

# LUCRAREA NR.1

## METALE

### *caracterizarea metalelor prin încercarea la întindere*

Proprietățile mecanice ale metalelor sunt exprimate preponderent prin încercarea la întindere.

#### 2.1. Aparatură și materiale

Epruvete fasonate; șubler; fierăstrău; presă pentru întindere.

Pentru încercarea la întindere a metalelor se folosesc epruvete cu secțiuni de rupere de formă circulară, rectangulară sau poligonală.

Epruvetele fasonate (fig. 2.1) prezintă o zonă centrală ( $L_c$ ) numită lungime calibrată, pe care se așteaptă să se producă ruperea, respectiv capetele mai groase, eventual filetate, pentru a permite prinderea lor în bacurile mașinii (presei) de încercare.

Pe lungimea zonei calibrate, abaterile dimensionale trebuie să se înscrie în limite impuse.

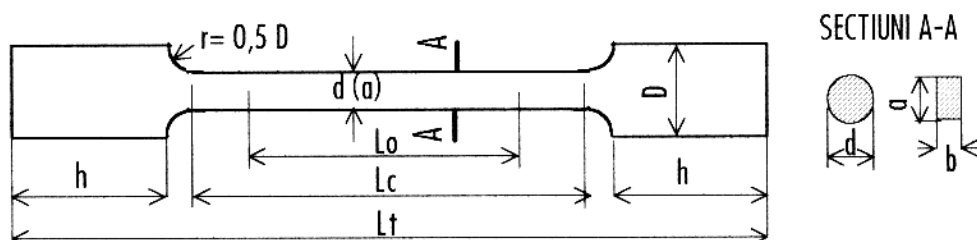


Fig. 2.1. Epruvete fasonate.

Fasonarea epruvetelor se realizează prin aşchiere (strunjire, frezare, rabotare etc.), asigurându-se răcirea permanentă pentru a nu se produce un tratament termic al metalului.

#### 2.2. Efectuarea determinării

Pe epruvetele fasonate se măsoară dimensiunile secțiunii în zona calibrată în trei planuri. Valorile obținute se înscriu în tabelul 2.1.

Se calculează aria  $A_0$  a secțiunii transversale, în care dimensiunile caracteristice se consideră a fi mediile măsurătorilor executate.

Tabelul 2.1.

| Epruveta | Diametre (mm) |   |   |   |   |   |       | Aria $A_0$<br>(mm <sup>2</sup> ) | Lungimi (mm) |          |
|----------|---------------|---|---|---|---|---|-------|----------------------------------|--------------|----------|
|          | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Media |                                  | $L_0$        | $L_0/10$ |
| 1        |               |   |   |   |   |   |       |                                  |              |          |
| 2        |               |   |   |   |   |   |       |                                  |              |          |

Pentru a face măsurători referitoare la deformația epruvetei, pe lungimea calibrată se marchează cu reperi fini, echilibrată față de jumătatea acesteia, o distanță ( $L_0$ ) rezultată din relația (2.1):

$$L_0 = 1,13 n A_0 \quad [\text{mm}] \quad (2.1)$$

în care  $n$  este un factor dimensional, avînd valoarea 5 pentru epruvete numite **proporțional normale**, respectiv 10 pentru cele numite **proporționale lungi**.

Pentru epruvete cu secțiunea circulară, relația (12.1) devine:

$$L_0 = nd \quad [\text{mm}] \quad (2.2)$$

în care  $d$  este diametrul mediu, pe lungimea calibrată.

Lungimea  $L_0$  va fi împărțită în zece segmente egale, de asemenea, prin trasarea de reperi fini.

Pentru unele profile metalice, fire, bare etc., dacă standardul de produs permite, încercările se pot executa și pe epruvete nefasonate. În acest caz pe toată lungimea epruvetei, se vor trasa segmente egale cu  $0,1L_0$ .

Epruveta astfel pregătită se prinde în bacurile presei de întindere.

Presele de încercare sunt dotate cu un dispozitiv automat (mecanic) de înregistrare,

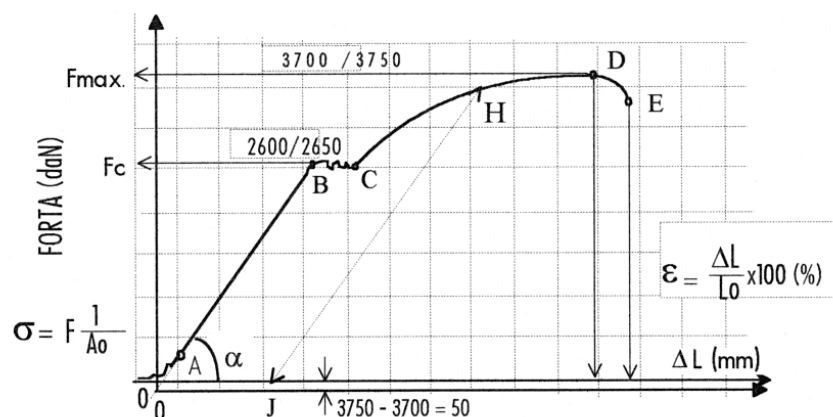


Fig. 2.2. Forma diagramei "forță - deformație" înregistrată automat.

pe bandă de hârtie, a forței și deplasării unuia dintre bacuri în raport cu celălalt. Acest dispozitiv va fi cuplat și presa va fi pusă în funcțiune, reglînd permanent robinetul de ulei,

pentru a se realiza, pe toată durata întinderii, viteza constantă de creștere a forței la valoarea reglementată de  $1 \text{ daN} / (\text{mm}^2\text{s})$ .

Diagrama **forță – deformație totală**, înregistrată automat pe bandă, va avea forma prezentată în figura 2.2.

Dacă se urmăresc simultan epruveta, indicațiile manometrului presei și diagrama, se vor constata următoarele:

- ☞ La început, acul manometrului presei deviază neregulat și se aud slabe pocnituri ale presei, indicând scăpări ale epruvetei în bacuri. Pe diagramă se va înregistra o curbă neregulată, cu formă generală concavă.
- ☞ După stabilizarea prinderii epruvetei, punctul A (fig. 2.2), diagrama devine liniară, relevând comportarea elastică a materialului.
- ☞ În cazul oțelurilor moi (cu conținut redus de carbon), la o valoare a forței ( $F_c$ ), acul manometrului începe să oscileze în jurul acestei valori, deși alungirea epruvetei continuă să se producă. Pe diagramă va apărea o zonă orizontală (B-C), ușor ondulată, numită **palier de curgere**.
- ☞ Urmează o nouă etapă de creștere a forței indicată de manometrul presei, iar diagrama (sectorul C-D) va deveni curbă (convexă). Dintr-un punct (H), situat pe acest sector, se reduce forța, diagrama de descărcare va fi o dreaptă (H-J) paralelă cu sectorul de comportare elastică, iar la reluarea încărcării, diagrama se va suprapune pe sectorul (J-H) după care, se va continua diagrama anterior obținută.
- ☞ La un moment dat (punctul D), forța începe să scadă relativ repede. Simultan, epruveta începe să se "gâtuie" într-o secțiune oarecare de pe lungimea calibrată și, în final (punctul E) se rupe.

### 2.3. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor.,

Se va nota pe diagramă valoarea forței maxime înregistrate la încercare și reținută de caul martor al manometrului.

#### 2.3.1. Determinarea limitelor de rezistență.

Este cunoscut faptul că starea de eforturi și deformații a unui material se analizează pe diagrama caracteristică ( $\sigma - \varepsilon$ ) și nu pe diagrama ( $F - \Delta L$ ) obținută.

Dar:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (2.3)$$

iar

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100 \quad (2.4)$$

și cum  $A_0$ , respectiv  $\frac{100}{L_0}$  sunt constante, rezultă că curba caracteristică obținută este similară diagramei obținute, cu observația că coordonatele punctelor trebuie corectate prin valorile rapoartelor (ca factori de scară).

Totuși sunt necesare câteva corecturi ale diagramei pentru a elimina erorile datorate sistemului mecanic de înregistrare.

- ☞ În cazul în care valoarea forței maxime, indicată pe de acul martor al manometrului și valoarea aceleiași forțe, reperată pe diagramă (punctul D) apare o diferență, aceasta se va datora reglării defectuase, la poziția “zero2”, a inductorului dispozitivului mecanic de înregistrare. Abaterea se va corecta prin trasarea unei noi axe a absciselor, astfel încât cele două valori să fie identice.
- ☞ Cunoscut fiind că sectorul neregulat, de la începutul diagramei, se datorează scăpărilor epruvetei în bacuri și că la eforturi mici diagrama caracteristică este liniară, se prelungește sectorul liniar A-B până ce intersectează axa absciselor. Punctul de intersecție obținut va constitui noua origine (corectată) a sistemului axelor de coordonate, din acest punct trasându-se noua axă a ordonatelor. (fig. 2.2).

Pentru oțelurile moi, se definesc următoarele eforturi caracteristice pentru stabilirea mărcilor:

- ☞ **Limita de curgere** ( $\sigma_c$ ), ca fiind efortul corespunzător palierului de curgere:

$$\sigma_c = \frac{F_c}{A_0} \quad [\text{daN} / \text{mm}^2] \quad (2.5)$$

- ☞ **Limita (rezistența) de rupere** ( $R_t$ ), ca fiind efortul maxim înregistrat în timpul încercării:

$$R_t = \frac{F_{\max}}{A_0} \quad [\text{daN} / \text{mm}^2] \quad (2.6)$$

Oțelurile dure, cu conținut ridicat de carbon, nu mai prezintă palier de curgere fizic, sesizabil pe diagramă (fig. 2.3). În acest caz, la încercare, nu poate fi pusă în evidență decât limita de rupere.

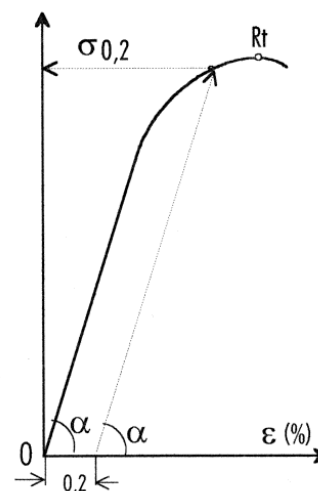


Fig. 2.3. Curba caracteristică pentru oțeluri dure.

Pentru definirea diagramei caracteristice se definește **limita de curgere tehnică** ( $\sigma_{0,2}$ ), reprezentînd valoarea efortului pentru care deformația remanentă, acumulată are valoarea efortului  $\sigma_{0,2}$ .

Valorile forțelor și eforturilor calculate se înscriu în tabelul 2.2.

Tabelul 1.2. Valorile limitelor de rezistență mecanică.

| Epruveta | Forța maximă (daN) |             | Valoarea de corecție | Forța de curgere | Eforturi (daN / mm <sup>2</sup> ) |        | Deformații $\varepsilon_c$ (%) |
|----------|--------------------|-------------|----------------------|------------------|-----------------------------------|--------|--------------------------------|
|          | la presă           | pe diagramă |                      |                  | curgere                           | rupere |                                |
| 1        |                    |             |                      |                  |                                   |        |                                |
| 2        |                    |             |                      |                  |                                   |        |                                |

### 2.3.2. Caracteristici de ductilitate.

Ductilitatea reprezintă capacitatea materialului de a se deforma plastic, înaintea ruperii. Pentru metale, ductilitatea se exprimă prin alungirea la rupere și stricțiunea (gâtuirea) la rupere.

#### 2.3.2.a. Alungirea la rupere.

**Alungirea la rupere** ( $\delta_n$  sau  $A_n$ ) reprezintă deformarea plastică longitudinală a epruvetei acumulată la rupere:

$$\delta_n = \frac{L_1 - L_2}{L_2} \times 100 \quad [\%] \quad (2.7)$$

în care:

- ☞  $L_1$  (lungime ultimă) și  $L_2$  (lungime inițială) reprezintă lungimi măsurate sau evaluate pe epruveta ruptă;
- ☞ Indicele  $n$  este factorul dimensional, specific epruvetei.
- ☞ Capetele epruvetei, rezultate după rupere, se așează strâns, în prelungire, (fig.2.4), cele două lungimi necesare fiind determinate diferit, în funcție de poziția secțiunii de rupere;
- ☞ Dacă secțiunea de rupere este situată în treimea mijlocie a epruvetei,  $L_2$  este lungimea inițială  $L_0$ , iar  $L_1$  reprezintă distanța dintre reperele extreme (corespunzătoare aceleiași lungimi), dar măsurată pe epruveta ruptă;
- ☞ Dacă secțiunea de rupere este situată în afara treimii mijlocii a epruvetei, lungimile se evaluează prin măsurători parțiale pe epruvetă.

Se notează:

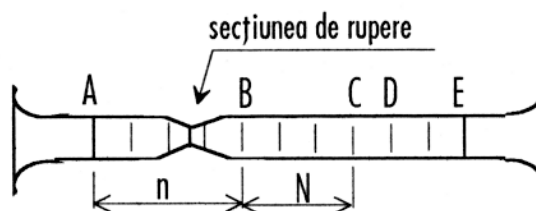


Fig. 2.4. Schema de măsurare a epruvetei

A – reperul extrem, pe capătul scurt al epruvetei:

B – reperul care urmează unui segment întreg, de la secțiunea de rupere, pe capătul lung al epruvetei;

M – numărul de segmente cuprinse între reperele A și B;

C – reperul situat la numărul N de segmente, față de reperul B, calculat în funcție de diferența “q” între numărul total de segmente trasate (10) și numărul “m” de segmente ce cuprind zona de rupere ( $q = 10 - m$ ):

◆ dacă q rezultă număr par:  $N = \frac{q}{2}$  și  $L_1 = AB + 2BC$

◆ dacă q rezultă număr impar:  $N = \frac{q-1}{2}$  și  $L_1 = AB + BC + CD$

D fiind reperul următor reperului C.

☞ Lungimea  $L_2$  este lungimea calculată pentru aceleleași segmente, dar considerînd segmentele ca avînd lungimea inițială de trasare.

☞ Valorile calculate se înscriu în tabelul 2.3.

Tabelul 2.3. Alungirea la rupere.

| Epruveta | Numere caracteristice |   |   | Distanțe măsurate (mm) |     |     |       | Distanțe evaluate (mm) |     |     |       | Alungirea $\delta_5$ (%) |
|----------|-----------------------|---|---|------------------------|-----|-----|-------|------------------------|-----|-----|-------|--------------------------|
|          | m                     | q | N | A-B                    | B-C | C-D | $L_1$ | A-B                    | B-C | C-D | $L_2$ |                          |
| 1        |                       |   |   |                        |     |     |       |                        |     |     |       |                          |
| 2        |                       |   |   |                        |     |     |       |                        |     |     |       |                          |

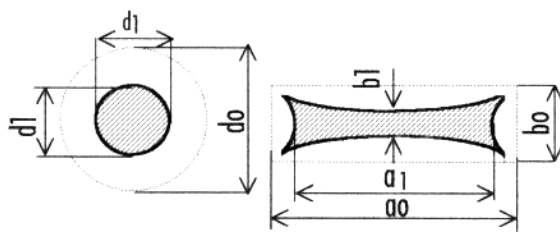
Un metal va fi cu atît mai ductil cu cît stricțiunea sa la rupere are valoarea mai mare.

### 2.3.2.b. Stricțiunea la rupere.

**Stricțiunea (gâtuirea) la rupere** ( $\Psi$  sau  $Z$ ) reprezintă deformația plastică transversală după rupere:

$$\Psi = \frac{A_0 - A_u}{A_0} \times 100 \quad [\%] \quad (2.8)$$

în care:  $A_u$  – aria ultimă, calculată cu media dimensiunilor caracteristice măsurate în secțiunea de rupere (fig. 2.5).

Fig.2.5 Măsurarea dimensiunilor secțiunii de rupere, pentru calculul  $A_u$ .

Valorile măsurate și calculate se trec în tabelul 2.4.

Tabelul 2.4.

| Epruveta | Dimensiuni după rupere (mm) |   |       |      |   |       | Arii ( $\text{mm}^2$ ) |       | Stricțiunea $\Psi$ [%] |
|----------|-----------------------------|---|-------|------|---|-------|------------------------|-------|------------------------|
|          | a(d)                        |   |       | b(d) |   |       | $A_u$                  | $A_o$ |                        |
|          | 1                           | 2 | medie | 1    | 2 | medie |                        |       |                        |
| 1        |                             |   |       |      |   |       |                        |       |                        |
| 2        |                             |   |       |      |   |       |                        |       |                        |

### 2.3.2.c. Stabilirea mărcii oțelului.

Marca unui oțel se stabilește pe criteriul îndeplinirii simultane a tuturor caracteristicilor prezentate în anexa 2.1.

Tabelul 2.5. Centralizator de rezultate.

| Epruveta | Limite ( $\text{daN/mm}^2$ ) |           | Alungirea $\delta_5$ (%) | Marca oțelului |
|----------|------------------------------|-----------|--------------------------|----------------|
|          | de curgere                   | de rupere |                          |                |
| 1        |                              |           |                          |                |
| 2        |                              |           |                          |                |

## Anexa 2.1

Tabel 2.1A. Mărcile oțelurilor de uz general pentru construcții.

| Marca<br>oțelului | Limita de curgere ( $\sigma_c$ ) N/mm <sup>2</sup> – min. |         |          | Rezistența<br>la rupere ( $\sigma_r$ )<br>daN/mm <sup>2</sup> | Alungirea la<br>rupere $\delta_5$ (%) |
|-------------------|---|---------|----------|---|---------------------------------------|
|                   | a < 16  | 16...40 | 40...100 |   |                                       |
| OL 32             | 17,6  | 16,7    | 15,7     | 31,4...39,2   | 33                                    |
| OL 34             | 19,6  | 18,6    | 17,6     | 33,3...41,2   | >31                                   |
| OL 37             | 23,5  | 22,5    | 20,6     | 36,3...44,1   | >25                                   |
| OL 42             | 25,5  | 24,5    | 22,5     | 41,2...49,0   | 22...25                               |
| OL 44             | 28,4  | 27,4    | 25,5     | 43,1...53,9   | 22...25                               |
| OL 50             | 28,4  | 27,4    | 26,5     | 49,0...60,8   | >19                                   |
| OL 52             | 35,5  | 34,3    | =        | 51,0...60,8   | 20...22                               |
| OL 60             | 31,4  | 30,4    | 29,4     | 60,8...70,6   | >13                                   |
| OL 70             | 35,3  | 34,3    | 34,0     | > 68,6  | >10                                   |



---

## LUCRAREA NR. 2

### PIATRA NATURALA

---

*caracteristici petrografice și mineralogice; recunoaștere de roci*

#### 1.1. Caracteristici petrografice.

Caracteristicile petrografice constituie unul din principalele criterii pentru stabilirea domeniilor de folosire a pietrei naturale în construcții.

##### 1.1.a. Aparatură și materiale.

- ☞ Lupă cu grosimentul 10x;
- ☞ Proba de roci.

##### 1.1.b. Efectuarea determinării.

Pentru materialele unitare pe proba de încercat se practică o spărtură proaspătă cu suprafața minimă (6 x 9) cm<sup>2</sup>. Spărtura se examinează urmărindu-se caracteristicile:

**Structura** poate fi: holocristalină (echigranulară, inegrulară); hemicristalină; vitroasă; fenocristalină; microcristalină; criptocristalină.

**Textura** poate fi: masivă (neorientată); stratificată; șistoasă; vacuolară.

Pentru **culoare** se urmărește: culoarea de fond, nuanțele, petele de culoare, drapajele.

**Aspectul** poate fi: omogen sau neomogen.

**Spărtura** poate rezulta: așchioasă; concoidală; neregulată.

**Natura petrografică** urmărește caracterizarea rocii după geneză (magmatice, sedimentare, metamorfice).

Pentru materiale granulare sfărâmate natural ( produse de balastieră) se realizează o probă medie de aproximativ 5kg ( $m_0$ ), se separă granulele după tipul de rocă de proveniență – gresii, granule silicioase, granule calcaroase sau metamorfice, urmărindu-se în special:

Se numără granulele ( $n$ ), și se determină masa ( $m_i$ ) pentru fiecare tip de granule separat și funcție de roca de proveniență.

**1.1.c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor.**

Pentru materiale unitare rezultatele se înregistrează în tabelul 1.1 și pentru materiale granulare în tabelul 1.2.

Tabelul1.1.

| Nr. crt. | Caracteristica      | Rezultatul determinării |
|----------|---------------------|-------------------------|
| 1        | Structura           |                         |
| 2        | Textura             |                         |
| 3        | Culoarea            |                         |
| 4        | Aspectul            |                         |
| 5        | Spărtura            |                         |
| 6        | Natura petrografică |                         |
| 7        | Minerale prezente   |                         |

| Nr. crt. | Caracteristica      | Rezultatul determinării |
|----------|---------------------|-------------------------|
| 1        | Structura           |                         |
| 2        | Textura             |                         |
| 3        | Culoarea            |                         |
| 4        | Aspectul            |                         |
| 5        | Spărtura            |                         |
| 6        | Natura petrografică |                         |
| 7        | Minerale prezente   |                         |

| Nr. crt. | Caracteristica      | Rezultatul determinării |
|----------|---------------------|-------------------------|
| 1        | Structura           |                         |
| 2        | Textura             |                         |
| 3        | Culoarea            |                         |
| 4        | Aspectul            |                         |
| 5        | Spărtura            |                         |
| 6        | Natura petrografică |                         |
| 7        | Minerale prezente   |                         |

| Nr. crt. | Caracteristica      | Rezultatul determinării |
|----------|---------------------|-------------------------|
| 1        | Structura           |                         |
| 2        | Textura             |                         |
| 3        | Culoarea            |                         |
| 4        | Aspectul            |                         |
| 5        | Spărtura            |                         |
| 6        | Natura petrografică |                         |
| 7        | Minerale prezente   |                         |

| Nr. crt. | Caracteristica      | Rezultatul determinării |
|----------|---------------------|-------------------------|
| 1        | Structura           |                         |
| 2        | Textura             |                         |
| 3        | Culoarea            |                         |
| 4        | Aspectul            |                         |
| 5        | Spărtura            |                         |
| 6        | Natura petrografică |                         |
| 7        | Minerale prezente   |                         |

Rezultatele se compară cu cele prevăzute în caietul de sarcini al produsului.

Tabelul 1.2.

| Natura rocii de proveniență | Numărul de granule |   | Masa (m <sub>i</sub> ) |   |
|-----------------------------|--------------------|---|------------------------|---|
|                             | N                  | % | g                      | % |
| 1                           |                    |   |                        |   |
| 2                           |                    |   |                        |   |
| 3                           |                    |   |                        |   |
| 4                           |                    |   |                        |   |
| 5                           |                    |   |                        |   |
| 6                           |                    |   |                        |   |
| 7                           |                    |   |                        |   |
| Total                       |                    |   |                        |   |

Se calculează procentele de granule respectiv din masa pentru fiecare tip de rocă de proveniență cu relația:

$$\% = \frac{m_i}{n} \quad (1.1)$$

$$\% = \frac{n_i}{n_{\text{tot}}} \quad (1.2)$$

în care:  $m_i$  – masa unei fracțiuni în (g);  
 $m$  – masa totală a probei (g);  
 $n_i$  – numărul de granule pentru fiecare fracțiune;  
 $n$  – numărul total de granule al probei.

## 1.2. Analiza mineralogică.

Analiza mineralogică urmărește evidențierea mineralelor predominante caracteristice pentru fiecare tip de rocă.

### 1.2.a. Aparatură și materiale.

- ☞ Microscop pentru analize mineralogice;
- ☞ Preparate din roci;
- ☞ Diferite tipuri de rocă.

### 1.2.b. Efectuarea analizelor.

Pe probele de roci analizate la punctul 1.1. se va indica prin observații vizuale prezența diferitelor minerale pe baza caracteristicilor prezentate în tabelul 2.3.

Tabelul 1.3

| Mineralul | Elemente de recunoaștere  |
|-----------|---|
| cuarț     | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Clasa silicați, grupa silice, <math>\text{SiO}_2</math></li> <li>➤ Incolor, alb lăptos sau colorat</li> <li>➤ Luciu sticlos cu aspect gras</li> <li>➤ Duritate 7</li> </ul>  |
| albit     | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Clasa tectosilicați, grupa feldspați <math>[\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]</math></li> <li>➤ Incolor</li> <li>➤ Alb cu luciu sticlos</li> <li>➤ Duritatea 6...6,5</li> </ul>                        |
| ortoza    | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Clasa tectosilicați, grupa feldspați <math>[\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]</math></li> <li>➤ Roz deschis, alb roșiatic</li> <li>➤ Luciu sticlos spre perlat</li> <li>➤ Duritatea 5,5...6</li> </ul>  |
| anortit   | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Clasa tectosilicați, grupa feldspați <math>[\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2]</math></li> <li>➤ Alb, alb gălbui gălbui, verzui cu nuanțe roz</li> <li>➤ Luciu sticlos</li> <li>➤ Duritatea 5,5...6</li> </ul> |
| muscovit  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Clasa filosilicați, grupa miche <math>[\text{K}, \text{Al}_2\text{O}_2(\text{Al}, \text{Si}_3)\text{O}_{10}(\text{OH})_2]</math></li> </ul>  |

|          |   |
|----------|---|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Alb, alb gălbui, roz, brun, verzui sau incolor</li> <li>➤ Luciu sticlos perlat</li> <li>➤ Duritatea 2...2,3</li> </ul>   |
| biolit   | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Clasa filosilicați, grupa mice <math>[K_2(OH)_4(Mg,Fe,Al)(Al,Si)O_{20}]</math></li> <li>➤ Negru, brun sau negru verzui</li> <li>➤ Luciu puternic sticlos</li> <li>➤ Duritatea 2,5...3</li> </ul> |
| olivina  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Clasa nesosilicați, grupa olivine <math>[(Mg,Fe)_2SiO_4]</math></li> <li>➤ Galben, galben-verzui (oliv)</li> <li>➤ Duritatea 6,7...7</li> </ul>  |
| augit    | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Clasa, grupa piroxeni <math>[(Ca,Na)(Mg,Fe,Ti,Al)(Si,Al)_2O_6]</math></li> <li>➤ Verde deschis, până la brun</li> <li>➤ Duritatea 5...6</li> </ul>   |
| caolinit | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Clasa filosilicați, grupa caolinit <math>[Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O]</math></li> <li>➤ Alb sau colorat diferit</li> <li>➤ Luciu perlat</li> <li>➤ Duritatea 2...2,5</li> </ul>             |
| calcit   | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Clasa carbonați <math>[CaCO_3]</math></li> <li>➤ Alb, roz, verde, galben</li> <li>➤ Duritatea 1</li> </ul>   |
| dolomit  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Clasa carbonați <math>[Ca(Mg,Fe,Mn)(CO_3)_2]</math></li> <li>➤ Alb gălbui, roz, rar incolor</li> </ul>   |
| gips     | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Clasa sulfatați <math>[CaSO_4 \cdot 2H_2O]</math></li> <li>➤ Alb, rar colorat</li> <li>➤ Luciu sticlos</li> <li>➤ Duritatea 2</li> </ul>   |

### 1.2.c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor.

Rezultatele obținute se înscriu în tabelul 1.1.

La microscopul de analize mineralogice se vor face observații și lumina naturală și polarizată pe diferite preparate din piatră. Observațiile se vor nota.

Proba 1

Proba 2

### 1.3. Recunoașterea de roci.

Pe baza analizelor petrografice și mineralogice se va indica în tabelul 1.1 tipul de rocă folosind indicațiile din tabelul 1.4.

Tabelul 1.4

| Roca             | Caracteristicile petrografice   |
|------------------|---|
| granit           | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rocă plutonică, familia granitelor</li> <li>➤ Leucocrate, acide</li> <li>➤ Structura holocristalină grăunțoasă</li> <li>➤ Textură masivă</li> <li>➤ Minerale esențiale: cuarț, ortoză, albit, oligoclaz</li> </ul> |
| dacit            | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rocă hipoabisală, familia granodiorite</li> <li>➤ Leucocrate, acide</li> <li>➤ Structura porfirică</li> <li>➤ Textura masivă</li> <li>➤ Minerale esențiale: cuarț, ortoză, albit, plagioglazi</li> </ul>           |
| andezit          | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rocă hipoabisală, familia diorite</li> <li>➤ Leucocrate intermediare</li> <li>➤ Structură porfirică</li> <li>➤ Textură compactă</li> <li>➤ Minerale esențiale: ortoză, albit, oligoclaz, andezin</li> </ul>        |
| bazalt           | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rocă vulcanică</li> <li>➤ Melanocrate bazice</li> <li>➤ Structură porfirică</li> <li>➤ Textură compactă, slab vacuolară</li> <li>➤ Minerale esențiale: anortit, piroxeni, amfiboli, olivină</li> </ul>             |
| Tufuri vulcanice | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rocă vulcanică</li> <li>➤ Melanocrate bazice</li> <li>➤ Structură psefitică</li> <li>➤ Textură compactă</li> <li>➤ Minerale esențiale: ortoză, albit</li> </ul>  |
| gresii           | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rocă sedimentară consolidată</li> <li>➤ Divers colorate</li> <li>➤ Structură psamitică</li> <li>➤ Textură masivă</li> </ul>  |
| calcare          | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rocă sedimentară de precipitație</li> <li>➤ Divers colorate, bazice</li> <li>➤ Structură criptocristalină</li> <li>➤ Textură compactă cu zone vacuolare</li> <li>➤ Minerale esențiale: calcita</li> </ul>          |
| gips             | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rocă sedimentară de precipitație</li> <li>➤ Culoare gri-gălbui</li> <li>➤ Structură holocristalină</li> <li>➤ Textură compactă</li> <li>➤ Minerale esențiale: gips</li> </ul>                                      |
| travertin        | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rocă sedimentară de precipitație</li> <li>➤ Culoare alb cenușiu până la brun</li> <li>➤ Structură microcristalină</li> <li>➤ Textură vacuolară</li> <li>➤ Minerale esențiale: calcită și cuarț</li> </ul>          |
| marmura          | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rocă metamorfică</li> <li>➤ Culoare alb, gri, roz, roșie, verde, neagră</li> </ul>   |

|         |  |
|---------|--|
|         | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Structură criptocristalină</li><li>➤ Textură compactă</li><li>➤ Minerale esențiale: calcită și în proporții reduse muscovit, cuarț, pirită, hematită</li></ul> |
| cuartit | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Rocă metamorfică</li><li>➤ Acidă</li><li>➤ Structură granoblastică</li><li>➤ Textură masivă</li><li>➤ Minerale esențiale: muscovit, cuarț, biotit</li></ul>    |
| ardezia | <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Rocă metamorfică</li><li>➤ Culoare neagră</li><li>➤ Textură șistoasă</li></ul>   |

---

## LUCRAREA NR. 3

### AGREGATE MINERALE – REZISTENTE MECANICE

---

*Rezistența la strivire a agregatelor grele compacte în stare uscată și saturată; rezistența la strivire a agregatelor ușoare, rezistența la uzură, rezistența la șoc*

Pentru realizarea mortarelor și betoanelor se folosesc agregate naturale sau artificiale (pietriș, piatră spartă, respectiv granulit, zgură expandată) care se prezintă sub formă de bucăți ca dimensiuni ce nu permit realizarea unor corpuri de probă de forma și dimensiunile cerute de tehnicile de determinare a rezistențelor mecanice a materialelor de construcții. În aceste condiții, s-au conceput metode specifice de determinare a rezistențelor mecanice, bazate pe efectul de sfărâmare a granulelor supuse la solicitare de compresiune într-un recipient metalic cu anumite caracteristici.

#### **2.1. Rezistența la strivire a agregatelor grele compacte.**

Agregatele sortate își schimbă prin sfărâmare, în anumite condiții standard granulozitatea. Gradul de sfărâmare depinde de rezistența materialului din care sunt alcătuite granulele, fiind cu atât mai mare cu cât materialele au rezistențe mai mici.

Procentul de materie sfărâmată cu dimensiunile mai mici decât limita inferioară a sortului de agregat încercat este principalul criteriu de apreciere a rezistențelor mecanice ale agregatelor compacte.

Determinarea se efectuează pe material uscat și pe material umed întrucât apa din porii materialului modifică rezistențele acestuia, de asemenea, pe probe formate dintr-un amestec de două sorturi elementare sau pe fiecare sort elementar.

##### **2.1.1. Rezistența la strivire a agregatelor grele compacte pentru amestecuri de sorturi elementare**

Rezistența la strivire în acest caz se determină pe amestecuri formate din părți egale de masă din sorturile 31-40 și 40-71 mm.



**Aparatură și materiale.**

- ☞ Balanță cu clasa de precizie III;
- ☞ .set ciururi : R10, R31, R40, R71
- ☞ Cilindru oțel cu piston (fig.2,1)
- ☞ Presă hidraulică pentru încercarea la compresiune la o treaptă de încărcare mai mare de 400KN
- ☞ Vase pentru saturare cu apă a materialului
- ☞ Scafă
- ☞ Material de încercat

**2.1.1. a. Efectuarea determinării.**

Din amestecul de încercat se îndepărtează prin alegere manuală granulele lamelare și aciculare (granulele ce au raportul dimensiunilor  $b/a < 0,66$  și  $c/a < 0,33$ ).

Materialul de încercat se usucă în etuvă la  $105^{\circ}\text{C}$  până la masă constantă.

În cazul când se cere determinarea rezistenței la strivire în stare umedă, materialul pentru o determinare se saturează cu apă, la presiune normală, până la masa constantă

Se determină densitatea în grămadă în stare afinată a amestecului de încercat și se calculează masa unui volum de  $2,1\text{ dm}^3$ , cantitate ce constituie materialul pentru o determinare.

Proba astfel pregătită se introduce în cilindrul din oțel (fig.14.2) prin turnare cu scafa de la o înălțime de 5 cm deasupra acestuia. Cilindrul cu agregat se scutură de câteva ori pentru ca agregatul să se așeze de la sine. Deasupra agregatului din cilindru se introduce pistonul și întregul ansamblu se așează între platanele presei hidraulice.

Materialul este supus la o forță de compresiune care trebuie ca într-un interval de timp de aproximativ 5 minute să atingă valoarea de 400 KN, când se întrerupe acțiunea; proba se descarcă și se scoate ansamblul cilindru, agregat, piston.

Agregatul încercat se cerne pe ciurul nr.10 și se cântărește fracțiunea rămasă pe ciur.

Ca rezultat se ia media a trei determinări.

**2.1.1.b. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor.**

Rezistența la strivire a agregatului se calculează cu relația:

$$R_s = \frac{m_2}{m_1} \times 100\%$$

În care:

$R_s$  - rezistența la strivire ;

$R_{sa}$  - rezistența la strivire pe material saturat

$R_{su}$  - rezistența la strivire pe material uscat

$m_1$  – masa agregatului dintr-o probă (în stare saturată respectiv uscată), în g

$m_2$  – masa agregatului rămas pe ciurul nr.10 (în stare saturată respectiv uscată), în g

### 2.1.1. Rezistența la strivire a agregatelor grele compacte pentru amestecuri de sorturi elementare

Rezistența la strivire în acest caz se determină pe amestecuri formate din părți egale de masă din sorturile 31-40 și 40-71 mm.

#### Aparatură și materiale.

- ☞ Balanță cu clasa de precizie III;
- ☞ .set ciururi : R10, R31, R40, R71
- ☞ Cilindru oțel cu piston (fig.2,1)
- ☞ Presă hidraulică pentru încercarea la compresiune la o treaptă de încărcare mai mare de 400KN
- ☞ Vase pentru saturare cu apă a materialului
- ☞ Scafă
- ☞ Material de încercat

#### 2.1.1. a. Efectuarea determinării.

Din amestecul de încercat se îndepărtează prin alegere manuală granulele lamelare și aciculare (granulele ce au raportul dimensiunilor  $b/a < 0,66$  și  $c/a < 0,53$ ).

Materialul de încercat se usucă în etuvă la  $105^0$  C până la masă constantă.

În cazul când se cere determinarea rezistenței la strivire în stare umedă, materialul pentru o determinare se saturează cu apă, la presiune normală, până la masa constantă

Se determină densitatea în grămadă în stare afinită a amestecului de încercat și se calculează masa unui volum de  $2,1 \text{ dm}^3$ , cantitate ce constituie materialul pentru o determinare.

Proba astfel pregătită se introduce în cilindru din oțel (fig.14.2) prin turnare cu sfafa de la o înălțime de 5 cm deasupra acestuia. Cilindru cu agregat se scutură de câteva ori pentru ca agregatul să se așeze de la sine. Deasupra agregatului din cilindru se introduce pistonul și întregul ansamblu se așează între platanele preseii hidraulice.

Materialul este supus la o forță de compresiune care trebuie ca într-un interval de timp de aproximativ 5 minute să atingă valoarea de 400 KN, când se întrerupe acțiunea; proba se descarcă și se scoate ansamblul cilindru, agregat, piston.

Agregatul încercat se cerne pe ciurul nr.10 și se cântărește fracțiunea rămasă pe ciur.

Ca rezultat se la media a trei determinări.

### 2.1.1.b. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor.

Rezistența la strivire a agregatului se calculează cu relația:

$$R_s = \frac{m_2}{m_1} \times 100\%$$

În care:

$R_s$  - rezistența la strivire ;

$R_{sa}$  - rezistența la strivire pe material saturat

$R_{su}$  - rezistența la strivire pe material uscat

$m_1$  – masa agregatului dintr-o probă (în stare saturată respectiv uscată), în g

$m_2$  – masa agregatului rămas pe ciurul nr.10 (în stare saturată respectiv uscată), în g

### 2.1.2. Rezistența la strivire a agregatelor grele compacte pentru sorturi elementare

Rezistența la strivire în acest caz se determină pe amestecuri formate din părți egale de masă din sorturile 7- 16 și 16-31 mm.

#### Aparatură și materiale.

- ☞ Balanță cu clasa de precizie III;
- ☞ .set ciururi : R3,1, R7, R16, R31
- ☞ Cilindru oțel cu piston (fig.2,3)
- ☞ Presă hidraulică pentru încercarea la compresiune la o treaptă de încărcare mai mare de 200KN
- ☞ Vase pentru saturare cu apă a materialului

☞ Scafă

☞ Material de încercat

### 2.1.2. a. Efectuarea determinării.

Din amestecul de încercat se îndepărtează prin alegere manuală granulele lamelare și aciculare (granulele ce au raportul dimensiunilor  $b/a < 0,66$  și  $c/a < 0,33$ ).

Materialul de încercat se usucă în etuvă la  $105^{\circ}\text{C}$  până la masă constantă.

În cazul când se cere determinarea rezistenței la strivire în stare umedă, materialul pentru o determinare se saturează cu apă, la presiune normală, până la masa constantă

Se determină densitatea în grămadă în stare afinată a amestecului de încercat și se calculează masa unui volum de  $1,8\text{ dm}^3$ , cantitate ce constituie materialul pentru o determinare.

Proba astfel pregătită se introduce în cilindru din oțel (fig.2.4) prin turnare cu scafa de la o înălțime de 10 cm deasupra acestuia. Se nivelează agregatul din vas.

Cantitatea de agregat îndepărtat după nivelare se cântărește. Diferența între masa inițială (pentru un volum de  $1,8\text{ dm}^3$ ) și masa îndepărtată prin nivelare reprezintă masa  $m_1$  a probei de încercat.

Deasupra agregatului din cilindru se așază pistonul și întregul ansamblu se așază între platanele presei hidraulice.

Materialul este supus la o forță de compresiune care trebuie ca într-un interval de timp de aproximativ 3 minute să atingă valoarea de 200 KN, când se întrerupe acțiunea, proba se descarcă și se scoată ansamblul cilindru, piston și agregat.

Agregatul încercat se cerne pe ciurul nr.3,15 și se cântărește materialul ce a trecut prin ciur, determinându-se masa  $m_2$ .

Rezultatul este media aritmetică a trei încercări.

### 2.1.2.b. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor.

Rezistența la strivire a agregatului se calculează cu relația:

$$R_s = \frac{m_2}{m_1} \times 100\%$$

În care:

$R_s$  - rezistența la strivire ;

$R_{sa}$  - rezistența la strivire pe material saturat

$R_{su}$  - rezistența la strivire pe material uscat

$m_1$  – masa agregatului dintr-o probă (în stare saturată respectiv uscată), în g

$m_2$  – masa agregatului rămas pe ciurul nr.3,15 (în stare saturată respectiv uscată), în g

### 2.1.3. Calculul coeficientului de înmuiere

Coeficientul de înmuiere (I) se calculează (cu o rotunjire pînă la 0,01) cu relația:

$$I = \frac{R_{sa}}{R_{su}}$$

în care:

$R_{sa}$  - rezistența la strivire a agregatelor în stare saturată în %

$R_{su}$  - rezistența la strivire a agregatelor în stare uscată în %

Rezultatul obținut se compară cu valorile din anexa lucrării pentru caracterizarea agregatului.

### 2.3. Rezistența la strivire a agregatelor ușoare poroase.

Modificarea granulozității agregatelor ușoare supuse la compresiune nu poate fi un criteriu de apreciere a rezistențelor acestora deoarece gradul de sfărîmare diferă de la un tip de material la altul.

Forța de strivire pe unități de suprafață, determinată pentru o tasare standard a unui volum de agregat, constituie criteriul principal de apreciere a rezistențelor agregatelor ușoare poroase.

#### Aparatură și materiale.

- ☞ Presă hidraulică pentru încercarea la compresiune la o treaptă de încărcare mai mare de 100 KN
- ☞ Vas pentru încercarea la strivire a agregatelor ușoare
- ☞ Riglă metalică
- ☞ Agregat ușor sorturile 7-16 sau 16-31 mm uscat la masă constantă

#### 2.2.1. a. Efectuarea determinării.

Se assemblează vasul de încercat prin așezarea cilindrului pe placa de bază.

Agregatele sortate și uscate la masa constantă se toarnă în cilindru, de la o înălțime de 10 cm față de marginea de sus, pînă la umplere cu exces. Cilindrul se scutură de cîteva ori pentru ca agregatul să se așeze da la sine și materialul în exces se îndepărtează cu ajutorul riglei metalice rezemate pe vasul cilindric.

Se montează prelungitorul și se introduce pistonul astfel încît reperul inferior de pe aceasta să se găsească la partea superioară a prelungitorului.

Întregul ansamblu se introduce între platanele presei și se ridică sarcina treptat astfel încât pistonul să înainteze în cilindru cu o viteză de 0,5 ..... 11 mm/s.

În momentul în care pistonul a pătruns 20 mm în materialul de încercat, adică semnul superior de pe generatoarea cilindrului se găsește la partea superioară a prelungitorului, se citește forța indicată la presă (F)  
Sa efectuează trei determinări.

### 2.2.1.b. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor.

Rezistența la strivire a agregatelor ușoare poroase  $R_{str}$  se calculează cu relația:

$$R_{str} = \frac{F}{A} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

În care:

F - forța necesară tasării agregatului cu 20 mm ( daN) ;

A - suprafața interioară a secțiunii cilindrului (cm)

Rezultatul este media a trei determinări.

## 2.3 Rezistența la compresiune prin șoc

Determinarea este specifică pentru produse din piatra spartă ce sunt introduse în lucrări supuse la șocuri (drumuri, fundații de mașini etc.). Rezultatul determinării constă în aprecierea gradului de sfărâmare al unei probe din piatră spartă, de dimensiuni prestabilite, supusă la un număr de șocuri.

### Aparatură și materiale.

- ☞ Ciocan Föppl (fig. ...) - alcătuit din: berbec(1) cu masa de  $50 \pm 0,5$ kg ce poate fi acționat de un mecanism de ridicare și declanșare a căderii;
- ☞ nicovală(2) cu masa de circa 500kg și fixată pe o fundație de beton sau zidărie
- ☞ rigla gradată(3) din 10 în 10mm cu lungimea de 1500mm
- ☞ ghidaje(4) pe care culisează berbecul;
- ☞ cilindru și piston din oțel în care se introduce proba de încercat(5)
- ☞ etuvă pentru  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- ☞ ciururi cu ochiuri rotunde de 10,40 și 50mm;
- ☞ balanță tehnică de 3kg, cu precizia de cântărire de 1g;
- ☞ materialul de încercat pentru care se cunoaște densitatea aparentă.

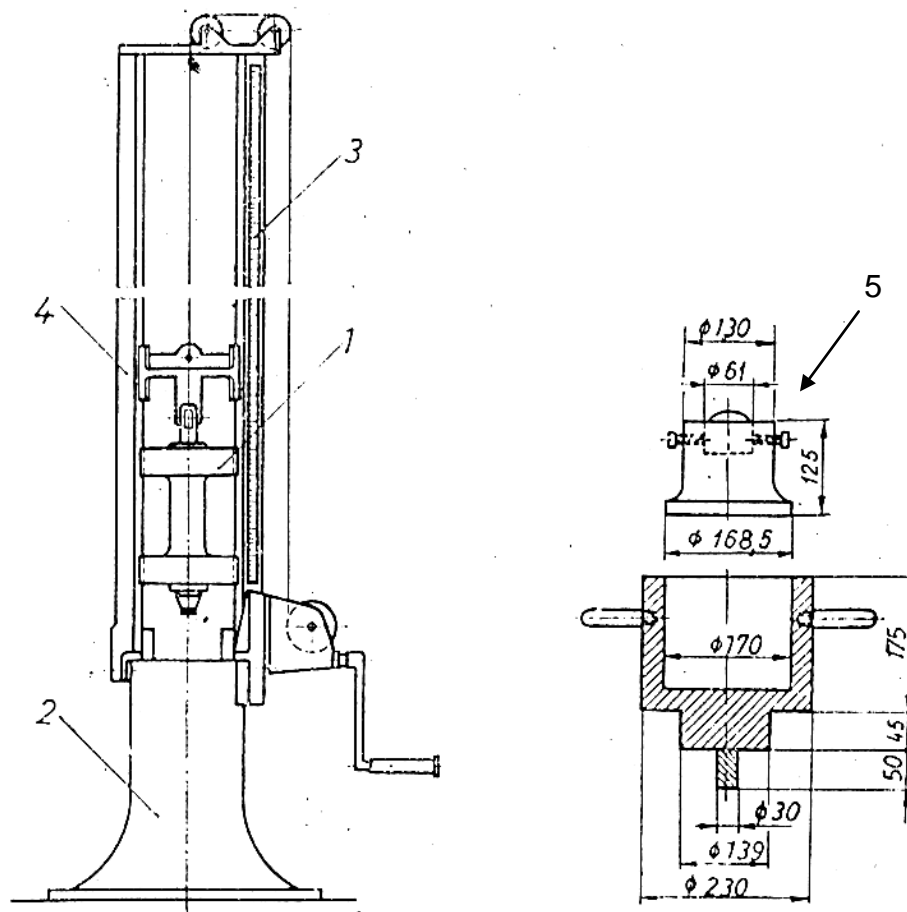


Fig. 2.4 Ciocanul Föppl

### 2.3. a. Efectuarea determinării.

Din proba de încercare, se separă prin cernere între ciururile de 40 și 50mm o cantitate de aproximativ 5000g material. Proba se usucă în etuvă până la masă constantă și se calculează cantitatea de material ce se va introduce în cilindrul de încercare, cu relația:

$$m = 1,05 \rho_a 10^{-3} \quad [\text{kg}]$$

în care:

$m$  – masa probei de piatră, din sortul 40/50mm necesare pentru o determinare, în kg;

$\rho_a$  - densitatea aparentă a materialului, în  $\text{kg/m}^3$ .

Materialul astfel pregătit se introduce în cilindrul de oțel, se scutură de câteva ori pentru ca granulele de agregat să se așeze cât mai bine și se aranjează granulele (cu mâna) astfel încât să se obțină o suprafață fără dedivelări. Se introduce pistonul în cilindru prin așezarea acestuia pe granulele de încercat. Proba astfel pregătită se așează pe nicovala ciocanului Föppl.

Proba este supusă la 20 de lovituri ale berbecului, ridicat prin intermediul mecanismului de ridicare la înălțimea de 50cm, marcată pe scala aparatului.

După ce proba a fost supusă la 20 de lovituri, se scoate din cilindru și se cerne prin ciurul de 10mm, cântărind restul pe ciur( $m_1$ ).

Rezistența la compresiune prin șoc se calculează (cu o precizie de 1%) cu relația:

$$R_s = \frac{m_1}{m} \quad [\%]$$

în care termenii relației au semnificațiile menționate anterior.

### 2.3.b. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor.

Rezultatele măsurătorilor și înregistrarea lor se va face în tabelul 4.4, iar rezistența obținută prin calcul ca medie a două determinări, se compară cu valorile impuse de normativele tehnice.

| Nr. crt. | Masa inițială m<br>Kg | Masa rămasă pe<br>ciurul R10<br>kg | $R_s = \frac{m_1}{m}$ [%] |
|----------|-----------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 1        |                       |                                    |                           |
| 2        |                       |                                    |                           |
| Media    |                       |                                    |                           |

### 2.4. Rezistența la uzură

Rezistența la uzură se determină pe piatra spartă și reprezintă o caracteristică importantă în cazul folosirii acesteia în straturi rutiere. Se apreciază prin pierderile de masă a unei probe supuse la uzură în condiții normate.

#### Aparatură și materiale.

- ☞ Mașina Deval(fig. 2.5) – alcătuită din doi cilindri din oțel înclinați la  $30^0$ , prevăzuți cu capace de închidere și care se rotesc cu 30...33 rotații /minut; sistem de înregistrare a numărului de rotații – etuvă;
- ☞ balanță tehnică de 10kg cu precizie de 1g;



- ☞ ciururi cu ochiuri de 30 și 60mm și sită de 2mm;
- ☞ perie de sârmă; material de încercat.

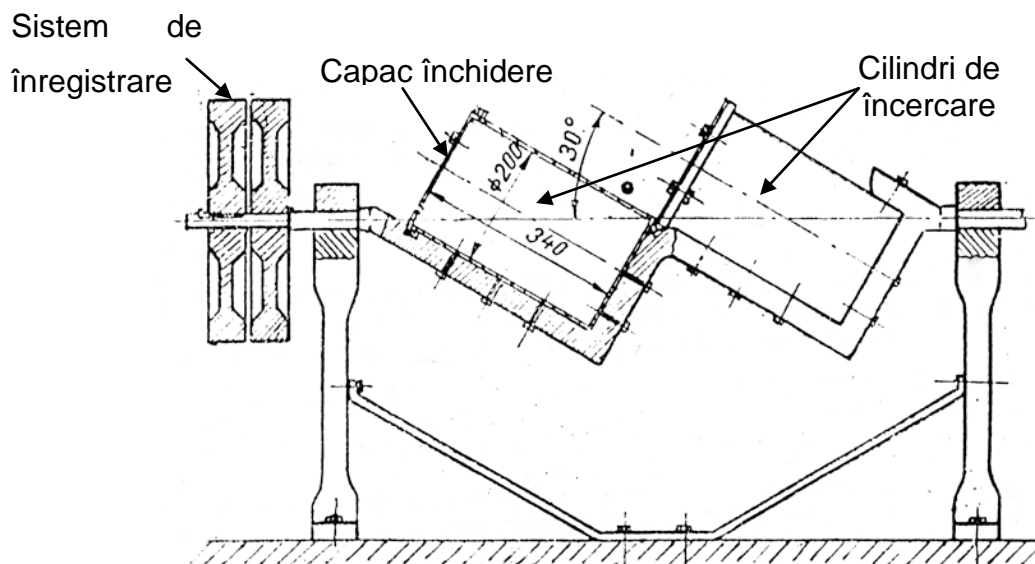


Fig. 2.5 Mașina Deval

#### 2.4. a. Efectuarea determinării.

Materialul de încercat se spală și se usucă la masă constantă, la temperatura de 105<sup>0</sup>C. Se separă sortul între ciururile de 30 și 60mm.

Din proba astfel obținută se aleg granule de agregat cu greutatea aproximativ 100g, care se perie cu peria de sârmă pentru îndepărtarea părților slabe.

Se alcătuesc două probe formate din câte 50 granule și cu masa totală de aproximativ 5000g( $m_1$ ). Cele două probe se introduc în cilindrii mașinii Deval, se închid cilindrii și se pornește mașina.

După 10000 rotații mașina se oprește, materialul se cerne pe ciurul de 2mm, iar materialul rămas pe ciur se culege, se spală și se usucă la masă constantă și se cântărește( $m_2$ ).

Rezistența la uzură a pietrei sparte  $R_{uz}$ , exprimată prin pierderi de masă ca medie a două determinări, se calculează cu relația:

$$R_{uz} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad [\%]$$

### 2.4.b. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor.

Rezultatul încercărilor se înregistrează în tabel, calculând rezistența la uzură, aprecierea calității rocilor din punct de vedere al comportării la uzură făcându-se prin intermediul coeficientului de calitate  $C_c$ , care se calculează cu relația:

$$C_c = \frac{40}{R_{uz}}$$

| Nr. crt. | Masa inițială $m_1$<br>g | Masa rămasă<br>pe ciurul R2<br>g | $R_{uz} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$ [%] | $C_c = \frac{40}{R_{uz}}$ |
|----------|--------------------------|----------------------------------|---|---------------------------|
| 1        |                          |                                  |   |                           |
| 2        |                          |                                  |   |                           |
| Media    |                          |                                  |   |                           |

Rezultatele se compară cu valorile din anexa 4, pentru confirmarea calității.

---

## LUCRAREA NR.4

### VARUL DE CONSTRUCTII

---

*Începutul stingerii, cantitatea de apă necesară stingerii, randamentul în pastă și viteza de stingere pentru varul nestins; consistența pastei de var.*

Varul de construcții aparține categoriei lianților nehidraulici, artificiali, pe bază de CaO. Se poate livra pe șantierele de construcții sub formă de **var nestins** - în bulgări sau praf și **var stins** - în pastă sau praf.

**Varul pastă** este forma cea mai folosită în lucrările de construcții (mortare, zugrăveli etc.), caracteristicile tehnice ale acestei forme și transformările celorlalte forme în aceasta fiind cele mai importante.

#### **3.1. Determinarea începutului stingerii, a cantității de apă necesară stingerii și a randamentului în pastă pentru varul nestins.**

Varul nestins (în bulgări sau pastă) servește în primul rând pentru obținerea varului stins în pastă, transformările avînd loc în urma reacțiilor cu apa. Reacțiile de hidratare sunt însoțite de degajare de căldură iar cantitatea utilă de var stins depinde de calitățile varului nestins.

##### **3.1a. Aparatură și materiale**

Cutie de stingere (fig. 7.1) de formă cilindrică, izolată termic și prevăzută cu capac de închidere; balanță tehnică de 1000 g capacitate; cilindri gradați de 100 și 500 cm<sup>3</sup>; cronometru; riglă metalică de minim 200 mm; lopățică din lemn; materialul de încercat.

##### **3.1b. Efectuarea determinării**

- în cutia de stingere se toarnă 250 cm<sup>3</sup> apă la  $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ , după care se adaugă 0,200 kg var și se pornește cronometrul.

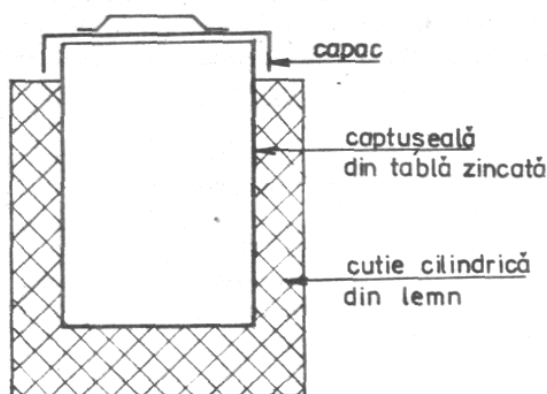


Fig. 3.1. Cutie pentru stingerea varului.

- Se amestecă continuu varul și apa până când începe fierberea - amestecul este agitat, cu aspectul apei care fierbe - moment în care se oprește cronometrul.
  - Se adaugă treptat în cantități măsurabile din cilindrul de 500 cm<sup>3</sup> în care se găsește un volum de apă măsurată, amestecându-se continuu până la obținerea unei paste omogene, evitându-se fenomenul de înecare (aparitia în exces la suprafață) cât și fenomenul de coacere a varului (aparitia unor crăpături și umflături pe suprafața pastei).
  - După încetarea fierberii se nivelează pasta de var, se acoperă vasul cu capacul de tablă și se lasă în repaus 24 de ore. Se notează timpul scurs până la începutul fierberii ( $t$  în minute) și cantitatea totală de apă folosită pentru obținerea pastei ( $V$ ) - 250 cm<sup>3</sup>, plus apa adăugată din cilindrul de 500 cm<sup>3</sup>.
  - După 24 de ore se scurge în cilindrul gradat de 100cm<sup>3</sup> apa ce eventual s-a separat la suprafața pastei de var. Se lasă în repaus 3 ore după care se scurge din nou apa și operația se repetă până când nu se mai separă apa. Se notează cu ( $V_1$ ) volumul de apă separat din vas.
- Cantitatea de apă necesară pentru stingere a fost corect aleasă dacă la suprafața pastei de var nu apar crăpături și dacă nu s-au separat mai mult de 40 cm<sup>3</sup> de apă, în caz contrar se repetă determinarea cu o altă cantitate de apă.*
- După determinarea cantității de apă necesară stingerii, se măsoară cu ajutorul riglei gradate, în trei puncte diferite ale cutiei, înălțimea stratului de pastă de var ( $h_1, h_2, h_3$ ) cu o precizie de  $\pm 0,1$  cm.

### 3.1c. Înregistrarea rezultatelor și interpretarea acestora.

Rezultatele experimentale se înregistrează în următorul tabel:

Tabelul 3.1

| Nr. crt. | M    | V                  | t'    | V <sub>1</sub>     | H (cm)         |                |                |   | t   | A <sub>S</sub> | R <sub>P</sub> |
|----------|------|--------------------|-------|--------------------|----------------|----------------|----------------|---|-----|----------------|----------------|
|          | (kg) | (cm <sup>3</sup> ) | (min) | (cm <sup>3</sup> ) | h <sub>1</sub> | h <sub>2</sub> | h <sub>3</sub> | h | (s) | (l / kg)       | (l / kg)       |
| 1        |      |                    |       |                    |                |                |                |   |     |                |                |
| 2        |      |                    |       |                    |                |                |                |   |     |                |                |
| 3        |      |                    |       |                    |                |                |                |   |     |                |                |

Calculul caracteristicilor se realizează astfel:

- **începutul stingerii (t):**

$$\text{începutul stingerii} = t \times 60 \quad [\text{s}] \quad (3.1)$$

în care: t - este timpul scurs din momentul introducerii varului nestins în cutia de stingere și momentul începerii fierberii în minute.

- **cantitatea de apă necesară stingerii (A<sub>S</sub>):**

$$A_s = \frac{V - V_1}{m} \quad [\text{l / kg}] \quad (3.2)$$

în care: V - volumul total de apă folosită la stingere, în l;  
V<sub>1</sub> - volumul total de apă separată după terminarea stingerii, în l;  
m - masa probei de var luată pentru determinare (0,200), în kg;

- **randamentul în pastă:**

$$R_p = \frac{A \cdot h}{1000 \cdot m} \quad [\text{l / kg}] \quad (3.3)$$

în care: A - aria orizontală a cutiei de stingere, în cm<sup>2</sup>;  
h - înălțimea medie a pastei de var din cutie, în cm;  
m - masa probei de var luată pentru determinare (0,200), în kg.

Rezultatele obținute se compară cu normele tehnice ce privesc calitatea varului nestins pentru caracterizarea acestuia.

### 3.2. Trasarea curbei de stingere a varului nestins măcinat.

Metoda constă în înregistrarea la intervale de timp date, a temperaturii în procesul de stingere a varului, în condiții controlate și trasarea curbei temperatură-timp.

#### 3.2a. Aparatură și materiale

Dispozitiv pentru stingerea varului (fig. 2.2) alcătuit dintr-un vas izolat termic prevăzut cu capac, agitator și termometru cu tijă lungă de circa 200 mm; balanță tehnică de 0,500 kg; cronometru; cilindru gradat de 500 cm<sup>3</sup>; material de încercat (150 g).

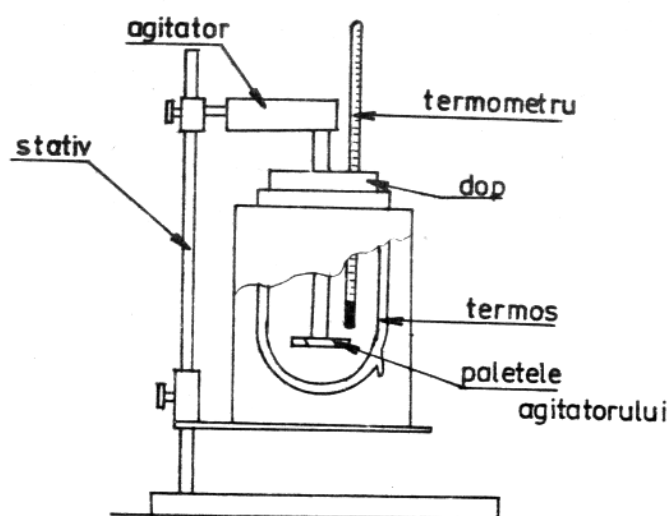


Fig. 3.2. Dispozitiv pentru determinarea vitezei de stingerea varului.

#### 3.2b. Desfășurarea lucrării

- Se introduc în vasul de stingere 250 cm<sup>3</sup> de apă distilată la temperatura de 20°C peste care se toarnă 50 g var. În momentul introducerii varului se pornește cronometrul.
- Se închide vasul și se introduce termometrul astfel încât să fie imersat în apă.
- Se citesc și se notează temperaturile din vasul de stingere la 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 și 10 minute și apoi din 5 în 5 minute până când temperatura începe să scadă.

### 3.2c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor

Datele se înregistrează în următorul tabel:

Tabelul 3.2

| Temperatura pentru intervalul de timp "t" [°C] |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     | $t_{\max}$ | $\frac{20^{\circ} + t_{\max}}{2}$ | $t_{\max} - 2$ |
|--|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|------------|-----------------------------------|----------------|
| 1'   | 2' | 3' | 4' | 5' | 6' | 7' | 8' | 10' | 15' | 20' | 25' | (°C)       | (°C)                              | (°C)           |
|  |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |            |                                   |                |

Cu ajutorul datelor se exprimă rezultatele:

- **curba de stingere a varului** (înscriind pe ordonată temperatura și pe abscisă timpul în minute); curbele obținute se compară cu cele recomandate de producători.

- **durata maximă de stingere:**

$$t_{\max} = 1,04 t'_{\max} - 3 \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (2.4)$$

în care:  $t'_{\max}$  - temperatura maximă citită pe curbă, în °C;

- **durata maximă până la atingerea temperaturii**  $\left(\frac{20 + t_{\max}}{2}\right)$  ce corespunde la durata de stingere a primei jumătăți din cantitatea de oxizi activi participanți la reacție.
- **durata până la atingerea temperaturii** ( $t_{\max} - 2$ ) ce corespunde stingerii cantității de oxizi activi.

### 3.3. Determinarea consistenței varului pastă.

Consistența pastei de var depinde de cantitatea de apă necesară și de calitatea varului și se poate determina prin metoda împrăștierii - deformarea unei turte din var cu diametrul de 100 mm sub acțiunea unor șocuri controlate - și prin metoda conului etalon.

Metoda conului etalon, cea mai des folosită, constă în măsurarea adâncimii până la care se scufundă în pasta de var un con cu dimensiuni și masă standard.

### 3.3a. Aparatură și materiale

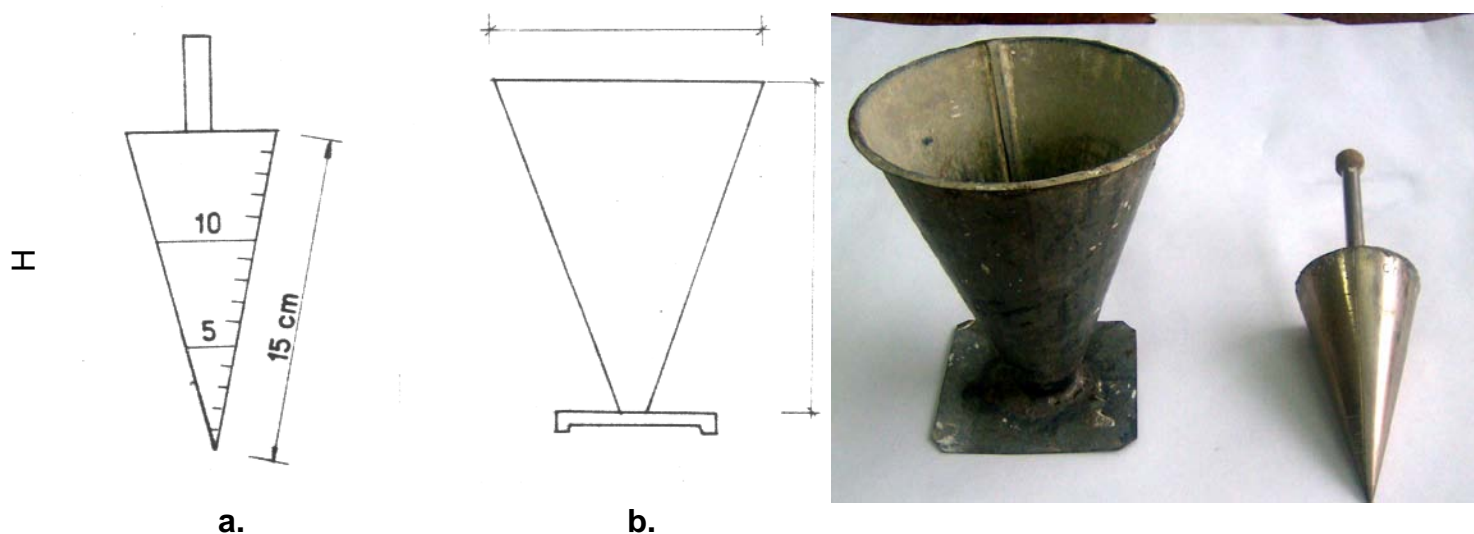


Fig. 3.3 Conul etalon(a) și vasul tronconic(b)

Con etalon (fig. 2.3.a) confecționat din tablă inoxidabilă standard și masa de  $(300 \pm 2)$ , generatoarea conului fiind de 15 cm și împărțită în 15 diviziuni; recipient tronconic din tablă din oțel (fig.2.3.b); materialul de încercat.

### 3.3b. Efectuarea determinărilor

Varul pastă se omogenizează cu o lopățică din lemn timp de (1...2) minute și se introduce cantitatea necesară în vasul tronconic până la umplere nivelându-se suprafața pastei. Se ține conul în poziție verticală astfel încât vârful conului să atingă suprafața pastei. Se lasă conul să pătrundă liber în pastă, menținând mânerul conului în poziție verticală tot timpul determinării. Când pătrunderea conului în pasta de var a încetat se citește pe generatoarea acestuia gradația corespunzătoare nivelului pastei; rezultatul se notează în cm.

Rezultatul este media a trei determinări pe aceeași probă, care se omogenizează după fiecare determinare.



**3.3c. Interpretarea rezultatelor.**

Consistența pastei de var (ca și densitatea aparentă a acesteia) servește la corectarea dozajelor mortarelor de var și este înregistrată în tabelul 2.3:

Tabelul 3.3

| Număr curent încercare | Adâncimea de pătrundere a conului etalon (cm) | Media |
|------------------------|---|-------|
| 1                      |   |       |
| 2                      |   |       |
| 3                      |   |       |

## 5. Ipsosul de construcții

finețea de măcinare, apa de amestecare pentru obținerea pastei de consistență normală,priza,expansiunea în timpul prizei și întăririi,coeficientul de difuzie, rezistențe mecanice

**Ipsosul** este un liant nehidraulic sub formă de pulbere albă-gălbuie sau alb-gri,având compoziția chimică  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$  (sulfat de calciu semihidratat).Sub acțiunea apei se hidratează și se transformă în ipsos întărit, având compoziția chimică  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  .

Determinările privind caracteristicile fizico-chimice, se efectuează pe probe medii conform standardului de produs STAS 545/1-1980 , cu materialul trecut prin sita nr. 2 pentru a se elimina părțile ce s-au întărit sub influența umidității atmosferice și care ar influența rezultatele experimentale.

Pentru stabilirea calității ipsosului se fac determinări chimice conform SR 4474/1,2-2000, STAS 4474/3,4,5-1987, STAS 4474/6-1990, SRISO 3052-1997 și determinări fizico-mecanice conform SR 10275/1-1997,SR ISO 3049-1996, STAS 10275/3-1982, STAS 10275/4-1991, STAS 10275/5,6-1982. Condițiile generale pentru încercări se stabilesc conform SR ISO 3048-1996.

### **Determinarea gradului de alb**

Gradul de alb se determină cu colorimetrul tricromatic sau cu leucometrul (STAS 10275/1-1997).

În metoda cu leucometrul se folosește filtrul albastru. Proba de ipsos se introduce în cava aparatului și se nivelează prin apăsarea ușoară cu o placă de sticlă. Aparatul este adus în prealabil la zero și pe tamburul aparatului se citește gradul de alb, în procente.

Rezultatul final va fi media aritmetică a 3 determinări, a căror valori nu trebuie să difere între ele cu mai mult de 2,5 % în valoare absolută.

### **Determinarea fineții de măcinare**

Finețea de măcinare este o caracteristică tehnică a materialelor pulverulente și se determină prin cernere pentru obținerea proporțiilor în diferite sorturi ale ipsosului sub formă de pulbere.

Proporția sorturilor permite aprecierea suprafeței specifice- cu cât proporția materialului fin este mai mare cu atât suprafața specifică este mai mare.

Materialele cu suprafață specifică mare necesită o cantitate de apă mai mare pentru amestecare, în scopul obținerii unui amestec lucrabil, ca urmare a absorbției apei **pe suprafața** granulelor de ipsos.

Finețea de măcinare influențează apa pentru pasta de consistență normală, timpul de priză și rezistențele mecanice ale ipsosului.

### **Aparatură și materiale**

Sitele nr. 071 și 020, balanța tehnică cu precizie de cântărire de 0,01 g, ipsos pregătit prin cernere prin sita nr. 2 și uscat până la masă constantă, la temperatura de  $(40 \pm 4) ^\circ\text{C}$ .



Fig.1 -site

Sitele 071 și 020 se folosesc conform specificațiilor din standardul de produs STAS 545/1-1980. Standardul SR ISO 3049-1996 prevede utilizarea sitelor cu ochiuri de 800, 400, 200 și  $100\mu\text{m}$ , fără ca standardul de produs să fie deocamdată în corelație cu acesta.

### **Efectuarea determinării**

- Proba de material pentru efectuarea determinării este de masă  $m \cong 100\text{ g}$  și se obține prin cântărire la balanța tehnică.
- Determinarea constă în cernerea probei de ipsos succesiv prin cele 2 site specificate anterior, începând cu sita cu dimensiunea ochiurilor mai mare, notată S1.

Cernerea corectă se efectuează aplicând 125 oscilații pe minut și la fiecare aproximativ 25 oscilații se rotește sita cu  $90^\circ$ . Pentru a se evita înfundarea

sitelor cu ochiuri de dimensiuni mici, direcția de oscilație se va schimba mai des.

Cernerea se consideră terminată când materialul ce se separă după 1 minut de cernere, are masa mai mică decât 0,1 g.

- Se cântărește materialul rămas pe sita S1, notat „ $m_1$ ”.
- Prin sita S2 se cerne materialul trecut prin sita S1, în mod asemănător.
- După terminarea cernerii se cântărește materialul rămas pe sita S2, notat „ $m_2$ ”.

Corectitudinea determinărilor este dată de diferențele ce apar la cântărirea succesivă a două probe, când pentru resturi mai mari de 2 g diferențele nu trebuie să fie mai mari de 5 %, iar pentru resturi mai mici de 2 g diferențele să nu depășească 0,1 g.

### Înregistrarea rezultatelor și interpretarea lor

Rezultatul încercării este media aritmetică a două determinări corespunzătoare abaterilor admise, ce se compară cu valorile normate (anexa1 , tabel1)

Tabelul. 1.

| Sita | Finețe de măcinare | Mărimi măsurate |           |           | Mărimi calculate                   |  |  |
|------|--------------------|-----------------|-----------|-----------|------------------------------------|--|--|
|      |                    | m (g)           | $m_1$ (g) | $m_2$ (g) | $R_{S1} = \frac{m_1}{m} \cdot 100$ | $R_{S2} = \frac{m_1 + m_2}{m} \cdot 100$ | $R_{S1 \text{ mediu}}$<br>$R_{S2 \text{ mediu}}$ |
| S1   | 100                |                 |           |           |                                    |  |  |
|      | 100                |                 |           |           |                                    |  |  |
| S2   | 100                |                 |           |           |                                    |  |  |
|      | 100                |                 |           |           |                                    |  |  |

### Densitatea în grămadă în stare afânată a pulberii de ipsos

Densitatea în grămadă în stare afânată rezultă în urma cîntării unui volum de ipsos obținut prin turnarea ipsosului de la o anumită înălțime în vasul de măsurare (SR ISO 3049-1996).

Se cântărește vasul de măsurare gol. Se toarnă ipsosul pe sită, în cantități de câte 100g, amestecând cu o paletă de lemn pentru a ușura trecerea ipsosului în vasul de măsurare.

Când vasul și rama prelungitoare sunt pline cu ipsos, se înlătură rama prelungitoare și apoi surplusul de ipsos prin răzuire cu ajutorul unei rigle. Se cântărește vasul cu ipsos.

Densitatea aparentă se calculează cu relația:

În care :  $m_2$ -masa vasului cu ipsos, în kg;

$m_1$ - masa vasului gol, în kg;

$V$ -volumul vasului, în  $m^3$ .

### **Determinarea cantității de apă pentru obținerea pastei de consistență normală**

Transformarea ipsosului dintr-un material solid sub formă de pulbere într-un corp solid unitar, are loc în urma reacțiilor chimice specifice ale acestuia cu apa.

Cantitatea de apă de amestecare trebuie să fie suficientă pentru a se produce toate reacțiile de hidratare și hidroliză ale ipsosului și în același timp să asigure pastei formate, în faza inițială, o plasticitate satisfăcătoare pentru procesele de prelucrare în timpul determinărilor.

O cantitate de apă prea mare (în exces) influențează defavorabil proprietățile fizico-mecanice ale ipsosului întărit, prin porozitatea mărită a acestuia, ca urmare a pierderii apei în exces nelegată chimic.

Toate determinările privind proprietățile ipsosului atât în stare plastică cât și în stare întărită se efectuează pe probe din pastă de o anumită **consistență** considerată convențional **normală**, astfel încât rezultatele obținute să poată fi comparate cu cele din normele tehnice (care au fost determinate în aceleași condiții).

Pasta de consistență normală este determinată de cantitatea de apă de amestecare, care este variabilă funcție de calitatea ipsosului.

### **Aparatură și materiale**

Balanța tehnică (precizie 0,2 g), cronometru, placa din sticlă de formă pătrată cu latura 150 mm, inel metalic cu diametrul interior 30 mm și înălțimea 50 mm, capsulă din porțelan cu diametrul 200 mm, lingură pentru amestecare, cilindru gradat de 200  $cm^3$ , șubler, citrat de sodiu, ipsos pentru încercare.

### **Efectuarea determinării**

Proba se pregătește astfel:

- se cântăresc  $\cong 200$  g ipsos;
- se măsoară 130 ml apă și se introduc în capsula de porțelan dizolvând 0,2 g citrat de sodiu;
- se presară ipsosul peste apa din capsulă timp de 30 secunde;
- amestecul se lasă în repaos de 30 secunde;
- se amestecă timp de un minut componentele, iar pasta formată se introduce în inel umezit cu apă și așezat pe placa de sticlă;
- se nivelează pasta din inel și în maximum 30 secunde de la terminarea amestecării se ridică inelul cu o mișcare rapidă pe verticală;
- se măsoară diametrul turtei formate.

Pasta formată se consideră de consistență normală când diametrul turtei „D” formate, este de 78 - 80 mm. În caz contrar se refacă încercarea modificând cantitatea de apă de amestecare. (fig.2.)

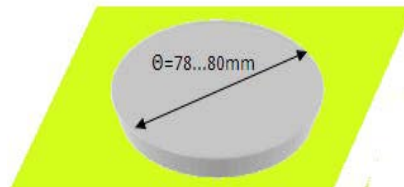
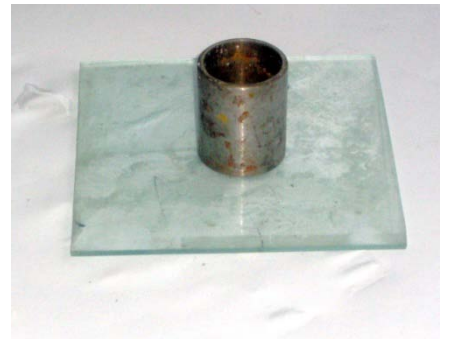
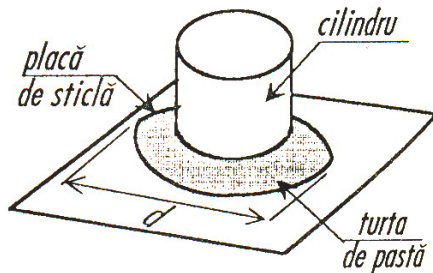


Fig.2. – pastă consistență normală

### Înregistrarea rezultatelor și interpretarea lor

Realizarea pastei de consistență normală, permite calculul cantității de apă de amestecare conform tabel2.

Tabel.2.

| Proba | Apa de amestecare | Mărimi măsurate |           |           | Mărimi calculate                |
|-------|-------------------|-----------------|-----------|-----------|---------------------------------|
|       |                   | M<br>(g)        | V<br>(ml) | D<br>(mm) | $A = \frac{V}{m} \cdot 100$ [%] |
| 1     |                   |                 |           |           |                                 |
| 2     |                   |                 |           |           |                                 |
| 3     |                   |                 |           |           |                                 |
| 4     |                   |                 |           |           |                                 |
| 5     |                   |                 |           |           |                                 |

În standardul de produs nu există restricții privind cantitatea de apă de amestecare pentru pasta de consistență normală.

#### Determinarea timpului de priză

În urma reacției cu apa se formează soluția de bihidrat care ajunge rapid la saturație, cristalizează, cristalele cresc și se împâslesc, pasta devine greu de lucrat și se transformă în final în corp solid unitar.

Durata din momentul amestecării ipsosului cu apa și până când pasta obținută începe să-și piardă plasticitatea se numește **început de priză**.

Durata din momentul amestecării ipsosului cu apa și până când aceasta se transformă într-o masă rigidă se numește **sfârșit de priză**.

Durata de timp dintre începutul și sfârșitul prizei poartă denumirea de **timp de priză** (STAS 10275/3-1982).

Cele două momente ale timpului de priză se determină cu ajutorul aparatului Vicat, ce permite determinarea momentului când un ac, cu anumite caracteristici geometrice și de masă, nu mai străbate întreaga masă de ipsos - început de priză- și momentul când acul nu mai poate pătrunde deloc în solidul format - sfârșit de priză.

Ipsosul ca liant poate fi prelucrat până când începe priza. Prelucrarea sau solicitarea ipsosului în timpul prizei poate conduce la formarea unui

ipsos întărit fisurat, cu calități fizico-mecanice defavorabile.

### Aparatură și materiale

Aparatul Vicat (figura 3), capsulă de porțelan cu diametrul 200 mm, lingură de amestecare, placă de sticlă cu forma pătrată și latura de 100 mm, balanță tehnică cu precizia de măsurare 0,1 g, cilindru gradat de 250 cm<sup>3</sup>, ipsosul pentru încercare.

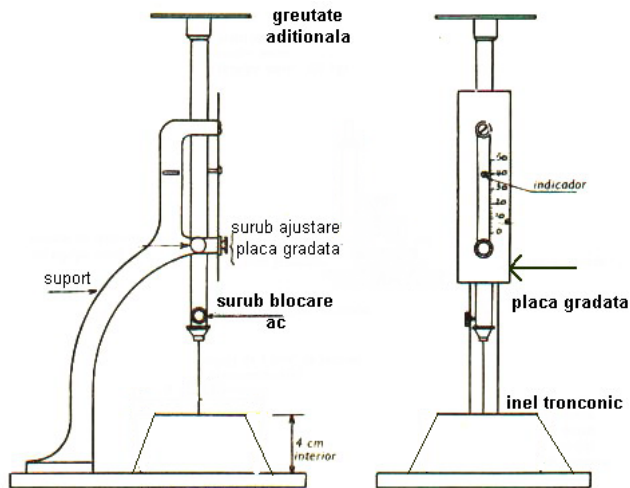


Fig.3. – Aparat Vicat

### Efectuarea determinării

Pentru efectuarea determinării se pregătește în primul rând aparatul Vicat, astfel:

- la capătul inferior al tijeii glisante se fixează acul aparatului;
- se verifică dacă la partea superioară a tijeii există greutatea adițională;
- se așează placa de sticlă pe postamentul aparatului și se umezește;
- se coboară tija aparatului cu acul rezemat de placa de sticlă, se aduce scala gradată cu diviziunea zero în dreptul acului indicator de pe tijă și se strâng șuruburile de reglare ale scalei;
- se ridică tija glisantă la poziția cea mai de sus și se fixează cu ajutorul șuruburilor de fixare;
- pe placa de sticlă se așează inelul metalic sau de ebonită, uns cu ulei mineral.





Prepararea pastei pentru încercare se face astfel:

- se cântăresc 200 g ipsos cu precizia de 0,1 g;
- se presară în 30 secunde în capsula de porțelan ce conține cantitatea de apă de amestecare necesară obținerii pastei de consistență normală, odată cu acesta pornind și cronometrul;
- se lasă la repaos 30 secunde;
- se amestecă timp de 1 minut cu lingura de amestecare;

- pasta se introduce în inelul aparatului și se nivelează cu un cuțit;
- placa de sticlă și inelul cu pastă se aduc pe postamentul aparatului Vicat;
- se aduce acul aparatului la nivelul pastei și se blochează din șurubul de blocaj.

Pentru determinarea timpului de priză se procedează astfel:

- se lasă să pătrundă liber în pastă ansamblul ac - tijă glisantă, din minut în minut, schimbând de fiecare dată locul de încercare și ștergând acul după fiecare pătrundere;
- se citește pe scală în dreptul indicatorului adâncimea de pătrundere a acului în pastă.

Se consideră **începutul prizei** durata de timp din momentul pornirii cronometrului și până când prin coborâri succesive, acul nu mai pătrunde în pastă decât cel mult **30 mm**.

Se consideră **sfârșitul prizei** durata de timp din momentul pornirii cronometrului și până când acul prin coborâri succesive nu mai pătrunde în pastă, lăsând pe aceasta o amprentă dar fără a înregistra o înaintare pe scală.

#### **Înregistrarea rezultatelor și interpretarea lor**

Rezultatul încercării înregistrate conform tabel 4, este dat de media aritmetică a două determinări care nu diferă între ele cu mai mult de 10 % și care se compară cu valorile indicate în normele tehnice (anexa 1 ).



- balanță tehnică cu capacitatea de 2 Kg, cu precizia de măsurare de 0,1g;
- cronometru;
- capsulă porțelan;
- lingură de amestecare;
- cutie cu aer umed (fig.7.);
- ipsos – trecut prin sita nr.2 și păstrat pînă la încercare în condiții de laborator, la temperatura de  $20 \pm 2^{\circ} \text{C}$ .

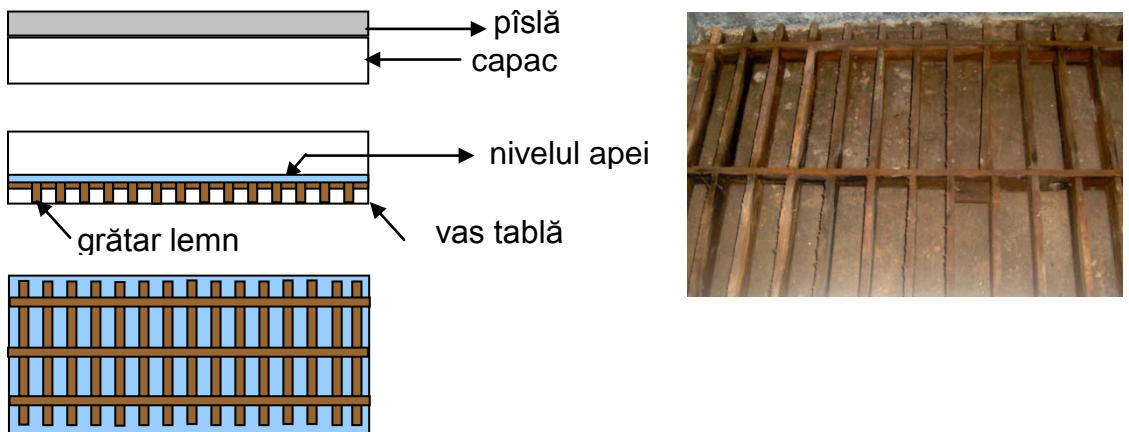


Fig .7. -Cutia cu aer umed

### Modul de pregătire al probelor

Se cântăresc 1200g ipsos, care se presară treptat timp de 30 secunde, într-o capsulă conținând apa necesară obținerii unei paste de consistență normală. Pasta astfel obținută se lasă în repaos timp de 30 secunde, se amestecă timp de 60 secunde, se toarnă uniform în tiparul metalic (uns în prealabil cu ulei mineral).

După un timp echivalent cu începutul prizei, se netezește suprafața cu ajutorul unui cuțit.

Se lasă epruvetele să se întărească timp de 2 ore, apoi se scot din tipar.

Rezistențele mecanice se determină după 2 ore și la 7 zile.

Epruvetele care se încearcă la 2 ore se păstrează până la încercare în

atmosfera laboratorului. Epruvetele care se încearcă la 7 zile se păstrează timp de 6 zile în atmosfera laboratorului ( SR ISO 3048-1996: temperatura  $20 \pm 5$  °C, umiditate relativă a aerului 60...70 %), iar în continuare în etuvă la  $(40 \pm 4)$  °C, unde se usucă până la masă constantă. După uscare, epruvetele se păstrează la temperatura laboratorului, fără posibilitatea de a absorbi umiditate atmosferică.

| Nr. crt. | Calitatea<br>Caracteristica   | Ipsos de construcții |    |
|----------|---|----------------------|----|
|          |   | I                    | II |
| 1        | Finețea de măcinare<br>- rest pe 0,75 % max.<br>- rest pe 0,20 % max.           | 2                    | 6  |
|          |   | 15                   | 25 |
| 2        | Timp de priză, în minute:<br>- început priză min.<br>- sfârșit priză min<br>max | 5                    | 4  |
|          |   | 10                   | 8  |
|          |   | 15                   | 30 |

#### Anexa 1

#### Determinarea expansiunii în timpul prizei și al întăririi

În urma reacției cu apa, pasta de ipsos face priză și se întărește, produsul rezultat prezentând o creștere de volum de aproximativ 1 %, în acest fel pasta umple tot volumul în care se toarnă și aderă bine la stratul suport poros.

Expansiunea ipsosului în timpul prizei și întăririi se determină prin măsurarea dilatării liniare cu ajutorul unui dilatometru.

#### Aparatură și materiale

Dilatometru (fig.8.), capsulă din porțelan cu diametrul 200 mm, lingură de amestecare, cilindru gradat de 250 cm<sup>3</sup>, ipsos pentru încercare.

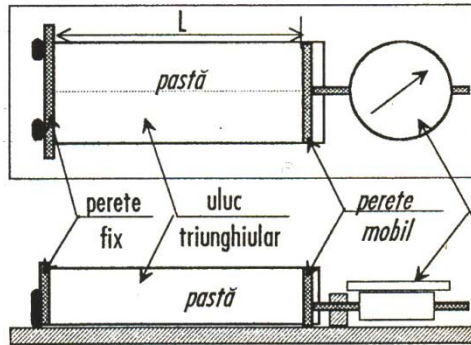


Fig. 8. - dilatometru

### Efectuarea determinării

Din 200 g ipsos se prepară o pastă de consistență normală, fără a folosi întârzietor de priză.

Proba pentru încercare se pregătește astfel:

- peretele mobil se aduce la nivelul reperului aparatului (punct de zero);
- se introduce pasta în jgheabul aparatului

### Înregistrarea rezultatelor și interpretarea lor

Înregistrarea rezultatelor presupune:

- se măsoară distanța în mm între pereții aparatului „L”;
- se execută prima citire în mm la ceasul comparator „C<sub>1</sub>” imediat

după turnare;

- după 24 ore de păstrare în laborator se execută a doua citire în mm „C<sub>2</sub>”.

Expansiunea se calculează cu relația:

$$E = \frac{C_2 - C_1}{L}$$

În care:

C<sub>1</sub> - citirea inițială, în m

C<sub>2</sub> - citirea finală, în mm

L - lungimea inițială a probei, distanța între peretele fix și cel mobil al aparatului. în mm.

Rezultatul se ia ca medie a trei determinări care nu diferă cu mai mult de  $\pm 5\%$  față de medie, iar în normative nu sunt prevăzute limitări pentru această caracteristică.

Tabel 5

| Expansiunea<br>Proba | Mărimi măsurate |                |   | Mărimi calculate          |                |
|----------------------|-----------------|----------------|---|---------------------------|----------------|
|                      | C <sub>1</sub>  | C <sub>2</sub> | L | $E = \frac{c_2 - c_1}{L}$ | E <sub>m</sub> |
| 1                    |                 |                |   |                           |                |
| 2                    |                 |                |   |                           |                |
| 3                    |                 |                |   |                           |                |

### Determinarea coeficientului de difuzie

*Coeficientul de difuzie se apreciază prin înălțimea de ascensiune a apei într-o probă de ipsos de formă prismatică de 40 x 40 x 160 mm, când la unul din capete este în contact cu apa, măsurătorile efectuându-se la durate impuse.*

### Aparatură și materiale

Vas cilindric cu volumul aproximativ 3 l și diametrul cca. 300 mm, suport metalic cu țesătură din sârmă cu ochiuri de 0,75 ... 1 mm atașat în

interiorul vasului, cronometru, epruvete prismatice păstrate 7 zile în condiții de laborator.



Fig.9 -. Aparatura pentru determinarea *Coeficientului de difuzie*

#### **Efectuarea determinării**

Se introduce suportul în vasul cilindric și se toarnă apă până la nivelul sitei fără a o depăși.

Se așează epruveta cu un capăt pe suprafața sitei realizând contact complet cu apa și fără a depăși nivelul de rezemare și se dă drumul la cronometru.

#### **Înregistrarea rezultatelor și interpretarea lor**

Cu ajutorul unui creion se marchează înălțimea de ascensiune a apei la 1, 4 și 9 minute (notat „t”). Se ia proba de pe sită și se măsoară cele trei înălțimi (notate „x<sub>t</sub>”).

Coeficientul de difuzie ( $C_d$ ) se calculează cu relația  $C_d = \frac{X_t}{t}$ .

Rezultatul este media aritmetică a trei determinări, care nu diferă față de aceasta cu mai mult de  $\pm 10\%$ , iar pentru ipsos de modelaj normele prevăd 1,2 ... 1,5 mm/

Tabel 6

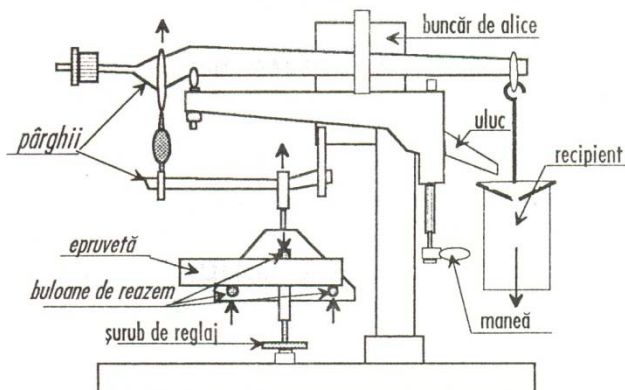
| Coef. de Difuzie<br>Proba | Mărimi măsurate |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 | Mărimi calculate            |                             |                             |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                           | X <sub>11</sub> | X <sub>12</sub> | X <sub>13</sub> | X <sub>14</sub> | X <sub>41</sub> | X <sub>42</sub> | X <sub>43</sub> | X <sub>44</sub> | X <sub>91</sub> | X <sub>92</sub> | X <sub>93</sub> | X <sub>94</sub> | $C_{d1} = \frac{X_{11}}{1}$ | $C_{d4} = \frac{X_{41}}{4}$ | $C_{d9} = \frac{X_{91}}{9}$ |
| 1                         |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                             |                             |                             |
| 2                         |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                             |                             |                             |
| Media :                   |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                             |                             |                             |

### Determinarea rezistenței la întindere din încovoiere și rezistenței la compresiune.

Pentru determinarea  $R_{ti}$  și  $R_c$  la ipsos, se folosesc epruvetele epruvete prismatice de (40 x 40 x 160) mm. Pe o epruvetă se obține o valoare pentru rezistența la întindere din încovoiere și două valori pentru rezistența la compresiune.

#### Aparatură și materiale

- presă hidraulică de 250 kN,
- aparat Frühling-Michaelis (fig. 10.),
- plăci de oțel (fig.11) pentru determinarea rezistenței la compresiune pe jumătăți de prismă.
- epruvete (jumătăți de prismă)





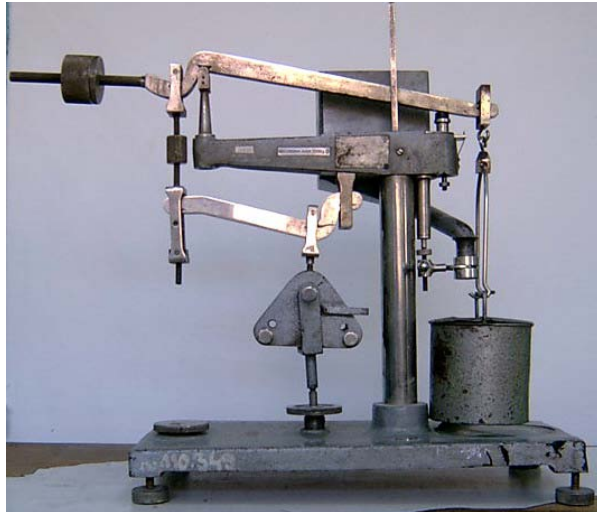


Fig 10. .Aparat Fröhling-Michaelis



Fig. 11. Plăci de oțel pentru determinarea rezistenței la compresiune pe jumătăți de prismă

## Efectuarea determinării

### Încercarea propriu-zisă.

a) la **întindere din încovoiere** cu aparatul Frühling-Michaelis, astfel:

- se echilibrează aparatul cu ajutorul greutăților de echilibrare (pârghia lungă să fie între reperele marcate pe cadru);
- se fixează proba în dispozitivul de încercare, perpendicular pe direcția de turnare, folosind șuruburile de reglare;
- se agață la capătul lanțului de pârghii, gălețușa pentru alice;
- se readuce pârghia lungă a aparatului între reperele de pe cadru;
- se lasă să se scurgă alicele din rezervor, cu debit reglat în prealabil, pentru a obține o anumită viteză de încărcare;
- după ruperea probei se desprinde gălețușa cu alice, se cântărește cu precizie de 10 g, se măsoară dimensiunile secțiunii de rupere (b și h) și distanța dintre reazeme l;

Forța de rupere P reprezintă greutatea găleții cu alice multiplicată de 50 de ori.

- b) la **compresiune**, pe jumătăți de prismă cu presa hidraulică, astfel:
- fiecare fragment de prismă se așează între plăcuțele metalice (fig.5.3.2) perpendicular pe direcția de turnare;
  - ansamblul se centrează pe platanul inferior al presei de 250 kN;
  - viteza de creștere a forței este de (1600...3200)N/s, iar timpul minim 10 s.

Forța de rupere P este valoarea maximă înregistrată pe cadranul presei în momentul cedării probei.

### Înregistrarea rezultatelor și interpretarea lor.

Datele experimentale se înregistrează în tabelul 4.3, calculul efectuându-se pe baza datelor prelevate. Rezultatul este media aritmetică a valorilor obținute, din care se elimină cel mult 1/3 din valorile ce depășesc media cu  $\pm 10\%$ .

Valorile astfel obținute se compară cu cele normate pentru stabilirea calității din acest punct de vedere (anexa 2, ).

Tabelul 6

| Parametri                         | Mărimi măsurate |      |     |     | Mărimi calculate  |                 |  |                 |
|-----------------------------------|-----------------|------|-----|-----|---|-----------------|--|-----------------|
|                                   | h (b)           | L    | G   | P   | $R_{ti} = \frac{3P \cdot l}{2bh^2}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |                 | $R_c = \frac{P}{bh}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |                 |
| Încercarea                        | (mm)            | (mm) | (g) | (N) | R <sub>ii</sub>   | R <sub>im</sub> | R <sub>ci</sub>                              | R <sub>cm</sub> |
| R <sub>ti</sub> , R <sub>ci</sub> |                 |      |     |     |   |                 |  |                 |
|                                   |                 |      |     |     |   |                 |  |                 |
|                                   |                 |      |     |     |   |                 |  |                 |

**Condiții de calitate** conform standardului de produs STAS 545/1-1980.

| Nr. crt. | Caracteristica  | Calitatea | Ipsos de construcții |               |
|----------|---|-----------|----------------------|---------------|
|          |   |           | A                    | B             |
| 1        | Finețea de măcinare<br>- rest pe 071 % max.<br>- rest pe 020 % max.                           |           | ≤2<br>≤15            | ≤4<br>≤17     |
| 2        | Timp de priză, în minute:<br>- început priză min.<br>- sfârșit priză min<br>max               |           | ≥5<br>10<br>30       | ≥4<br>6<br>30 |
| 3        | Rezistența la întindere din încovoiere [N/mm <sup>2</sup> ], min<br>- la 2 ore<br>- la 7 zile |           | ≥1,5<br>≥3           | ≥1<br>≥2      |
| 4        | Rezistența la compresiune [N/mm <sup>2</sup> ], min<br>- la 2 ore<br>- la 7 zile              |           | ≥3,5<br>≥8           | ≥3<br>≥7      |

## Anexa 2

---

## LUCRAREA NR.6

### CIMENT – partea I

---

*finețea de măcinare, apa pentru pasta de consistență standard, timp de priză, stabilitate*

Cimentul silicatic (de tip Portland) este un liant hidraulic clincherizat sub formă de pulbere de culoare cenușie. Este format dintr-un amestec complex de silicați, aluminosilicați, feroaluminați de calciu și în amestec cu apa formează o pastă care face priză și se întărește.

#### 6.1. Determinarea fineții de măcinare

Finețea de măcinare se determină prin cernerea cimentului și se exprimă prin restul pe sita de 0,09 mm.

##### 6.1a. Aparatură și materiale

Sită cu țesătură de sârmă 0,09 mm, perie moale, ciment pentru încercări.

##### 6.1b. Efectuarea determinării

Proba de ciment se usucă în etuvă la 105°C, după care se cântărește la balanța tehnică masa  $m = 100$  g, care se trece prin sită și se cerne timp de 20 minute. Restul de pe sită se adună și se cântărește după care se cerne timp de două minute și se cântărește, operație ce se repetă până când diferența între două cântăriri succesive este mai mică de 0,1 g. Masa restului ( $m_1$ ) este cea obținută la ultima cântărire.

##### 6.1c. Înregistrarea rezultatelor și interpretarea lor.

Rezultatul final se calculează în tabelul 5.1 și reprezintă media aritmetică a două determinări paralele când diferențele între rezultatele individuale sunt mai mici de 0,1%, în caz contrar media se realizează din trei determinări.

Tabelul 6.1.

| Ciur / sită | Probă | Mărimi măsurate |       | Mărimi calculate           |         |
|-------------|-------|-----------------|-------|----------------------------|---------|
|             |       | M               | $m_1$ | $\%R = (m_1/m) \times 100$ | $\%R_m$ |
|             | 1     | 100             |       |                            |         |
|             | 2     | 100             |       |                            |         |
|             | 3     | 100             |       |                            |         |

## 6.2. Determinarea consistenței standard.

Consistența standard este o caracteristică convențională, obligatoriu de determinat pentru a putea compara cimenturi cu proprietăți diferite.

### 6.2a. Aparatură și materiale

Balanță cu precizie de cântărire 1 g, cilindru sau biuretă gradată cu precizia de măsurare de 1% din volumul măsurat, malaxor, aparat Vicat și sondă pentru măsurarea consistenței standard (fig.8.1).

### 6.2b. Efectuarea determinării

Cu ajutorul cilindrului gradat sau al biuretei gradate se măsoară cantitatea de apă de amestecare ( $m_a$ ) și se introduce în vasul malaxorului

Se cântăresc  $m_c = 500$  g ciment cu precizia de 1 g și se adaugă cu grijă în vasul malaxorului, operație care va dura (5...10) s. Se notează sfârșitul acestei operații ca fiind **“timpul prizei”** de referință pentru măsurători de timp ulterioare.

Se pornește din nou malaxorul cu viteză mică și se lasă să funcționeze 90 de secunde.

Se face o pauză de 15 secunde și se curăță pereții vasului de pasta aderată la amestecare.

Se repune în mișcare malaxorul cu viteză mică lăsându-l să funcționeze tot 90 de secunde (deci amestecarea durează 3 minute).

Se introduce pasta în inelul aparatului Vicat așezat pe o placă de sticlă și uns în prealabil cu ulei mineral.

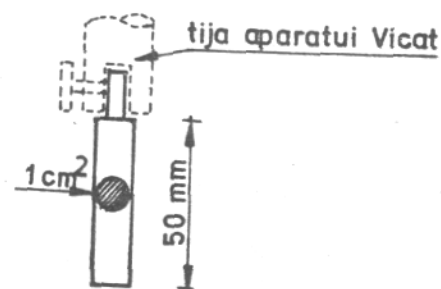


Fig.6.1. Sondă pentru măsurarea consistenței.

Se reglează aparatul Vicat prevăzut cu sondă și fără greutate adițională, prin coborârea tijei pe placa de sticlă și aducerea diviziunii zero de pe scală în dreptul acului indicator.

Se aduce ansamblul inel (cu pastă) - placă de sticlă sub tija aparatului Vicat.

Se coboară tija până când vine în contact cu pasta.

Se lasă ansamblul mobil să pătrundă liber în pastă timp de 30 de secunde sau până când mișcarea de penetrare se oprește (sonda se curăță după fiecare încercare).

Se notează citirea pe scară sau distanța între partea inferioară a sondei și placa de sticlă.

Se consideră pasta de consistență standard cea pentru care distanța măsurată are valoarea  $(6 \pm 1)$  mm, iar pentru această pastă se calculează conținutul de apă exprimat în procente din masa cimentului cu precizia de 0,5%.

### 6.2c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor

Înregistrarea datelor și calculul rezultatelor se face conform tabelului 6.2, numărul de încercări fiind determinat de realizarea adâncimii de pătrundere a sondei în pasta supusă încercărilor.

Tabelul 6.2

| Proba | Mărimi măsurate |              | Mărimi calculate                    |
|-------|-----------------|--------------|-------------------------------------|
|       | $M_c$<br>(g)    | $m_c$<br>(g) | $A = \frac{m_a}{m_c} \cdot 100$ [%] |
| 1     |                 |              |                                     |
| 2     |                 |              |                                     |
| 3     |                 |              |                                     |
| 4     |                 |              |                                     |
| 5     |                 |              |                                     |
|       |                 |              |                                     |
|       |                 |              |                                     |

### 6.3. Determinarea timpului de priză.

Pasta formată prin amestecarea cimentului cu apa face priză și se întărește. Aprecierea rigidizării pastei și a întăririi acestuia se apreciază în condiții standardizate prin determinarea începutului și sfârșitului de priză.

### 6.3a. Aparatură și materiale

Aparat Vicat (cu ac pentru determinare începutului de priză și ac cu accesorii pentru determinarea sfârșitului de priză (fig. 8.2)), cutie cu aer umed (min. 90%), balanță cu precizia de cântărire de 1 g, cilindru sau biuretă cu precizia de măsurare 1% din volumul măsurat, malaxor, ciment pentru încercări.

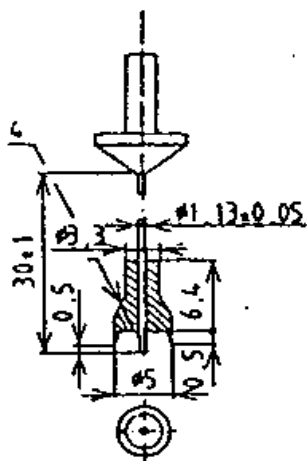


Fig. 6.2. Ac cu accesorii.

### 6.3.b. Efectuarea determinării.

Din 500 g de ciment se confecționează o probă de consistență standard ce se introduce în inelul aparatului Vicat uns în prealabil cu ulei mineral. Ansamblul se introduce în cutia cu aer umed.

Aparatul Vicat prevăzut cu ac pentru determinarea începutului de priză se reglează prin coborârea tijei cu acul până la placa de sticlă și aducerea reperului la “zeroul” scării după care se ridică la poziția de așteptare.

Se scoate inelul cu pastă din cutia cu aer umed și se plasează pe postamentul aparatului Vicat, sub acul acestuia.

Se deplasează acul aparatului până când ajunge în contact cu pasta, se slăbește șurubul părții mobile și se lasă să pătrundă acul vertical în pasta. Se citește scara gradată după 30 de secunde sau după încetarea pătrunderii (care apare prima).

Se notează valoarea de pe scara gradată care indică distanța dintre extremitatea acului și placa de bază și timpul scurs din momentul “zero”.

Se repetă încercarea din 15 în 15 minute păstrând distanțe de minim 10 mm între încercările succesive și curățând acul după fiecare penetrare.

Se consideră **“începutul prizei”** momentul în care distanța măsurată este de  $(4 \pm 1)$  mm și se raportează la momentul “zero” (precizia să fie 5 minute).

Determinarea **“sfârșitului de priză”** se face pe aceeași epruvetă dar pe fața în contact cu placa de sticlă. În acest sens inelul cu pastă se introduce, penetrarea executându-se pe direcție opusă, cu aparatul Vicat dotat cu ac cu accesorii pentru determinarea sfârșitului de priză, iar durata încercării succesive fiind mărită la 30 de minute.

**Sfârșitul de priză**, cu aproximația de 15 minute, se marchează ca durata între momentul “zero” și momentul în care acul nu mai pătrunde în pasta mai mult de 0,5 mm, deci inelul accesoriului nu mai lasă urmă pe suprafața probei.

### 6.3c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor

Tabel 6.3.a.

| Timp de priză              | Început de priză |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |  |
|----------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|--|
| Parametru măsurat          | “0”              | 15’ | 30’ | 41’ | 60’ | 75’ | 90’ | 105’ | 120’ | 135’ | 150’ | 175’ |  |
| Adâncime de penetrare (mm) |                  |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |  |

Tabel 6.3.b.

| Timp de priză              | Sfârșit de priză |     |     |      |      |      |      |  |
|----------------------------|------------------|-----|-----|------|------|------|------|--|
| Parametru măsurat          | 30’              | 60’ | 90’ | 120’ | 150’ | 180’ | 210’ |  |
| Adâncime de penetrare (mm) |                  |     |     |      |      |      |      |  |

Înregistrarea măsurătorilor se face în tabelul 6.3, iar interpretarea rezultatelor se face prin compararea cu valorile specificate în certificatul de calitate și normativele în vigoare (anexa6, tabel 6.1A).

### 6.4. Determinarea stabilității.

În funcție de calitatea cimentului și ponderea unor compuși în compoziția sa, produsul întărit va putea prezenta creșteri sau reduceri de volum, ce pot fi determinate în condiții standardizate.

#### 6.4a. Aparatură și materiale

Tipare cu ace Le Chatelier (fig.6.3), plăci de sticlă plane, vas de fierbere, dulap cu aer umed, balanță cu precizie de cântărire de 1 kg, cilindru gradat sau biuretă cu precizia de măsurare 1% din volumul măsurat, malaxor, ciment pentru încercări.



### 6.4b. Efectuarea determinării

Se confecționează o pastă de consistență standard, care se introduce în două inele Le Chatelier unse în prealabil cu ulei mineral și așezate pe plăcile de bază care la rândul lor sunt lubrifiate. Se nivelează pasta la partea superioară, iar în timpul umplerii se evită deschiderea accidentală a fantei aparatului (strângerea se realizează cu ajutorul unui inel de cauciuc).

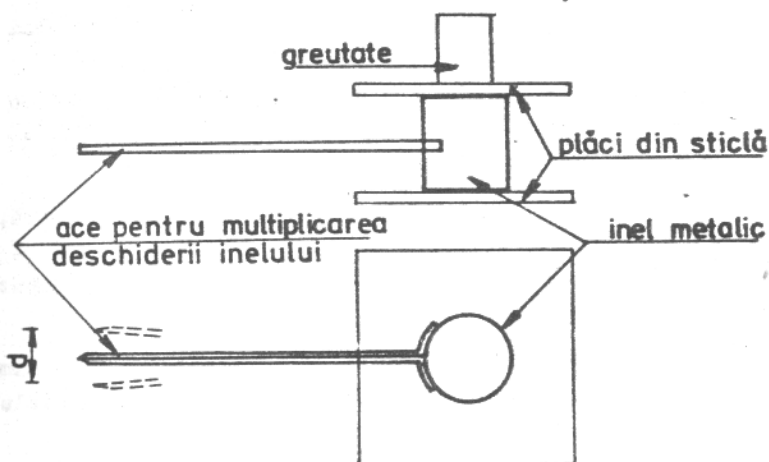


Fig 6.3. Aparat Le Chatelier.

La partea superioară a inelului se așează o placă de sticlă de asemenea unsă cu ulei mineral și se introduce în dulapul cu aer umed, unde se ține  $(24 \pm 0,5)$  ore la  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$  și min. 98% umiditate relativă.

La expirarea termenului se măsoară distanța A la vârf între ace cu precizia de 0,5 mm.

Inelul cu proba de ciment se introduce în vasul de fierbere și se încălzește gradat până la fierbere în  $(30 \pm 5)$  minute, iar în continuare se menține temperatura de fierbere timp de  $(3h \pm 5min)$ .

După fierbere se măsoară distanța B la vârf între ace cu precizia de 0,5 mm.

După răcirea tiparului la  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$  se măsoară distanța C la vârf între ace tot cu precizia de 0,5 mm.

### 6.4c. Interpretarea și interpretarea rezultatelor

Rezultatele se înregistrează în tabelul 6.4 calculând diferențele C-A și B-A și media lor. Când valoarea obținută este mai mică decât 10 mm cimenturile corespund din punct de vedere al stabilității, în caz contrar cimenturile sunt expansive și nu pot fi utilizate.

Interpretarea rezultatelor se face prin comparare cu valorile normate pe tipuri de cimenturi (anexa 6, tabelul 61A).

Tabelul 6.4.

| Stabilitate ciment | Mărimi măsurate |           |           | Mărimi calculate |                                |
|--------------------|-----------------|-----------|-----------|------------------|--------------------------------|
| Nr. probă          | A<br>(mm)       | B<br>(mm) | C<br>(mm) | C-A<br>(mm)      | (C-A) <sub>mediu</sub><br>(mm) |
| 1                  |                 |           |           |                  |                                |
| 2                  |                 |           |           |                  |                                |

## Anexa 6

Tabelul 6.1A

| Clasă de rezistență | Rezistența la compresiune (N/mm <sup>2</sup> ) |        |                     |       | Timp inițial<br>de priză<br>min | Expansiune<br>mm |
|---------------------|--|--------|---------------------|-------|---------------------------------|------------------|
|                     | Rezistență inițială                            |        | Rezistență standard |       |                                 |                  |
|                     | 2 zile   | 7 zile | 28 zile             |       |                                 |                  |
| 32,5                | -  | ≥16    | ≥32,5               | ≤52,5 | ≥60                             | ≤10              |
| 32,5R               | ≥10  | -      | ≥42,5               | ≤62,5 |                                 |                  |
| 42,5                |  | -      |                     |       |                                 |                  |
| 42,5R               | -  | ≥52,5  | -                   | ≥45   |                                 |                  |
| 52,5                | -  |        |                     |       |                                 |                  |
| 52,5R               | ≥30  | -      |                     |       |                                 |                  |

---

# LUCRAREA NR.7

## CIMENT partea a-II-a

---

|                            |
|----------------------------|
| <i>rezistențe mecanice</i> |
|----------------------------|

Rezistențele mecanice ( $R_{ti}, R_c$ ) la cimenturi, reprezintă criteriile principale de alegere ale acestora pentru realizarea lucrărilor de construcții.

Determinarea rezistențelor mecanice ale cimenturilor se apreciază prin rezistența unor mortare standard, cu rapoartele componentelor prestabilite (C:N:A), folosind agregat poligranular cuarțos, apă potabilă, iar epruvetele fiind confecționate, păstrate și încercate în condiții standardizate.

### **7.1. Determinarea rezistenței la întindere din încovoiere și rezistenței la compresiune.**

Pentru determinarea  $R_{ti}$  și  $R_c$  la cimenturi, se folosește un mortar standard, din care se realizează epruvete prismatice de (40 x 40 x 160) mm. Pe o epruvetă se obține o valoare pentru rezistența la întindere din încovoiere și două valori pentru rezistența la compresiune.

#### **7.1a. Aparatură și materiale**

Malaxor cu amestecare forțată (fig.7.1) alcătuit dintr-un vas metallic de amestecare (1), o paletă metalică (2) ce realizează amestecarea, un întrerupător pornire-oprire (3) cu poziții pentru viteză mică și viteză mare de amestecare, o pârghie (4) de manevrare a vasului în timpul preparării mortarului, postamentul și mecanismul de acționare (5), masă de șoc semiautomată (fig. 7.2), tipare metalice pentru prisme (fig.7.3) presă hidraulică de 250 kN, aparat Frühling-Michaelis (fig. 7.4), cutie cu aer umed, (fig.7.5), dispozitive pentru încercarea la compresiune (fig. 6.6) balanță tehnică cu precizia de cântărire 0,1 g, cilindri gradați de 250 ml, cronometru, sticle de ceas cu  $\phi = 20$  mm, ciment pentru încercări, nisip normal poligranular, apă potabilă, ulei mineral.

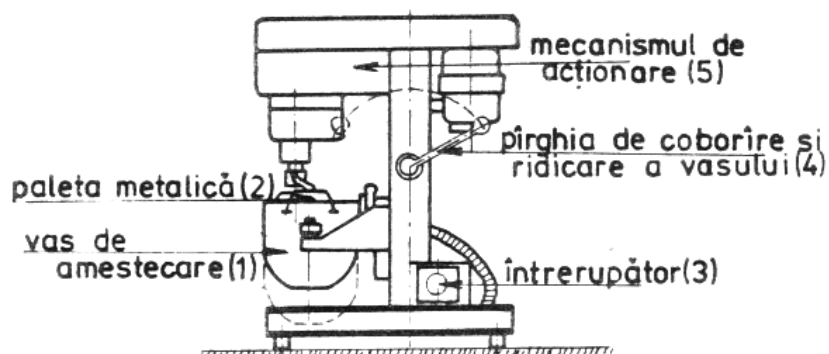


Fig.7.1. Malaxor cu amestecare forțată.

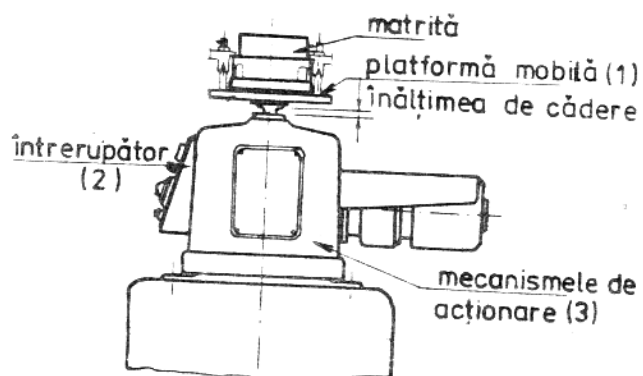


Fig. 7.2. Masă de șoc

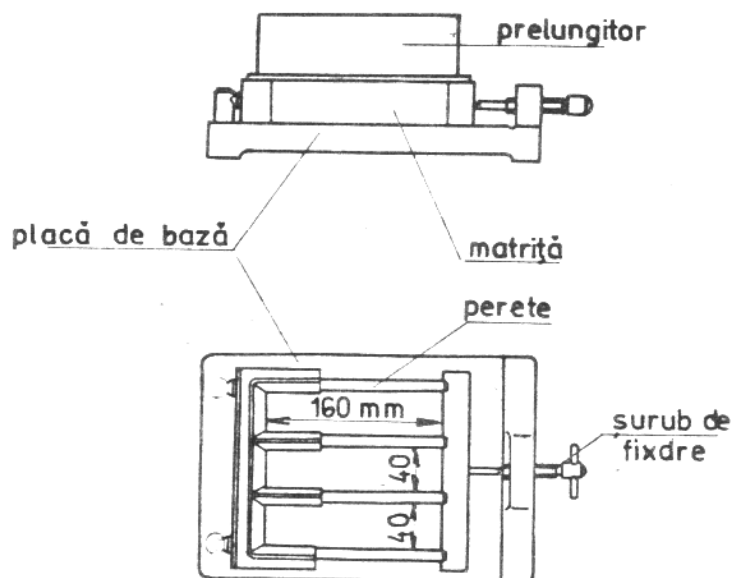


Fig. 7.3. Tipare metalice.

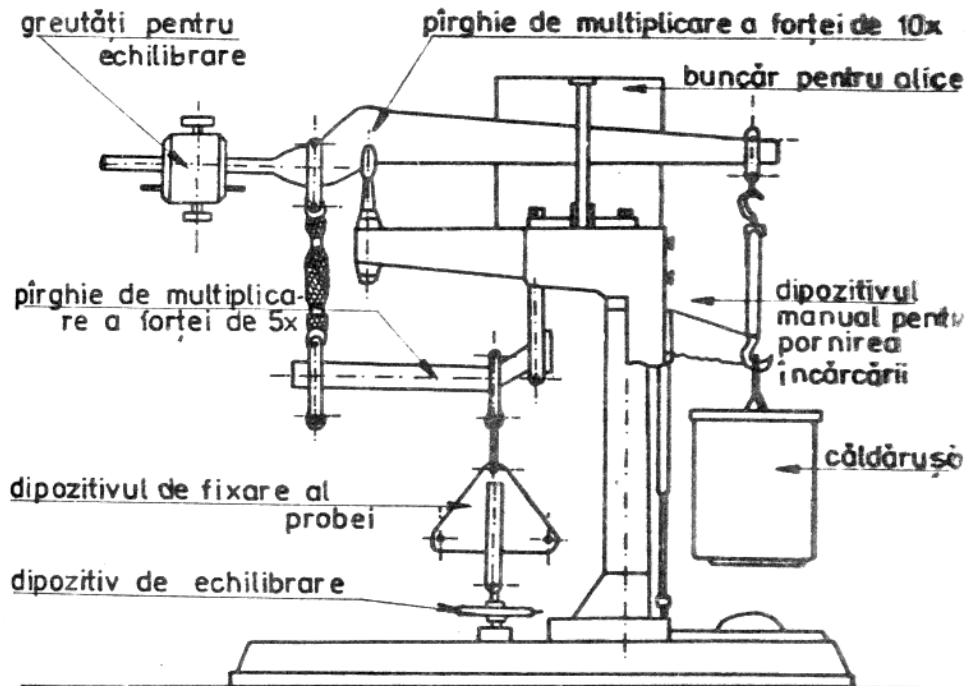


Fig.7.4. Aparat Fröhling-Michaelis

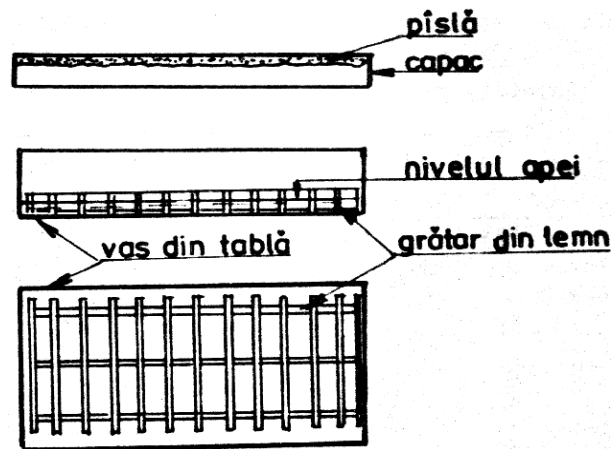


Fig7.5. Cutia de aer umed

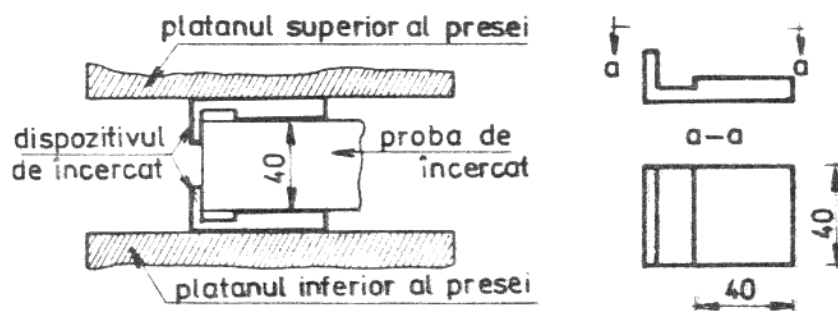


Fig. 7.6. Plăci din oțel pentru determinarea  $R_c$ .

### 7.1b. Efectuarea determinării

În vederea determinării rezistențelor mecanice la cimenturi, trebuie parcurse mai multe etape:

- prepararea mortarului standard;
- confecționarea epruvetelor;
- păstrarea epruvetelor;
- încercarea propriu-zisă.

#### **Prepararea mortarului standard.**

Mortarul standard, de consistență plastică are următoarea componență:

- 450 g ciment de încercat;
- 225 ml apă potabilă;
- 1350 g nisip normal poligranular, cu compoziția:

|               |        |
|---------------|--------|
| - 0,08...0,16 | 150 g; |
| - 0,16...0,50 | 300 g; |
| - 0,50...1,00 | 450 g; |
| - 1,00...2,00 | 450 g; |

Prepararea mortarului presupune următoarele operații:

- se introduce apa și cimentul în vasul malaxorului;
- se aduce vasul în poziție de lucru cu maneta (4);
- se cuplează întrerupătorul (3) pe poziția viteză mică realizând o amestecare timp de 30 de secunde;
- fără a întrerupe amestecarea se introduc în vas în 30 de secunde toate fracțiunile de nisip începând cu cea mai fină;
- se trece întrerupătorul în poziția viteză mare, realizându-se amestecarea încă 30 de secunde;
- se oprește malaxorul timp de 1 minut și 30 de secunde - după ce în primele 15 secunde s-a curățat vasul de mortarul aderat la pereți, se acoperă cu un capac;
- se reia amestecarea timp de 1 minut cu viteză mare.

#### **Confecționarea epruvetelor.**

Tiparele metalice (fig. 7.3) se pregătesc prin păstrare în atmosferă de laborator la  $(20\pm 3)^{\circ}\text{C}$  timp de 24 de ore, unse cu ulei mineral, se fixează în masa de șoc.

În fiecare din cele trei compartimente se introduc câte 320 de grame mortar din vasul malaxorului.

După completarea celor trei compartimente, se pornește din nou masa de șoc aplicând 60 de șocuri.

Se procedează în același fel pentru al doilea strat de mortar, având grijă ca să se atașeze prelungitorul.

După compactare tiparul se scoate de pe masa de șoc, se înlătură rama prelungitoare și se nivelează mortarul.



Masa de șoc

### ***Păstrarea epruvetelor.***

Tiparul cu probele din mortar se introduce în cutia cu aer umed unde se țin 24 de ore, la temperatura de  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  și umiditatea relativă de 90%.

După 24 de ore epruvetele se decofrează și se introduc în bazinul cu apă potabilă la temperatura  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ , unde se țin până la momentul încercării.

### ***Încercarea propriu-zisă.***

Cu (15...20) minute înaintea efectuării încercării, epruvetele se scot din bazinul cu apă, se șterg cu o cârpă umedă și se încearcă după cum urmează:

- a) la întindere din încovoiere cu aparatul Frühling-Michaelis, astfel:
  - se echilibrează aparatul cu ajutorul greutăților de echilibrare (pârghia lungă să fie între reperele marcate pe cadru);





---

## LUCRAREA NR.8

### BETONUL PROASPAT

---

*consistența, gradul de compactare, aer oclus, densitate*

Caracteristicile betonului proaspăt exprimă aptitudinea acestuia de a fi pus în operă, deci, lucrabilitatea, care, determinând formarea unei structuri omogene și compacte, asigură premisele obținerii unui beton întărit corespunzător.

Lucrabilitatea betonului se exprimă prin următoarele caracteristici măsurabile:

- consistența;
- gradul de compactare.

Caracteristicile de lucrabilitate trebuie determinate în termen de:

- 10 minute de la descărcarea betonului, din mijlocul de transport, la punctul de lucru;
- 30 de minute, în cazul în care se fac verificările pentru elaborarea rețetei betonului.

Toată aparatura folosită pentru încercări trebuie să fie umezită prin ștergerea cu o cârpă umedă, bine stoarsă, pentru a se evita adsorbția apei din amestec.

#### **8.1. Consistența betonului.**

*Consistența betonului exprimă aptitudinea acestuia de a fi deformat plastic sub acțiunea unui lucru mecanic.*

Consistența se determină, după normele existente în țara noastră, prin două metode:

- metoda tasării (conul lui Abrams) - pentru betoanele plastic-fluide;
- metoda remodelării VE-BE - pentru betoanele vârtoase.

##### **8.1.1. Metoda tasării.**

În *metoda tasării* (fig. 10.1), consistența se apreciază prin diferența "h" dintre înălțimea unei matrițe tronconice (din tablă de oțel) și înălțimea grămezii de beton formată după ridicarea matriței.

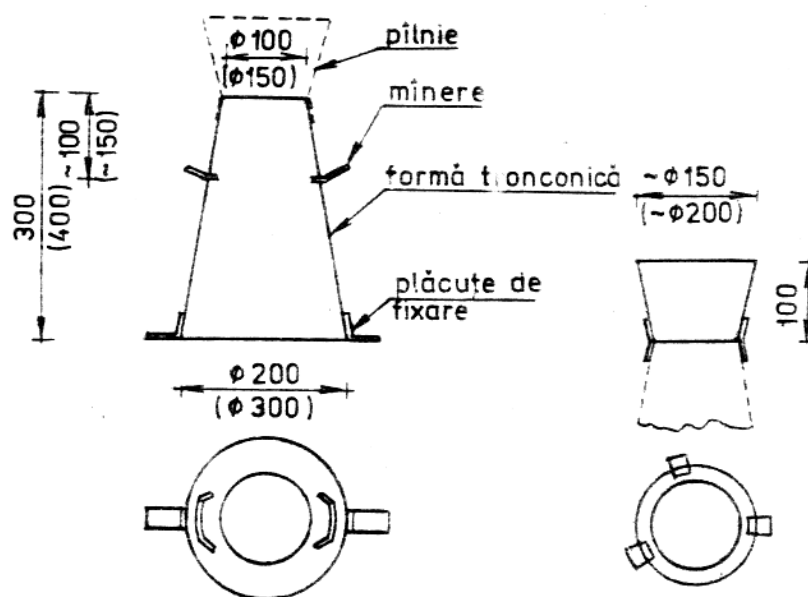


Fig. 8.1. Aparatura pentru metoda tasării.

**8.1.1a. Aparatură și materiale:**

Tipar tronconic din tablă; vergea metalică; riglă metalică; mistrie; metru.

**8.1.1b. Efectuarea determinării:**

- Matrița umezită, și având un guler prelungitor montat, se așează pe o suprafață plană;
- Se umple matrița cu beton, în trei reprize (straturi de înălțimi aproximativ egale), în fiecare repriză, betonul fiind compactat prin împungerea, de câte 25 de ori, cu o vergea metalică.

Primul strat (inferior) trebuie să fie împuns pe toată grosimea. Pentru straturile ulterioare, vergeaua metalică trebuie să pătrundă pe circa (3..5) cm în stratul inferior. Pentru ultimul strat, la turnare, betonul trebuie să umple gulerul prelungitor;

- Se îndepărtează gulerul prelungitor și se elimină surplusul de beton, prin raderea cu ajutorul riglei metalice;
- Se îndepărtează betonul, eventual, căzut în jurul matriței tronconice;

*În timpul tuturor operațiilor menționate mai sus, matrița trebuie să fie menținută apăsat pe suprafața de rezemare, pentru a se evita refularea betonului pe la partea inferioară a acesteia.*

- În timp de (5..10) secunde, se ridică matrița tronconică, prin tragerea pe verticală, fără a se executa rotiri ale acesteia în plan orizontal și se așează pe suprafața de rezemare, în imediata vecinătate a grămezii de beton;

*Înălțimea astfel măsurată, exprimată în centimetri, indică consistența prin **tasarea betonului**.*

În cazul în care grămada de beton suferă prăbușiri se repetă încercarea. Dacă și la repetarea încercării se constată prăbușire, sau dacă tasarea este mai mică decât 1 cm, metoda tasării nu este aplicabilă, betonul fiind vârtos.

### **8.1.1c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor.**

Rezultatele se trec în tabelul 8.1:

Tabelul 8.1

| Nr. crt. | T (cm) | Lucrabilitatea corespunzătoare rezultatului | Observații |
|----------|--------|---|------------|
| 1        |        |   |            |
| 2        |        |   |            |
| 3        |        |   |            |

### **8.1.2. Metoda remodelării VE-BE.**

Pentru betoanele vârtoase la care tasarea nu este semnificativă (anexa 9), se aplică metoda remodelării VE-BE, în care consistența este exprimată prin durate de vibrație necesară pentru ca proba de beton să-și modifice forma din tronconică, în cilindrică.

#### **8.1.2a. Aparatură și materiale**

Vâscozimetru VE-BE (fig. 8.2.); masă vibrantă; vergea metalică; mistrie; cronometru.

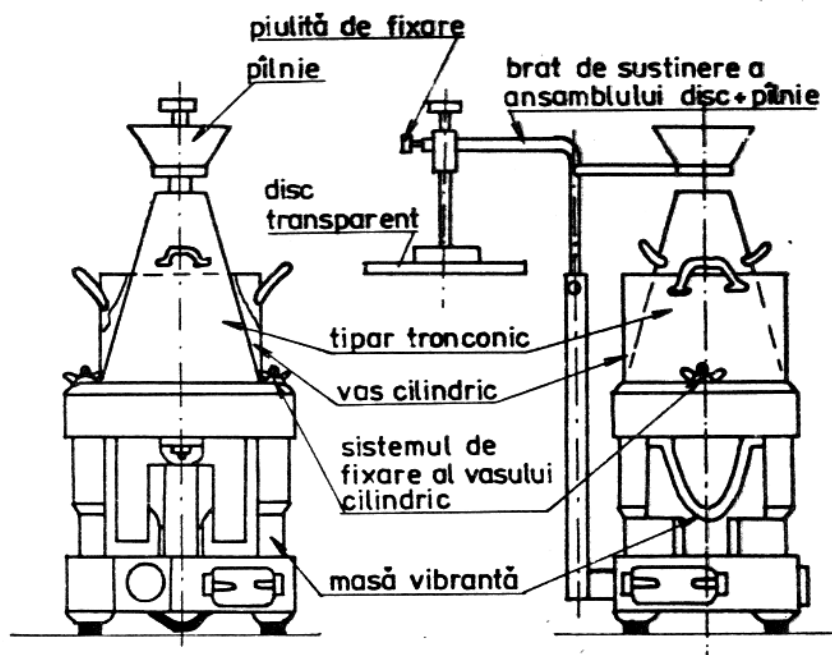


Fig. 8.2. Vâscozimetru VE-BE.

### 8.1.2b. Efectuarea determinării.

Determinarea constă în următoarea succesiune de operații:

- Se umezește toată aparatura folosită;
- Se așează matrița tronconică, centrat, în recipientul cilindric și se umple cu beton în aceleași condiții (de umplere, compactare și eliminare a excesului de beton) ca pentru metoda tasării;
- Se ridică matrița tronconică în aceleași condiții ca pentru metoda tasării;
- Se aduce placa deasupra grămezii de beton (prin rotirea dispozitivului de ghidare) și se coboară până la rezemarea ei pe beton;
- Se pornesc simultan masa vibratoare și cronometrul, urmărindu-se momentul în care betonul umple corect recipientul cilindric, suprafața lui superioară devenind orizontală și în contact cu întreaga suprafață a plăcii transparente, moment în care cronometrul se oprește.

*Durata cronometrată, exprimată în secunde, exprimă consistența betonului.*

### 8.1.2c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor.

Rezultatele se trec în tabelul 10.2.:

Tabelul 10.2

| Nr. crt. | V (s) | Lucrabilitatea corespunzătoare rezultatului | Observații |
|----------|-------|---|------------|
| 1        |       |   |            |
| 2        |       |   |            |
| 3        |       |   |            |

### 8.2. Gradul de compactare (Walz).

**Gradul de compactare** exprimă aptitudinea betonului proaspăt de a fi compactat.

El reprezintă raportul între volumele aparente pe care o masă de beton le ocupă înainte și după compactare.

#### 8.2a. Aparatură și materiale

Masa vibrantă; mistrie; riglă metalică; metru; recipient prismatic din tablă de oțel (fig. 10.3.), cu dimensiunile de (200 x 200 x 400) mm.

#### 8.2b. Efectuarea determinării.

- Betonul se introduce cu ajutorul mistriei care se basculează, succesiv, pe cele patru laturi ale recipientului. Se urmărește umplerea corectă a recipientului, prin căderea liberă a betonului; *Pe durata acestor operații, recipientul nu trebuie mișcat, pentru a nu se produce compactarea betonului.*

- Se așează recipientul pe masa vibratoare și se vibrează până când se constată că nivelul betonului nu mai coboară, iar la suprafață nu mai apar bule de aer, când se oprește vibrarea;

- Se măsoară cu ajutorul unui metru, înălțimile libere ( $\Delta$  - fig.8.3.), la cele patru colțuri ale recipientului, și se calculează media aritmetică a acestor înălțimi;

- Se calculează gradul de compactare (C), cu relația:

$$C = \frac{V_{a\max}}{V_{a\min}} = \frac{H \cdot S}{h \cdot s} = \frac{H}{H - \Delta h},$$

în care:

S - este suprafața transversală a recipientului.

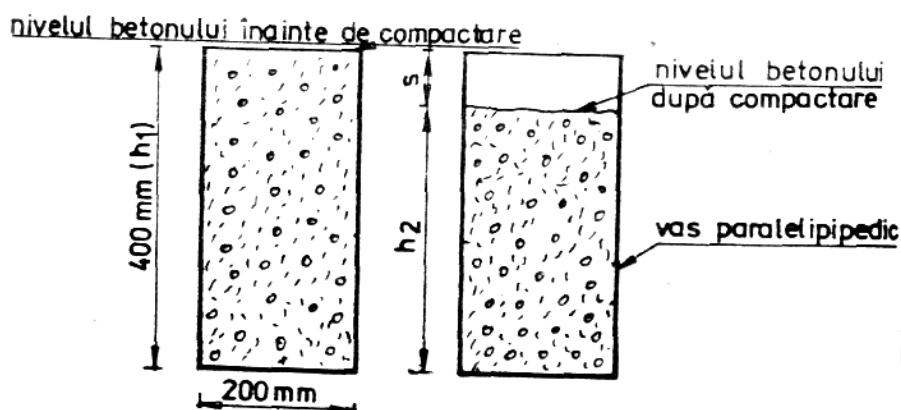


Fig. 8.3 Principiul de determinare a gradului de compactare

**Lucrabilitatea betonului se stabilește prin încadrarea în domeniile de valori prezentate în anexa 10 și se exprimă prin *grade de lucrabilitate*.**

**8.2.c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor.**

Rezultatele se trec în tabelul 8.3.:

Tabelul 8.3

| Nr. crt. | $\Delta h$ (m/m) |   |   |   |       | $C = \frac{400}{400 - \Delta h}$ | Lucrabilitatea corespunzătoare rezultatului |
|----------|------------------|---|---|---|-------|----------------------------------|---|
|          | 1                | 2 | 3 | 4 | Media |                                  |   |
|          |                  |   |   |   |       |                                  |   |

**8.3. Conținutul de aer oclus.**

**Aerul oclus** este aerul introdus în mod special în timpul malaxării și rămâne în structura betonului, după compactare, sub forma unor bule mici, sferice, dispersate în matricea acestuia.

Principiul de determinare se bazează pe legea Boyle-Mariotte, a gazelor ( $p \cdot v = ct.$ ).

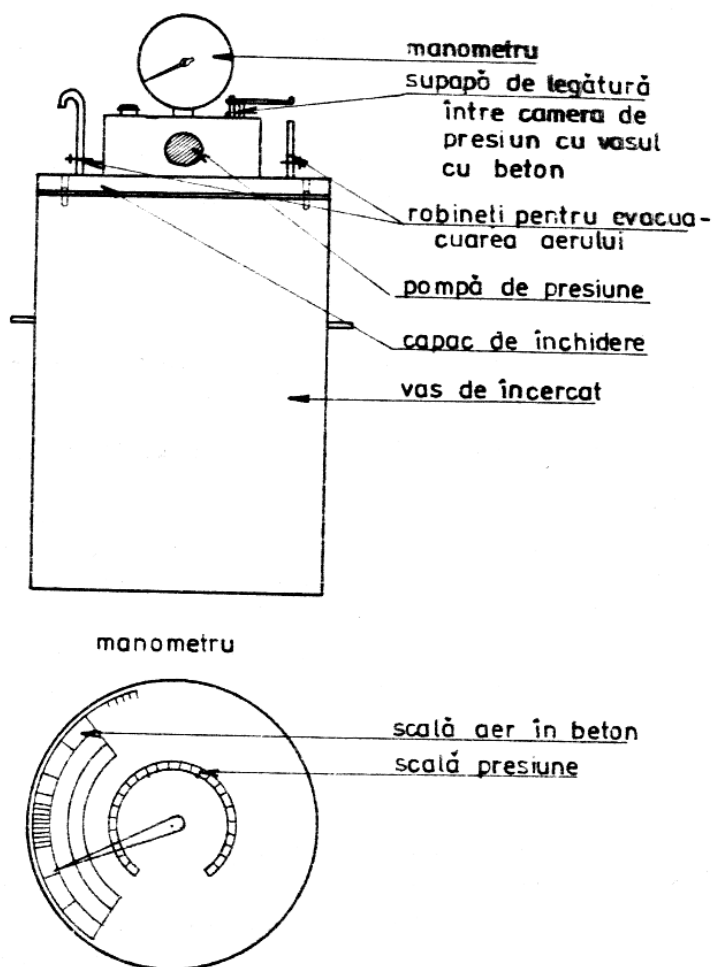
**8.3a. Aparatură și materiale**

Aparat pentru aer oclus (fig. 8.4) care cuprinde două camere (camera pentru

beton și camera de presiune) ce pot fi puse în legătură prin intermediul unei supape de legătură; vas cu apă; masă vibrantă.

### 8.3b. Efectuarea determinării

- Se execută, mai întâi, determinarea presiunii de pornire, în modul următor:



- se umple “camera beton” cu apă și se montează capacul;
- se introduce apă, prin unul dintre tuburile existente la capac, până la apariția curgerii prin celălalt tub, când se închid, rapid, robinetele acestor tuburi;
- se introduce aer, în camera de presiune, până la atingerea unei presiuni mai mari decât cea prevăzută pentru volumul “0” de aer oclus, marcat pe manometru (valoarea presiunii atinse trebuie reținută);
- se deschide supapa de legătură, urmărind presiunea la care se stabilizează acul manometrului

Fig.8.4. Aparat de aer oclus.

*Presiunea de pornire a fost bine aleasă dacă acul manometrului se stabilizează la reperul “0” - aer oclus. În caz contrar, se deschid robinetele tuburilor și se reiau operațiile de introducere a apei și de căutare a presiunii de pornire, până la realizarea condiției menționate.*

Presiunea de pornire se notează și va fi aplicată pentru determinarea aerului oclus.

- Pentru determinarea conținutului de aer oclus, din beton, se execută următoarea succesiune de operații:
  - se umple “ camera beton”, cu beton și se compactează pe masa vibratoare, asigurându-se umplerea completă a recipientului;
  - se curăță marginea superioară a recipientului de mortar, pentru a asigura prinderea etanșă a capacului;
  - se montează capacul și se introduce apă prin tub, în același mod ca la stabilirea “presiunii de pornire”;
  - se pompează aer, până la atingerea “presiunii de pornire”;
  - se deschide supapa de legătură și se citește, pe manometru, valoarea “aer oclus”, la care se stabilizează acul acestuia.

### **8.3c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor**

Rezultatele se trec în tabelul 10.4.:

Tabelul 8.4

| Presiunea de pornire | Citiri pentru aerul oclus la proba cu apă | Citiri pentru aerul oclus la proba cu beton |
|----------------------|---|---|
|                      |   |   |
|                      |   |   |
|                      |   |   |
|                      |   |   |

### **8.4. Densitatea betonului proaspăt.**

Principiul metodei constă în determinarea masei (nete) a unui volum, cunoscut, de beton.

#### **8.4a. Aparatură și materiale**

Vas cilindric din tablă de volum cunoscut (V) cu guler prelungitor; riglă metalică; masă vibrantă; balanță.

#### **8.4b. Efectuarea determinării**

- Se cântărește vasul gol cu o precizie de trei cifre semnificative ( $m_1$ );
- Vasul se umple cu beton și se compactează prin vibrație;
- Se îndepărtează gulerul, se elimină excesul de beton, prin radere cu rigla metalică;
- Se cântărește vasul cu o precizie de 3 cifre semnificative ( $m_2$ );



- Se calculează densitatea betonului cu relația:

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

### 8.4c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor

Valorile experimentale se înregistrează în tabelul 8.5, efectuând calculele.

Tabelul 8.5

| Nr. crt. | Volumul vasului (dm <sup>3</sup> ) | Masa vasului gol (m <sub>1</sub> ) | Masa vasului Cu beton (m <sub>2</sub> ) | Densitatea $\rho = \frac{m_2 - m_1}{V}$ |
|----------|------------------------------------|------------------------------------|---|---|
| 1        |                                    | (kg)                               | (kg)                                    |   |
| 2        |                                    |                                    |   |   |
| 3        |                                    |                                    |   |   |
| Media:   |                                    |                                    |   |   |

### Anexa 8

#### Tasarea conului

| Clasa                           | Tasarea conului (mm) |
|---------------------------------|----------------------|
| T <sub>2</sub>                  | 30±10                |
| T <sub>3</sub>                  | 70±20                |
| T <sub>3</sub> / T <sub>4</sub> | 100±20               |
| T <sub>4</sub>                  | 120±20               |
| T <sub>4</sub> / T <sub>5</sub> | 150±30               |
| T <sub>5</sub>                  | 180±30               |

#### Remodelare VE-BE

| Clasa          | Remodelare VE-BE (s) |
|----------------|----------------------|
| V <sub>0</sub> | >31                  |
| V <sub>1</sub> | 30-21                |
| V <sub>2</sub> | 20-11                |
| V <sub>3</sub> | 10-5                 |
| V <sub>4</sub> | <4                   |
|                |                      |

#### Grad de Compactare

| Clasa          | Grad de Compactare G <sub>c</sub> |
|----------------|-----------------------------------|
| C <sub>0</sub> | >1,46                             |
| C <sub>1</sub> | 1,45-1,26                         |
| C <sub>2</sub> | 1,25-1,11                         |
| C <sub>3</sub> | 1,10-1,04                         |
|                |                                   |

---

# LUCRAREA NR.9

# BETON ÎNTĂRIT

---

*Gelivitate, permeabilitate, încercări nedistructive*

## 9.1. Gelivitatea betonului

**Gelivitatea betonului** - este o caracteristică ce apreciază comportarea sa la îngheț-dezgheț repetat.

Comportarea la îngheț-dezgheț repetat este o caracteristică de durabilitate a betonului determinată de structura sa poroasă. Importanța acestei caracteristici derivă din rapiditatea degradării elementelor din beton saturate cu apă, în condiții de îngheț-dezgheț repetat, cu consecințe asupra rezistenței și stabilității construcțiilor.

Influențele și efectele îngheț-dezghețului repetat se manifestă cu intensitate diferită în raport cu:

- condițiile de expunere și caracteristicile mediului;
- caracteristicile structurale ale materialului.

### **Influența condițiilor de expunere asupra gelivității**

**Temperatura și apa** sunt principalii factori prin care mediul acționează distructiv asupra betonului. Materialul expus ajunge treptat la **temperatura** mediului, între straturile exterioare și interioare ale betonului dezvoltându-se un gradient de temperatură, deci **înghețul are loc gradat** și nu instantaneu. Temperatura la care îngheață apa în beton variază în raport cu dimensiunile porilor și microfisurilor. Studiile experimentale arată că modificările cele mai importante în structura betonului se produc în intervalul de temperaturi **-10...-45°C**. Durata de expunere la temperaturi negative și viteza de scădere a acestor temperaturi va influența procesul de formare a gheții și de deteriorare a betonului.

**Umiditatea** la rândul său va influența procesul de formare a gheții în corpuri poroase, studiile pe beton indicând valori ale umidității care pot influența comportarea la îngheț-dezgheț repetat.

Consecință directă a degradării structurii betonului, rezistențele sale vor scădea, crește permeabilitatea la apă, ceea ce grăbește dezagregarea betonului.

Există mai multe modalități de apreciere a rezistenței la îngheț-dezgheț (gelivității) a betonului:

- **metode indirecte** - care apreciază această caracteristică, în funcție de porozitatea și structura porilor, absorbția de apă, volumul de aer oclus etc;
- **metode directe** - care apreciază această caracteristică prin variația rezistenței la compresiune, întinderii din încovoiere, modulului de elasticitate dinamic, variației dimensionale sau pierderii de masă.

**Gradul de gelivitate** se definește prin numărul de cicluri de îngheț-dezgeț până la care, corpurile de probă expuse în stare saturată nu înregistrează o reducere a rezistenței la compresiune mai mare de 25%, față de epruvetele martor.

Un ciclu de îngheț-dezgeț standard presupune menținerea probelor saturate 4 ore la temperatura de  $(-17 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ , urmate de alte 4 ore în apă la temperatura de  $(+20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .

În funcție de gradul de gelivitate, se deosebesc trei clase de gelivitate:

### **G50, G100, G150**

În care:

G - semnifică gradul de gelivitate;

50, 100, 150 - numărul de cicluri pentru care nu sunt depășite limitele menționate.

#### **9.1.1. Determinarea rezistenței la gelivitate prin metoda distructivă**

Principiul metodei constă în stabilire scăderii rezistenței la compresiune a epruvetelor încercate față de epruvetele martor (confectionate din același beton, în același timp și conservare până în momentul începerii încercării în aceleași condiții cu epruvetele care se supun încercării).

#### **Epruvete utilizate**

Sunt cuburi cu latura de 100, 200 sau 300 mm, iar determinările se execută la 28 zile.

##### **9.1.1.a. Aparatură și materiale**

- ❖ cameră frigorifică care menține temperaturi constante de  $(-17 \pm 2)^{\circ}\text{C}$
- ❖ echipament pentru dezgețarea probelor în apă la  $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$
- ❖ aparat de control al temperaturilor

### 9.1.1.a. Mod de lucru

I – epruvetele, cu 4 zile înainte de începerea încercărilor se introduc în baia cu apă la temperatura de  $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  pentru saturare

II – epruvetele martor se păstrează în continuare în apă, iar cele destinate încercării se introduc în camera de îngheț unde se mențin la  $(-17 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  timp de 4 ore, după care se scot din camera frigorifică și se introduc într-o baie cu apă a cărei temperatură se menține constant la  $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  timp de 4 ore. Ciclurile se repetă până se ajunge la numărul de cicluri prescris.

III – după efectuarea numărului de cicluri de îngheț-dezgeț stabilit, epruvetele se supun la compresiune, câte trei din epruvetele de încercare și trei din cele martor, determinându-se pierderea de rezistență.

IV – încercarea se oprește dacă pierderea de rezistență la compresiune este mai mare de 25% față de epruvetele martor de aceeași vârstă, în caz contrar încercarea se continuă până la atingerea numărului de cicluri prescrise.

## 9.2. Determinarea gradului de impermeabilitate

Gradul de impermeabilitate reprezintă presiunea apei la care trebuie să rezist betonul, în condiții standard, astfel încât apa să nu depășească adâncimea limită prescrisă în standardele tehnice în vigoare.

Gradul de impermeabilitate se notează cu simbolul  $P_n^x$  în care:

a - reprezintă valoarea prescrisă a presiunii maxime a apei, exprimată în bari

x - reprezintă valoarea prescrisă a adâncimii limită de pătrundere a apei, exprimată în cm

Standardul în vigoare prevede următoarele grade de impermeabilitate  $P_2$ ,  $P_4$ ,  $P_8$ ,  $P_{12}$  și  $P_{16}$ .

### Epruvete utilizate

Determinarea se execută la 28 zile (la betoanele hidrotehnice la vârsta de 90 zile), pe epruvete cubice cu latura de 140 mm și 200 mm, prismatice cu dimensiunile  $140 \times 140 \times (140 \times k)$  mm și  $200 \times 200 \times (200 \times K)$  mm unde  $K \leq 1$  și cilindrice cu diametrul de minim 140 mm și înălțime egală cu diametrul dar nu mai mari de 200 mm.

### 9.2.a. Aparatură și materiale

Încercarea se realizează cu ajutorul unei instalații pentru verificarea gradelor de impermeabilitate care să permită supunerea uneia din fețele epruvetei (față de

infiltrație) la acțiunea apei sub presiune, reglabila in trepte constante și observarea directă și concomitentă a feței opuse celeia supusa acțiunea apei (fata de exfiltrație) precum și a fețelor laterale. Se recomandă ca instalația să fie dotată cu comandă, control și reglare automată regimului de presiune.

Instalația trebuie sa cuprindă cel puțin trei posturi de încercare, legate in baterie de același dispozitiv de punere sub presiune a apei. Un asemenea post de încercare este arătat în fig. 9.1.

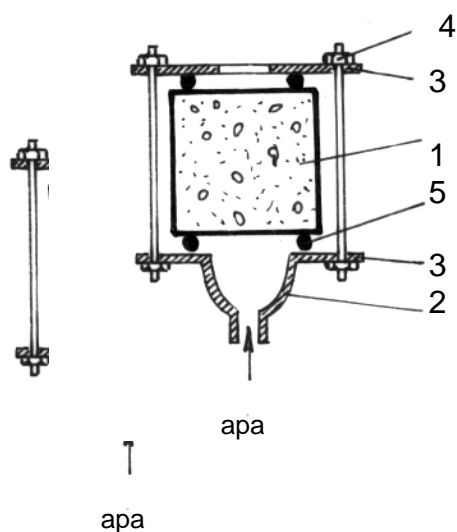


Fig.9.1. Instalație impermeabilitate

1. – epruvetă din beton
2. – suport metalic
3. – tijă metalică
4. - piuliță strângere
5. – inel etanșare cauciuc

### 9.2.b. Efectuarea determinărilor

- ❖ Se alege fața de infiltrație de pe epruvetă, pe care se trasează centrul (un cerc cu diametrul interior egal cu diametrul interior al inelului de etanșare). Duprefețe cercului trasat se freacă cu o perie de sîrmă sau se ciocănește ușor cu o buciardă de max.500g, pentru îndepărtarea stratului superficial de piatră de ciment.
- ❖ Se umplu bazinele posturilor de încercare cu apă și se elimină apa din conducte
- ❖ Epruvetele pregătite se așează pe inelele de etanșare
- ❖ Se fixează epruvetele cu ajutorul șabielor și piulițelor de strângere prin intermediul garniturilor de cauciuc

- ❖ Se ridică presiunea apei conform regimului de presiune și timpului de menținere constante a presiunii care este:
  - I. 0,2 N/mm<sup>2</sup> ( 2 bari) timp menținere a presiunii de 48 ore
  - II. 0,4 N/mm<sup>2</sup> ( 2 bari) timp menținere a presiunii de 48 ore
  - III. 0,8 N/mm<sup>2</sup> ( 2 bari) timp menținere a presiunii de 48 ore
  - IV. 1,6 N/mm<sup>2</sup> ( 2 bari) timp menținere a presiunii de 48 orePentru un P<sup>x</sup><sub>12</sub> se va menține în treapta IV la 1,2 N/mm<sup>2</sup> (12 bari) timp de 24 ore.
- ❖ Încercările se consideră încheiate, după scurgerea duratei de 24 ore corespunzătoare presiunii finale (conform gradului de impermeabilitate prescris), dar nedepășind momentul în care apar la suprafața de exfiltrație primele picături de apă
- ❖ Epruvetele la care se verifică și adâncimea limită prescrisă de pătrundere a apei mai mică decât a înălțimii lor se vor despica pe înălțime și se măsoară imediat înălțimea de pătrundere a apei începând de la fața de exfiltrație.

### 9.2.c. Interpretarea rezultatelor.

#### 9.2.c.1. Pentru adâncimi limită prescrise de pătrundere a apei egale cu înălțimea epruvetei

La seria de 3 epruvete confecționate din beton proaspăt P<sub>n</sub> prescris se consideră realizat dacă cel puțin două din cele trei epruvete ale seriei nu prezintă, până la sfârșitul treptei finale de presiune , exfiltrații de apă la suprafața de exfiltrație.

#### 9.2.c.2 pentru adâncimi limită prescrise de pătrundere a apei mai mici decât înălțimea epruvetei

La seria de 3 epruvete confecționate din beton proaspăt P<sub>n</sub> prescris se consideră realizat dacă (**X<sub>max</sub>**) media aritmetică a adâncimilor maxime prescrisă de pătrundere a apei în cele trei epruvete, este mai mică sau egală cu (**X<sub>lim</sub>**) adâncimea limită prescrisă de pătrundere a apei, cu condiția ca cel puțin două din cele trei epruvete ale seriei să aibă adâncimea maximă de pătrundere a apei mai mică sau cel mult egală cu adâncimea limită de pătrundere a apei.

$$X_{\max} = \frac{1}{3} ( X_{1 \max} + X_{2 \max} + X_{3 \max} ) \leq X_{\lim}$$

Determinarea rezistențelor mecanice, a caracteristicilor fizice și a defectelor de structură impune confecționarea unor probe de încercat care se distrug în timpul măsurătorilor.

Pentru aprecierea unor caracteristici fizico-mecanice pe elemente de construcții sau pe epruvete ce nu pot fi distruse în timpul determinărilor s-au imaginat metode ce se bazează pe legăturile ce există între diferitele caracteristici – duritate, amortizarea undelor etc., pe de o parte și densitate, umiditate, rezistențe mecanice pe de altă parte.

În prezent sunt acceptate prin normele tehnice, metodele de apreciere a rezistențelor la compresiune cubică a betonului întărit, bazate pe legătura acestora cu duritatea superficială sau modificarea caracteristicilor ultrasunetelor la trecerea prin beton.

Pentru o apreciere cât mai corectă a rezistenței cubice a betonului întărit trebuie cunoscuți factorii de compoziție, vârstă, mod de păstrare etc.

### **9.3. Determinarea rezistenței cubice a betonului cu ajutorul sclerometrului „Schmidt”**

Sclerometrul este un aparat ce permite măsurarea modificarea energiei de impact, ca urmare a consumului necesar deformației locale, ce depinde de duritatea superficială, cu ajutorul căreia se poate aprecia rezistența cubică.

#### **9.3.a. Aparatură și materiale**

- sclerometru (fig.9.2); principiul de funcționare a aparatului se bazează pe măsurarea

reculului unui ciocan mobil, acționat de un sistem de resorturi, în urma loviturii prin intermediul unei tije de percuție, a suprafeței betonului de încercat aparatul se compune din următoarele părți principale: tija de percuție (1), indicatorul de recul (2), scala de citire (3), dispozitivul de deblocare și blocare a aparatului (4), cămașa de protecție (5), capacul de închidere (6) ce permite desfacerea aparatului în vederea reglării arcurilor de întreținere;

- probe din beton – pentru care se cunosc caracteristicile materialelor componente, modul de confecționare, modul de păstrare, vârsta;
- tabele sau grafice de transformare unități de recul (măsurate de aparat), rezistența cubică (anexa 10 , graficul 1);
- presă hidraulică de 3000 kN;
- nicovala din dotare pentru verificarea aparatului

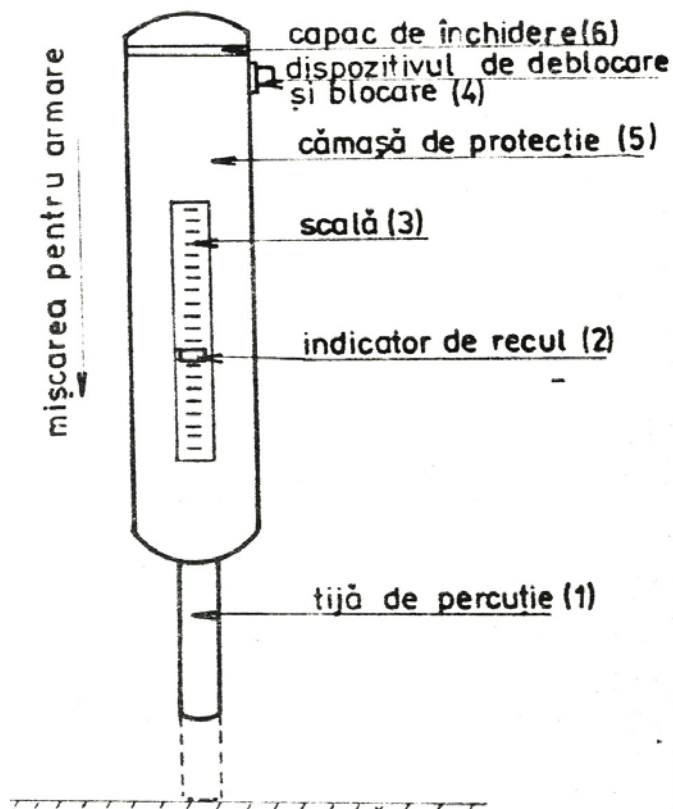


Fig.9.2. Sclerometru

### 9.3.b. Determinarea valorilor experimentale conform normelor tehnice în vigoare

La alegerea zonelor de încercat se va ține seama de următoarele:

- suprafața de încercat să nu coincidă cu fața de turnare a betonului sau cu fața opusă acestuia;
- încercarea se face pe suprafețe perfect plane și netede (fără rugozități), curățate de corpuri străine;
- suprafața unei zone de încercat va fi de maximum 400 cm<sup>2</sup> (20 x 20 cm) și minimum 100 cm<sup>2</sup> (10 x 10 cm);
- punctele de încercat să fie la cel puțin 3 cm de muchia elementului de încercat iar distanța între două puncte de încercare vecine să fie la cel puțin 2 cm.

Verificarea aparatului: se folosește nicovala din dotarea aparatului pe care indicele de recul, la încercarea în poziția de sus în jos, trebuie să fie 80; dacă aparatul nu arată la prima serie de încercări diviziunea 80, indicațiile sale se vor corecta cu relația:

$$n_{cor} = \frac{80}{n_{ef}} n_{ef}$$

În care  $n_{cor}$  – indicele de recul corectat



$n_{et}$  – indicele de recul măsurat în locul diviziunii 80 la etaloane

$n_{ef}$  – indicele de recul măsurat de aparat în timpul încercării pe beton

- valorile  $n_{et}$  și  $n_{ef}$  sunt medii a cel puțin cinci măsurători

După verificarea aparatului, fixarea și prepararea suprafeței de încercat, se determină valorile reculului după cum urmează: se așează tija de percuție (1) perpendicular pe suprafața de încercat și se eliberează aparatul de la dispozitivul (4); se apasă ușor pe capacul de închidere (5) – în acest mod se deformează arcurile interioare) până când se eliberează ciocanul ce lovește tija de percuție; se blochează aparatul cu ajutorul dispozitivului de blocare (6) și se face citirea reculului pe scala aparatului (3), cu precizia de unități fără zecimale – unele aparate sunt cu înregistrare pe hârtie cerată și în acest caz se pot face citirile după terminarea operației de culegere de date -; după terminarea citirii se revine la situația inițială prin reducerea treptată a apăsării exercitate asupra aparatului; blocarea aparatului, în vederea păstrării, se face după executarea ultimei lovituri.

Rezultatele măsurătorilor se trec în tabelul 9.1. , coloana 4

Tabelul 9.1

| Indice de recul |       |                 |       |                 |                |               |  |
|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|----------------|---------------|--|
| zona            | punct | Unghiul (grade) | citit | Corectat etalon | Corectat unghi | Mediu pe zonă | Rezistența la compresiune în daN/cm <sup>2</sup> |
| 1               | 2     | 3               | 4     | 5               | 6              | 7             | 8  |
|                 |       |                 |       |                 |                |               |  |
|                 |       |                 |       |                 |                |               |  |
|                 |       |                 |       |                 |                |               |  |
|                 |       |                 |       |                 |                |               |  |
|                 |       |                 |       |                 |                |               |  |
|                 |       |                 |       |                 |                |               |  |
|                 |       |                 |       |                 |                |               |  |
|                 |       |                 |       |                 |                |               |  |
|                 |       |                 |       |                 |                |               |  |

Pentru evitarea citirilor care au căzut în mod întâmplător pe agregate mari, se face o selecție preliminară a rezultatelor care constă în eliminarea rezultatelor care diferă cu 6 unități mai mult de valoarea minimă obținută în timpul măsurătorilor; cu rezultatele rămase, dar cel puțin 4, se calculează media aritmetică și dacă unele rezultate eliminate nu diferă cu mai mult de 4 unități față de medie, acestea se introduc în calculul mediei finale. Dacă după eliminarea valorilor extreme au rămas mai puțin de 5 valori, se mai fac măsurători până când se îndeplinește această condiție.

**9.3.c. Calculul rezultatelor și interpretarea acestora prin comparație cu prevederile din normele tehnice**

Corecția pentru etalonarea aparatului: dacă la etalonare pe nicovală se obțin alte valori decât 80, se fac corecțiile pentru indicele efectiv cu ajutorul relației de mai sus, valorile obținute se trec în tabelul 9.2, coloana 5.

Corecțiile de unghi: tabelele de transformare indice de recul – rezistență cubică (graficele) au fost întocmite pentru poziția orizontală a aparatului (unghi  $0^{\circ}$ , figura 9.3), pentru orice altă poziție se corectează indicele de recul cu valorile din tabelul 9.2, ce se adaugă algebric la valorile din tabelul 9.1, coloana 6.

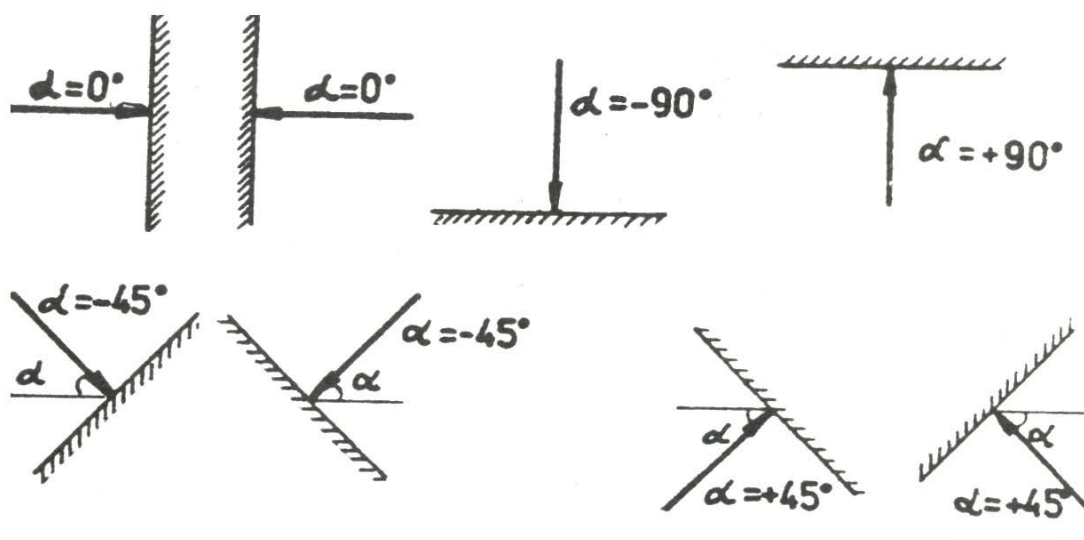


Fig. 9.3. Sensul unghiului

Tabelul 9.2

| Indice de recul<br>n | Corecții pentru diferite unghiuri |               |                 |               |
|----------------------|-----------------------------------|---------------|-----------------|---------------|
|                      | Poziția sclerometrului            |               |                 |               |
|                      | Înclinat în sus                   |               | Înclinat în jos |               |
|                      | $+90^{\circ}$                     | $+45^{\circ}$ | $-45^{\circ}$   | $-90^{\circ}$ |
| 10                   | -                                 | -             | +2,7            | +3,5          |
| 20                   | -5,4                              | -3,5          | +2,5            | +3,4          |
| 30                   | -4,7                              | -3,1          | +2,3            | +3,1          |
| 40                   | -3,9                              | -2,6          | +2,0            | +2,7          |
| 50                   | -3,1                              | -2,1          | +1,6            | +2,2          |

Se calculează valoarea medie pe zonă, care se rotunjește la diviziuni întregi. Transformarea indicelui de recul în rezistență cubică se face numai la nivelul rezultatelor medii pe zonă, element de construcție, construcție; nu se admite transformarea rezultatului unei singure măsurători.

Transformarea indicelui de recul în rezistență cubică se poate face cu relația ( 9.2)

$$R_c = a \cdot n^b \quad (9.2)$$

În care:

$R_c$  – rezistența cubică, daN/cm<sup>2</sup>

$n$  – indicele de recul corectat pentru etalonare și unghi;

$a$  și  $b$  – constante ce depind de compoziția betonului, tipul și natura cimentului, tipul agregatului, vârsta betonului, umiditatea în momentul încercării etc.

Pentru un beton standard (ciment tip P, Pa, M; dozaj de ciment 300 kg/m<sup>3</sup> beton proaspăt compactat; agregate de râu; vârsta betonului în momentul încercării 14...56 zile; mod de păstrare standard pentru probele de marcă) relația 10.2 devine:

$$R_c = 0,092 \cdot n^{2,27} \quad (9.3)$$

Pentru un beton oarecare se calculează un coeficient de corecție și se folosesc pentru transformarea indicelui de recul în rezistența cubică grafice (anexa10, graficul10 .I) sau tabele.

Coeficientul total de influență ( $c_t$ ) se calculează cu relația:

$$c_t = c_c \cdot c_d \cdot c_v \cdot c_u \cdot c_a \quad (9.4)$$

în care:  $c_c$  – coeficientul de influență a tipului de ciment (din tabelul 9.1, anexa 9);

$c_d$  – coeficientul de influență a dozajului de ciment (din tabelul 9.2, anexa 9);

$c_v$  – coeficientul de influență a vârstei betonului (anexa 9, tabelul 9.3);

$c_u$  – coeficientul de influență a umidității betonului în timpul întăririi (tabelul 9.4, anexa 9).

$c_a$  – coeficientul de influență a naturii agregatului ( $c_a = 1,00$  pentru agregat de râu)

Cu ajutorul valorii medii de pe o zonă a indicelui de recul și a coeficientului total de influență din graficul din anexa se determină rezistența cubică ce se înscrie în tabelul 10.1, coloana 7. Dacă este cazul se poate efectua o prelucrare.

#### 9.4. Determinarea rezistenței cubice cu ajutorul ultrasunetelor

Metoda se bazează pe modificările vitezei de propagare a ultrasunetelor printr-un mediu ca urmare a schimbării caracteristicilor fizico-mecanice, compactitate, microfisurare etc. și a legăturii între aceste caracteristici și rezistența la compresiune.

Pentru realizarea determinării se măsoară timpul necesar parcurgerii unei distanțe măsurabile prin mediul de încercat a unui impuls ultrasonic, generat de un aparat etalonat. Cu ajutorul timpului determinat, cunoscând distanța parcursă, se calculează viteza de deplasare a sunetului, care va fi diferită de la un material la altul. Cu ajutorul vitezei sunetului se determină rezistența cubică cu ajutorul unor grafice sau tabele de transformare.

#### 9.4.a. Aparatură și materiale

- aparat pentru determinarea timpului parcurs de un impuls ultrasonic alcătuit în principiu din doi palpatori – unul emițător și altul receptor -, un sistem de măsurare a timpului necesar parcurgerii probei, cu afișaj numeric sau cu ecran, sistemul de alimentare cu energie (baterii uscate sau rețeaua electrică) și sistemul de protecție; principiul de funcționare este următorul: palpatorul emițător este excitat cu impulsuri scurte de tensiune alternativă, furnizate de un generator de impulsuri; un bloc de sincronizare ce asigură acționarea simultană cu emisia impulsurilor, a blocului de declanșare a bazei de timp; prin intermediul acestui bloc, pe ecranul unui tub catodic se realizează baleiajul sincron al fasciculului de electroni emis de tub sau se declanșează o numărătoare automată de timp într-un cronometru electronic la aparatele numerice; trenurile de unde emise de palpatorul emițător, după parcurgerea grosimii probei, sunt captate de palpatorul receptor, transformate în variații de tensiune, amplificate în blocul amplificator de recepție și aplicate plăcilor verticale de deflecție ale tubului catodic sau cronometrului de timp, pentru oprirea numărării; în acest fel, pe ecranul tubului apare momentul emisie impulsului (începutul semnalului) și momentul recepției impulsului (aparitia semnalului), un bloc cronometru sau marcator de timp asigură gradarea în unități de timp a ecranului tubului și posibilitatea citirii timpului scurs între momentul emisie și momentul recepției impulsului; la aparatele digitale se afișează rezultatul numărării automate de timp începută la declanșarea impulsului și oprită la recepționarea acestuia;
- bara etalon, pentru verificarea vitezei de propagare a impulsului ultrasonic;
- instrumente de măsurat pentru lungimi cu precizia de măsurare de 1 mm (rigle, metru, rulete);
- probe din beton pentru care se cunosc caracteristicile materialelor componente, modul de confecționare, modul de păstrare a probelor, vârsta etc.;
- tabele sau grafice de transformare viteză de propagare a ultrasunetelor în rezistențe cubice (anexa 9, graficele 2);
- presă hidraulică de 3000

#### 9.4.b. Determinarea valorilor experimentale conform normelor tehnice în vigoare

Pregătirea aparatului de încercat cuprinde următoarele etape:

- verificarea valorii tensiunii de alimentare și reglarea aparatului în acest sens;
- stabilirea legăturii la pământ a aparatului;



În același tabel 9.2 se fac corecțiile pentru etalonarea aparatului; valorile obținute se trec în coloana 5.

#### 9.4.c. Calculul rezultatelor și interpretarea acestora prin comparație cu prevederile din normele tehnice

Calculul rezistențelor la compresiune se poate face cu ajutorul relației:

$$R_c = a \cdot e^b \cdot v \quad \left[ \text{daN/cm}^2 \right] \quad (9.5)$$

În care:  $R_c$  – rezistența cubică, în  $\text{daN/cm}^2$

$a$  – factor de influență a compoziției, a caracteristicilor materialelor componente din beton asupra rezistenței betonului (se determină experimental), în  $\text{daN/cm}^2$

$b$  – factor de influență a compoziției betonului și materialelor componente ale acestuia asupra vitezei de propagare a sunetelor prin material, în  $\text{s/km}$ ;

$v$  – viteza de propagare determinată, în  $\text{m/s}$ .

Pentru ușurința determinărilor s-au alcătuit tabele și grafice de transformare a vitezei de rezistență la compresiune, funcție de toți factorii de influență. Pentru folosirea acestor grafice se calculează un coeficient total de influență:

$$c_t = c_d \cdot c_c \cdot c_a \cdot c_g \cdot c_\phi \cdot c_u \cdot c_m \cdot c_p \quad (9.6)$$

în care:  $c_t$  – coeficientul total de influență

$c_d$  – coeficientul de influență a dozajului de ciment ( tabelul 9.5, anexa 9)

$c_c$  – coeficientul de influență a tipului de ciment ( tabelul 9.6, anexa 9)

$c_a$  – coeficientul de influență a naturii agregatului ( $c_a = 1,00$  pentru agregat de râu)

$c_g$  – coeficientul de influență a fracțiunii fine din agregat ( tabelul 9.7, anexa 9)

$c_\phi$  - coeficientul de influență a dimensiunilor maxime a agregatului ( tabelul 9.8, anexa 9).

$c_u$  – coeficientul de influență a umidității agregatului în timpul întăririi ( tabelul 10.9, anexa 10)

$c_m$  – coeficientul de influență a maturității betonului ( tabelul 9.11., anexa 9)

$c_p$  – coeficientul de influență a procentului de adaosuri ( tabelul 9.12, anexa 9)

Cu ajutorul vitezei de propagare a ultrasunetelor determinată anterior și cu coeficientul total de influență se determină din graficele din anexa 9.2 valorile parțiale pentru fiecare determinare; valorile se trec în tabel 9.2. Se calculează în continuare valorile medii pe zone și pentru întregul element.

Rezultatele obținute sunt comparate cu valorile impuse pentru elementul de construcții (în cazul lucrării de față rezultatele se compară cu valorile obținute pentru cuburile încercate la presele hidraulice).

---

# LUCRAREA NR.10

## ALCĂTUIREA AMESTECURILOR DE BETOANE

---

### 10.1. Parametrii de compoziție.

1. Compoziția betonului trebuie să fie astfel alcătuită încât, în condițiile unui dozaj minim de ciment și ale unor caracteristici în stare proaspătă ale betonului, impuse de tehnologia de execuție, să se asigure realizarea cerințelor de rezistență, durabilitate și după caz, a altor cerințe speciale prevăzute prin proiect.

2. Stabilirea compoziției betoanelor se face parcurgându-se următoarele etape:

- a. stabilirea parametrilor compoziției
- b. calculul componentelor
- c. efectuarea de încercări preliminare
- d. finalizarea compoziției prin recalcularea componentelor ca urmare a rezultatelor încercărilor preliminare.

3. Parametrii compoziției și factorii de care trebuie să se țină seama la stabilirea acestora sunt prezentați în tabelul 10.1.

#### 10.1.1. Tipul de ciment.

Stabilirea tipului de ciment se face conform prevederilor din cap 4 pct. 4.1.2 și anexele I 1, I 2.

În toate cazurile în care, tipul de ciment nu este precizat prin proiect sau tipul de ciment stabilit prin proiect nu este disponibil. Executantul este obligat să obțină avizul Proiectantului pentru tipul de ciment ce se va utiliza.

#### 10.1.2. Tipul de aditiv

Stabilirea tipului de aditiv se va face ținând seama de prevederile din cap. 4, pct. 4.4 și anexa 1.3.

Tabelul 10.1.

**PARAMETRII COMPOZIȚIEI BETONULUI**

| Nr. crt. | Parametrul compoziției           | Factorii pe baza căruia se stabilește   | Prevederile care se aplică |
|----------|----------------------------------|---|----------------------------|
| 1        | Tipul de ciment                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• clasa betonului</li> <li>• condițiile de serviciu și expunere</li> <li>• caracteristicile elementului (masivitate)</li> </ul>  |                            |
| 2        | Tipul de aditiv                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• condițiile de transport și punere în operă</li> <li>• cerințele de rezistență și durabilitate, impuse prin proiect</li> <li>• caracteristicile elementului (secțiune, armare)</li> </ul> |                            |
| 3        | Raportul A/C, max                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• clasa betonului</li> <li>• gradul de omogenitate asigurat la prepararea betonului</li> <li>• gradul de impermeabilitate impus prin proiect</li> <li>• condițiile de expunere</li> </ul>  | pct.10.3.<br>Tabelul 10.2. |
| 4        | Dozajul minim de ciment          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• condițiile de serviciu și expunere</li> </ul>  | pct. 10.4                  |
| 5        | Consistența betonului            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• condiții de transport și punere în operă</li> <li>• forma și dimensiunile elementelor</li> <li>• desimea armăturilor</li> </ul>  | pct. 10.5<br>Tabelul 10.3  |
| 6        | Cantitatea de apă de amestecare  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• consistența adoptată</li> <li>• mărimea granulei maxime a agregatului</li> <li>• tipul de aditiv folosit</li> </ul>  | pct. 10.6<br>Tabelul 10.4  |
| 7        | Granula maximă a agregatelor     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• forma și dimensiunile elementelor</li> <li>• desimea armăturilor</li> <li>• condițiile de preparare și transport</li> </ul>  | pct. 10.7                  |
| 8        | Granulozitatea agregatului total | <ul style="list-style-type: none"> <li>• dozajul de ciment</li> <li>• consistența</li> <li>• tehnologia de punere în operă</li> </ul>   | pct. 10.8<br>Tabelul 10.5  |

**10.1.3. Raportul A / C maxim**

Valoarea maximă a raportului A / C pentru realizarea clasei betonului se stabilește în funcție de clasa cimentului și gradul de omogenitate al betonului, conform tabelului 10.2, cu următoarele precizări:

- valorile din tabel sunt valabile pentru gradul II de omogenitate al betonului: pentru gradul I, valorile cresc cu 0,05, iar pentru gradul III, scad cu 0,05;
- în cazul utilizării agregatelor de concasaj, valorile din tabel se măresc cu 10%;
- în cazul accelerării întăririi betonului prin tratare termică, ținând seama de reducerea rezistențelor finale, valorile raportului A / C prevăzute în tabel, vor fi considerate valabile



pentru gradul 1 de omogenitate, urmând ca pentru gradul II să fie diminuate cu 0,05.

**Tabelul 10.2.**

**VALORILE MAXIME ALE RAPORTULUI A / C  
PENTRU REALIZAREA CONDIȚIEI DE CLASĂ  
(pentru efectuarea încercărilor preliminare)**

| Clasa betonului | Clasa cimentului |      |      |
|-----------------|------------------|------|------|
|                 | 32,5             | 42,5 | 52,5 |
| C 8/10          | 0,75             |      |      |
| C 12/15         | 0,65             |      |      |
| C 16/20         | 0,55             | 0,65 |      |
| C 18/22,5*      | 0,53             | 0,62 |      |
| C 20/25         | 0,50             | 0,60 |      |
| C 25/30         | 0,45             | 0,55 | 0,60 |
| C 28/35*        | 0,40             | 0,50 | 0,55 |
| C 30/37         |                  | 0,47 | 0,53 |
| C 32/40*        |                  | 0,45 | 0,50 |
| C 35/45         |                  | 0,40 | 0,47 |
| C 40/50         |                  |      | 0,45 |
| C 45/55         |                  |      | 0,42 |
| C 50/60         |                  |      | 0,40 |

Valoarea maximă a raportului A / C, pentru asigurarea cerințelor de durabilitate, în funcție de clasa de expunere, nu va depăși valorile din tabelul 5.4, cap.5.

În cazul în care betoanele trebuie să îndeplinească, condiții speciale, în ceea ce privește gradul de impermeabilitate, nu se admite ca raportul A / C să depășească valorile:

- 0,60 pentru gradul de impermeabilitate  $P_4^{10}$  ;
- 0,55 pentru gradul de impermeabilitate  $P_4^{10}$  , în cazul betoanelor simple expuse la agresivitate;
- 0,50 pentru gradul de impermeabilitate  $P_8^{10}$  ;
- 0,45 pentru gradul de impermeabilitate  $P_{12}^{10}$  .

#### 10.1.4. Dozajul minim de ciment

Dozajul minim de ciment pentru betonul simplu și betonul armat, în funcție de condițiile de expunere, se stabilește conform tabelului 5.5, cap. 5 și precizările de la pct. 3.4.1. și 3.4.2.

Dozajele de ciment sunt valabile în cazul folosirii agregatelor 0.31 mm, pentru

agregate 0..16 mm, dozajele se sporesc cu 10%, iar pentru agregatele 0..71 mm se reduc cu 10%.

**10.1.5. Consistența betonului**

Consistența betonului la locul punerii în operă se stabilește de către Executant, în conformitate cu prevederile din tabelul 10.3., astfel încât, betonul să poată fi transportat și pus în operă în condiții optime.

**Tabelul 10.3.**

**CONSISTENȚA BETONULUI**

| Nr. crt. | Tipul de elemente   | Clasa de consistență | Tasare (mm)         |
|----------|---|----------------------|---------------------|
| 1        | Fundații din beton simplu sau slab armat, elemente masive   | T2 sau T3            | 30 ± 10<br>70 ± 20  |
| 2        | Fundații din beton armat, stâlpi, grinzi, pereți structurali  | T3 sau T3/T4         | 70 ± 20<br>100 ± 20 |
| 3        | Idem, realizate cu beton pompat, recipiente, monolitizări   | T4                   | 120 ± 20            |
| 4        | Elemente sau monolitizări cu armături dese sau dificultăți de compactare, elemente cu secțiuni reduse | T4/T5                | 150 ± 30            |
| 5        | Elemente, pentru a căror realizare, tehnologia de execuție impune betoane foarte fluide               | T5*                  | 180 ± 30            |

\* Este obligatorie utilizarea de aditivi superplastifianți.

Observație: Betoanele având clasa de consistență mai mare de T3, se transportă cu autoagitatoare.

**10.1.6. Cantitatea de apă de amestecare**

Cantitatea orientativă de apă de amestecare pentru efectuarea încercărilor preliminare se stabilește în funcție de clasa de rezistență și clasa de consistență a betonului conform prevederilor din tabelul 10.4.

**Tabelul 10.4.**

**CANTITATEA ORIENTATIVĂ DE APĂ DE AMESTECARE**

| Clasa betonului | Cantitatea de apă (A <sup>1</sup> ) - l/m <sup>3</sup> ,<br>pentru clasa de consistență |     |       |     |
|-----------------|---|-----|-------|-----|
|                 | T2  | T3  | T3/T4 | T4  |
| <C8/10          | 160   | 170 | -     | -   |
| C 8/10..C 20/25 | 170   | 185 | 200   | 220 |
| > C 25/30       | 185   | 200 | 215   | 230 |

Valorile privind cantitatea de apă de amestecare prevăzute în tabelul 1.4.4 sunt valabile în cazul agregatelor de balastieră 0.31 mm.

Cantitățile de apă se vor corecta prin reducere sau sporire după cum urmează:

- reducere 10% în cazul agregatelor 0.71 mm
- reducere 5% în cazul agregatelor 0. .40 mm
- reducere 10-20% în cazul folosirii de aditivi
- spor 10% în cazul folosirii pietrei sparte
- spor 20% în cazul agregatelor 0..7 mm
- spor 10% în cazul agregatelor 0..16 mm
- spor 5% în cazul agregatelor 0..20 mm.

### **10.1.7. Granula maximă a agregatelor**

Dimensiunea maximă a granulei agregatelor se stabilește în funcție de dimensiunea cea mai mică a elementelor, distanța dintre barele de armătură și mărimea stratului de acoperire cu beton a armăturilor aplicând relațiile:

$$\Phi_{\max} < 1/4 D$$

$$\Phi_{\max} < d - 5 \text{ mm}$$

$$\Phi_{\max} < 1,3 C$$

unde :

D - dimensiunea cea mai mică a elementului structural

d - distanța dintre barele de armătură (cu excepția cazului grupării barelor)

c - mărimea stratului de acoperire cu beton

În cazul plăcilor se poate adopta relația  $\Phi_{\max} \leq 1,3 D$ , iar în cazul recipientilor și/sau monolitizărilor relația  $\Phi_{\max} \leq 1,6 D$ .

### **10.1.8. Granulozitatea agregatului total**

Curba de granulozitate a agregatului total se stabilește astfel încât să se încadreze - funcție de dozajul de ciment și consistența betonului - în zona recomandată conform tabelului 10.5.

Tabelul 10.5

**ZONELE DE GRANULOSITATE RECOMANDATE**

| Clasa de tasare | Dozajul de ciment (kg / m <sup>3</sup> ) |           |           |           |
|-----------------|--|-----------|-----------|-----------|
|                 | < 200                                    | 200 - 300 | 300 - 400 | > 400     |
| T2              | I  | I (II)*   | II (III)* | III       |
| T3, T3 / T4     | I  | I (II)*   | II (III)* | III       |
| T4, T4 / T5, T5 | -  | I         | I (II)*   | II (III)* |

Observație: Zonele indicate în paranteză se adoptă cu precădere, dacă la încercările preliminare se constată că amestecul de beton nu prezintă tendință de segregare.

Limitele celor trei zone de granulozitate sunt prevăzute în:

Tabelul 10.6 pentru agregate 0 .. 16 mm

Tabelul 10.7 pentru agregate 0 .. 20 mm

Tabelul 10.8 pentru agregate 0 .. 31 mm

Tabelul 10.9 pentru agregate 0 .. 40 mm

Tabelul 10.6

**LIMITELE ZONELOR DE GRANULOSITATE PENTRU AGREGATE 0 .. 16 mm**

| Zona | Limita | % treceri în masă prin sită sau ciurul |    |    |    |     |
|------|--------|--|----|----|----|-----|
|      |        | 0,2                                    | 1  | 3  | 7  | 16  |
| I    | max    | 11                                     | 45 | 60 | 80 | 100 |
|      | min    | 3                                      | 35 | 51 | 71 | 95  |
| II   | max    | 8                                      | 35 | 50 | 70 | 100 |
|      | min    | 2                                      | 25 | 41 | 61 | 95  |
| III  | max    | 6                                      | 25 | 40 | 60 | 100 |
|      | min    | 1                                      | 15 | 30 | 50 | 95  |

Tabelul 10.7

**LIMITELE ZONELOR DE GRANULOSITATE PENTRU AGREGATE 0 .. 20 mm**

| Zona | Limita | % treceri în masă prin sită sau ciur |    |      |    |     |
|------|--------|--------------------------------------|----|------|----|-----|
|      |        | 0,2                                  | 1  | 3(5) | 7  | 20  |
| I    | max    | 10                                   | 40 | 55   | 75 | 100 |
|      | min    | 3                                    | 30 | 46   | 66 | 95  |
| II   | max    | 7                                    | 30 | 45   | 65 | 100 |
|      | min    | 2                                    | 20 | 36   | 56 | 95  |
| III  | max    | 5                                    | 20 | 35   | 55 | 100 |
|      | min    | 1                                    | 10 | 25   | 45 | 95  |

Tabelul 10.8

**LIMITELE ZONELOR DE GRANULOSITATE PENTRU AGREGATE 0 .. 31 mm**

| Zona | Limita | % treceri în masă prin sită sau ciur |    |    |    |    |     |
|------|--------|--------------------------------------|----|----|----|----|-----|
|      |        | 0,2                                  | 1  | 3  | 7  | 16 | 31  |
| I    | max    | 10                                   | 40 | 50 | 70 | 90 | 100 |
|      | min    | 3                                    | 31 | 41 | 61 | 81 | 95  |
| II   | max    | 7                                    | 30 | 40 | 60 | 80 | 100 |
|      | min    | 2                                    | 21 | 31 | 51 | 71 | 95  |
| III  | max    | 5                                    | 20 | 30 | 50 | 70 | 100 |
|      | min    | 1                                    | 10 | 20 | 40 | 60 | 95  |

Tabelul 10.9

**LIMITELE ZONELOR DE GRANULOSITATE PENTRU AGREGATE 0 .. 40 mm**

| Zona | Limita | % treceri în masă prin sita sau ciurul |    |      |       |    |     |
|------|--------|--|----|------|-------|----|-----|
|      |        | 0,2                                    | 1  | 3(5) | 7(10) | 20 | 40  |
| I    | max    | 10                                     | 30 | 45   | 60    | 80 | 100 |
|      | min    | 3                                      | 21 | 36   | 51    | 71 | 95  |
| II   | max    | 7                                      | 25 | 35   | 50    | 70 | 100 |
|      | mm     | 2                                      | 16 | 26   | 41    | 61 | 95  |
| III  | max    | 5                                      | 15 | 25   | 40    | 60 | 100 |
|      | min    | 1                                      | 5  | 15   | 30    | 50 | 95  |

La prepararea betoanelor se poate adopta o curbă de granulozitate discontinuă în domeniul 3 .. 7 mm sau 3 .. 16 mm. În aceste cazuri, se va asigura încadrarea agregatului total pentru treceri până la 3 mm inclusiv, în zona 1 de granulozitate.

Pentru agregate 0 .. 7 mm, respectiv 0 .. 71 mm, domeniul de granulozitate este prezentat în tabelul 10.10, respectiv 10.11.

Tabelul 10.10

**LIMITELE DOMENIULUI DE GRANULOSITATE PENTRU AGREGATE 0 .. 7 mm**

| Limita | % treceri în masă prin sita sau ciurul |    |    |     |
|--------|--|----|----|-----|
|        | 0,2                                    | 1  | 3  | 7   |
| max    | 12                                     | 40 | 70 | 100 |
| Mm     | 3                                      | 25 | 54 | 95  |

Tabelul 10.11

**LIMITELE DOMENIULUI DE GRANULOSITATE PENTRU AGREGATE 0.71 mm**

| Limita | % treceri în masă prin sita sau ciurul |    |    |    |    |    |    |    |     |
|--------|--|----|----|----|----|----|----|----|-----|
|        | 0,2                                    | 1  | 3  | 7  | 16 | 25 | 31 | 40 | 71  |
| max    | 8                                      | 18 | 32 | 45 | 61 | 70 | 77 | 84 | 100 |
| min    | 1                                      | 6  | 13 | 22 | 38 | 50 | 57 | 68 | 95  |

La încadrarea agregatului total în zona de granulozitate recomandată se va ține seama în principal de respectarea limitelor impuse în zona părții fine. Proporția de nisip 0 .. 3 mm, se va alege astfel încât, în cazul nisipurilor fine să fie respectată limita maximă a trecerilor pe 0,2 și 1 mm, iar în cazul nisipurilor grosiere, să fie respectată limita minimă, chiar dacă trecerea prin ciurul de 3 mm se situează sub, respectiv deasupra limitei zonei respective.

Cantitatea totală de părți fine (ciment + nisip < 0,2 mm) se recomandă să nu depășească în funcție de dozajul de ciment valorile din tabelul 10.12:

**Tabelul 10.12**

| Dozaj de ciment<br>kg/m <sup>3</sup> | Cantitate totală de părți fine<br>(ciment + nisip < 0,2 mm) kg/m <sup>3</sup> |
|--------------------------------------|---|
| 200                                  | 400   |
| 300                                  | 450   |
| 400                                  | 500   |
| 500                                  | 550   |

Observații:

1. Pentru valori intermediare, se interpolează linear.
2. Cantitatea minimă recomandată este de 350 kg/m<sup>3</sup>.

Granulozitatea nisipului 0.3 mm, trebuie să se încadreze în limitele prevăzute în tabelul 10.13.

**Tabelul 10.13**

| Sortul de nisip | Treceri (%) prin sita sau ciurul, nr. |         |        |
|-----------------|---------------------------------------|---------|--------|
|                 | 0,2                                   | 1       | 3      |
| 0-3             | min. 5                                | min.35  | min.90 |
|                 | max. 30                               | max. 75 | 100    |

Utilizarea nisipului 0..7 mm, în locul sorturilor 0.3 mm și 3..7 mm, se poate face numai la betoane de clasă \$ Bc 8/10 și numai dacă acesta se aprovizionează dintr-o singură sursă, granulozitatea lui este constantă și permite încadrarea agregatului total în zonele de granulozitate recomandate.

## 10.2. Efectuarea încercărilor preliminare

### 10.2.1. Stabilirea compoziției pentru betoane de clasă < C 8/10

Compoziția betoanelor de clasă mai mică decât C8/10 se stabilește conform datelor din tabelul 10.14.

**Tabelul 10.14. BETOANE DE CLASĂ < C 8/10**

| Clasa betonului | Domeniul de utilizare      | $\Phi_{\max}$ agregat | Dozaj ciment**<br>min<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Total agregat<br>(în stare uscată)<br>Ag<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Apa<br>(orientativ)<br>l/m <sup>3</sup> |
|-----------------|----------------------------|-----------------------|---|--|---|
| C 2,8/3,5*      | umplutură<br>sau egalizare | 31                    | 115   | 2055   | 160                                     |
|                 |                            | 71                    | 105   | 2115   | 140                                     |
| C 4/5           | fundatii                   | 31                    | 150   | 2020   | 160                                     |
|                 |                            | 71                    | 135   | 2085   | 140                                     |
| C 6/7,5*        | fundatii sau<br>elevații   | 31                    | 180   | 1990   | 160                                     |
|                 |                            | 71                    | 160   | 2060   | 140                                     |

\* Aceste clase de beton nu se regăsesc în normele europene

\*\* Independent de tipul de ciment

Proporția dintre diferitele sorturi de agregate, se adoptă astfel încât agregatele să se încadreze în limitele prevăzute în tabelul 11.8. (0 ÷ 31 mm), tabelul 10.11. (0 ÷ 71 mm).

Cu compoziția astfel stabilită se prepară un amestec pentru definitivarea cantității de apă de amestecare (A) corespunzătoare lucrabilității cerute. Totodată se determină densitatea aparentă a betonului proaspăt ( $\rho$ ) și se corectează cantitatea de agregate (Ag) aplicând relația

$$Ag = \rho b - C - A \quad (10.1)$$

Alegerea compoziției se va face prin încercări preliminare urmărindu-se realizarea rezistențelor cerute. În acest scop se prepară două amestecuri de beton de câte minimum 30 l;

- primul amestec având compoziția de bază;
- al doilea amestec având dozajul de ciment sporit cu 20 kg/m<sup>3</sup> față de cel al compoziției de bază și menținând constante cantitățile de apă și de agregate.

Din fiecare amestec se confecționează minimum 6 epruvete. Confecționarea și

păstrarea epruvetelor se va face în condiții standard.

Epruvetele se încearcă la 7 zile, iar pe baza rezultatelor obținute se adoptă dozajul de ciment care la această vârstă asigură o rezistență cel puțin egală cu clasa betonului. Se definitivează compoziția betonului aplicând relația (10.1).

### 10.2.2. Stabilirea compoziției pentru betoane de clasa $\geq$ C 8/10

10.2.2.1. Pentru stabilirea compoziției betoanelor de clasă cel puțin egală cu C 8/10 se stabilesc mai întâi parametrii conform prevederilor din tabelul 10.1, iar apoi se trece la calculul compoziției inițiale.

10.2.2.2. Cantitatea de ciment ( $C^I$ ) se evaluează aplicând relația:

$$C^I = \frac{A^I}{A/C} \quad (10.2.)$$

unde:

- $A^I$  - cantitatea orientativă de apă de amestecare determinată conform tabelului 10.4.
- $A / C$  - valoarea cea mai mică a raportului maxim pentru asigurarea cerințelor de rezistență (clasă) și durabilitate. Cantitatea de ciment rezultată se compară cu dozajul minim admis conform tabelului 10.15, adoptându-se valoarea cea mai mare dintre acestea.

| Clasa de expunere |                    | Grad de agresivitate | Dozajul minim de ciment [kg/m <sup>3</sup> ] pentru |             |
|-------------------|--------------------|----------------------|---|-------------|
|                   |                    |                      | Beton simplu  | Beton armat |
| 1<br>mediu uscat  | a<br>(moderat)     | -                    | 150   | 250         |
|                   | b<br>(sever)       | -                    | 180   | 275         |
| 2<br>mediu umed   | a<br>(moderat)     | -                    | 200   | 290         |
|                   | b<br>(sever)       | -                    | 300   | 325         |
| 3<br>mediu geliv  |                    | -                    | 325   | 365         |
| 4<br>mediu marin  | a<br>(apă de mare) | S/I                  | 300/350   | 325/390     |



|                              |                                  |     |         |         |
|------------------------------|----------------------------------|-----|---------|---------|
|                              | b<br>(atmosfera marină)          | S/I | 300/325 | 325/365 |
| 5<br>mediu chimic<br>agresiv | a<br>(agresivitate foarte slabă) | FS  | 225     | 260     |
|                              | b<br>(agresivitate slabă)        | S   | 300     | 325     |
|                              | c<br>(intensă)                   | I   | 350     | 390     |
|                              | d<br>(foarte intensă)            | FI  | 350+    | 390+    |

+ măsuri suplimentare de protecție.

10.2.2.3. Cantitatea de agregate în stare uscată  $A^l_g$  se evaluează aplicând relația:

$$A^l_g = \rho_{ag} (1000 - C^l / \rho_c - A^l - P) \quad (10.3.)$$

în care:

$\rho_c$  - densitatea cimentului egală cu 3,0 kg/dm<sup>3</sup>

$\rho_{ag}$  - densitatea aparentă a agregatelor, în kg/m<sup>3</sup>, adoptată conform tabelului I.5.2. dacă nu se dispune de determinări în conformitate standardelor în vigoare.

P - volumul de aer oclus egal cu 2 % respectiv 20 dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>; în cazul utilizării de aditivi antrenori de aer, aerul antrenat se stabilește conform tabelului 10.17.

**Tabelul 10.16.**

**Densitatea aparentă a agregatelor**

| TIPUL ROCII                         | DENSITATEA APARENTĂ -p,g (kg/dm <sup>3</sup> ) |
|-------------------------------------|--|
| Silicioasă (agregate de balastieră) | 2,7  |
| Calcaroasă                          | 2,3 .. 2,7                                     |
| Granitică                           | 2,7  |
| Bazaltică                           | 2,9  |

**Tabelul 10.17.**

**Volumul de aer antrenat**

| DIMENSIUNEA MAXIMA A AGREGATELOR (mm) | 7 | 10 | 16 | 20 | 31  | 40 | 71  |
|---------------------------------------|---|----|----|----|-----|----|-----|
| Aer antrenat % ( $\pm 0,5$ )          | 6 | 6  | 5  | 5  | 4,5 | 4  | 3,5 |

10.2.2.4. Densitatea aparentă a betonului proaspăt se calculează cu relația:

$$\rho_b^l = A^l + C^l + A^l_g \quad (10.4.)$$

10.2.2.5. Proporțiile dintre diferitele sorturi de agregate și cantitățile

corespunzătoare, se stabilesc astfel încât să se asigure înscrierea în zona de granulozitate adoptată.

10.2.2.6. Pentru stabilirea compoziției de bază se procedează în modul următor:

- se prepară un amestec informativ de beton de minimum 30 litri, luând în considerare cantitățile de ciment și agregate evaluate conform punctelor 10.2.2.2. și 10.2.2.3., la care se introduce apa de amestecare treptat până la obținerea consistenței dorite, determinându-se astfel cantitatea de apă A (aditivul se introduce după prima cantitate de apă);

- se determină densitatea aparentă  $p_a$ ,

- se recalculează cantitatea de ciment:

$$C^I = \frac{A}{A/C} \quad (10.5.)$$

- se recalculează cantitatea de agregate conform relației:

$$A_g = \frac{(\rho_b^I + \rho_b)}{2} A - C \quad (10.6.)$$

Atât la prepararea amestecului informativ cât și a amestecurilor preliminare prevăzute la pct. 10.2.2.7. se vor utiliza agregate uscate.

10.2.2.7. Pentru verificarea rezistențelor mecanice se prepară câte 3 amestecuri de beton de minimum 30 litri fiecare, pentru fiecare din următoarele compoziții:

- compoziția de bază rezultată conform pct. 10.2.2.6.

- o compoziție suplimentară având dozajul de ciment sporit cu 7 % dar minim 20 kg/m<sup>3</sup> față de cel al compoziției de bază, dar menținând cantitățile de apă și agregate conform compoziției de bază;

- o a doua compoziție suplimentară având dozajul de ciment redus cu 7 % dar minim 20 kg/m<sup>3</sup>, (numai dacă dozajul rezultat nu este sub cel minim admis) menținându-se cantitățile de apă și agregate conform compoziției de bază.

10.2.2.8. Din fiecare amestec de beton se confecționează minimum 4 epruvete, rezultând în total câte 12 epruvete pentru fiecare compoziție. Confecționarea, păstrarea și încercarea epruvetelor se vor efectua conform prevederilor din normelor tehnice în vigoare.

10.2.2.9. Câte 6 din epruvetele confecționate pentru fiecare compoziție se încearcă la vârsta de 7 zile. Se adoptă compoziția preliminară pentru care, cu dozajul minim de ciment, rezistența betonului la vârsta de 7 zile este cel puțin egală cu valoarea indicată la pct. 10.2.2.13.

10.2.2.10. Rezultatele obținute la vârsta de 28 de zile pe restul de câte 6 epruvete vor fi analizate în vederea definitivării compoziției. Rezistența medie pentru fiecare compoziție se corectează în funcție de rezistența efectivă a cimentului, aplicând relația:

$$f^{cor} = c \times f_c^I \quad (10.7.)$$

unde:

$$c = (1,15 \times \text{clasa cimentului}) / f_{cim}^{ef}$$

$f_c^I$  - rezistența betonului la 28 zile obținută la încercările preliminare

$f_{cim}^{ef}$  - rezistența efectivă a cimentului

10.2.2.11. Se adoptă compoziția pentru care valoarea rezistenței corectată este mai mare sau cel puțin egală cu rezistența la 28 de zile, indicată în tabelul 10.18.

**Tabelul 10.18.**

**Rezistența la compresiune la 28 de zile minimă pentru încercări preliminare**

| Clasa betonului | $f_c$ preliminară (N/mm <sup>2</sup> ) |      |
|-----------------|--|------|
|                 | cilindru                               | cub  |
| C8/10           | 14,5                                   | 18   |
| C 12/15         | 19                                     | 23,5 |
| C 16/20         | 23                                     | 29   |
| C 18/22,5*      | 26                                     | 32   |
| C 20/25         | 29                                     | 36   |
| C 25/30         | 33,5                                   | 42   |
| C 28/35*        | 37,5                                   | 47   |
| C 30/37         | 38,5                                   | 48   |
| C 32/40*        | 41                                     | 51,5 |
| C 35/45         | 45                                     | 56,5 |
| C 40/50         | 50                                     | 62,5 |
| C 45/55         | 54                                     | 67,5 |
| C 50/60         | 58                                     | 73   |

Observație: Valorile sunt valabile pentru gradul II de omogenitate.

10.2.2.12. Pentru gradul I, respectiv III de omogenitate la valorile prevăzute în tabelul I.5.4., se scade, respectiv se adaugă valoarea A, conform tabelului I.5.5.

**Tabelul 10.19.**

| Clasa betonului    | $\Delta$ (N/mm <sup>2</sup> )<br>(cilindru) | $\Delta$ (N/mm <sup>2</sup> )<br>(cub) |
|--------------------|---|--|
| C 8/10 ÷ C 20/25   | 2,5   | 3                                      |
| C 28/35* ÷ C 35/45 | 3   | 4                                      |
| C 40/50 ÷ C 50/60  | 4   | 5                                      |

10.2.2.13. În cazurile urgente, se poate adopta preliminar compoziția betonului pe baza rezistenței obținute la vârsta de 7 zile, dacă aceasta atinge cel puțin următoarele procente din rezistența la 28 zile prevăzută în tabelul 10.18, sau corectată după caz conform punctului 10.2.2.12:

- 55 % pentru cimenturi tip H,II B,SR;
- 65 % pentru cimenturi tip II A, I;
- 75 % pentru cimenturi tip R;

10.2.2.14. Compoziția astfel stabilită se va corecta pe baza rezultatelor încercărilor la vârsta de 28 de zile.

### Aplicația 1. (clasa < 8/10)

#### 1. Se cere stabilirea unei rețete preliminare pentru următoarele condiții.

☞ Condiții inițiale impuse:

- domeniul de utilizare \_\_\_\_\_
- dimensiunile minime ale elementului \_\_\_\_\_
- distanța minimă între armături \_\_\_\_\_

☞ Condiții tehnologice de preparare și punere în operă

- gradul de omogenitate al stației de betoane \_\_\_\_\_
- nu se folosesc aditivi
- stația de betoane se aprovizionează cu agregat în sorturile: 0-3,15, 3,15-7, 7,1-16, 16-31,5, 31,5-71

#### 2. Parametrii compoziției.

- tipul de ciment \_\_\_\_\_
- consistența betonului \_\_\_\_\_
- dozajul minim de ciment C = \_\_\_\_\_ Kg/m<sup>3</sup>
- cantitatea orientativă de apă \_\_\_\_\_ l/m<sup>3</sup>
- granula maximă a agregatului \_\_\_\_\_ mm
- cantitatea de agregat în stare uscată \_\_\_\_\_ Kg/m<sup>3</sup>
- granulozitatea adoptată pentru zona \_\_\_\_\_
- dozajele pe sorturi

|                         |        |        |        |         |         |
|-------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Sort (mm)               | 0-3,15 | 3,15-7 | 7,1-16 | 16-31,5 | 31,5-71 |
| Proporția %             |        |        |        |         |         |
| Dozaj kg/m <sup>3</sup> |        |        |        |         |         |

**3.Verificarea lucrabilității betonului.**

Dozajele necesare pentru prepararea unui volum de 0,03 m<sup>3</sup>.

Apă \_\_\_\_\_ l

Ciment \_\_\_\_\_ Kg

Agregat pe sorturi

|                           |        |        |        |         |         |       |
|---------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|
| Sort (mm)                 | 0-3,15 | 3,15-7 | 7,1-16 | 16-31,5 | 31,5-71 | Total |
| Dozaj kg/m <sup>3</sup>   |        |        |        |         |         |       |
| Dozaj 0,03 m <sup>3</sup> |        |        |        |         |         |       |

Rezultatele obținute pentru lucrabilitatea impusă

- consistența: T = \_\_\_\_\_ mm; V = \_\_\_\_\_ s; C = \_\_\_\_\_
- apa de amestecare A<sub>0.03</sub> = \_\_\_\_\_ l/0,03 m<sup>3</sup>; A = \_\_\_\_\_ l/m<sup>3</sup>
- densitatea aparentă ρ<sub>b</sub> = \_\_\_\_\_ kg/m<sup>3</sup>

**4. Corectarea cantității agregat**

$$A_g = \rho_b - C - A = \text{_____} = \text{_____ kg/m}^3$$

|                         |        |        |        |         |         |
|-------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Sort (mm)               | 0-3,15 | 3,15-7 | 7,1-16 | 16-31,5 | 31,5-71 |
| Proporția %             |        |        |        |         |         |
| Dozaj kg/m <sup>3</sup> |        |        |        |         |         |

### 5. Compozițiile amestecurilor preliminare

| Materialul    | Dozaj calculat   |                     | Dozaj majorat    |                     |
|---------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|
|               | 1 m <sup>3</sup> | 0,03 m <sup>3</sup> | 1 m <sup>3</sup> | 0,03 m <sup>3</sup> |
| Ciment        |                  |                     |                  |                     |
| Apă           |                  |                     |                  |                     |
| Agregat 0-3   |                  |                     |                  |                     |
| Agregat 3-7   |                  |                     |                  |                     |
| Agregat 7-16  |                  |                     |                  |                     |
| Agregat 16-31 |                  |                     |                  |                     |
| Agregat 31-71 |                  |                     |                  |                     |

### 6. Definitivarea rețetei – pentru cazuri de urgență pe baza rezultatelor la 7 zile

Rezistența la compresiune la 7 zile.

| Dozajul  | Rezistența la compresiune la 7 zile N/mm <sup>2</sup> |
|----------|---|
| Calculat |   |
| Majorat  |   |

#### Aplicația 2. (clasa ≥ 8/10)

##### 1. Se cere stabilirea unei rețete preliminare pentru următoarele condiții.

☞ Condiții inițiale impuse:

- domeniul de utilizare \_\_\_\_\_
- dimensiunile minime ale elementului \_\_\_\_\_
- distanța minimă între armături \_\_\_\_\_
- clasa betonului \_\_\_\_\_

☞ Condiții tehnologice de preparare și punere în operă

- gradul de omogenitate al stației de betoane \_\_\_\_\_
- se folosesc aditivi
- consistența betonului T \_\_\_\_\_
- stația de betoane se aprovizionează cu agregat în sorturile: 0-3,15, 3,15-7, 7,1-16, 16-31,5, 31,5-71

**2. Parametrii compoziționali.**

- tipul cimentului \_\_\_\_\_
- tipul de aditiv \_\_\_\_\_
- raportul A/C = \_\_\_\_\_
- dozajul minim de ciment  $C_{min} =$  \_\_\_\_\_
- cantitatea de apă de amestecare  $A^1$  \_\_\_\_\_
- granula maximă a agregatului \_\_\_\_\_ mm
- granulozitatea agregatului \_\_\_\_\_

| Limita | Trecut prin ciur [%] |        |        |         |         |
|--------|----------------------|--------|--------|---------|---------|
|        | 0-3,15               | 3,15-7 | 7,1-16 | 16-31,5 | 31,5-71 |
| Maximă |                      |        |        |         |         |
| Minimă |                      |        |        |         |         |
| Media  |                      |        |        |         |         |

**3. Calculul cantității de ciment.**

$$C^1 = \frac{A^1}{A/C} = \quad = \quad \text{kg/m}^3$$

**4. Calculul cantității de agregat în stare uscată.**

$$A_g^1 = \rho_{ag} (1000 - \frac{C^1}{\rho_c} - A^1 - P) = \quad = \quad \text{kg/m}^3$$

- $\rho_c =$  \_\_\_\_\_  $\text{kg/m}^3$
- $\rho_{ag} =$  \_\_\_\_\_  $\text{kg/m}^3$
- $P =$  \_\_\_\_\_  $\text{dm}^3/\text{m}^3$

**5. Calculul densității aparente a betonului proaspăt.**

$$\rho_b^1 = A^1 + C^1 + A_g^1 = \quad = \quad \text{kg/m}^3$$

**6. Stabilirea proporțiilor sorturilor de agregat.**

| Sort (mm)             | 0-3,15 | 3,15-7 | 7,1-16 | 16-31,5 | 31,5-71 |
|-----------------------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Proporția %           |        |        |        |         |         |
| Dozaj $\text{kg/m}^3$ |        |        |        |         |         |

**7. Stabilirea compoziției de bază.**

Dozajul pentru 0,03 m<sup>3</sup>

| Materialul    | Dozaj calculat   |                     |
|---------------|------------------|---------------------|
|               | 1 m <sup>3</sup> | 0,03 m <sup>3</sup> |
| Ciment        |                  |                     |
| Apă           |                  |                     |
| Agregat 0-3   |                  |                     |
| Agregat 3-7   |                  |                     |
| Agregat 7-16  |                  |                     |
| Agregat 16-31 |                  |                     |
| Agregat 31-71 |                  |                     |

Parametrii compoziționali necesari pentru obținerea consistenței cerute

$$A = \text{_____} \text{ l}/0.03 \text{ m}^3 = \text{_____} \text{ l}/\text{m}^3$$

$$\rho_b = \text{_____} \text{ kg}/\text{m}^3$$

Recalcularea cantității de agregat

$$A_g = \frac{(\rho'_b - \rho_b)}{2} - A - C = \text{_____} \text{ kg}/\text{m}^3$$

**8. Compozițiile amestecurilor pentru verificarea rezistențelor.**

| Materialul    | Dozaj de bază   |                     | Dozaj suplimentar |                     | Dozaj redus     |                     |
|---------------|-----------------|---------------------|-------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
|               | 1m <sup>3</sup> | 0,03 m <sup>3</sup> | 1m <sup>3</sup>   | 0,03 m <sup>3</sup> | 1m <sup>3</sup> | 0,03 m <sup>3</sup> |
| Ciment        |                 |                     |                   |                     |                 |                     |
| Apă           |                 |                     |                   |                     |                 |                     |
| Agregat 0-3   |                 |                     |                   |                     |                 |                     |
| Agregat 3-7   |                 |                     |                   |                     |                 |                     |
| Agregat 7-16  |                 |                     |                   |                     |                 |                     |
| Agregat 16-31 |                 |                     |                   |                     |                 |                     |
| Agregat 31-71 |                 |                     |                   |                     |                 |                     |

**9. Rezistențele obținute la 7 zile.**

| Dozajul  | Rezistența la compresiune la 7 zile N/mm <sup>2</sup> |
|----------|---|
| Calculat |   |
| Majorat  |   |
| Redus    |   |



**10. Definitivarea rețetei.**

| Dozajul  | Rezistența la compresiune la 28 zile N/mm <sup>2</sup> |
|----------|--|
| Calculat |  |
| Majorat  |  |
| Redus    |  |

**11. Se adoptă compoziția \_\_\_\_\_**

---

## LUCRAREA NR.11

### MORTARE CU LIANTI MINERALI

---

*consistența, tendința de segregare, capacitatea de reținere a apei*

Mortarele cu lianți minerali sunt corpuri solide formate prin transformările ce au loc în amestecurile omogene alcătuite din lianți, apă și nisip (în unele cazuri și adaosuri de îmbunătățire a unor calități).

Pentru a putea fi puse în operă, mortarele prezintă un timp limitat o stare plastică, ce influențează esențial calitățile mortarelor întărite. Mortarele plastice se numesc **proaspete**, iar cele ce se prezintă în stare solidă, cu rezistențe mecanice maxime se numesc **mortare întărite**.

#### 11.1. Consistența mortarelor proaspete.

*Calitatea unui mortar de a avea o plasticitate mai mare sau mai mică se apreciază prin **consistență**.*

Pentru fiecare domeniu de utilizare a mortarelor se impune valoarea consistenței (anexa 10).

##### 11.1a. Aparatură și materiale

Con etalon (fig. 3.3a); vas tronconic (fig. 3.3b); vergea metalică  $\phi = (10...12)$  mm; mortar proaspăt; rigla metalică.

##### 11.1b. Modul de determinare a valorilor experimentale.

- Mortarul de încercat se omogenizează prin amestecare circa 3 minute și se introduce în vasul tronconic; se compactează prin împingere de 25 de ori cu vergeaua metalică și prin lovirea de 5 ori a fundului vasului de masă. Suprafața mortarului se netezește.

- Conul etalon, umezit în prealabil, se așează în poziție verticală în mijlocul suprafeței mortarului, ținându-se ușor cu mâna astfel încât vârful să atingă suprafața. Din această poziție se lasă conul să pătrundă în mortar prin greutate proprie. Se citește pe generatoare, adâncimea (în centimetri) de pătrundere în mortar a conului etalon.

- Determinarea se efectuează de trei ori, reamestecându-se în prealabil proba timp de 30 de secunde în vasul de confecționare după care mortarul se introduce în vasul tronconic. Conul etalon se spală după fiecare utilizare.

### 11.2c. Calculul și interpretarea rezultatelor.

Consistența se exprimă în centimetri considerându-se media aritmetică a trei valori determinate experimental și se compară cu valorile impuse mortarului în funcție de domeniul de utilizare.

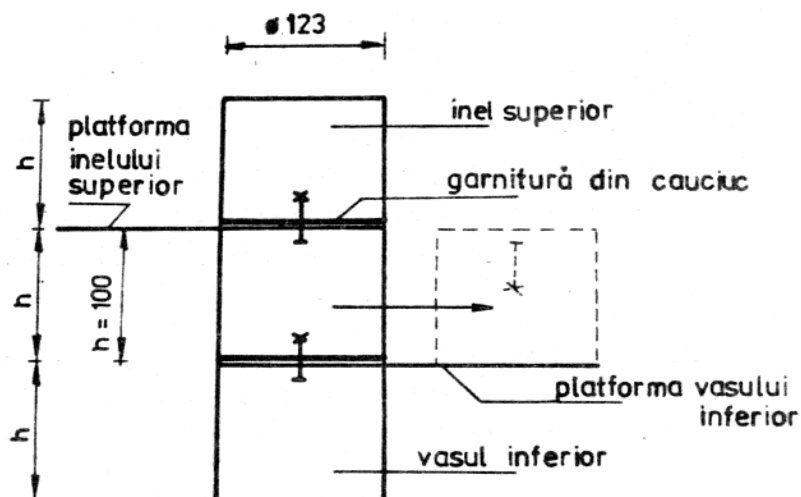
### 11.2. Tendința de segregare.

*Segregarea sau separarea materialelor componente în mortarul proaspăt se datorește prezenței în amestec a mai multor materiale cu densitate aparentă diferită și a unor granule de greutate diferite.*

Tendința de segregare se stabilește pe baza modificării consistenței mortarului pe înălțime după un timp de repaus sub influența unor șocuri și se exprimă prin coeficientul de segregare.

### 11.2a. Aparatură și materiale

Vas cilindric din metal format din trei inele ce se pot asambla etanș și prevăzut cu



două mase de separare (fig. 11.1); masă vibrantă; cronometru; con etalon pentru determinarea consistenței; vergea metalică  $\phi = (10...12)$  mm; riglă metalică; placă de sticlă; placă din cauciuc; vas de amestecare pentru mortar; mistrie.

Fig.11.1. Vas cilindric pentru determinarea segregării



Tendința de segregare se stabilește prin diferența dintre volumul dislocat de conul etalon în mortarul din treimea superioară și respectiv din treimea inferioară și se exprimă prin coeficientul de segregare calculat prin relația:

$$S = \frac{\pi}{48} \cdot (C_s^3 - C_i^3) \quad [\text{cm}^3] \quad (11.1)$$

în care: S - coeficientul de segregare, în  $\text{cm}^3$ ;  
 $C_s$  - consistența mortarului din stratul superior, în cm;  
 $C_i$  - consistența mortarului din stratul inferior, în cm;

Rezultatul obținut se compară cu limitele prevăzute în normele tehnice (anexa 11).

### 12.3. Capacitatea de reținere a apei.

În mortarele de ciment este foarte important ca apa să rămână în mortar un timp suficient, după punerea în operă, pentru a se produce reacțiile chimice ce asigură priza și întărirea liantului.

Capacitatea de reținere a apei de către mortarele proaspete se exprimă prin **indicele de reținere a apei** și se poate determina prin următoarele metode:

- **prin vacuumare**, în care caz capacitatea de reținere a apei se exprimă prin raportul dintre consistența mortarului după operația de vacuumare și consistența inițială a acestuia;
- **prin intermediul unui strat absorbant**, în care caz capacitatea de reținere a apei se exprimă în funcție de procentul de apă cedat stratului absorbant.

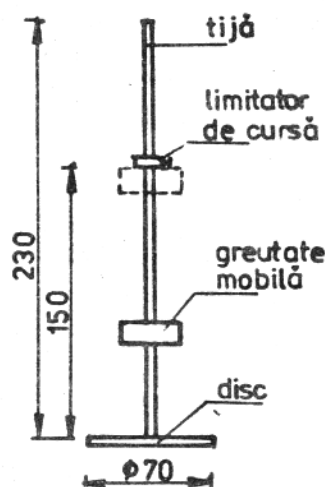
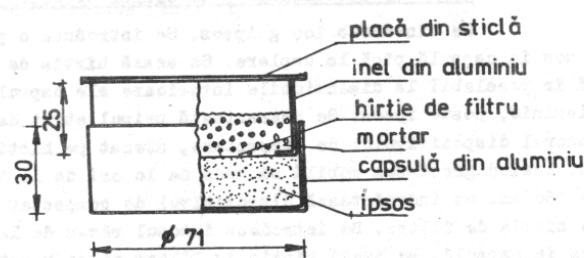


Fig.11.2. Aparatul pentru determinarea capacității de reținere a apei

### 11.3.a. Aparatură și materiale

Capsulă și inel din aluminiu; dispozitiv de compactare a ipsosului (fig. 11.2) format dintr-un disc de alamă și o tijă de alamă

pe care culisează un limitator de cursă astfel încât greutatea mobilă să poată cădea de la 150 mm; balanță tehnică de 0,500 kg; hârtie de filtru; placă din sticlă; ipsos de construcții calitatea I; mortar de încercat.

### 11.3.b. Desfășurarea lucrării

- Se cântăresc 100 g ipsos. Se introduce o parte din ipsos în capsulă până la umplere. Se așează hârtia de filtru tăiată în prealabil la dimensiunile interioare ale capsulei de aluminiu, peste ipsos. Se compactează primul strat de ipsos cu ajutorul dispozitivului de compactare, așezat pe hârtia de filtru, lăsând greutatea mobilă să cadă de 10 ori de la înălțimea de 150 mm. Se introduce ipsosul rămas de la prima turnare în capsulă, se așează filtrul și se repetă operația de compactare.

- Se cântărește cu o precizie de 0,2 g inelul din aluminiu ( $m_1$ ) și se introduce în capsulă peste hârtia de filtru. Capsula, împreună cu inelul se așează pe o balanță și se echilibrează; pe platanul cu greutate se așează o greutate de 100 g.

- Mortarul de încercat, amestecat timp de 30 de secunde se introduce în inelul de aluminiu până se echilibrează balanța. Se va avea grijă ca mortarul să se repartizeze într-un strat uniform.

- Capsula cu inel se acoperă cu o placă de sticlă și se lasă timp de o oră. După acest interval de timp se extrage din capsulă inelul împreună cu hârtia de filtru care a aderat la mortar și se cântărește cu o precizie de 0,2 g ( $m_2$ ).

### 11.3.c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor

Se fac cel puțin două determinări, iar rezultatele se trec în tabelul 11.2 și se calculează media aritmetică:

Tabelul 11.2

| Proba nr. | $m_1$ | $m_m$ | $m_2$ | $R_a^a = \left( 1 - \frac{(m_1 + m_m) - m_2}{m_m} \right) \times 100$<br>(%) |
|-----------|-------|-------|-------|--|
| 1         |       |       |       |  |
| 2         |       |       |       |  |
| Media     |       |       |       |  |

Indicele de reținere a apei pe strat absorbant ( $R_a^a$ ) se stabilește cu relația:

$$R_a^a = \left( 1 - \frac{(m_1 + m_m) - m_2}{m_m} \right) \times 100 \quad [\%] \quad (11.2)$$

în care:

$m_1$  - masa inelului gol, în g;

$m_m$  - masa mortarului introdus în inel, în g;

$m_2$  - masa inelului + masa mortarului după pierderea apei + masa hârtiei de filtru, în g.

Valoarea indicelui de reținere a apei, ca medie a trei determinări se compară cu limitele prevăzute în normele tehnice.

### Anexa 11

#### Consistențe impuse pentru mortare

| Tipul mortarului                                       | Consistența (cm) |
|--|------------------|
| <b>Mortare pentru zidării</b>                          |                  |
| • zidării din cărămizi pline și blocuri din beton ușor | 8...13           |
| • zidării din cărămizi cu goluri sau bocuri ceramice   | 7...8            |
| • zidării din piatră sau beton greu                    | 4...7            |
| • zidării din B.C.A.                                   | 11...12          |
| <b>Mortare pentru tencuieli</b>                        |                  |
| • aplicate pe zidării din B.C.A.:                      | 12...13          |
| • la stratul de șprîț;                                 | 9...11           |
| • la stratul de grund;                                 | 13...14          |
| • la stratul vizibil.                                  |                  |
| • aplicate pe zidării din alte materiale:              | 11...13          |
| • la stratul de șprîț;                                 | 8...9            |
| • la stratul de grund;                                 | 12...14          |
| • la stratul vizibil.                                  | 10...12          |
| • pentru tencuieli aplicate mecanic.                   |                  |

#### Tendința de segregare

| Mortare pentru | Coefficient de segregare (cm <sup>3</sup> ) |
|----------------|---|
| • zidării      | 50  |
| • tencuieli    | 40  |

#### Densitatea aparentă a mortarelor proaspete

1950...2200 kg / m<sup>3</sup>

# LUCRAREA NR. 12

## LIANTI ORGANICI - BITUMUL

*penetrația, punctul de înmuiere (I.B.), ductilitatea*

Bitumul este un liant organic cu structura coloidală tixotropică, ceea ce îi conferă comportament vâsco-plastic, mult influențat de temperatură.

Întrucât bitumul nu reacționează chimic cu majoritatea substanțelor chimice, principalele caracteristici calitative sunt cele referitoare la consistență și plasticitate.

Probele pentru încercări se pregătesc prin încălzirea lentă a bitumului, pe baie de nisip, la o temperatură cu  $(75...100)^{\circ}\text{C}$  este punctul său de înmuiere presupus, amestecându-se continuu, cu termometrul sau cu bagheta de sticlă, avînd grijă să nu se introducă aer în structură. Apoi bitumul topit se toarnă în recipientele necesare pentru executarea încercărilor, unde se lasă să se răcească lent, la temperatura camerei, fiind ferite de curenți de aer și de praf.

### 12.1. Penetrația

Penetrația exprimă consistența bitumului prin adâncimea la care un ac, în anumite condiții de încărcare și temperatură, pătrunde în probă.

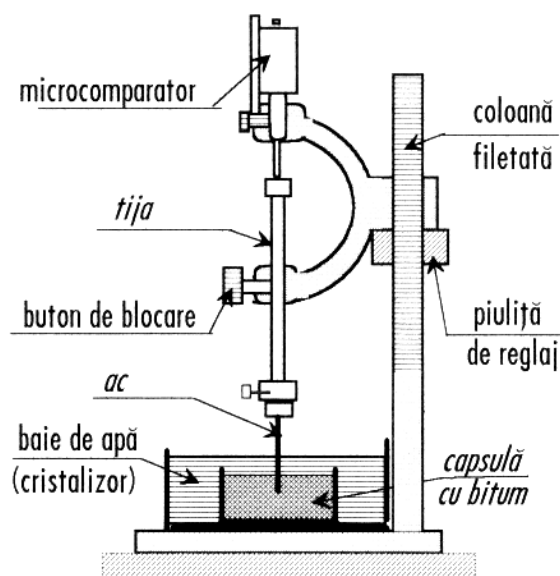


Fig.12.1 Penetrometrul Richardson

#### 12.1.a. Aparatură și materiale

Proba de bitum; termometru; penetrometru Richardson; cronometru; apă caldă.

Proba este constituită dintr-o capsulă cu bitum, menținută în baie de apă (într-un cristalizor), timp de minimum 1 oră, la  $(25\pm 0,5)^{\circ}\text{C}$ . Apa în baie trebuie să depășească înălțimea capsulei cu cel puțin 2 cm.



Penetrometrul Richardson, folosit pentru determinare (fig.12.1) este compus dintr-o tijă culisantă care fixează acul, masa sistemului tijă-ac fiind de 100 g.

### 12.1.b. Efectuarea determinării

- ☞ Cristalizorul, cu capsula de bitum se așează pe batiul aparatului și, acționînd piulița de reglaj se coboară ansamblul purtător al acului, până când aceasta atinge suprafața bitumului din capsulă:
- ☞ Se apasă ușor tija microcomparatorului când aceasta atinge capătul superior al tijei aparatului și se citește indicația ( $C_1$ ), ca citire “zero”.
- ☞ Se apasă, simultan, un cronometru și butonul de blocaj al aparatului, pentru a elibera tija, menținîndu-se astfel timp de 5 secunde, după care butonul de blocaj se eliberează,
- ☞ Se apasă ușor tija microcomparatorului până când aceasta atinge capătul superior al tijei aparatului și se citește indicația ( $C_2$ ).

Diferența între cele două citiri ( $C_1-C_2$ ), exprimată în zecimi de milimetru, reprezintă penetrația.

Fiecare penetrare se execută la distanța de cel puțin 1 cm față de marginea capsulei și de celelalte penetrări. De asemenea, înaintea executării fiecărei penetrări, acul trebuie șters cu o cârpă înmuiată în benzină sau white-spirit.

Rezultatele se înscriu în tabelul 12.1.

Tabelul 12.1. Penetrația bitumului.

| Încercarea | I | II | III | IV | V | Media |
|------------|---|----|-----|----|---|-------|
| Penetrația |   |    |     |    |   |       |

### 12.2. Punctul de înmuiere (I.B.)

Punctul de înmuiere (I.B.) reprezintă temperatura la care o probă de bitum, aflată într-un inel și încărcată cu o bilă, suferă o deformație vâsco-plastică normată.

#### 12.2.a. Aparatură și materiale

Probe de bitum; aparat “inel-bilă”; pahar Berzelius; gheață; sursă de încălzire; cronometru.

Aparatul “inel-bilă” (fig.12.2) este compus dintr-un cadru metalic, avînd două plăci situate la o distanță ( $H_n$ ) precis cunoscută. Placa superioară este prevăzută cu lăcașuri (găuri) deasupra cărora urmează a se așeza inelele.

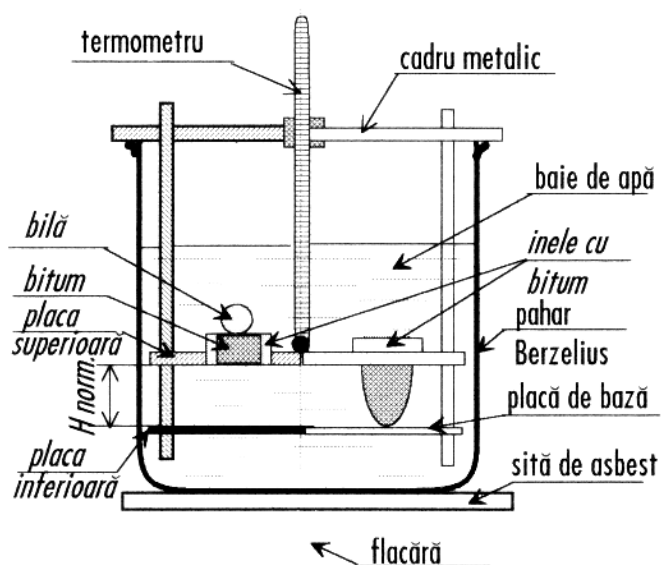


Fig.12.2 Aparat "inel-bilă"

Probele se realizează prin turnarea bitumului în inelele așezate pe o placă de sticlă, unsă ușor cu un amestec din glicerină și pudră de talc și se lasă să se răcească la temperatura camerei, cel puțin 30 de minute.

### 12.2.b. Efectuarea determinării

Se îndepărtează excesul de bitum din inele, prin tăiere cu un cuțit încălzit, după care inelele se

desprind de placa de sticlă și se așează în lăcașurile plăcii superioare a aparatului.

Imediat, aparatul, cu inelele montate, ca și bilele sunt introduse în paharul Berzelius, în care este pregătită o baie de apă și gheață, pentru a obține temperatura de  $+(5\pm 1)^{\circ}\text{C}$ , în care aparatul se menține o durată de 15 minute. Nivelul apei trebuie să fie la minimum 5 cm deasupra nivelului superior al inelelor.

Într-o durată de timp cât mai scurtă, se scoate aparatul din baia de apă, se elimină gheața rămasă, se așează bilele, centrat, pe probele de bitum din inele și se reintroduce aparatul în baia de apă din paharul Berzelius.

Paharul se așează pe un trepied prevăzut cu sită de azbest, și se încălzește cu ajutorul unui bec de gaz, a cărui flacăra se reglează astfel încât viteza de creștere a temperaturii băii să fie de  $(5\pm 0,5)^{\circ}\text{C}/\text{minut}$ . Dacă până la temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ , nu s-a reușit să se regleze viteza normată de creștere a temperaturii, încercarea se consideră ratată.

Când fiecare probă de bitum, determinându-se vâsco-plastic, atinge placa inferioară a aparatului, se citește temperatura indicată de termometru.

Rezultatele se înscriu în tabelul 12.2.

Tabelul 12.2. Punctul de înmuiere al bitumului

| Proba                              | I | II | III | Media |
|------------------------------------|---|----|-----|-------|
| Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) |   |    |     |       |

Media valorilor temperaturilor, dacă nu diferă cu mai mult de 1°C între ele, reprezintă punctul de înmuiere al bitumului.

### 12.3. Ductilitatea

Ductilitatea reprezintă lungimea firului ce se poate obține prin întinderea unei probe de bitum, la o anumită temperatură.

#### 12.3.a. Aparatură și materiale

probe de bitum; dictilometru Dow; termometru; cronometru; apă caldă.

Proba se realizează prin turnarea bitumului într-o matriță (fig.12.3), constituită dintr-o placă de bază (metalică) pe care se assemblează piesele componente ale matriței. După turnare, proba este lăsată 30 de minute să se răcească în aer la temperatura camerei.

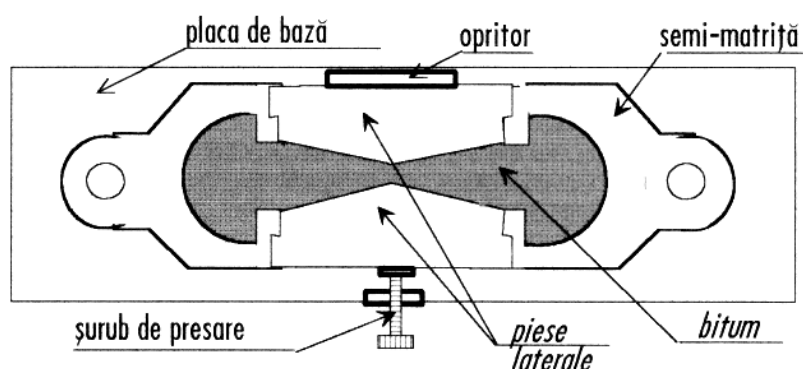


Fig. 12.3 Matrița pentru realizarea probelor la ductilitate

Ductilometrul Dow (fig.12.4) este alcătuit dintr-o cuvă și două plăci prevăzute cu

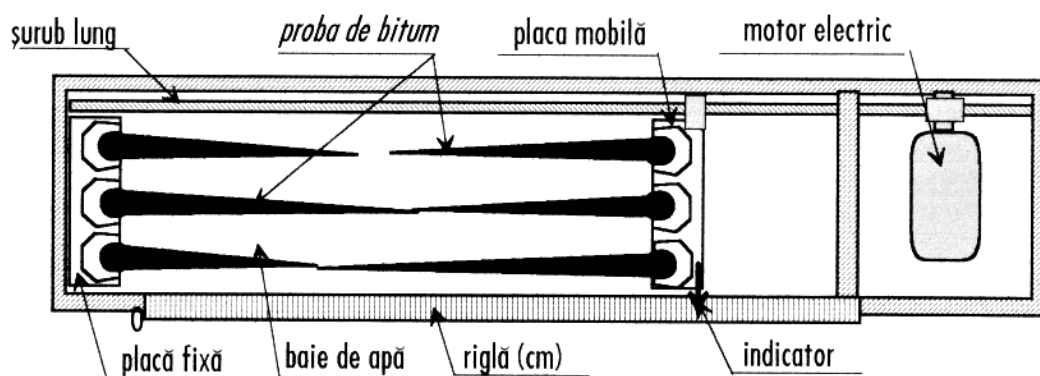


Fig.12.4 Ductilometrul Dow

ploturi de fixare a matrițelor. Una dintre plăci este fixă, iar cealaltă este mobilă fiind antrenată mecanic de un șurub lung, cu viteza de deplasare de 5 cm/minut. Distanța minimă între plăci se citește pe o riglă atașată, în dreptul reperului atașat pe placa mobilă.

### 12.3.b. Efectuarea determinării

În cuva ductilometrului se pregătește baia de apă, la temperatura de încercare ( $0^{\circ}\text{C}$ ;  $5^{\circ}\text{C}$ ;  $15^{\circ}\text{C}$ ;  $25^{\circ}\text{C}$ ). Nivelul apei trebuie să fie cu minimum 45 mm deasupra plăcilor. Densitatea apei, trebuie să fie egală cu cea a bitumului, aceasta putând fi realizată prin adăugare de alcool (pentru reducerea densității) respectiv de glicerină sau clorură de calciu (pentru mărirea densității).

Se elimină excesul de bitum, prin tăiere cu un cuțit încălzit, și matrița se introduce în baia de apă, unde se menține o durată de minimum 1,5 ore.

Menținând matrița sub apă, proba se decofrează, prin slăbirea șurubului de presare, desprinderea matriței de pe placa de bază și îndepărtarea pieselor laterale ale acesteia (fig.12.3), și se montează pe plăcile ductilometrului cu golurile semi-matriței în ploturile plăcilor ductilometrului.

Se atașează rigla, cu diviziunea "0" în dreptul reperului plăcii mobile, și se pornește motorul electric de acționare, urmărindu-se lungimea la care firul de bitum se rupe.

Rezultatele se înscriu în tabelul 12.3.

Tabelul 12.3. Ductilitatea bitumului

| Proba         | I | II | III | Media |
|---------------|---|----|-----|-------|
| Lungimea (cm) |   |    |     |       |

## LUCRAREA NR.13

### LEMNUL PENTRU CONSTRUCTII

*determinarea umidității, determinarea densității aparente, contragerea și umflarea, rezistențe mecanice*

**Lemnul** este un material predominant organic cu structură fibroasă orientată, care îi conferă caracter anizotrop variabil, cu un conținut de apă legată chimic, fizic sau liberă.

Funcție de particularitățile structurale și fizico-mecanice se deosebesc două categorii de lemn:

- a) lemn de esență tare (stejar, fag, frasin, salcâm)
- b) lemn de esență moale (brad, molid, tei, plop, salcie)

#### 13.1. Determinarea umidității.

*Umiditatea reprezintă cantitatea relativă de apă conținută de un material la un moment dat.*

##### 13.1.a. Aparatură și materiale :

Balanță, șubler, etuvă, cel puțin trei epruvete cu dimensiuni minime de 20 mm.

##### 13.1.b. Efectuarea determinării

După confecționare epruvetele se cântăresc cu precizie de cel puțin 0,2% ( $m_{um}$ ).

După cântărire epruvetele se usucă într-o etuvă la temperatura de  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  până la masă constantă (diferența dintre două cântăriri succesive este mai mică de 0,4 %).

Prima cântărire se face la 6 ore pentru lemnul moale și la 2 ore pentru esența tare, iar următoarele se fac din 2 în 2 ore. După uscare și răcire epruvetele se cântăresc din nou ( $m_u$ ).

##### 13.1.c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor

Umiditatea lemnului se exprimă în două moduri:

a) umiditatea absolută 
$$U_a = \frac{m_{um} - m_u}{m_u} \cdot 100 \quad (\%) \quad (13.1)$$

b) umiditatea relativă 
$$U_r = \frac{m_{um} - m_u}{m_{um}} \cdot 100 \quad (\%) \quad (13.2)$$

În care:

$m_{um}$  = masa epruvetei în stare umedă [grame];

$m_u$  = masa epruvetei în stare uscată [grame].

Rezultatul se consideră media aritmetică a trei determinări și se exprimă în procente cu precizia de o zecimală. Se completează tabelul 13.1.

Tabelul 13.1.

| Esență          | Nr. epruv. | $m_{um}$ [g] | $m_u$ [g] | $U_a = \frac{m_{um} - m_u}{m_u} \cdot 100$ (%) | $U_r = \frac{m_{um} - m_u}{m_{um}} \cdot 100$ (%) |
|-----------------|------------|--------------|-----------|--|---|
| Esență<br>moale | 1          |              |           |  |   |
|                 | 2          |              |           |  |   |
|                 | 3          |              |           |  |   |
|                 | Media      |              |           |  |   |
| Esență<br>tare  | 1          |              |           |  |   |
|                 | 2          |              |           |  |   |
|                 | 3          |              |           |  |   |
|                 | Media      |              |           |  |   |

### 13.2. Determinarea densității aparente

*Densitatea aparentă reprezintă masa unui metru cub de lemn în stare naturală sau uscată.*

#### 13.2.a. Aparatură și materiale:

Balanță ( $p = 0,01g$ ), șubler, etuvă, epruvete.

#### 13.2.b. Efectuarea determinării

Proba pentru determinarea densității este formată din 3 epruvete cubice cu latura de  $30 \pm 0,5$  mm (din material sănătos, fără defecte, tăiate cu un fierăstrău cu tăiere fină) fig. 13.1

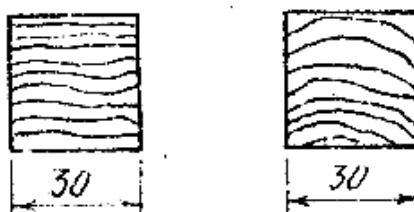


Fig.13.1. Epruvete pentru determinarea densității aparente

Se cântărește fiecare epruvetă cu precizia de 0,2 % (g). Se determină volumul epruvetelor ( $V$ ) prin calcul cu o precizie de cel puțin 0,5 %.

Densitatea se poate calcula pentru lemn în stare uscată sau umedă.

### 13.2.c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor

Densitatea aparentă a lemnului ( $\rho_a$ ) se calculează cu relația:

$$\rho_a^u = \frac{m}{V} \cdot 100 \quad [\text{kg/m}^3] \quad (13.3)$$

În care:  $\rho_a^u$  = densitatea aparentă la umiditatea  $U$  % [ $\text{kg/m}^3$ ]

$m$  = masa la umiditatea  $U$  % [g]

$V$  = volumul la umiditatea  $U$  % [ $\text{mm}^3$ ]

unde  $V = a \cdot b \cdot c$  ( $a, b, c$  fiind valorile medii ale tuturor muchiilor)

Se completează tabelul 13.2.

Tabelul 13.2.

| Esență          | Nr. epruv. | U<br>[%] | m<br>[kg] | $a_m$<br>[mm] | $b_m$<br>[mm] | $c_m$<br>[mm] | $V_m$<br>[ $\text{mm}^3$ ] | $\rho_a^u$<br>[ $\text{kg/m}^3$ ] |
|-----------------|------------|----------|-----------|---------------|---------------|---------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Esență<br>moale | 1          |          |           |               |               |               |                            |                                   |
|                 | 2          |          |           |               |               |               |                            |                                   |
|                 | 3          |          |           |               |               |               |                            |                                   |
|                 | Media :    |          |           |               |               |               |                            |                                   |
| Esență<br>tare  | 1          |          |           |               |               |               |                            |                                   |
|                 | 2          |          |           |               |               |               |                            |                                   |
|                 | 3          |          |           |               |               |               |                            |                                   |
|                 | Media :    |          |           |               |               |               |                            |                                   |

### 13.3. Umflarea și contragerea lemnului

Modificarea conținutului de apă legată fizic din lemn este însoțită de modificări de dimensiuni și volum. Prin creșterea cantității de apă legată fizic lemnul se **umflă** iar prin reducerea conținutului de apă legată fizic lemnul se **contrage**.

#### 13.3.a. Aparatură și materiale :

Micrometru cu precizia de măsurare 0,01 mm. balanța cu precizia de măsurare 0,01 g, epruvete prismatice din lemn fără defecte.

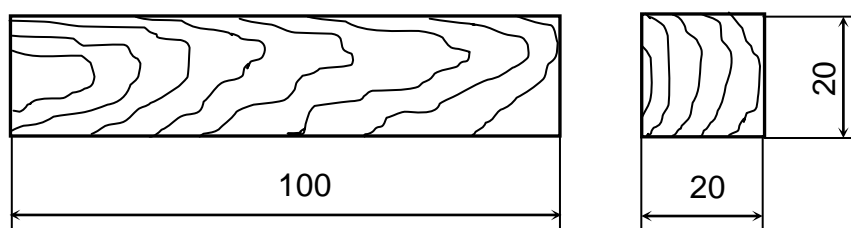


Fig.13.2. Epruvete pentru determinarea variațiilor de volum ale lemnului

#### 13.3.b. Efectuarea determinării

Contragerea și umflarea se pot determina funcție de variația dimensiunilor, orientate după direcțiile structurale principale ale lemnului - longitudinală, radială și tangențială (figura 13.3.), sau se poate calcula funcție de variația volumului lemnului. Determinarea coeficienților de contragere și umflare se face pe epruvete prismatice cu dimensiunile (20 x 20 x 100) mm confecționate din lemn sănătos (fig. 13.3), a căror dimensiuni se măsoară cu o precizie de 0,01 mm pe direcție longitudinală și 0,1 mm pe direcție radială și tangențială.

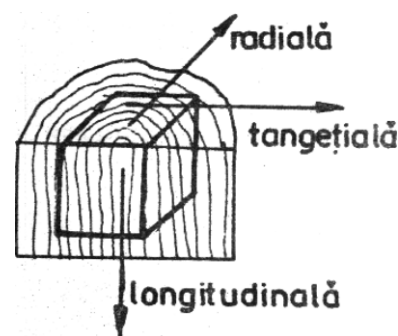


Fig.13.3 Direcții principale față de structura lemnului

**Coeficientul de contragere totală** ( $\gamma$ ) se determină la lemnul verde măsurând dimensiunile epruvetei imediat după confecționare și apoi după uscarea în etuvă până la greutate constantă la temperatura de (100 . . . 105)°C.



**Coeficientul de umflare totală** ( $\beta$ ) a lemnului uscat natural se determină prin măsurarea dimensiunilor epruvetei uscată în etuvă la  $(100 \dots 105)^\circ\text{C}$ , după care se introduce în apă până la atingerea umidității de minim 30% (umiditate de saturație a fibrei). Apoi epruvetele se scot din apă, se șterg și se măsoară dimensiunile.

### 13.3.c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor

Pentru contragerea totală se calculează următorii coeficienți:

- \* coeficient de contracție longitudinală
- \* coeficient de contracție radială
- \* coeficient de contracție tangențială
- \* coeficient de contracție volumică

cu relațiile :

$$\gamma = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (12.4; 13.5)$$

$$\gamma_v = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max}} \cdot 100 \quad [\%]$$

în care :

$L_{\max}$  = una din dimensiunile inițiale la umiditatea  $U_{\max} < U_{sf}$

$V_{\max}$  = volumul inițial la umiditatea  $U_{\max} < U_{sf}$

$L_{\min}$  = aceeași dimensiune după contracție la umiditatea  $U_{\min} = 0\%$

$V_{\min}$  = volumul după contracție la umiditatea  $U_{\min} = 0\%$

Pentru umflarea totală se calculează următorii coeficienți:

- \* coeficient de umflare longitudinală
- \* coeficient de umflare radială
- \* coeficient de umflare tangențială
- \* coeficient de umflare volumică

cu relațiile :

$$\beta = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\min}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (13.6; 13.7)$$

$$\beta_v = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\min}} \cdot 100 \quad [\%]$$

în care :

$L_{\min}$  = una din dimensiunile inițiale la umiditatea  $U_{\min} = 0\%$

$V_{\min}$  = volumul inițial la umiditatea  $U_{\min} = 0\%$

$L_{\max}$  = aceeași dimensiune după umflare la umiditatea  $U_{\max} > U_{sf}$

$V_{\max}$  = volumul epruvetei după umflare la umiditatea  $U_{\max} > U_{sf}$

Valorile experimentale se înregistrează în tabelul 13.3:

Tabelul 13.3.

| Esență<br>lemn  | $L_{\min}$<br>[mm] | $L_{\max}$<br>[mm] | $l_{\min}$<br>[mm] | $l_{\max}$<br>[mm] | $h_{\min}$<br>[mm] | $h_{\max}$<br>[mm] | $V_{\min}$<br>[mm <sup>3</sup> ] | $V_{\max}$<br>[mm <sup>3</sup> ] | $\gamma$ [%] | $\gamma_V$ [%] | $\beta$ [%] | $\beta_V$ [%] |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------|----------------|-------------|---------------|
| esență<br>moale |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                                  |                                  |              |                |             |               |
|                 |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                                  |                                  |              |                |             |               |
|                 |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                                  |                                  |              |                |             |               |
| esență<br>tare  |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                                  |                                  |              |                |             |               |
|                 |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                                  |                                  |              |                |             |               |
|                 |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                                  |                                  |              |                |             |               |

### Proprietățile mecanice ale lemnului.

Proprietățile mecanice ale lemnului sunt influențate de structură, esență, defecte, umiditate și de direcția de orientare a fibrelor în raport cu direcția de exercitare a solicitării (direcția de încercare)

Din aceste motive pentru asigurarea omogenității epruvetelor și obținerii de rezultate comparabile, încercările se efectuează pe epruvete de dimensiuni mici, fără defecte cu umiditatea relativă  $U_r = 15\%$ .

#### 13.4. Rezistența la compresiune

În funcție de direcția de acțiune a forțelor în raport cu fibrele lemnului solicitate la compresiune poate avea loc paralel cu fibrele sau perpendicular pe fibre.

##### 13.4.1. Rezistența la compresiune paralelă cu fibrele

Este o caracteristică importantă pentru piesele de lemn de lungimi mici și mijlocii (lemn de mână, piloți de poduri, schele)

##### 13.4.1.a. Aparatură și materiale

Șubler de 20 cm cu precizia de 0,1 mm, presă hidraulică (trebuie să asigure așezarea epruvetelor cu axa longitudinală pe axa forței), epruvete din lemn prismatice cu  $l = (20 \pm 0,1)$  mm și  $L = (60 \pm 1)$  mm, inelele să fie pe cât posibil tangente la una din laturile secțiunii iar fibrele paralele cu axa longitudinală (fig.13.4).

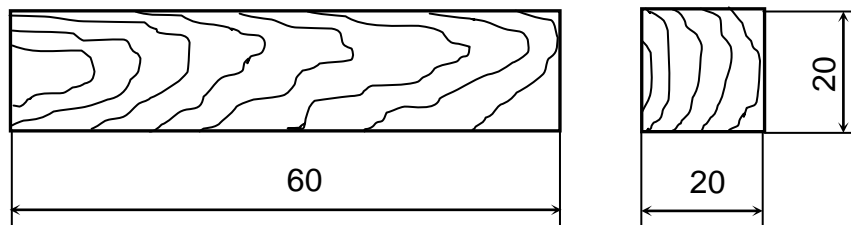


Fig.13.4. Epruvete pentru determinarea rezistențelor mecanice

#### 13.4.1.b. Efectuarea determinării

Se măsoară secțiunea din treimea mijlocie a epruvetei, se așează epruveta între platanele preseii încât axa longitudinală să coincidă cu axa preseii. Se încarcă uniform până la ruperea epruvetei.

#### 13.4.1.c. Înregistrarea rezultatelor și interpretarea lor.

Rezistența la compresiune paralelă cu fibra se calculează cu relația:

$$\sigma_{\text{cpar}} = \frac{P}{A} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (13.8)$$

unde:

$P$  = sarcina de rupere [N];

$A$  = secțiunea transversală [ $\text{mm}^2$ ]

Rezultatul este media a cel puțin 3 determinări.

#### 13.4.2. Rezistența la compresiune perpendiculară pe fibre.

Efectul acestei solicitări constă în strivirea mecanică a elementelor anatomice ale lemnului și se produce în practică la traversele de cale ferată, la îmbinări ale construcțiilor.

#### 13.4.2.a. Aparatură și materiale

Șubler de 20 cm cu precizie de măsurare de 0,1 mm ; presă hidraulică (care asigură așezarea epruvetei cu axa longitudinală pe axa de acțiune a forței) ; epruvete prismatice cu  $l = (20 \pm 1)$  mm și  $L = (60 \pm 1)$  mm din lemn fără defecte, cu inelele tangente la laturile secțiunii; piesă metalică prin intermediul căreia se transmite forța asupra epruvetei (fig. 13.5).

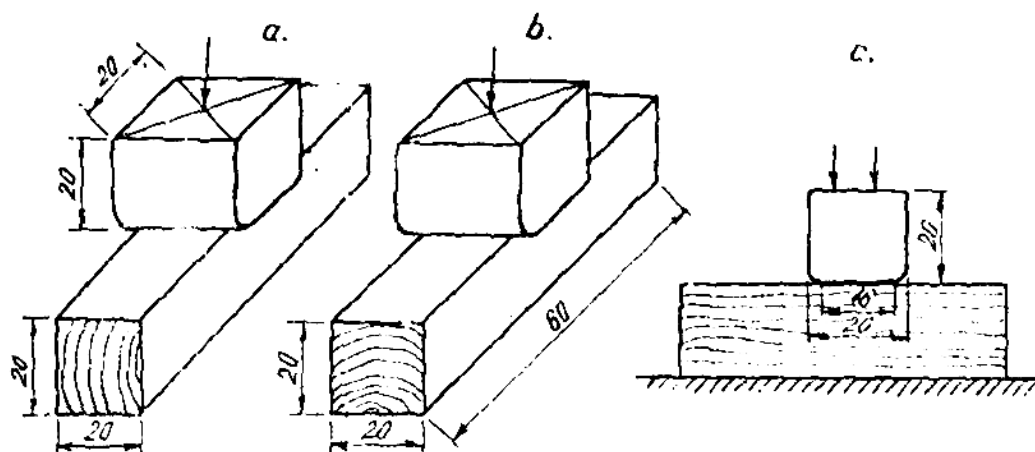


Fig.13.5. Piese metalice pentru determinarea rezistenței la compresiune perpendiculară pe fibre

#### 13.4.2.b. Efectuarea determinării

Se măsoară secțiunea în treimea mijlocie a epruvetei, după care epruveta se așează între platanele preseii cu axa principală în una din axele preseii, iar piesa metalică de transmitere a forței perpendiculară pe această direcție. Se încarcă uniform până la ruperea epruvetei.

#### 13.4.2.c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor

Rezistența la compresiune perpendiculară pe fibră se calculează cu relația :

$$\sigma_{\text{cperpendicular}} = \frac{P_{\text{max}}}{A} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (13.9)$$

unde:

$P_{\text{max}}$  = forța de rupere la compresiune [N];

$A$  = suprafața secțiunii transversale [ $\text{mm}^2$ ]

| Esențe    | Nr. det. | Caract. secț. de rupere |        |                      | $\sigma_{c\ par} = \frac{P_{max}}{A}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Caract. secț. de rupere |        |                      | $\sigma_{c\ pp} = \frac{P_{max}}{A}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|-----------|----------|-------------------------|--------|----------------------|---|-------------------------|--------|----------------------|--|
|           |          | b [mm]                  | h [mm] | A [mm <sup>2</sup> ] |   | b [mm]                  | h [mm] | A [mm <sup>2</sup> ] |  |
| Es. moale | 1        |                         |        |                      |   |                         |        |                      |  |
|           | 2        |                         |        |                      |   |                         |        |                      |  |
|           | 3        |                         |        |                      |   |                         |        |                      |  |
|           |          |                         |        |                      |   |                         |        |                      |  |
| Es. tare  | 1        |                         |        |                      |   |                         |        |                      |  |
|           | 2        |                         |        |                      |   |                         |        |                      |  |
|           | 3        |                         |        |                      |   |                         |        |                      |  |
|           |          |                         |        |                      |   |                         |        |                      |  |

Valorile experimentale se înregistrează în tabelul 13.4, de mai sus, ca medie a cel puțin trei determinări.

**13.4.3. Rezistența la întindere paralelă cu fibrele**

Solicitarea la întindere paralelă cu fibrele constă în supunerea unei piese din lemn la acțiunea forțelor cu direcție contrară, ce tind să alungească materialul.

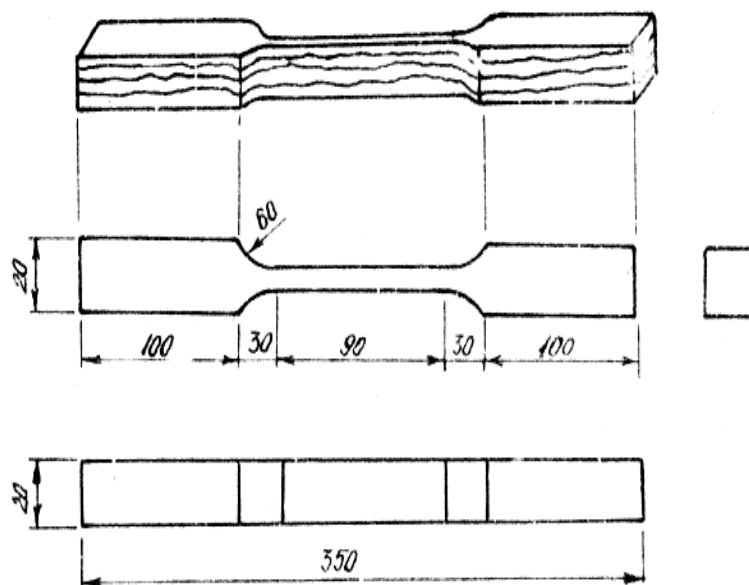


Fig.13.6. Epruvete din lemn pentru determinarea rezistenței la întindere

**13.4.3.a. Aparatură și materiale**

Șubler de 20 cm cu precizia de 0,1 mm ; presă hidraulică (ce permite prinderea epruvetei cu axa longitudinală în axa de acțiune a forței și să asigure creșterea forței uniforme cu 1500daN/min.) ; epruvete din lemn fără defecte (fig.13.6.) cu fețele plane și perpendiculare între ele și fibrele paralele cu axa longitudinală a epruvetei.

**13.4.3.b. Efectuarea determinării**

Se măsoară secțiunea în treimea mijlocie a epruvetei, după care se prinde între bacurile preseii cu axa longitudinală pe direcția de solicitare. Se efectuează încărcarea uniformă până la ruperea epruvetei. Când ruperea se face în afara treimii mijlocie a epruvetei rezultatul nu se ia în considerare.

### 13.4.3.c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor

Rezistența la întindere paralelă cu fibra se calculează cu relația:

$$R_t = \frac{P_{\max}}{A} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (13.10)$$

unde:

$P_{\max}$  = sarcina de rupere a epruvetei [N] ;

A = aria secțiunii transversale [mm<sup>2</sup>] ;

Rezultatul este media a trei determinări, ce se înregistrează în tabelul 13.5:

Tabelul 13.5

| Esențe          | Nr. det. | Caract. secț. de rupere |        |                      | $P_{\max}$<br>[N] | $R_t = \frac{P_{\max}}{A}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|-----------------|----------|-------------------------|--------|----------------------|-------------------|--|
|                 |          | B [mm]                  | h [mm] | A [mm <sup>2</sup> ] |                   |  |
| Esență<br>moale | 1        |                         |        |                      |                   |  |
|                 | 2        |                         |        |                      |                   |  |
|                 | 3        |                         |        |                      |                   |  |
|                 |          |                         |        |                      |                   |  |
| Esență<br>tare  | 1        |                         |        |                      |                   |  |
|                 | 2        |                         |        |                      |                   |  |
|                 | 3        |                         |        |                      |                   |  |
|                 |          |                         |        |                      |                   |  |

### 13.4.4. Rezistența la încovoiere statică

Solicitarea la încovoiere statică este frecvent întâlnită în construcții, unde piesele din lemn sunt supuse la încovoiere sub acțiunea uneia sau mai multor sarcini concentrate, fie a unei încărcări uniforme sau neuniforme repartizate pe piesă. Încercarea constă în determinarea sarcinii maxime ce produce ruperea unei epruvete așezate pe două rezeme, sarcina fiind aplicată la mijlocul distanței dintre acestea (fig.13.7).

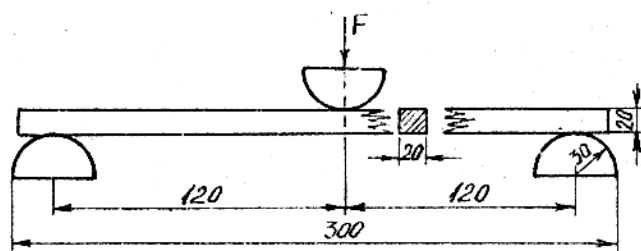


Fig.13.7. Epruvete și modul de solicitare la determinarea rezistenței din încovoiere

#### 13.4.4.a. Aparatură și materiale

Presă pentru încercarea la încovoiere ; reazeme de secțiune semicirculară cu raza de 15 mm și lungime de cel puțin 30 mm ; epruvete din lemn fără defecte ; (distanța între axele reazemelor  $(240 \pm 1)$  mm

#### 13.4.4.b. Efectuarea determinării

Se măsoară distanța dintre reazeme și dimensiunile secțiunii din treimea de mijloc, cu precizia de 0,1 mm. Se aplică forța de rupere la mijlocul distanței dintre reazeme cu o viteză de creștere a sarcinii de 500 daN/min. Se efectuează încărcarea uniform până la ruperea epruvetei și se cercetează dacă ruperea s-a produs prin apariția planurilor de strivire a fibrelor în zona comprimată sau întinsă.

#### 13.4.4.c. Înregistrarea și interpretarea rezultatelor

Rezistența la încovoiere statică se calculează cu relația :

$$R_i = \frac{3pl}{2bh^2} \quad [\text{N/mm}^2]$$

unde :

p = forța sub care se rupe epruveta [N]

l = distanța între reazeme [mm]

b = lățimea secțiunii transversale a epruvetei [mm]

h = înălțimea secțiunii transversale a epruvetei [mm]

Rezultatul este media a cel puțin 3 determinări, înregistrarea rezultatelor se afce în tabelul 13.6:

| Tabelul | Nr. det. | Caract. secț. de rupere | $p_{\max}$ | $\sigma_i = \frac{3pl}{2bh^2}$ |
|---------|----------|-------------------------|------------|--------------------------------|
|---------|----------|-------------------------|------------|--------------------------------|

| 13.6<br>Esențe  |   |        |        |                      | [N] | [N/mm <sup>2</sup> ] |
|-----------------|---|--------|--------|----------------------|-----|----------------------|
|                 |   | B [mm] | h [mm] | A [mm <sup>2</sup> ] |     |                      |
| Esență<br>moale | 1 |        |        |                      |     |                      |
|                 | 2 |        |        |                      |     |                      |
|                 | 3 |        |        |                      |     |                      |
|                 |   |        |        |                      |     |                      |
| Esență<br>tare  | 1 |        |        |                      |     |                      |
|                 | 2 |        |        |                      |     |                      |
|                 | 3 |        |        |                      |     |                      |
|                 |   |        |        |                      |     |                      |

## Anexa 13

Tabel 13.1A

| Esență de<br>lemn | Umiditatea<br>absolută (%) | Umiditatea<br>relativă (%) |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|
| Pin               | 80 - 90                    | 44 - 47                    |
| Molid             | 80 - 100                   | 44 - 50                    |
| Mesteacăn         | 60 - 80                    | 37 - 44                    |

Tabel 13.2A

| esențe<br>de lemn | Densitate aparentă [kg/m <sup>3</sup> ] |                |                  |
|-------------------|---|----------------|------------------|
|                   | Verde                                   | cu 15 %<br>apă | absolut<br>uscat |
| brad              | 1000                                    | 450            | 450              |
| molid             | 740                                     | 480            | 430              |
| pin               | 700                                     | 520            | 490              |
| stejar            | 1110                                    | 740            | 650              |
| fag               | 1010                                    | 750            | 690              |
| frasin            | 920                                     | 760            | 680              |
| salcâm            | 880                                     | 750            | 730              |
| tei               | 740                                     | 460            | 490              |