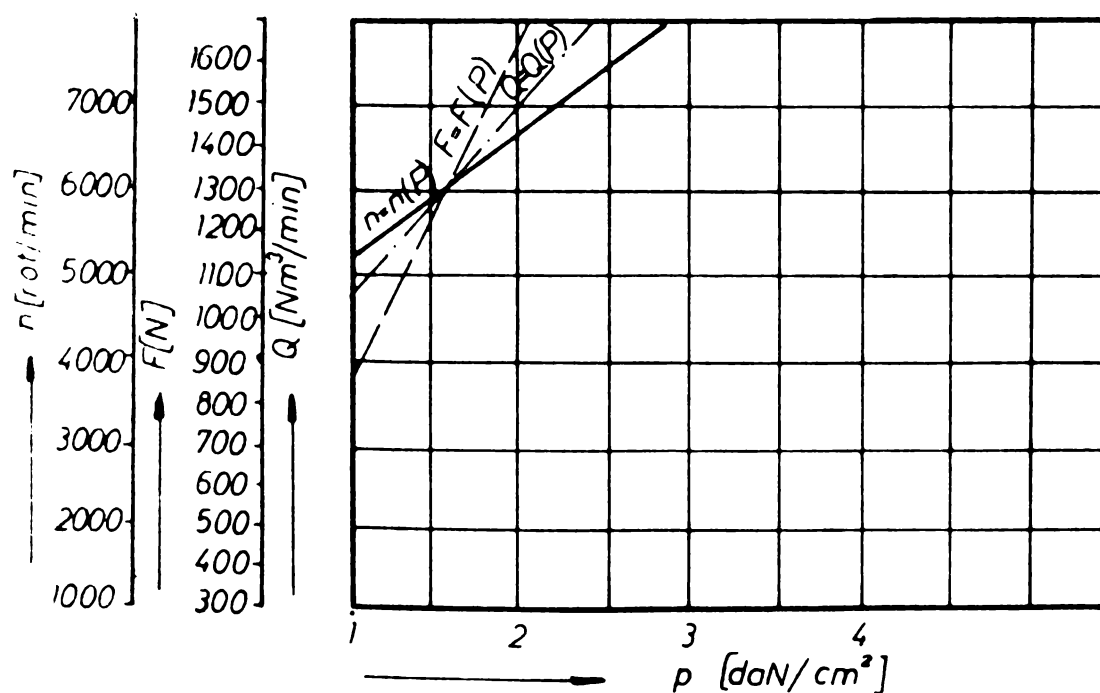
## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR. 13

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G_b$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul sec- țiuni de ieșire a ajutorului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea aju- torului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul aju- torului Laval $\alpha$
1,344	80	35	10	20	6°
Caracteristicile funcționale determinate prin încercări					
Nr crt	Turația bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiulo- asă a bilei cu [1/sec]	Forța perturba- toare $F = m\omega^2 r^2$ [N]	Presiunea de alimentare $P$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat $Q$ [l/min]
1	3400	367,4	415,7	0,5	1,06
2	5500	577,8	1028,1	1,5	1,8
3	6300	659,4	1339,2	2,0	2,2
4	7000	731,6	1648,6	2,5	2,5
5	7200	753,6	1749,2	2,9	2,74



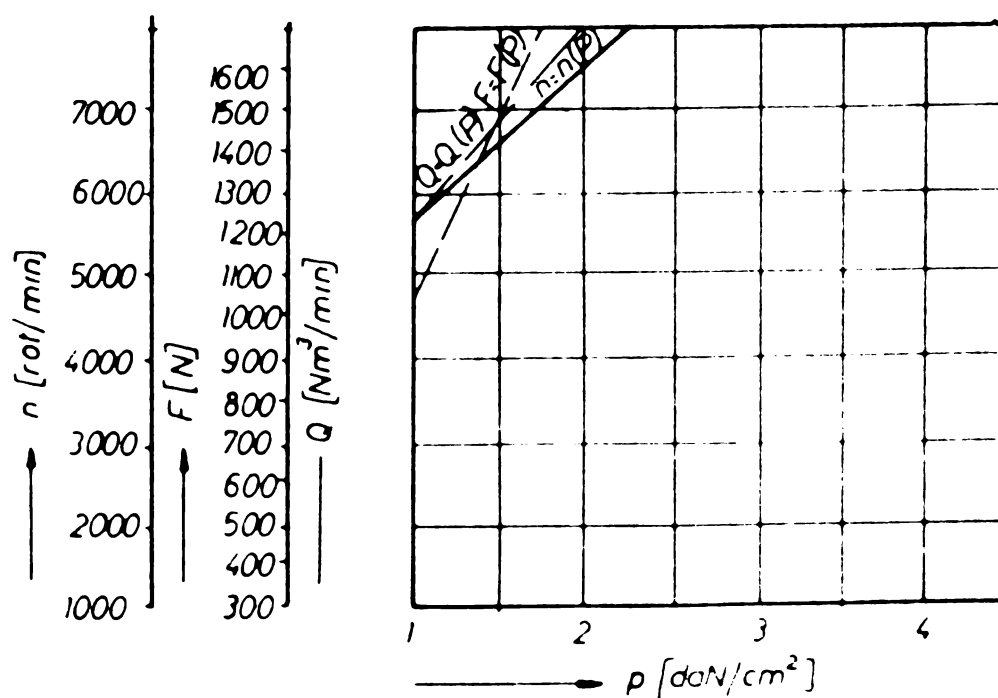
## FIȘA DE MĂSURĂTORI NR.14

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G_1$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secți- unii de ieșire a ajutajului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea ajuto- ajului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul ajuto- ajului Laval $\alpha$
1344	80	35	11	20	6°
Caracteristicile funcționale determinate prin încercări					
Nr crt	Turata bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiula- ră a bilei cu [1/sec]	Forța perturba- toare $F = mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare $P$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat $Q$ [Nm <sup>3</sup> /min]
1	3500	365,5	411,4	0,5	1,41
2	5000	524,4	847,0	1,0	1,85
3	6000	628,0	1214,7	1,5	2,42
4	7000	731,6	1648,6	2,1	3,02



## FISA DE MASURATORI NR 15

Caracteristicile dimensionale ale vibratorului					
Greutatea bilei $G_1$ [N]	Diametrul de rulare al masei excentrice $D$ [mm]	Diametrul bilei $d$ [mm]	Diametrul secțiunii de ieșire a ajutorului Laval $d_1$ [mm]	Lungimea ajutorului Laval $d_2$ [mm]	Unghiul ajutorului Laval $\alpha$
1344	80	35	10	20	6°
Caracteristicile functionale determinate prin incercari					
Nr crt	Turatia bilei $n$ [rot/min]	Viteza unghiulară a bilei cu [1/sec]	Forța perturbatoare $F=mr\omega^2$ [N]	Presiunea de alimentare [daN/cm <sup>2</sup> ]	Debitul de aer consumat $Q$ [Nm <sup>3</sup> /min]
1	3700	398,8	489,8	0,5	1,05
2	5300	552,7	940,7	1,0	2,22
3	6400	668,8	1377,7	1,45	2,73
4	6900	721,05	1601,33	1,75	3,12



### *ANEXA 3*

*INCERCARI EXPERIMENTALE CU  
CU CARACTER TEHNOLOGIC DE  
CONFECTIONARE A MIEZURILOR PRIN  
VIBROPERCUTII*

### ANEXA 3

## DATE SI REZULTATE PRELUCRATE PENTRU INCERCARILE EXPERIMENTALE TEHNOLOGICE DE FORMARE PRIN VIBROPER- CUTII A MIEZURILOR 227/76 si LDA 030 din FABRICATIA CURENTA A INTREPRINDERII DE CONSTRUCTII DE MASINI DIN RESITA

- 151 -

Proba Nr.	Model	Nivelul de debit	Timp de vibrare $T_V$ sec	Frecventa bilei $f_{bila}$ Hz	Nivelul acceleratiilor $n g. m/s^2$ $(-)\ a_{max} (-)\ a_{med} (+)\ a_{med}$	Calitatea miezului
1	227/76	poz. 9	6,25	120	11,29g 10,17g 6,03g	ireprosabil
2	227/76	poz 7	10,7	92,5	9,28g 7,36g 5,08g	calitatea supr. f. buna fisuri Necorespunzat.
3	227/76	poz 5	15,5	90	7,89g 4,73g 3,42g	Idem
4	LDA 030	poz 9	10,7	105	4,56g 3,94g 3,68g	ireprosabil
5	LDA 030	poz 9	15,5	100	7,36g 5,78g 4,98g	Fisuri. Necores- punzator

ANEXA 4  
INCERCARI EXPERIMENTALE PRIVIND  
COMPORTAREA LA VIBROPERCUTII A  
AMESTECULUI DE FORMARE PE BAZA  
DE RASINA FURANICA FOLOSIND CILIN-  
DRUL GRADAT SI TRADUCTORUL VOLU-  
METRIC



**ANEXA 4**  
**DATE SI REZULTATE PRELUCRATE PENTRU INCERCARILE**  
**EXPERIMENTALE EXECUTATE CU INSTALATIA VIBROPERCU-**  
**TANTA DE LABORATOR PENTRU AMESTECUL DE FORMARE**  
**PE BAZA DE RASINA FURANICA**

- 153 -

Proba Nr	Oscilograma	Masa amestecului (kg)	Volumul amestecului dupa vibrare $V_a$ (cm <sup>3</sup> )	Densitatea aparenta (g/cm <sup>3</sup> )	Gradul de indesare in zona modelului in unitati de scara optima		Frecventa de regim (Hz)	Timpul de vibrare (s)		Nivel. accelerat. n.g (m/s <sup>2</sup> )		Obs.
					$t_{max}$	$t_{optim}$		(-) $a_{max}$	(+) $a_{min}$			
1	4.1	2	1400	1,42	20	19	90	5,6	3,6	11,17	8,9	Din oscilograme se observa ca la toate probele dupa depasirea lui $t_{max}$ indesarea in zona modelului scade
2	4.2	4	2800	1,42	26	25	80	4,5	3,3	6,58	4,4	
3	4.3	6	4200	1,42	19	18	80	3,3	2,2	5,17	4,23	
4	4.4	5	4200	1,42	13	12	70	4,1	2,7	6,7	3,8	
5	4.5	6	4200	1,42	23	22	50	5,2	3,6	7	3,5	



Fig. 10.1



Fig. 10.2

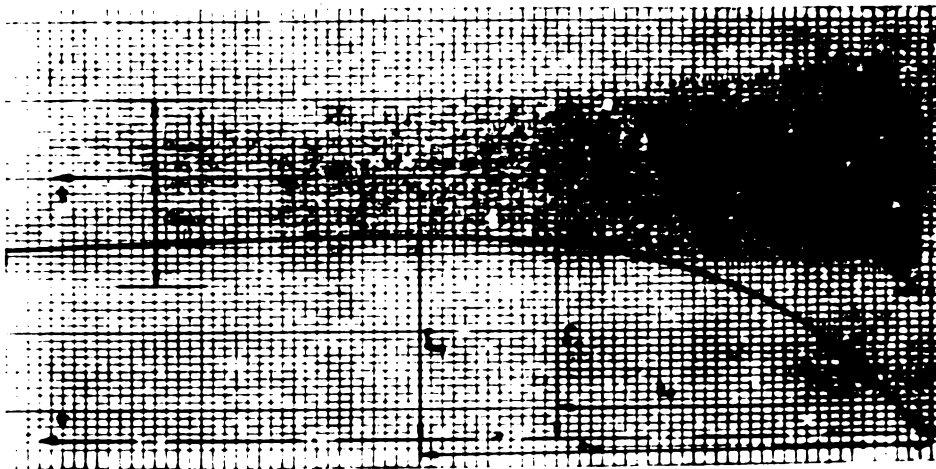


Fig. 10.3



Fig. 10.4



Fig. 10.5

*ANEXA 5*  
*DATE SI REZULTATE EXPERIMENTALE*  
*PRIVIND COMPORTAREA LA VIBRATII*  
*SI VIBROPERCUTII OBTINUTE PRIN*  
*METODA CU CILINDRU DIN TRONSOANE*

**ANEXA 5**  
**VARIATIA IN TIMP A DIFERENTEI DINTRE MARIMEA AMPLITUDINII**  
**ACCELERATIEI IN SENSUL POZITIV SI NEGATIV DE RASPUNS AL**  
**TRADUCTORULUI DE ACCELERATII OSCILOGRAFIATA LA FRECVEN-**  
**TA DE 80 HZ**

TABEL 5-1

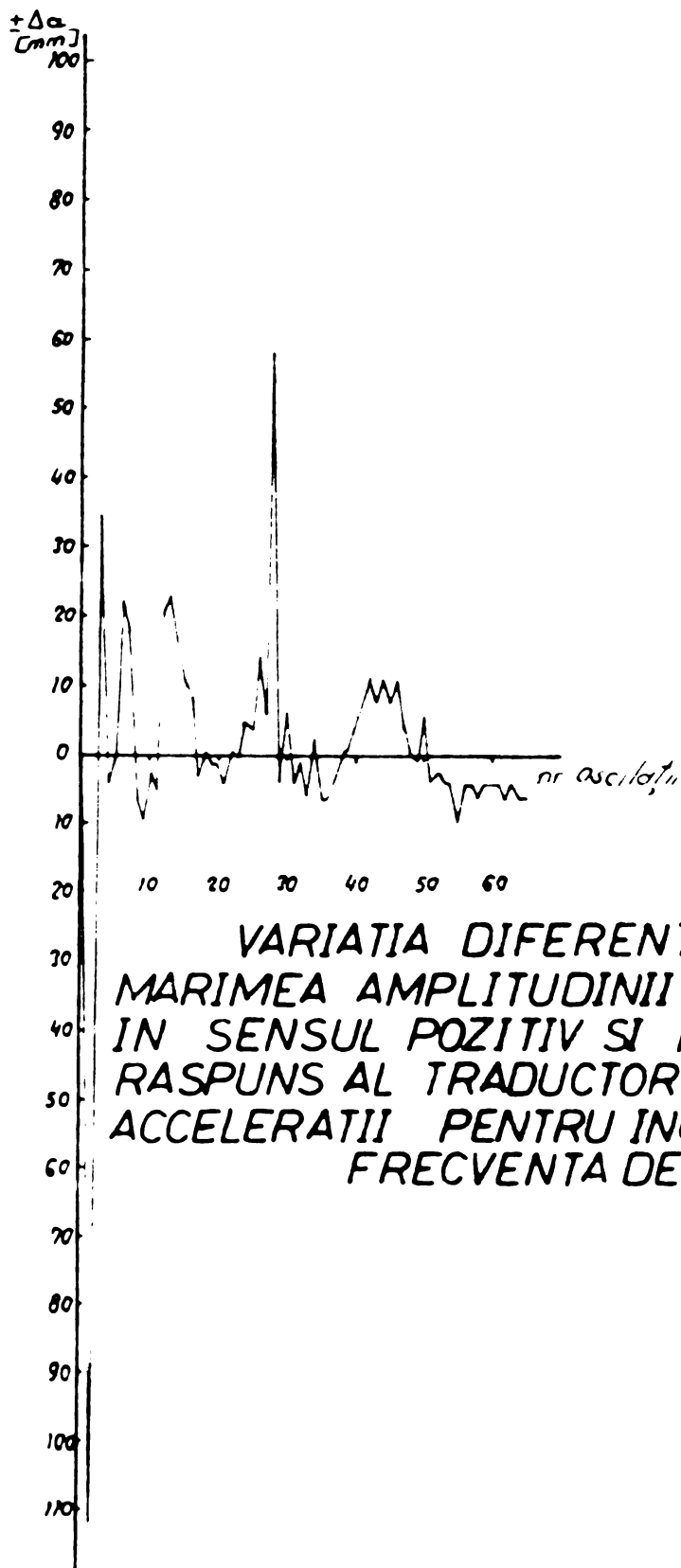
Nr amplitudinii	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Marimea amplitudinii accelerației	13,7	45,2	41,7	30,05	25,4	38,8	35,3	34,8	34,4	34,6	33,7	33,9
$\Delta a = a^+ - a^-$	30	49,3	36,5	30,8	35,5	35,5	32,8	35,8	35,8	35	34,5	31
mm	-16,3	-3,9	5,4	-0,9	-5,1	3,3	2,5	-1	-1,4	-0,4	-0,9	2,9
m/s <sup>2</sup>	-112,3	-26,8	35,0	-5,5	-3,7	22,7	17,2	-6,9	-9,6	-2,7	-5,5	19,9

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
30,7	31	32,8	31,2	32	31,2	29,8	29,4	25,8	31	29,5	29,5	30	30	28,0
30	31,5	31,2	31	32,5	31,2	31	29,5	30,5	30	29,5	29	29,5	28	28
25,4	2,5	1,6	1,2	-0,5	0	-0,2	-0,1	-0,3	-0	0,6	0,6	0,5	2	0,6
23,4	17,2	11	8,0	-3,4	0	1,3	-0,7	-4,8	0	3,4	4,1	3,4	13,8	5,5

28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
28,8	28,4	28,5	27,8	28,8	28	27,8	26,5	27	27,4	27	27	27	27,5	27
22,5	29	27,5	28,5	28	29,1	27,5	27,5	26	28	27	27	26,4	26,4	25,5
6,3	-0,6	1	-0,7	-0,2	-1	0,3	-1	-1	-0,6	0	0	0,6	1,1	0,5
57,2	-4,1	6,9	-4,8	-1,4	-6,5	2	-6,5	-0,5	-4,7	0	0	4,1	7,5	10,3

43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
27	27,6	27,5	27	26,5	26,5	26,8	26,3	25,9	26	25,8	25,8	25,5	25,2	25,8
26	26	26,5	25,5	26	26,5	27	25,5	26,5	26,5	26,5	26,5	27	26,5	26,5
1	1,6	1	1,5	0,5	0	-0,2	0,8	-0,6	-0,5	-0,7	-0,7	-1,5	-0,7	-0,7
6,9	11	6,89	10,3	3,4	0	-4,4	5,5	-4,1	-3,4	-4,8	-4,8	-10,3	-4,8	-4,8

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
25,5	25,2	25,8	25,8	25,8	25,8	25,5	25,5	-	-	-	-	-	-	-
26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	-	-	-	-	-	-	-
-1	-0,7	-0,7	-0,7	-1	-0,7	-1	-1	-	-	-	-	-	-	-
-6,9	-4,8	-4,8	-4,8	-6,9	-4,8	-6,9	-6,9	-	-	-	-	-	-	-



VARIATIA DIFERENTEI DINTRE  
MARIMEA AMPLITUDINII ACCELERATIEI  
IN SENSUL POZITIV SI NEGATIV DE  
RASPUNS AL TRADUCTORULUI DE  
ACCELERATII PENTRU INCERCAREA LA  
FRECVENTA DE 80 Hz



ANEXA 5

VARIATIA IN TIMP A DIFERENTEI DINTRE MARIMEA AMPLITUDINII ACCELERATIEI IN SENSUL POZITIV SI NEGATIV DE RASPUNS AL TRADUCTORULUI DE ACCELERATII OSCILOGRAFIATA LA FRECVEN- TA DE 70 HZ

TABEL 5.2

Nr. amplitudinii	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Marimea amplitudinii accelerației	10	43	54	43	41	45	45	43,5	39	42	42	41
$a^+$	26	53	50	39	40	43	43	37	42	40	40	39
$a^-$	-16	-10	4	4	1	2	2	6,5	7	2	2	2
$\Delta a = a^+ - a^-$	-110	-68,9	27,5	27,5	6,9	13,8	13,8	44,8	4,8	13,8	13,8	13,8

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
42	42	42,5	42	41	39,5	38	35	35	36	36	36	35	35	34
38,5	39	38,5	39	37,5	35,5	35	35	36	35	34	32	34	34	34
3,5	3	4	3	3,5	4	3	0	-1	1	2	4	1	1	0
24	20,6	27,5	20,6	24	27,5	20,6	0	-6,9	6,9	13,8	27,5	6,9	6,9	0

28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
33,5	34	33	32,5	32,5	33	32	31,5	32	32	31,5	31	32	31	31
34	33	32	32	32	32,5	33	33	33	33	32	33	32,5	32,5	32
-0,5	1	0	0,5	0,5	0,5	-1	-1,5	-1	-1	-0,5	-2	-0,5	-1,5	-1
-3,4	6,9	0	3,4	3,4	3,4	6,9	-10,3	-6,9	-6,9	-3,4	-13,8	-3,4	-10,3	-6,9

43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
30	31	30	30	30	30	30	30	-	-	-	-	-	-	-
33	33	32	33	32,5	33	32,5	33	-	-	-	-	-	-	-
-2	-2	-2	-3	-2,5	-3	-2,5	-3	-	-	-	-	-	-	-
-13,8	-13,8	-13,8	-20,6	-17,2	-20,6	-17,2	-20,6	-	-	-	-	-	-	-

:

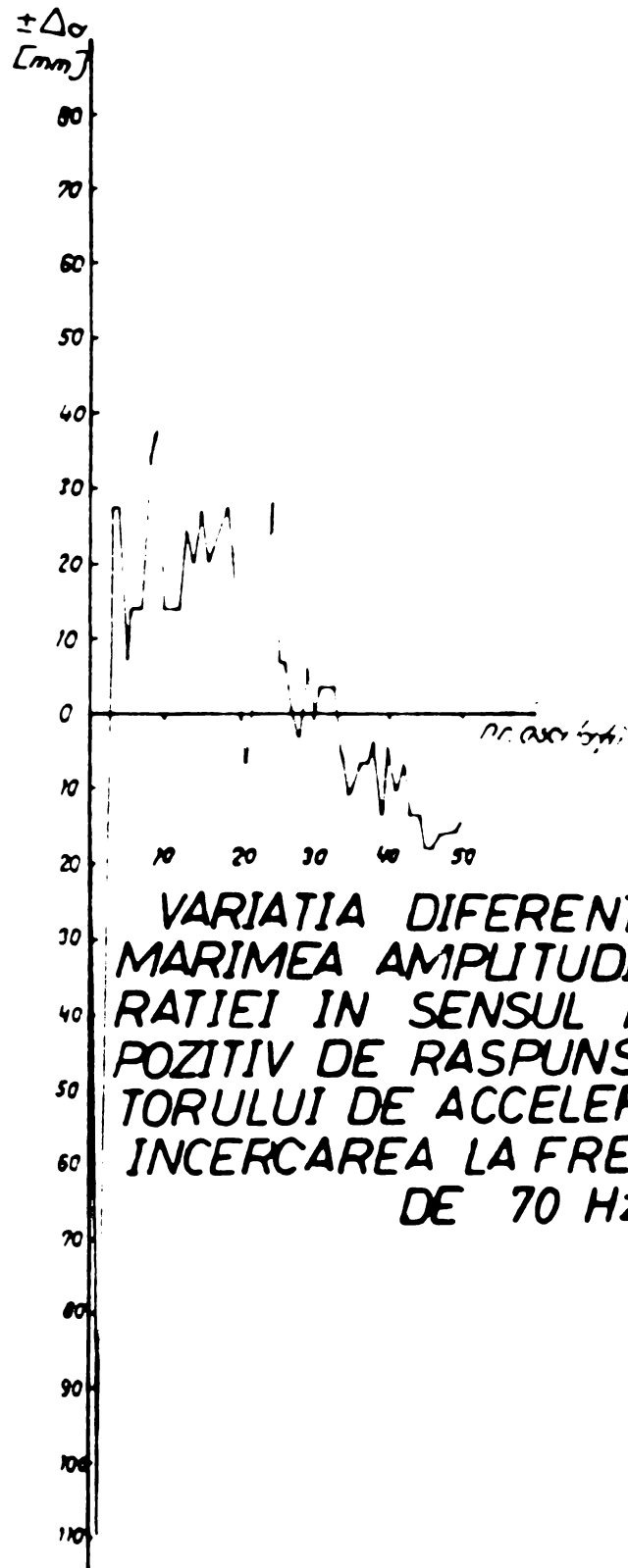


Fig. 10.7

ANEXA NR.5

VARIATIA IN TIMP A DIFERENTEI DINTRE MARIMEA AMPLITUDINII ACCELERATIEI IN SENSUL POZITIV SI NEGATIV DE RASPUNS AL TRADUCTORULUI DE ACCELERATII. OSCILOGRAFIATA LA FRECVENTA DE 60 HZ

TABEL 53

NR AMPLITUDINII	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Marimea amplitudinii acceleratiei	11,5	33,4	43	50	52	53	55,5	57	55	55	53	52
$\Delta a = a^+ - a^-$	9,5	0,4	-1,5	-1	-2	1,5	3,5	4,5	5,0	2,0	4,0	7,0
	-65,45	2,75	-10,33	-6,89	-13,78	10,33	24,11	31	34,45	13,78	27,56	48,23

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
51	50	49	42,5	36	32	27,8	22,3	25	27	27,5	26,5	26	25,5	25	24,5	24,5
45,5	40,5	36	30,5	25,5	21,5	21,5	22	22	23	23	23	22	22	21,3	21	20,5
6,5	9,5	3,0	2,0	10,5	10,5	6,3	0,3	3,0	4,0	4,5	3,5	4,0	3,5	3,7	3,5	4,0
37,89	65,45	89,57	82,68	72,34	72,34	43,40	2,06	20,67	27,56	31,00	24,11	27,56	24,11	25,49	24,11	27,56

30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
23,8	24	24	23	23,2	23,5	23	24	24	23,2	24	25	24,5	25	25,5	24,5	25,5
21	21	20,5	21	21	20,5	21	21,5	21	21	21,5	22	22	22	21	21,5	22,5
2,8	3,0	3,5	2,0	2,2	3,5	2,0	2,5	3,0	2,2	2,5	3,0	2,5	3,0	3,5	3,0	3,0
19,29	20,67	24,11	13,78	15,15	20,67	13,78	17,22	20,67	15,15	17,22	20,67	17,22	20,67	31,00	20,67	20,67

47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
26,8	25	25,4	25,5	25	25,8	25	25	25,1	25,2	26,1	26	25	26	26	26	25
22	21,3	21,6	22	21,7	22	22	22	21,5	22	22	22	22,5	22	22	21	22
4,8	3,7	3,8	3,5	3,3	3,8	3,0	3,0	4,0	3,2	4,1	4,0	2,5	4,0	4,0	3,0	3,0
33,07	25,49	26,18	24,11	22,73	26,18	20,67	20,67	24,80	22,04	28,24	27,56	17,22	27,56	27,56	34,45	20,67

64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
25	25	26,2	27,2	25,5	25	25,5	25	25,2	26	24,8	25,2	25,3	24,5	25,3	25	24
22,5	22	22,5	22,8	22,5	22,1	22,2	22	22,2	22,5	22	22	22	21,1	21,5	21	21
2,5	3,0	3,7	4,7	3,2	2,9	3,3	3,0	3,0	3,5	2,3	3,2	3,3	3,4	3,8	3,0	3,0
17,22	20,67	25,49	38,58	20,67	19,98	22,73	20,67	20,67	24,11	19,29	22,04	22,73	23,42	26,18	27,56	20,67

81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
23,8	24,2	23	23,2	25	23,2	23	24	23,7	23,8	24,7	22,8	23	23	23	23,8	24
21,2	21,8	20,8	21,8	21,2	21	21,7	21	21,2	21,7	22	21	21,2	21,2	21	22,2	22
2,6	2,4	2,4	1,4	3,8	2,2	1,3	3,0	2,5	2,1	2,7	1,8	1,8	1,4	2,0	1,6	2,0
17,91	16,53	15,15	9,64	26,18	15,15	8,95	20,67	17,22	14,46	18,60	12,40	12,40	13,09	13,78	11,02	13,78

98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
23,2	23	23,2	22,8	23,2	23,1	23,2	21,5	22,8	22	26	22,8	22,2	21,8	22	21,8	22,8
20,8	21,2	21,3	21	21,2	22	21	21,6	22,0	21,8	22	22,3	21,9	22	22	21,5	22,4
2,4	1,8	1,9	1,8	2,0	1,1	2,2	0,7	0,8	0,2	0,6	0,5	0,3	-0,2	0	0,3	-0,2
16,53	12,40	11,71	12,40	13,78	7,57	15,15	-0,68	5,51	1,37	4,13	3,44	2,06	-1,37	0	2,06	-1,37

115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
51,6	52,2	52	52	52,8	53,6	50,2	54,4	53,5	53,5	52,1	53,1	53,1	50,5	52	53,4	52,3
44,9	43,8	47,2	43,5	47,4	44,1	46,1	46	47,2	46,6	49,1	49,1	49,1	48,9	49,2	48,3	48
6,7	9,4	5,8	9,5	5,4	9,5	4,1	8,4	5,3	6,9	3,0	4,0	4,0	3,6	3,8	5,1	5,3
42,1	59,0	36,4	59,6	33,9	59,6	25,7	52,7	39,5	43,3	18,8	25,1	25,1	22,6	23,8	32	33,3

132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148
53	53,4	52,5	53	54,8	54,1	52,9	53	54,1	55	55,5	56	55	55,5	51,3	54,9	51,8
50	47,5	50,4	46	48	46,8	50,1	47	48,9	48,2	50	48,3	49	48	47,5	47,5	46
3	5,9	2,1	7	6,8	7,3	2,8	6	5,2	7,8	5,5	7,7	6	7,5	3,8	7,4	5,8
18,8	37	13,2	43,9	42,7	45,8	17,6	37,7	32,6	48,9	34,5	48,3	37,7	51,6	26,2	50,9	39,9

149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165
54	53,2	52,8	53,5	53,2	53,2	55,5	54,2	51,2	53	54,5	54,5	51,3	53,5	53	52,4	52,5
48,7	46,3	47,5	47	47	50	49	45,8	47,5	46,5	48,5	44	47	46,5	47,5	45,3	47,3
8,7	6,9	6,3	6,5	6,2	3,2	6,5	8,4	3,7	6,5	6,0	10,5	4,3	7	5,5	7,1	5,2
59,9	47,5	36,5	44,8	42,7	22	44,8	57,8	25,5	44,8	41,3	72,3	29,6	48,2	37,9	48,9	35,8

166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182
54,8	54	55,2	54,8	54,5	53	54,8	54,9	54,5	56,6	56,5	55	54,5	56	55	55,5	57
46,8	50,4	48,8	49,6	48	47,2	47,5	49	47,3	49	49	50	48	50	47,5	51	50,5
4,0	4,4	6,1	5,3	6,5	6,2	7,3	5,9	7,2	7,6	7,5	5	6,5	6	7,5	4,5	6,5
27,5	30,3	4,1	36,5	44,8	42,7	50,3	40,6	49,6	52,3	51,6	34,4	44,8	41,3	51,6	31	44,8

183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
55,5	55,5	54,5	54,8	54	54,5	54,8	55	55	54,5	55	55,2	55,2	55,5	55,2	54	54,8
54,2	50	52	50	52,3	52	53,5	54	54	54,2	52,8	54,5	53	55	52,8	54,9	54,2
1,3	5,5	2,5	4,8	1,7	2,5	1,3	1	1	0,3	2,2	0,7	2,2	0,5	2,4	-0,9	0,6
8,9	37,9	17,2	33	11,7	17,2	8,9	6,9	6,9	2	15,1	4,8	15,1	3,4	16,5	6,2	4,1

200	201	202														
53	52,2	53														
54,5	53	54														
-1,5	-0,8	-1														
-10,3	-5,5	-6,9														



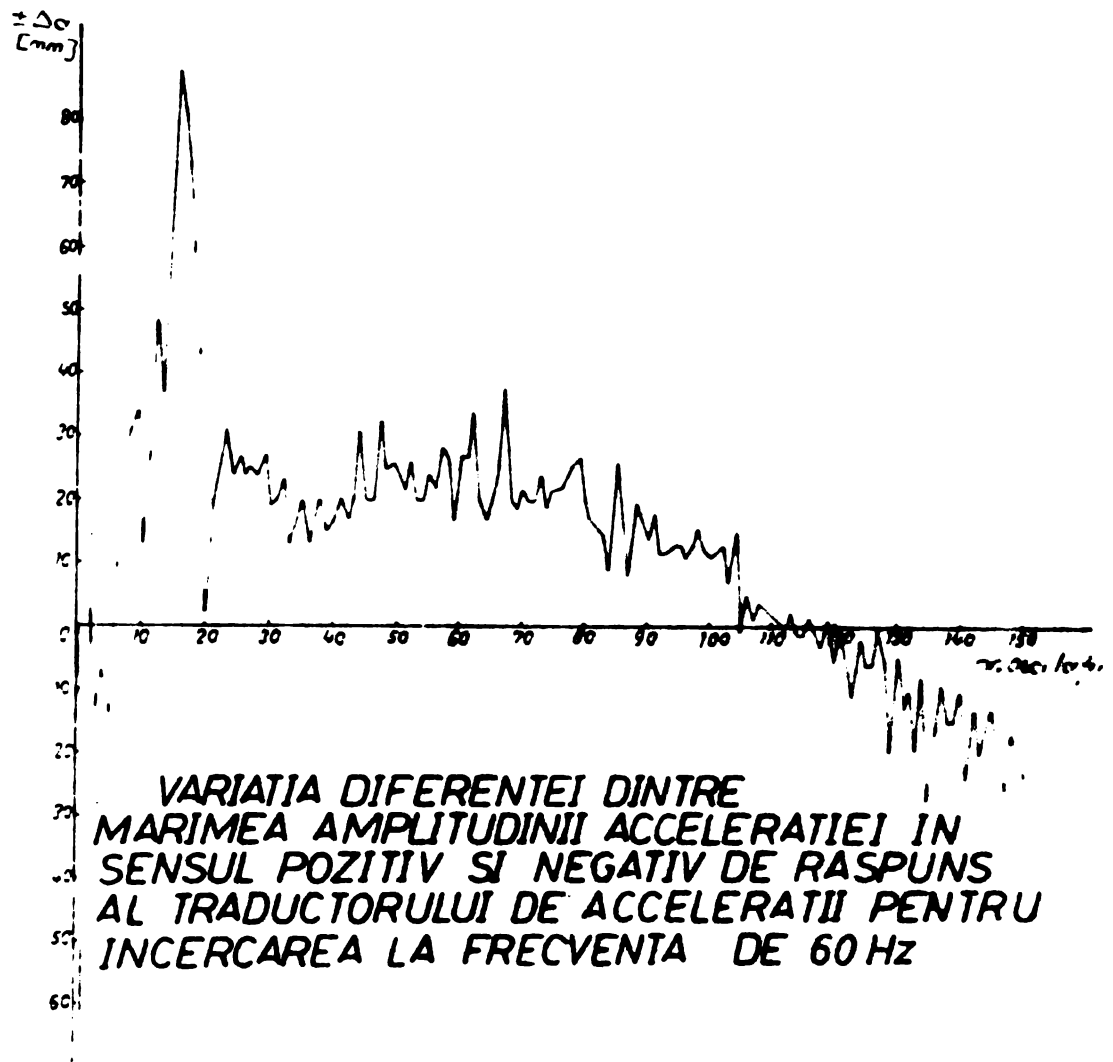


Fig. 10.8

**ANEXA NR. 5**  
**VARIATIA IN TIMP A DIFERENTEI DINTRE MARIMEA AMPLITUDINII**  
**ACCELERATIEI IN SENSUL POZITIV SI NEGATIV DE RASPUNS AL**  
**TRADUCTORULUI DE ACCELERATII, OSCILOGRAFIATA LA FRECVENTA**  
**DE 40 HZ**

TABEL 5.4

NR. AMPLITUDINII		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Marimea amplitudinii acceleratiei	in sens pozitiv $\sigma^+$	8	20	56	52	36,2	47	44	42,3	42,5	43,6	43,2	45,2
	in sens negativ $\sigma^-$	13	32,6	46,5	33	30	36,2	34	34	34	38	35	38
$\Delta\sigma = \sigma^+ - \sigma^-$	mm	-5	-12,6	95	19	6,2	4,8	10	7,7	8,5	5,6	8,2	7,2
	$m/2$	-34,45	-86,81	65,45	130	42,7	33	68,9	53	58,5	38,6	56,4	49,6

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
46,9	45,5	45,2	46	47	45,5	47,8	46	47,9	45,8	47,8	46	47,6	45,6	47	47	47
37	38,9	36	41	38	47	39,8	47,5	39	43	41	42,7	43	42	41	47,3	40,8
9,9	6,6	9,2	5	9	4,5	9	4,5	8,9	2,8	6,8	3,9	4,6	3,6	6	5,7	6,2
58,27	45,5	63,4	34,5	62	31	67,3	31	67,3	79,3	46,8	26,8	31,7	24,8	47,3	39,3	42,7

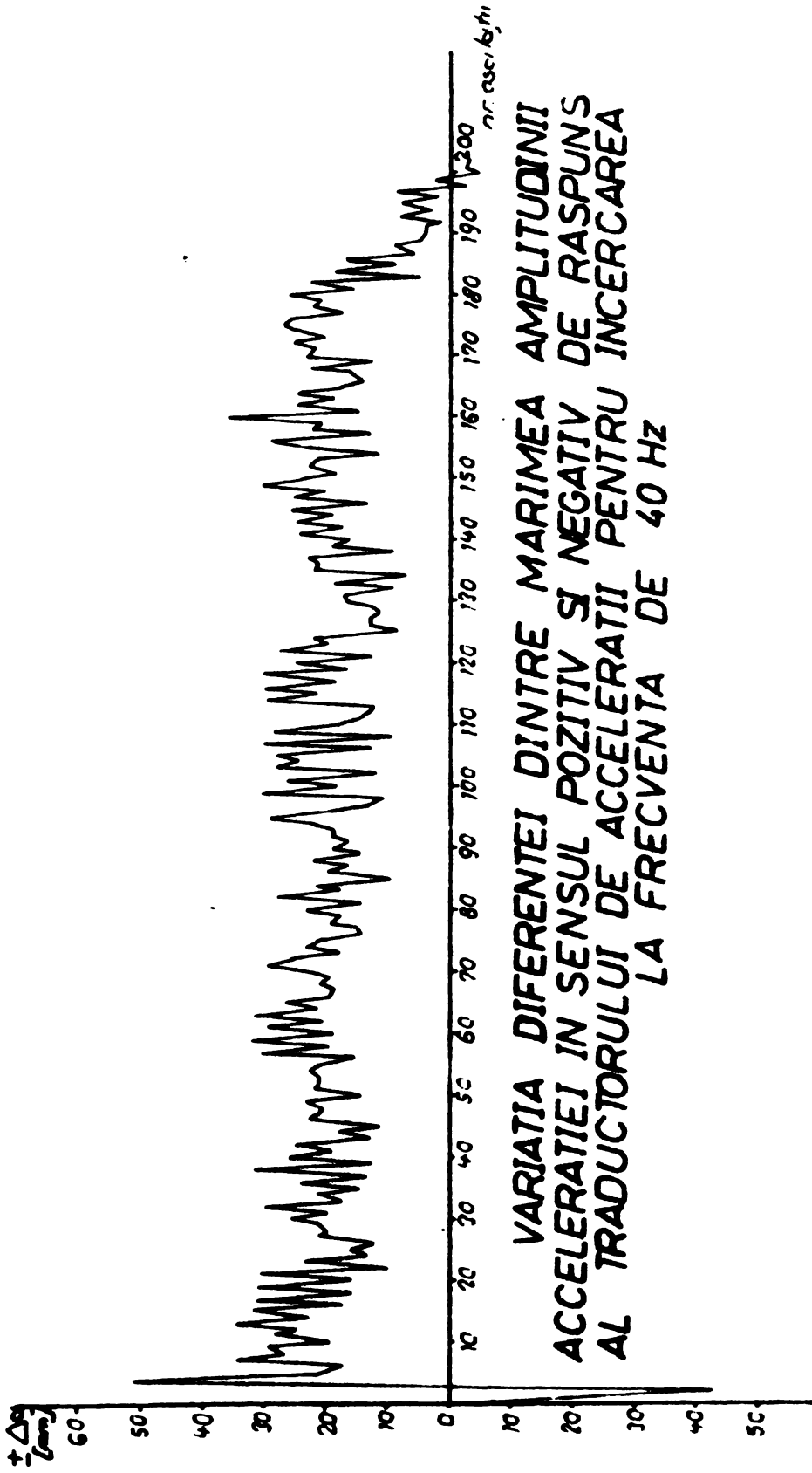
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
47,2	46,2	48,4	47,2	48,3	48,2	48,6	48,5	49,8	48,3	49,8	49,6	48,3	48,2	47,1	46,2	48,8
40	40,4	40	42	41	44	41,8	44,5	40,6	44,6	42,3	44	47,3	44,4	42	43	42,5
7,2	5,8	8,4	5,2	6,3	4,2	6,8	4	9,2	3,7	7,5	5,6	7	3,8	5,1	3,2	6,3
49,6	39,9	57,8	35,8	43,4	28,9	46,8	27,5	67,3	25,5	51,6	38,6	48,2	26,2	35,7	22	43,4

47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
47,4	48	47,8	47	50	49	49,8	49,2	48,1	48,2	50	48,3	49,2	48,5	49,5	47,5	49,1
41,3	42	41,1	42,8	43,8	43	43,8	42,8	41,9	43,4	41,2	42,5	40,2	43	41	41,6	40
6,1	6	6,7	4,2	6,2	6	6	6,4	6,2	4,4	8,8	6,8	9,0	5,5	8,5	5,9	9,1
42	41,3	46,1	28,9	42,7	41,3	41,3	44,1	42,7	30,3	60,6	39,9	62	37,9	58,5	40,6	62,7

64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
47,3	48,5	46,8	49,3	48	47,8	47,8	49,5	50	50	49,5	48	48,2	49,5	50	50	50
47,2	47	47,2	43,8	42	42	41,5	47	42,6	43,4	47,4	42,3	44,1	45,2	44,6	44,8	43,5
6,1	7,5	5,6	5,5	6	5,8	6,3	8,5	7,3	6,6	8,1	6,3	4,1	4,3	5,4	5,2	6,5
42	51,7	38,6	37,9	41,3	39,9	43,4	58,5	50,3	45,5	55,8	43,4	28,2	29,6	37,2	35,8	44,8

81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
49,2	51	48,5	49,3	49	50,2	49	50	49,4	51	48,8	51	50	50,2	52,5	57,3	48,3
45	43	43,5	43	46	44	44	43	44,8	45	43,5	45	44	47	43,5	45,5	44,1
4,2	8	5	6,3	3	6,2	5	7	4,6	6	5,3	6	6	6,8	9	5,8	4,2
28,9	55,1	34,4	43,4	78,8	38,9	31,4	43,9	28,8	37,6	33,3	37,6	37,6	42,7	56,5	36,4	26,3

98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
49,5	51,8	48,5	49,8	48,3	50,4	50	51,6	49,1	51,6	48,3	52,4	50,6	51,3	50,3	50,6	50,4
46	42,2	43	41,5	44,6	41,5	43,3	42,9	45	42	45,4	43,4	43,4	45	44,3	45	41,2
3,5	9,6	5,5	8,3	3,7	8,9	7,7	8,7	4,1	9,6	2,9	9	7,2	6,3	6	9,6	9,2
21,9	60,3	34,5	52,1	23,2	55,9	48,3	54,6	25,7	60,3	18,2	56,5	45,2	39,5	37,7	35,7	57,7



**VARIATIA DIFERENTEI DINTRE MARIMEA AMPLITUDINII  
ACCELERATIEI IN SENSUL POZITIV SI NEGATIV DE RASPUNS  
AL TRADUCTORULUI DE ACCELERATII PENTRU INCERCAREA  
LA FRECVENTA DE 40 HZ**

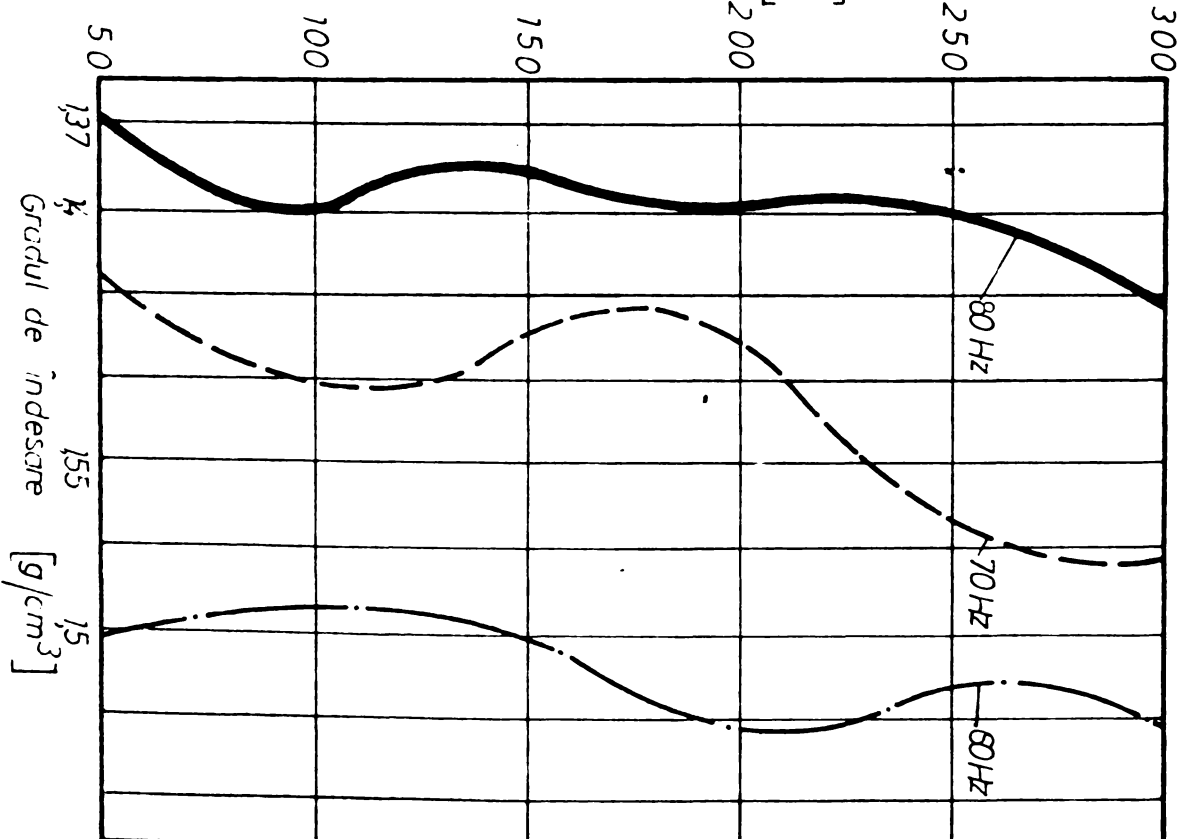
**Fig.10.9**

115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
22,2	22,2	22	22	22,8	22	22,7	21,2	21,8	22,8	22	22,5	23	22	21	23	21
22,4	22	22,4	22,5	22,6	23	22,8	23,2	23,4	23,2	23	23,5	23	22,8	24	23,8	23
-0,2	0,2	-0,4	-0,5	0,2	-1,0	-0,1	-2,0	-1,6	-0,4	-1,0	-1	0	-0,8	-3,0	-0,8	-2
-1,37	137	-2,75	-3,44	1,37	-6,89	-0,68	-6,89	-11,02	-2,75	-6,89	-6,89	0	-5,51	-20,67	-5,51	-13,78

132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146		
21,8	22,1	22	20,3	22,5	22,2	22,1	22,5	21,8	21	22	21	22,4	23	21,2		
23,3	25	23,2	24,5	24,9	23,6	24,3	24,8	23,5	24,5	24	24	25	-	-		
1,5	2,9	1,2	4,2	-2,4	-1,4	-2,2	-2,3	-1,7	-3,5	-2,0	-3,0	2,6	-	-		
-10,33	-19,98	-8,26	-28,93	-16,53	-9,46	-12,15	-15,84	-11,71	-24,11	-13,78	-20,67	-17,91	-13,78	-22,73		

1	Vibratoriu						Regim de lucru
	60 Hz		70 Hz		80 Hz		2
	1		1		1		Nr încercări
3	Nr tronson						4
5	Dimensiuni utile/ tronson [mm]						6
7	Masa tronsonului [g]						8
9	Volumul probei/ tronson [cm <sup>3</sup> ]						10
11	Masa tronson cu amestec [g]						12
13	Masa amestec tronson [g]						14
15	Grad de îndesare [g/cm <sup>3</sup> ]						16
17	Permeabilitate						
I	φ 40,3 x 50,1	90,783	63,905	178,540	87,757	1,373	> 600
II	φ 40,3 x 49,95	92,585	63,714	182,130	89,545	1,405	> 600
III	φ 40,3 x 50,2	94,823	64,032	183,870	89,037	1,390	> 600
IV	φ 40,1 x 50,2	95,589	63,398	184,570	88,981	1,403	> 600
V	φ 40,4 x 50,3	89,712	64,479	180,300	90,588	1,404	> 600
VI	φ 40,55 x 50,1	90,862	64,700	182,920	92,058	1,422	~ 560
I	φ 40,3 x 50,1	90,783	63,905	181,420	90,637	1,418	~ 560
II	φ 40,3 x 49,95	92,585	63,714	184,380	91,795	1,440	500
III	φ 40,3 x 50,2	94,823	64,032	185,980	91,157	1,430	~ 510
IV	φ 40,1 x 50,2	95,589	63,398	186,270	90,681	1,430	540
V	φ 40,4 x 50,3	89,712	64,479	184,900	95,788	1,475	—
VI	φ 40,55 x 50,1	90,862	64,700	—	—	—	—
I	φ 40,3 x 50,1	90,783	63,905	186,660	95,877	1,500	500
II	φ 40,3 x 49,95	92,585	63,714	187,860	95,275	1,495	390
III	φ 40,3 x 50,2	94,823	64,032	190,500	95,677	1,500	350
IV	φ 40,1 x 50,2	95,589	63,398	192,240	96,650	1,524	300
V	φ 40,4 x 50,3	89,712	64,479	187,300	97,588	1,513	300
VI	φ 40,55 x 50,1	90,862	64,700	189,750	98,888	1,528	300

Înălțimea coloanei de amestec [mm]



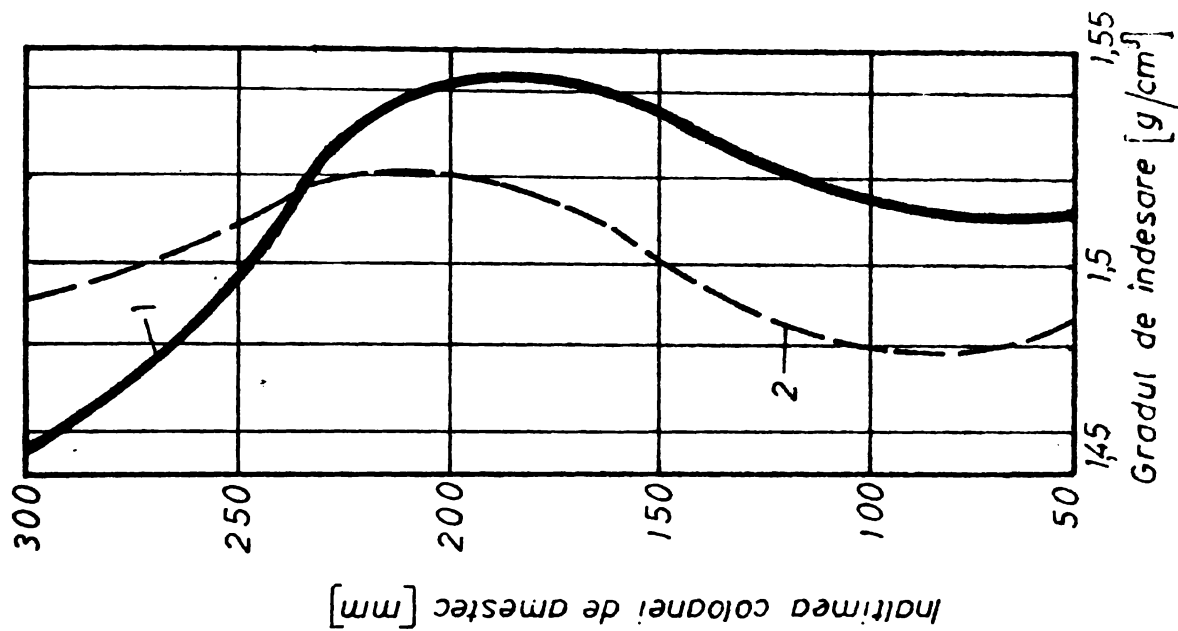
# ANEXA 5

TABEL 5.5

# ANEXA 5

TABEL 5.6

Regim de lucru	N <sup>o</sup> încercare	N <sup>o</sup> tronson	Dimensiuni utile tronson [mm]	Masa tronsonului [g]	Volumul probei tronson [cm <sup>3</sup> ]	Masa tronsonului cu amestec [g]	Masa amestecului tronson [g]	Grad de indesare tronson [g/cm <sup>3</sup> ]	Permeabilit.
Vibratoriu 45 Hz	1	2	4	5	6	7	8	9	10
		I	φ 40,3 × 50,1	90,783	63,905	186,630	95,487	1,510	340
		II	φ 40,3 × 49,95	92,585	63,714	189,130	96,545	1,515	320
		III	φ 40,3 × 50,2	94,823	64,032	192,630	97,807	1,535	280
		IV	φ 40,1 × 50,2	95,589	63,398	193,450	97,861	1,543	280
		V	φ 40,4 × 50,3	89,712	64,479	186,350	96,638	1,498	350
Vibratoriu 35 Hz	2	VI	φ 40,55 × 50,1	90,862	64,700	185,300	94,438	1,459	430
		I	φ 40,3 × 50,1	90,783	63,905	185,620	94,837	1,484	380
		II	φ 40,3 × 49,95	92,585	63,714	186,900	94,315	1,480	380
		III	φ 40,3 × 50,2	94,823	64,032	190,350	95,827	1,504	350
		IV	φ 40,1 × 50,2	95,589	63,398	192,370	96,81	1,527	290
		V	φ 40,4 × 50,3	89,712	64,479	187,800	97,388	1,510	310
		VI	φ 40,55 × 50,1	90,862	64,700	187,440	96,578	1,492	500



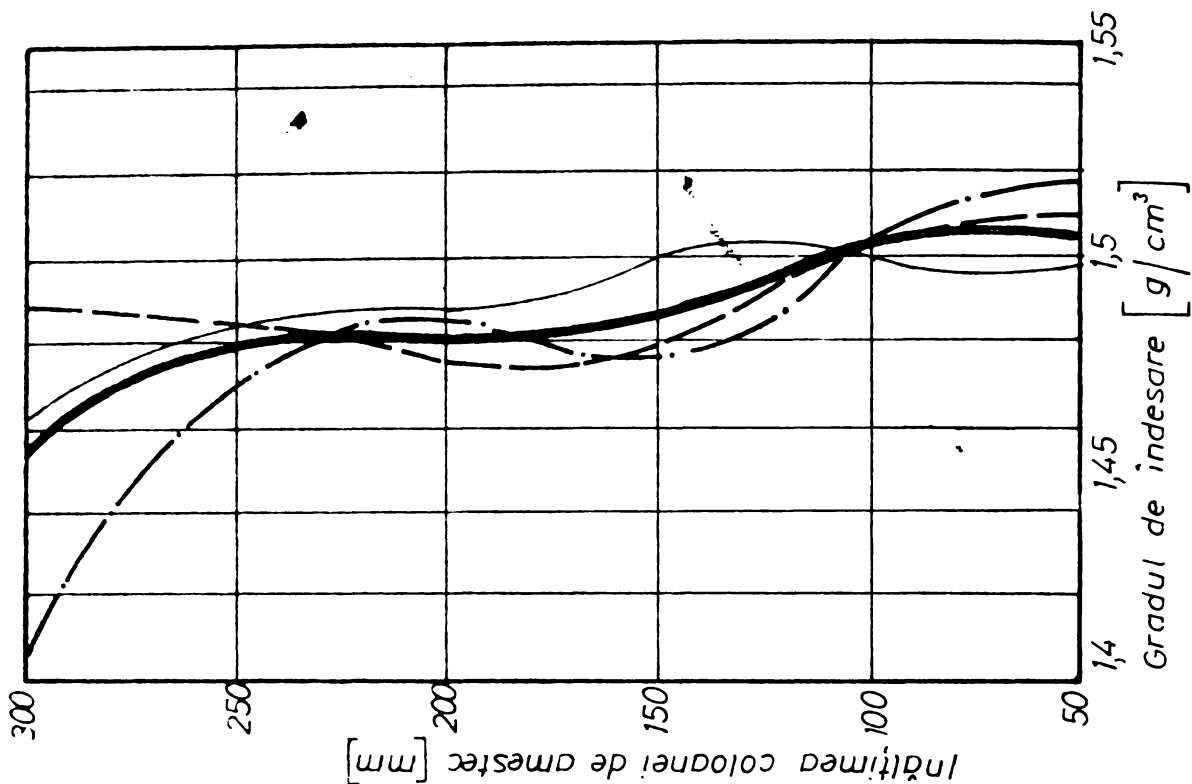


# ANEXA 5

TABEL 57

Regim de lucru	Numărul încercării	Dimensiuni utile tronson [mm]	Masa tronsonului [g]	Volumul probei tronson [cm <sup>3</sup> ]	Masa tronsonului cu amestec [g]	Masa amestecului tronson [g]	Grad de îndesare tronson [g/cm <sup>3</sup> ]	Permeabilit
1	2	3	4	5	6	7	8	10
	I	φ 40,3 × 50,1	90,783	63,905	187,800	97,017	1,518	240
	II	φ 40,3 × 49,95	92,585	63,714	188,500	95,915	1,505	265
	III	φ 40,3 × 50,2	94,823	64,032	189,380	94,557	1,476	285
	IV	φ 40,1 × 50,2	95,589	63,398	189,970	93,981	1,482	310
	V	φ 40,4 × 50,3	89,712	64,479	185,410	95,698	1,484	310
2	VI	φ 40,55 × 50,1	90,862	64,700	187,430	96,568	1,492	310
	I	φ 40,3 × 50,1	90,783	63,905	187,270	96,487	1,509	230
	II	φ 40,3 × 49,95	92,585	63,714	189,080	96,495	1,514	230
	III	φ 40,3 × 50,2	94,823	64,032	191,150	96,327	1,504	230
	IV	φ 40,1 × 50,2	95,589	63,398	190,510	94,921	1,497	290
	V	φ 40,4 × 50,3	89,712	64,479	184,650	94,938	1,472	310
3	VI	φ 40,55 × 50,1	90,862	64,700	*186,450	95,588	1,404	310
	I	φ 40,3 × 50,1	90,783	63,905	186,570	95,787	1,498	265
	II	φ 40,3 × 49,95	92,585	63,714	188,630	96,045	1,507	240
	III	φ 40,3 × 50,2	94,823	64,032	190,210	96,176	1,501	260
	IV	φ 40,1 × 50,2	95,589	63,398	189,930	94,341	1,488	290
	V	φ 40,4 × 50,3	89,712	64,479	184,530	94,818	1,470	310
VI	φ 40,55 × 50,1	90,862	64,700	185,370	94,508	1,460	390	

Vibropercutant pe reazem rigid  
60 Hz; SD=0,5; SI=0,45

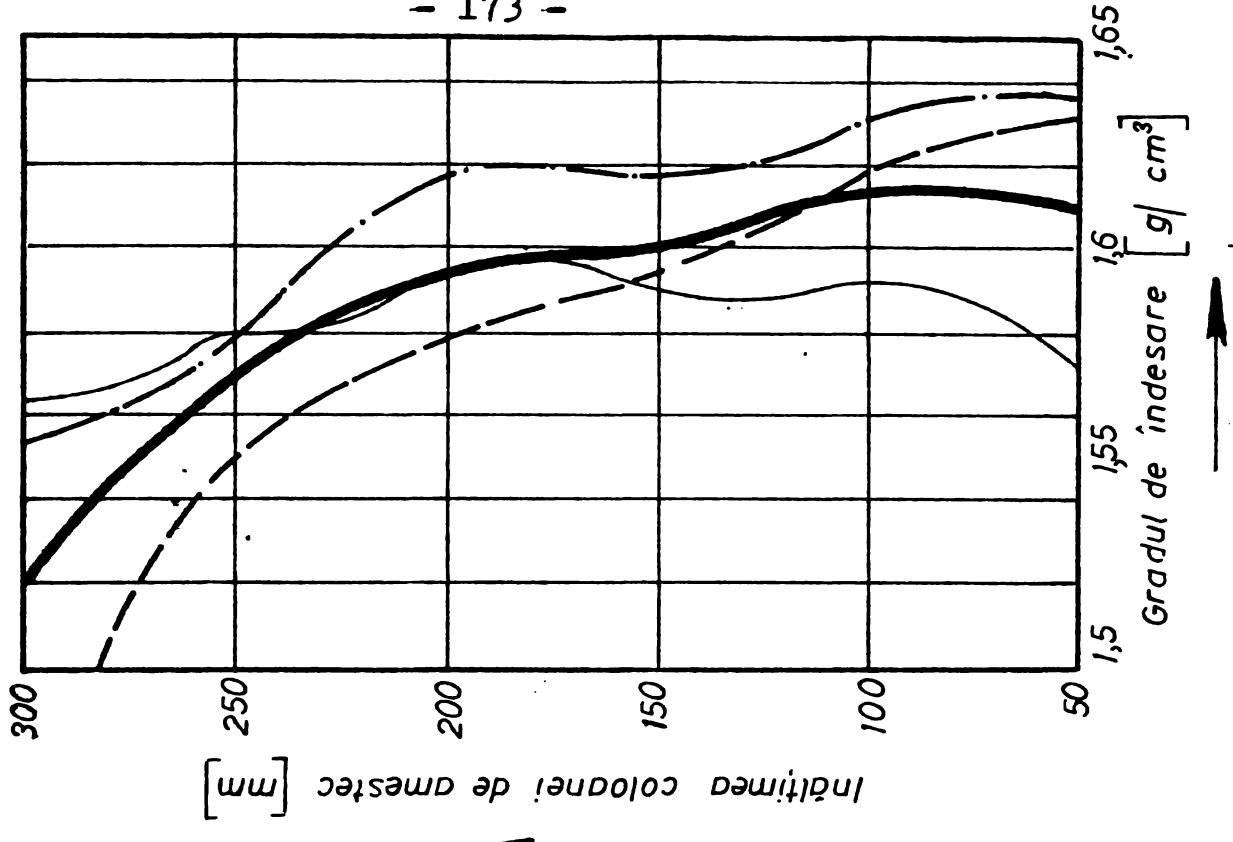


# ANEXA 5

TABEL 58

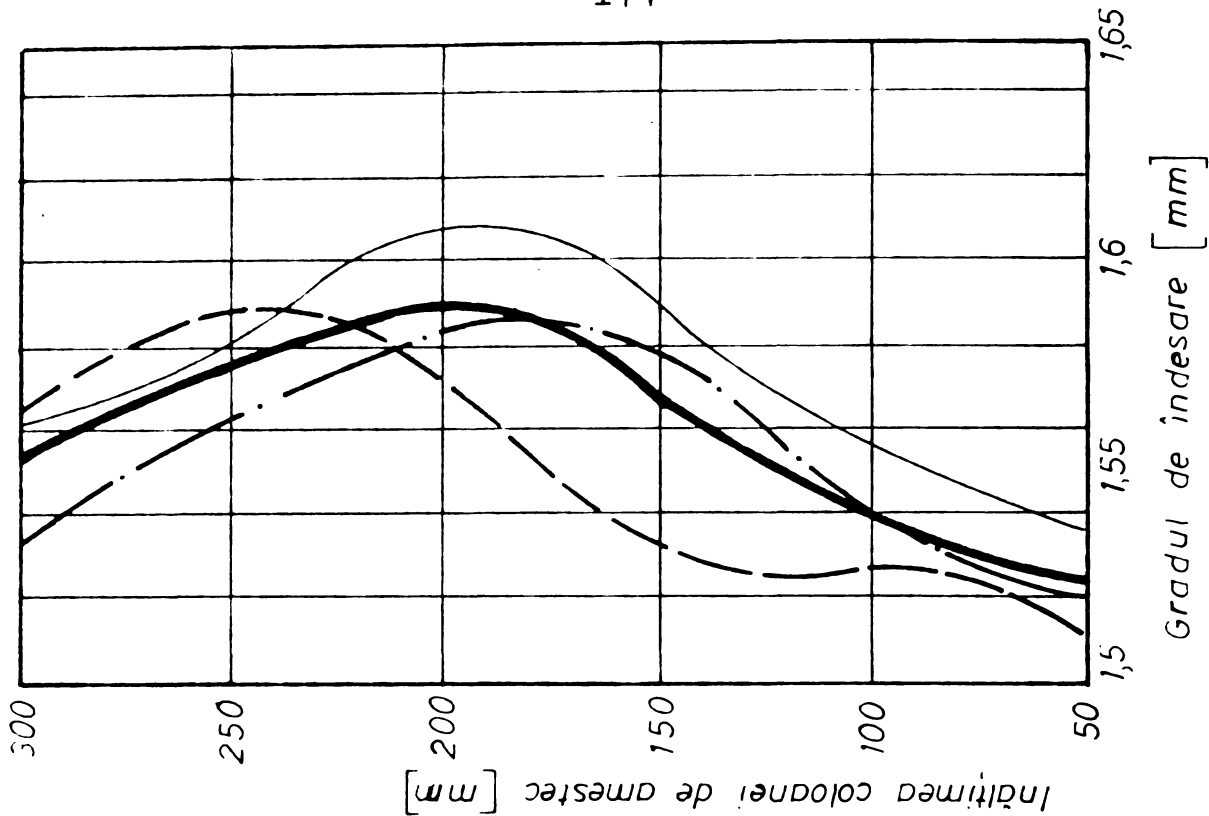
Vibropercutant pe rezem rigid  
60Hz ; Sd = 0,95mm ; Si = 0,9

Regim de lucru	N <sub>tr</sub>	N <sub>tr</sub> / N <sub>tr</sub> max	Dimensiuni utile tronso	Masa tronsoului [g]	Volumul probei tronso [cm <sup>3</sup> ]	Masa tronsoului cu amestec [g]	Masa amestecului tronso [g]	Grad de îndesare tronso [g/cm <sup>3</sup> ]	Permeabilitate																																								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																								
I	I	φ 40,3 × 50,1	90,783	63,905	195,100	104,317	1,632	150	150																																								
										II	φ 40,3 × 49,95	92,585	63,714	195,760	103,175	1,619	175																																
																		III	φ 40,3 × 50,2	94,823	64,032	197,130	102,307	1,597	205																								
																										IV	φ 40,1 × 50,2	95,589	63,398	195,460	99,871	1,575	260																
																																		V	φ 40,4 × 50,3	89,712	64,479	188,930	100,218	1,554	285								
																																										VI	φ 40,55 × 50,1	90,862	64,700	185,180	94,318	1,457	520
2	II	φ 40,3 × 49,95	92,585	63,714	196,730	104,145	1,634	135	135																																								
										III	φ 40,3 × 50,2	94,823	64,032	198,460	103,637	1,618	140																																
																		IV	φ 40,1 × 50,2	95,589	63,398	198,260	102,671	1,619	145																								
																										V	φ 40,4 × 50,3	89,712	64,479	191,700	101,988	1,581	200																
																																		VI	φ 40,55 × 50,1	90,862	64,700	191,500	100,638	1,555	360								
																																										I	φ 40,3 × 50,1	90,783	63,905	191,400	100,617	1,574	190
3	III	φ 40,3 × 50,2	94,823	64,032	196,800	101,977	1,592	165	165																																								
										IV	φ 40,1 × 50,2	95,589	63,398	196,800	101,211	1,596	190																																
																		V	φ 40,4 × 50,3	89,712	64,479	191,630	101,912	1,580	240																								
																										VI	φ 40,55 × 50,1	90,862	64,700	192,140	101,278	1,565	-																



ANEXA 5

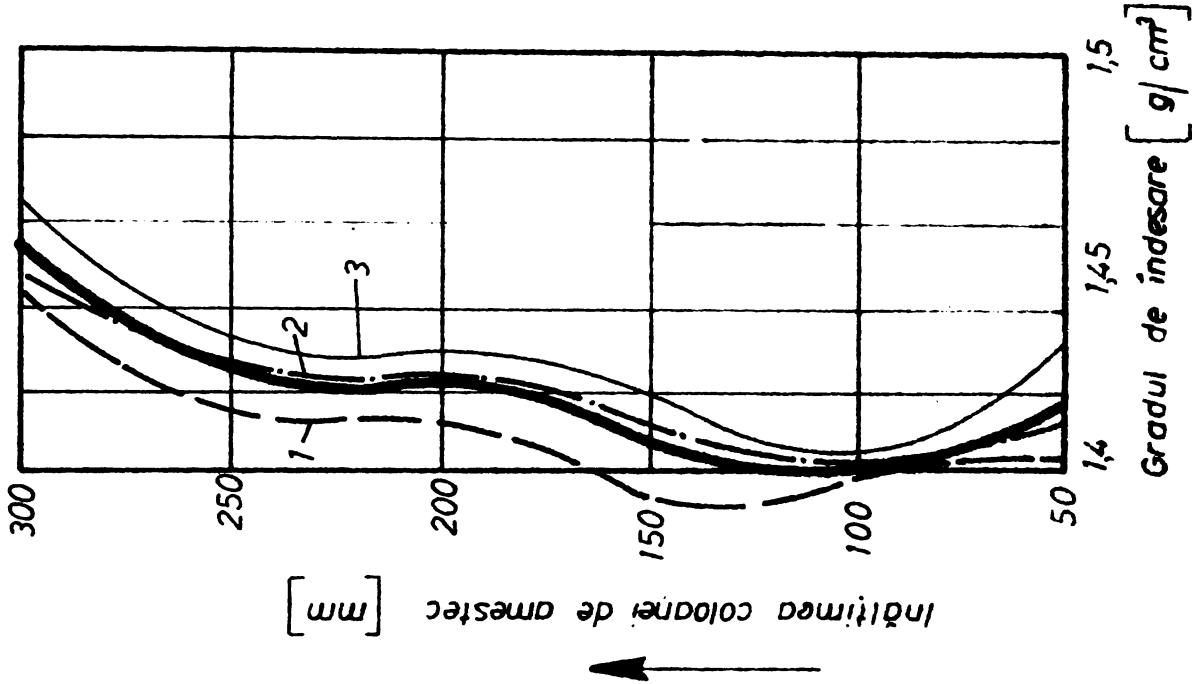
TABEL 5.9



Regim de lucru	Nr. încercare	Nr. tronson	Dimensiuni utile tronson [mm]	Masa tronsonului [g]	Volumul probei tronson [cm <sup>3</sup> ]	Masa tronsonului cu amestec [g]	Masa amestecului tronson [g]	Grad de indesare tronson [g/cm <sup>3</sup> ]	Permeabil
Vibropercutant pe rezem rigid 45 Hz ; SD = 0,95 ; SI = 0,9	1	I	φ 40,3 × 50,1	5	6	7	8	9	10
				187,720	96,937	1,512	265		
		II	φ 40,3 × 49,95	92,585	63,714	189,800	97,215	1,525	255
				94,823	64,032	193,150	98,327	1,535	225
		IV	φ 40,1 × 50,2	95,589	63,398	195,340	99,750	1,573	190
				89,712	64,479	192,100	102,488	1,589	170
	VI	φ 40,55 × 50,1	90,862	64,700	192,050	101,188	1,563	200	
			90,783	63,905	187,970	97,187	1,520	280	
	2	II	φ 40,3 × 49,95	92,585	63,714	190,750	98,165	1,540	265
				94,823	64,032	194,600	99,777	1,580	215
		IV	φ 40,1 × 50,2	95,589	63,398	196,000	100,411	1,583	190
				89,712	64,479	191,130	101,418	1,572	215
		VI	φ 40,55 × 50,1	90,862	64,700	190,140	99,278	1,534	300
				90,783	63,905	189,000	98,217	1,536	250
	3	III	φ 40,3 × 49,95	92,585	63,714	192,150	99,565	1,562	205
				94,823	64,032	196,560	101,737	1,588	170
		IV	φ 40,1 × 50,2	95,589	63,398	197,720	102,131	1,610	160
				89,712	64,479	191,500	101,788	1,578	230
VI		φ 40,55 × 50,1	90,862	64,700	192,010	101,148	1,563	300	
			90,783	64,700	192,010	101,148	1,563	300	

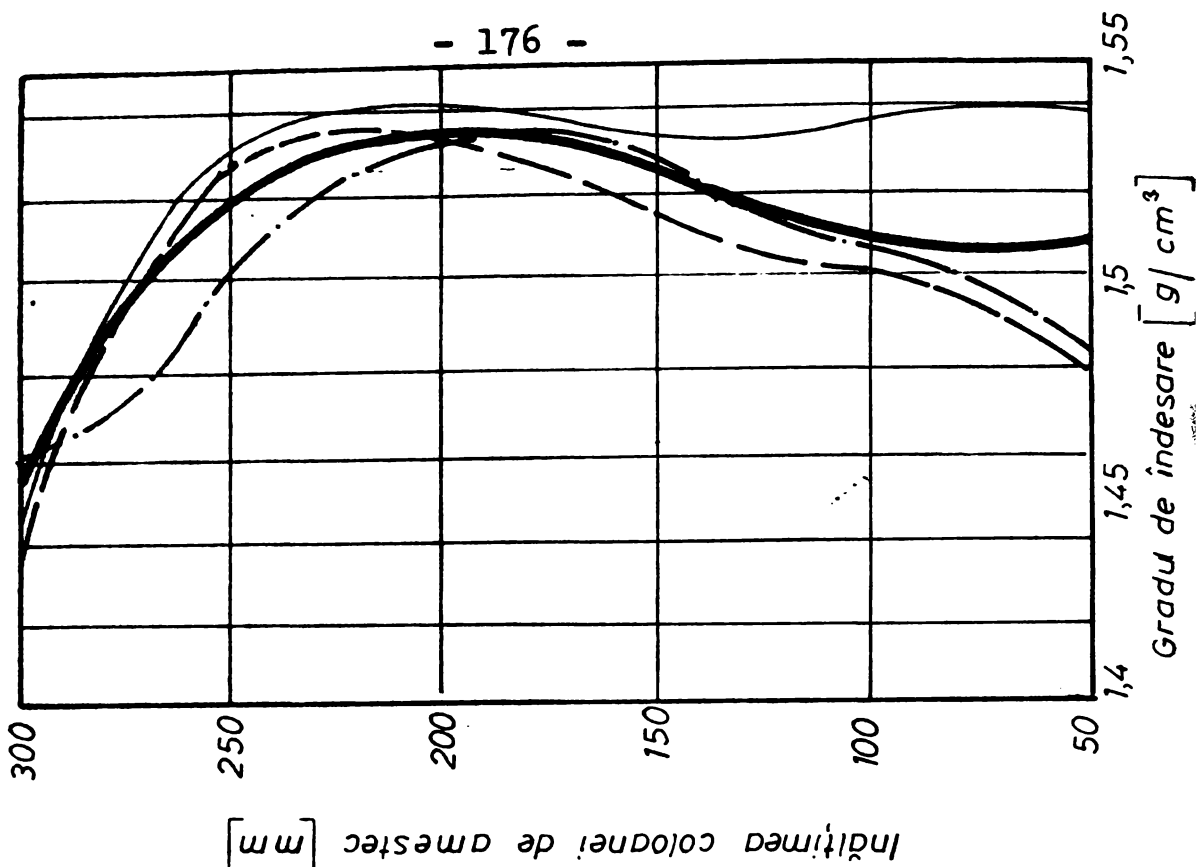
ANEXA 5  
TABEL 5.10

Regim de lucru	Măsurare		Dimensiuni utile tronson [mm]	Masa tronsonului [g]	Volumul probei tronson [cm <sup>3</sup> ]	Masa tronsonului cu amestec [g]	Masa amestec tronson [g]	Grad de îndesare tronson [g/cm <sup>3</sup> ]	Permeabilit.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vibropercutant pe rezem rigid 30 Hz, Sd = 0,5 mm, Si = 0,55 mm	1	I	φ 40,3 x 50,1	90,783	63,905	180,560	89,777	1,404	>500
				92,585	63,714	181,810	89,225	1,400	>500
				94,823	64,032	184,300	89,477	1,397	>500
				95,589	63,398	185,130	89,541	1,412	>500
				89,712	64,479	180,960	91,248	1,415	>500
				90,862	64,700	184,130	93,268	1,441	>500
	2	I	φ 40,3 x 50,1	90,783	63,905	181,000	90,217	1,411	>500
				92,585	63,714	182,000	89,415	1,403	>500
				94,823	64,032	189,250	90,427	1,412	>500
				95,589	63,398	185,860	90,271	1,423	>500
				89,712	64,479	181,760	92,048	1,427	>500
				90,862	64,700	185,360	94,498	1,460	>500
	3	I	φ 40,3 x 50,1	90,783	63,905	182,330	91,547	1,432	>500
				92,585	63,714	183,800	91,215	1,403	>500
				94,823	64,032	185,630	90,807	1,418	>500
				95,589	63,398	186,250	90,661	1,430	>500
				89,712	64,479	181,980	92,268	1,431	>500
				90,862	64,700	185,640	94,778	1,464	>500



# ANEXA 5

TABEL 5.11



Regim de lucru	Tipul probei	Dimensiuni utile tronson [mm]	Masa tronsonului [g]	Volumul probei tronson [cm³]	Masa tronsonului cu amestec [g]	Masa amestecului tronson [g]	Grad de îndesare tronson [g/cm³]	Permeabilitate	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	I	φ 40,3 x 50,1	90,783	63,905	191,580	100,797	1,577	260	
	II	φ 40,3 x 49,95	92,585	63,714	194,609	102,05	1,601	230	
	III	φ 40,3 x 50,2	94,823	64,032	198,310	103,478	1,616	200	
	IV	φ 40,1 x 50,2	95,589	63,398	199,110	103,521	1,632	200	
	V	φ 40,4 x 50,3	89,712	64,479	193,060	103,348	1,602	235	
2	VI	φ 40,55 x 50,1	90,862	64,700	191,020	100,558	1,548	450	
	I	φ 40,3 x 50,1	90,783	63,905	191,980	101,197	1,583	245	
	II	φ 40,3 x 49,95	92,585	63,714	195,040	102,455	1,608	220	
	III	φ 40,3 x 50,2	94,823	64,032	199,250	104,427	1,630	190	
	IV	φ 40,1 x 50,2	95,589	63,398	199,040	103,451	1,631	200	
	V	φ 40,4 x 50,3	89,712	64,479	192,350	102,638	1,591	280	
3	VI	φ 40,55 x 50,1	90,862	64,700	189,000	98,138	1,541	500	
	I	φ 40,3 x 50,1	90,783	63,905	195,850	105,067	1,640	170	
	II	φ 40,3 x 49,95	92,585	63,714	196,930	104,345	1,637	180	
	III	φ 40,3 x 50,2	94,823	64,032	199,460	104,637	1,634	175	
	IV	φ 40,1 x 50,2	95,589	63,398	199,480	103,891	1,638	185	
	V	φ 40,4 x 50,3	89,712	64,479	193,210	103,498	1,605	260	
VI	φ 40,55 x 50,1	90,862	64,700	189,320	98,458	1,521	480		

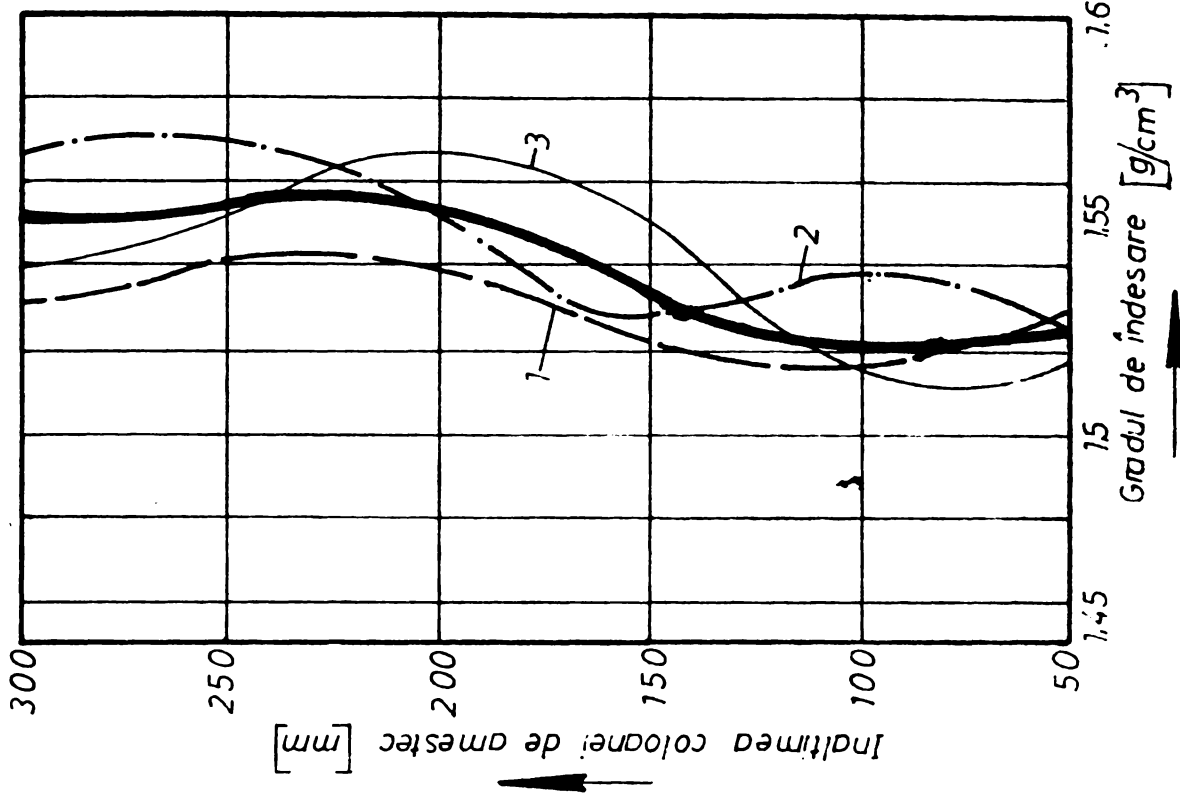
Vibropercutant pe rezem rigid  
60 Hz : Sd=0,5mm ; Si=0,45mm



# ANEXA 5

TABEL 5.12

Regim de lucru	Nr. incercari	Nr. tronson	Dimensiuni utile Tronson [mm]	Masa tronsonului [g]	Vol. tronsonului probei [cm <sup>3</sup> ]	Masa tronsonului cu amestec [g]	Masa amestecului tronson [g]	Grad de indesare tronson [g/cm <sup>3</sup> ]	Permeabilitate
Vibropercutant pe rezem rigid 45 Hz, S <sub>p</sub> =0,5mm, S <sub>i</sub> =0,45 mm	1	I	φ 40,3 × 50,1	5	6	7	8	9	10
				90,783	63,905	188,620	97,837	1,530	320
				92,585	63,714	189,200	96,615	1,516	370
				94,823	64,032	192,360	97,537	1,523	350
				95,589	63,398	194,020	98,431	1,552	300
				89,712	64,479	191,120	101,408	1,572	260
	2	II	φ 40,3 × 50,1	90,862	64,700	192,400	101,538	1,568	260
				90,783	63,905	188,410	97,627	1,527	350
				92,585	63,714	190,630	98,045	1,538	330
				94,823	64,032	192,720	97,897	1,528	320
				95,589	63,398	193,260	97,671	1,940	310
				89,712	64,479	189,030	99,318	1,540	310
	3	III	φ 40,3 × 50,2	90,862	64,700	-	-	-	-
				90,783	63,905	187,770	96,987	1,517	350
				92,585	63,714	189,110	96,525	1,514	380
				94,823	64,032	194,160	99,337	1,551	290
				95,589	63,398	195,080	99,491	1,569	255
				89,712	64,479	189,960	100,248	1,554	280
			90,862	64,700	189,220	98,358	1,520	350	

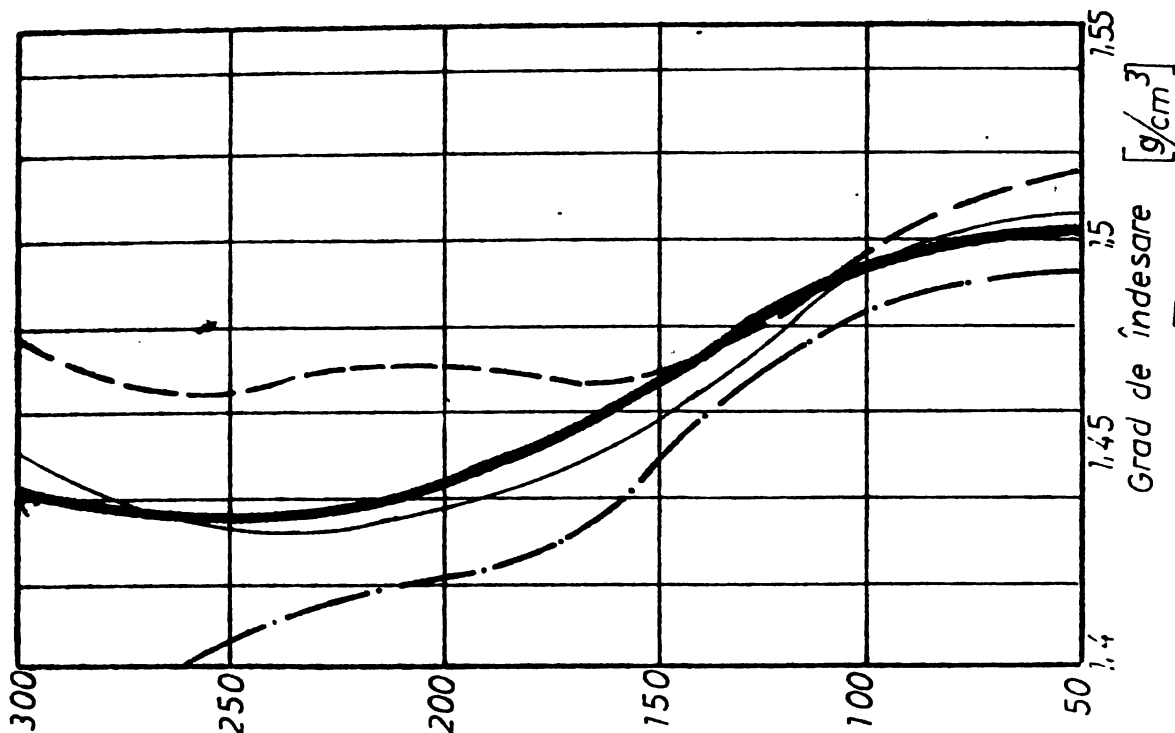


ANEXA 5

TABEL 5.13

Regim de lucru	Nr. încercări	Nr. tronson	Dimensiuni utile tronson [mm]	Masa tronsonului [g]	Volumul probei tronson [cm <sup>3</sup> ]	Masa tronsonului cu amestec [g]	Masa amestecului tronson [g]	Grad de îndesare tronson [g/cm <sup>3</sup> ]	Permeabilitate	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
			I	40,3 × 50,1	90,783	63,905	187,730	96,947	1,517	370
			II	40,3 × 49,95	92,585	63,714	187,980	95,395	1,497	420
			III	40,3 × 50,2	94,823	64,032	188,900	94,047	1,469	520
			IV	40,1 × 50,2	95,589	63,398	188,900	93,311	1,471	490
			V	40,4 × 50,3	89,712	64,479	184,100	94,388	1,463	520
2	1	I	VI	40,55 × 50,1	90,862	64,700	186,330	95,486	1,475	480
			II	40,3 × 50,1	90,783	63,905	186,140	95,357	1,492	430
			III	40,3 × 49,95	92,585	63,714	187,080	94,495	1,483	480
			IV	40,3 × 50,2	94,823	64,032	187,480	92,657	1,447	540
			V	40,1 × 50,2	95,589	63,398	185,610	90,021	1,419	580
			VI	40,4 × 50,3	89,712	64,479	180,300	90,588	1,404	600
3	I	II	III	40,55 × 50,1	90,862	64,700	180,490	89,628	1,385	-
			IV	40,3 × 50,1	90,783	63,905	186,920	96,137	1,504	380
			V	40,3 × 49,95	92,585	63,714	187,920	95,335	1,496	420
			VI	40,3 × 50,2	94,823	64,032	188,170	93,347	1,457	480
			I	40,1 × 50,2	95,589	63,398	186,810	91,221	1,438	~530
			II	40,4 × 50,3	89,712	64,479	181,920	92,208	1,430	~580
3	I	II	III	40,55 × 50,1	90,862	64,700	183,330	92,460	1,429	~580

Înălțimea coloanei de amestec [mm]

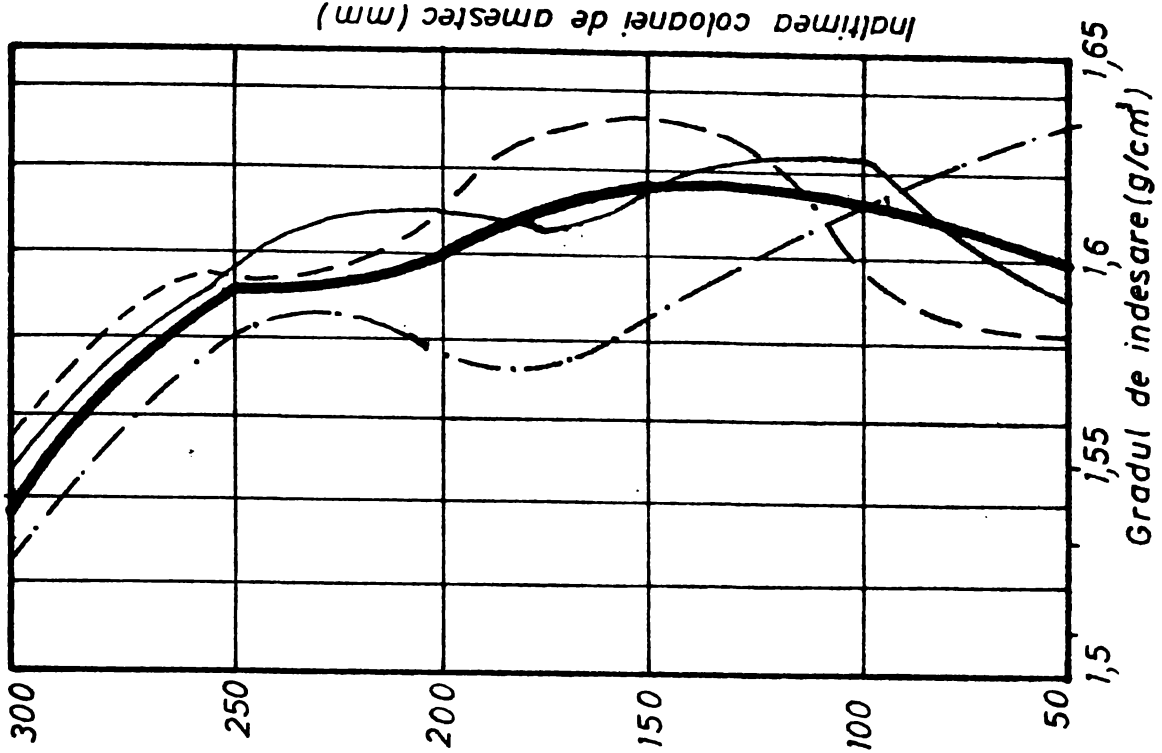




# ANEXA 5

Tabel 5-14

VP 9



Regim de lucru	Nr. incerc.	Nr. trons.	Dimensiuni utile/tronson (mm)	Masa tronson (g)	Volumul probei/tronson (g)	Masa tr. cu amestec (g)	Masa trons (g)	Grad indes trons (g/cm³)	Permeabilitatea
1	1	I	Ø 40,3 X 50,1	90,783	63,905	191,900	101,117	1,58	240
				92,585	63,714	194,300	101,715	1,596	210
				94,823	64,032	199,330	104,507	1,632	190
				95,589	63,398	197,720	102,131	1,610	220
				89,712	64,479	192,280	102,568	1,590	260
				90,862	64,700	190,280	99,418	1,536	430
2	I	Ø 40,3 X 50,1	90,783	63,905	194,780	103,997	1,627	175	
			92,585	63,714	195,340	102,775	1,672	205	
			94,823	64,032	197,040	102,217	1,596	215	
			95,589	63,398	195,740	100,151	1,579	235	
			89,712	64,479	191,720	102,008	1,582	285	
			90,862	64,700	189,600	98,738	1,526	360	
3	I	Ø 40,3 X 50,1	90,783	63,905	192,360	101,577	1,589	220	
			92,585	63,714	196,000	103,415	1,623	200	
			94,823	64,032	198,380	103,557	1,617	185	
			95,589	63,398	197,620	102,031	1,609	190	
			89,712	64,479	191,880	102,168	1,584	210	
			90,862	64,700	189,880	99,018	1,530	380	

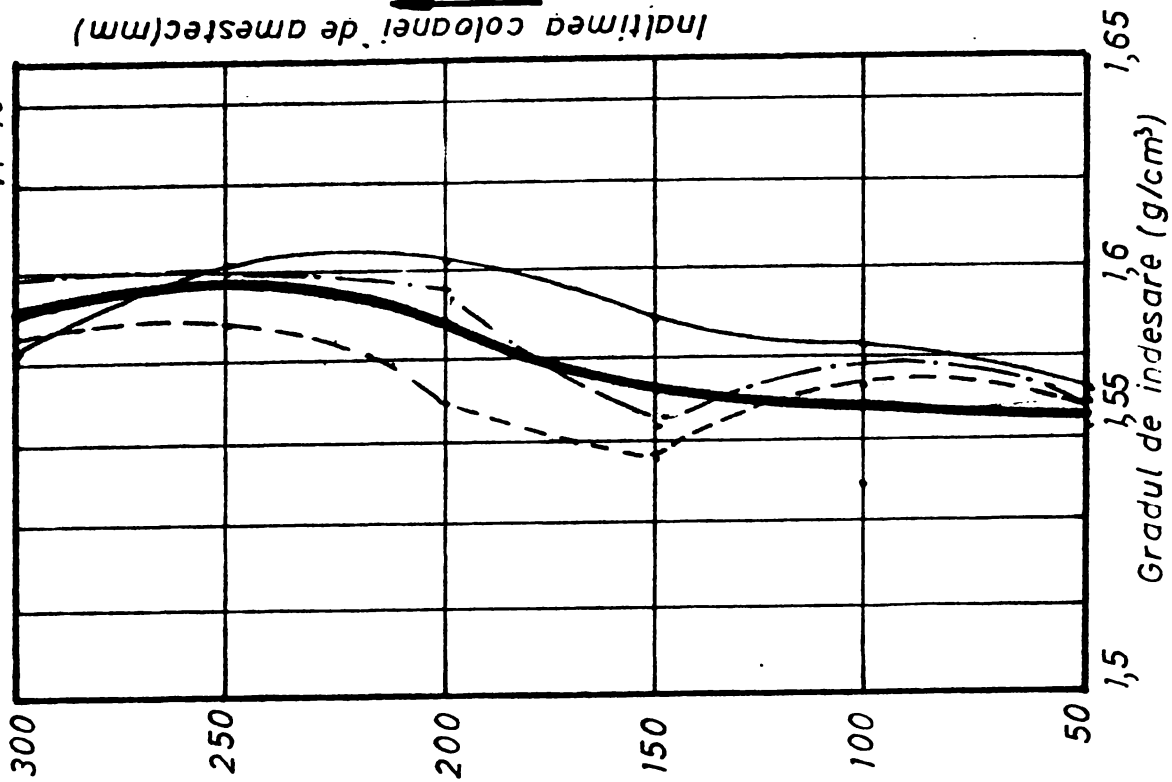
Vibropercutant pe rezem rigid  
70 Hz: Si 0,25 mm; Si 0,2 mm

# ANEXA 5

Tabel 5-15  
VP 10

Regim de lucru	Nr. incerc	Nr. trons.	Dimensiuni utile/ trons (mm)	Masa trons. (g)	Volumul probei/ trons (cm <sup>3</sup> )	Masa trons cu amest (g)	Masa amest. trons (g)	Grad indesar /trons (g/cm <sup>3</sup> )	Permeabilitatea
	1	2	3	4	5	6	7	8	10
1	I	I	φ40,3X50,1	90,783	63,905	190,050	99,267	1,553	280
				92,585	63,714	191,880	99,295	1,558	310
				94,823	64,032	194,600	99,777	1,558	250
				95,589	63,398	195,200	99,611	1,571	230
				89,712	64,479	192,210	102,49	1,589	205
				90,862	64,700	193,350	102,48	1,584	210
2	I	I	φ40,3X50,1	90,783	63,905	190,200	99,417	1,550	270
				92,585	63,714	191,350	98,765	1,550	280
				94,823	64,032	194,830	100,007	1,561	240
				95,589	63,398	196,750	101,161	1,505	210
3	I	I	φ40,4X50,3	89,712	64,479	192,780	103,06	1,598	205
				90,862	64,700	193,970	103,10	1,593	190
				90,783	63,905	190,210	99,427	1,555	260
				92,585	63,714	192,110	99,525	1,562	260
				94,823	64,032	196,569	101,73	1,588	205
				95,589	63,398	197,060	101,471	1,600	200
3	I	I	φ40,4X50,3	89,712	64,479	192,880	103,168	1,600	200
				90,862	64,700	193,220	102,35	1,582	215

Vibropercutant pe reazem rigid  
60Hz; Sd 0,25mm; Si 0,2mm



Regim de lucru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																
Vibroperturanti de rezem rigid 40 Hz	1	I	Ø 40,3 x 50,1	90,783	63,905	187,030	96,247	1,506	370	340																																
											II	Ø 40,3 x 49,95	92,585	63,714	188,140	95,555	1,499	360																								
																			III	Ø 40,3 x 50,2	94,823	64,032	191,050	96,227	1,502	340																
																											IV	Ø 40,1 x 50,2	95,589	63,398	191,330	95,741	1,510	340								
																																			V	Ø 40,4 x 50,3	89,712	64,479	187,350	97,738	1,514	330
	I	Ø 40,3 x 50,1	90,783	63,905	187,060	96,277	1,506	340																																		
									II	Ø 40,3 x 49,95	92,585	63,714	188,240	95,655	1,507	360																										
																	III	Ø 40,3 x 50,2	94,823	64,032	190,150	95,326	1,488	360																		
																									IV	Ø 40,1 x 50,2	95,589	63,398	190,950	95,361	1,504	350										
																																	V	Ø 40,4 x 50,3	89,712	64,479	187,250	97,538	1,512	330		
																																									VI	Ø 40,55 x 50,1
	I	Ø 40,3 x 50,1	90,783	63,905	188,720	97,937	1,532	280																																		
									II	Ø 40,3 x 49,95	92,585	63,714	188,460	95,875	1,504	370																										
																	III	Ø 40,3 x 50,2	94,823	64,032	190,380	95,557	1,495	320																		
																									IV	Ø 40,1 x 50,1	95,589	63,398	191,940	96,351	1,519	300										
																																	V	Ø 40,4 x 50,3	89,712	64,479	188,000	98,288	1,524	300		
																																									VI	Ø 40,55 x 50,1

Tabel 5.16

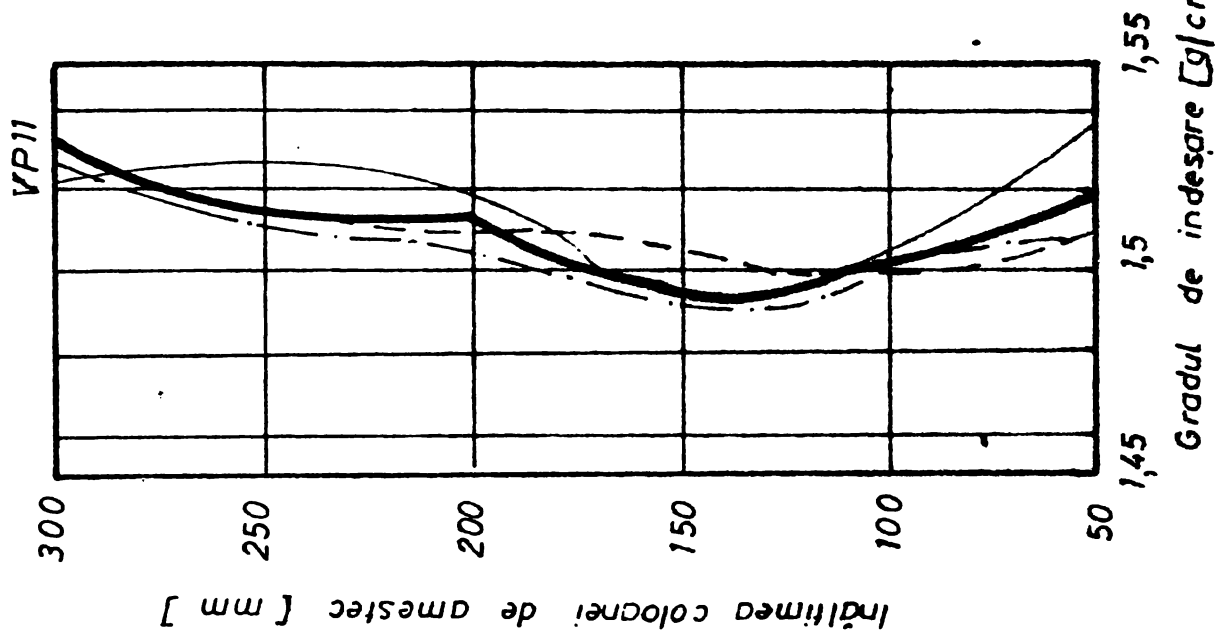
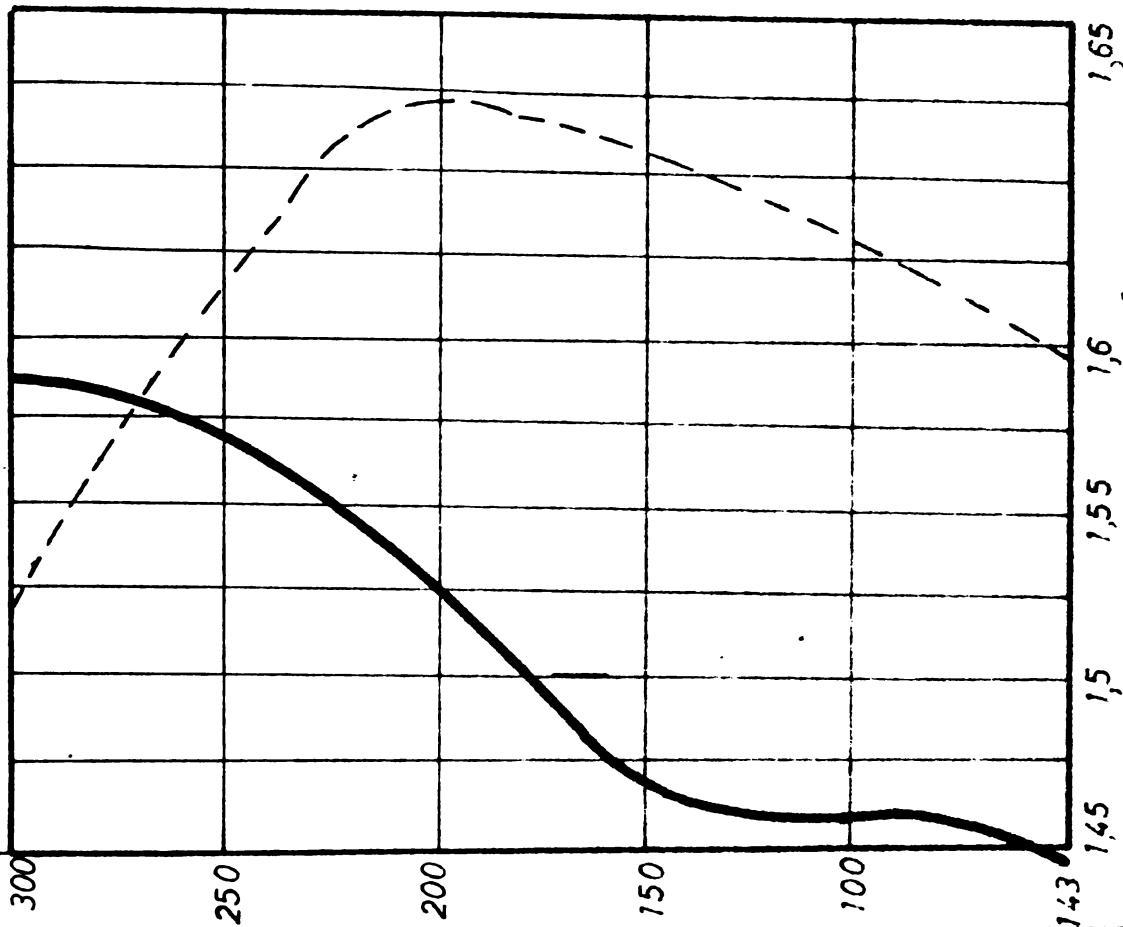


Tabela 5-18

Inaltimea coloarii de amestec (mm)

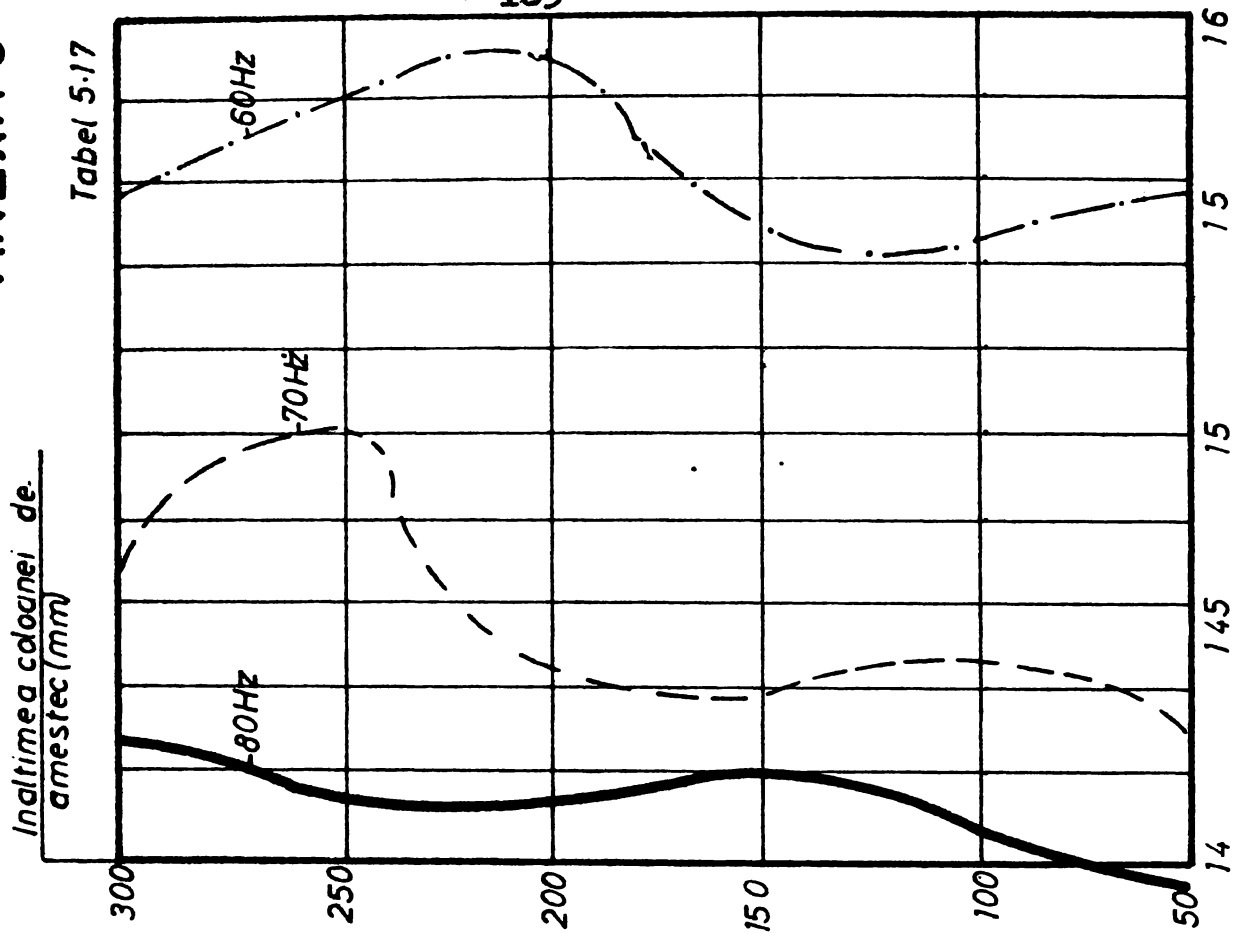


Gradul de indesare (g/cm³)

Regim de lucru	Nr. incerc.	Nr. trons.	Dimensiuni utile/tronson (mm)	Masa tronson (g)	Volumul probei / tronson (cm³)	Masa tronson cu amestec (g)	Masa amestronson (g)	Grad indesare (g/cm³)	Permiabilitatea	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
			I	Ø40,3X50,1	90,783	63,905	181,910	91,177	1,426	500
			II	Ø40,3X49,95	92,585	63,714	184,810	91,825	1,441	430
			III	Ø40,3X50,2	94,823	64,032	187,400	92,557	1,445	460
			IV	Ø40,1X50,2	95,589	63,398	150,200	94,611	1,492	320
			V	Ø40,4X50,3	89,712	64,479	188,110	98,398	1,526	285
2	3	3	VI	Ø40,55X50,1	90,862	64,700	190,750	99,888	1,543	255
			I	Ø40,3X50,1	90,783	63,905	192,640		1,593	190
			II	Ø40,3X49,95	92,585	63,714	195,740		1,61	175
			III	Ø40,3X50,2	94,823	64,032	199,060		1,62	190
			IV	Ø40,1X50,2	95,589	63,398	199,400		1,63	225
			V	Ø40,4X50,3	89,712	64,479	193,140		1,60	300
3	3	3	VI	Ø40,55X50,1	90,862	64,700	188,840		1,51	460
			I	Ø40,3X50,1	90,783	63,905				
			II	Ø40,3X49,95	92,585	63,714				
			III	Ø40,3X50,2	94,823	64,032				
			IV	Ø40,1X50,2	95,589	63,398				
			V	Ø40,4X50,3	89,712	64,479				
			VI	Ø40,55X50,1	90,862	64,700				

# ANEXA 5

Tabel 5.17



Regim de lucru	Nr incerc.	Nr trons.	Dimensiuni utile/trons (mm)	Masa tronson (g)	Volumul probei / tronson (cm³)	Masa tronson cu amestec (g)	Masa amestronson (g)	Grad indes./trons. (g/cm³)	Permi-abilitatea												
1	I	2	4	5	6	7	8	9	10												
										1	60 Hz Sd 05 mm	80 Hz Sd 05 mm	70 Hz Sd 05 mm	I	Ø40,3X50,1	90,783	63,905	180,060	89,277	1,396	600
														II	Ø40,3X49,95	92,585	63,714	182,670	90,085	1,409	530
														III	Ø40,3X50,2	94,823	64,032	185,370	90,547	1,421	530
														IV	Ø40,1X50,2	95,589	63,398	185,370	89,781	1,416	520
														V	Ø40,4X50,3	89,712	64,479	181,060	91,348	1,416	520
VI	Ø40,55X50,1	90,862	64,700	183,200	92,338	1,427	520														
2	I	3	4	5	6	7	8	9	10												
										1	60 Hz Sd 05 mm	80 Hz Sd 05 mm	70 Hz Sd 05 mm	I	Ø40,3X50,1	90,783	63,905	182,530	91,567	1,432	520
														II	Ø40,3X49,95	92,585	63,714	185,300	92,715	1,450	490
														III	Ø40,3X50,2	94,823	64,032	186,540	91,717	1,439	500
														IV	Ø40,1X50,2	95,589	63,398	187,320	91,731	1,446	460
														V	Ø40,4X50,3	89,712	64,479	183,330	96,618	1,498	440
VI	Ø40,55X50,1	90,862	64,700	186,210	95,348	1,473	420														
3	I	3	4	5	6	7	8	9	10												
										1	60 Hz Sd 05 mm	80 Hz Sd 05 mm	70 Hz Sd 05 mm	I	Ø40,3X50,1	90,783	63,905	190,170	99,387	1,555	240
														II	Ø40,3X49,95	92,585	63,714	191,440	98,855	1,546	270
														III	Ø40,3X50,2	94,823	64,032	193,500	98,677	1,548	320
														IV	Ø40,1X50,2	95,589	63,398	196,600	101,011	1,593	210
														V	Ø40,4X50,3	89,712	64,479	191,770	102,05	1,582	250
VI	Ø40,55X50,1	90,862	64,700	191,550	100,68	1,556	280														



C U P R I N S U L

	<u>Pag.</u>
1. I N T R O D U C E R E . . . . .	1
2. PROCESSELE TEHNOLOGICE DIN TURNĂTORII SI UTILIZAREA VIBRAȚIILOR. . . . .	3
2.1. Considerații generale asupra proceselor tehnologice din turnătorii. . . . .	3
2.2. Utilizarea vibrațiilor în procesele tehnologice din turnătorii. . . . .	7
2.2.1. Prepararea amestecurilor de formare . . . . .	7
2.2.2. Formarea. . . . .	8
2.2.3. Turnarea. . . . .	9
2.2.4. Dezbaterea. . . . .	10
3. NECESITATEA PRIORITARA A APLICARII VIBRAȚIILOR ÎN PROCESUL TEHNOLOGIC DE FORMARE. . . . .	10
3.1. Indesarea amestecurilor de formare - proces tehnologic preferențial pentru utilizarea vibrațiilor. . . . .	10
3.2. Considerații teoretice și practice asupra realizării formelor pentru turnătorii. . . . .	14
3.3. Influența vibrațiilor asupra compactării amestecului de formare. . . . .	20
4. GENERATORUL DE VIBRAȚII OPTIM PENTRU PROCESSELE TEHNOLOGICE DIN TURNĂTORII. . . . .	23
4.1. Condițiile tehnice ce se impun generatoarelor de vibrații pentru turnătorii. . . . .	23
4.2. Analiza tipurilor de generatoare de vibrații existente. Stabilirea tipului optim. . . . .	24
4.3. Realizarea prototipurilor de generatoare de vibrații pneumatică cu bilă pentru procesele tehnologice din turnătorii. . . . .	28

4.3.1.	Bazele de proiectare și execuție a vibratoarelor pneumatice cu bilă. . . . .	29
4.3.2.	Determinarea caracteristicilor vibratoarelor	31
4.3.3.	Prototipurile generatoarelor de vibrații pneumatice VPB-28-1 și VPB-35-1. . . . .	31
4.3.4.	Optimizarea construcției vibratoarelor pneumatice cu bilă. . . . .	33
4.4.	Vibratoarele pneumatice cu bilă - bază materială pentru aplicarea vibrațiilor în procesele tehnologice din turnătorii. . . . .	39
5.	INDESAREA AMESTECURILOR DE FORMARE FLUIDE PRIN VIBRO- PERCUTII - METODA NOUA DE FORMARE IN TURNATORII. . . . .	40
5.1.	Considerații teoretice asupra formării prin vibrații și vibropercuții. . . . .	40
5.2.	Modelul mecanic vibrant și vibropercutant. Schema instalației de înregistrare și prelucrare a datelor cercetărilor experimentale. . . . .	44
5.3.	Instalație vibropercutantă pentru cercetarea experimentală a posibilităților executării miezurilor și formelor prin vibrații și vibropercuții. . . . .	47
5.4.	Referiri teoretice asupra instalației vibropercutante pentru confecționarea miezurilor și formelor. . . . .	63
5.4.1.	Cazul limitatorului elastic. . . . .	65
5.4.2.	Cazul limitatorului rigid. . . . .	79
5.5.	Incercări experimentale. Indesarea amestecurilor de formare prin vibropercuții, metodă nouă de formare în turnătorii. . . . .	82
6.	COMPORTAREA AMESTECURILOR DE FORMARE LA VIBRAȚII SI VIBROPERCUTII. . . . .	90



6.1. Instalație de laborator și metode pentru determinarea comportării amestecurilor de formare fluide la vibrații și vibropercuții. . . . .	90
6.2. Incercări și rezultate privind comportarea la vibrații și vibropercuții a amestecurilor de formare pe bază de rășină furanică . . . . .	104
6.2.1. Incercări și rezultate obținute prin metoda de încercări experimentale în cilindru gradat cu traductor volumetric. . . . .	105
6.2.2. Incercări și rezultate obținute prin metoda de încercare experimentală în cilindru din tronsoane. . . . .	107
7. ASPECTE DE EFICIENȚA ECONOMICĂ ALE FORMĂRII PRIN VIBROPERCUȚII. . . . .	111
8. C O N C L U Z I I. . . . .	114
9. B I B L I O G R A F I E. . . . .	118
10. ANEXE CU DATE EXPERIMENTALE, DE CALCUL ȘI REPREZENTĂRI GRAFICE. . . . .	124