

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

**FACULTATEA URBANISM ȘI ARHITECTURĂ
DEPARTAMENTUL INGINERIA INFRASTRUCTURII
TRANSPORTURILOR**

**TEHNOLOGIA BETONULUI
INDICAȚII METODICE
PRIVIND ÎNDEPLINIREA LUCRĂRILOR DE LABORATOR**



2024

CZU 624.012.4(076.5)

P 93

Lucrarea a fost discutată și aprobată pentru editare la ședința Consiliului Facultății Urbanism și Arhitectură, proces-verbal nr.6 din 01.04.2024.

Prezentele indicații sunt destinate studenților de la specialitățile *Design interior, 0212.2; Arhitectura, 0731.1; Planificare urbană și regională, 0731.4; Căi ferate, drumuri și poduri, 0732.2; Ingineria sistemelor termice, de gaze și climatizare pentru clădiri, 0732.4; Inginerie și management în construcții, 0710.1; Evaluarea și dezvoltarea imobilului, 0731.5; Construcții industriale și civile, 0732.1; Inginerie antiincendii și protecție civilă, 0732.5; Tehnologia materialelor și articolelor de construcții, 582.2* pentru efectuarea lucrărilor de laborator la disciplinele *Tehnologia betonului și Materiale de construcții*.

Autori: dr. Eduard Proaspăt
dr. ing. Gheorghe Croitoru

Redactor responsabil: asist. univ. Eugenia Jalbă

Recenzent: prof. univ., dr. hab. Ion Rusu

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN RM

Proaspăt, Eduard.

Tehnologia betonului: Indicații metodice privind îndeplinirea lucrărilor de laborator / Eduard Proaspăt, Gheorghe Croitoru; redactor responsabil: Eugenia Jalbă; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Urbanism și Arhitectură, Departamentul Ingineria Infrastructurii Transporturilor.

– Chișinău: Tehnica-UTM, 2024. – 23 p.: fig.

Aut. indicați pe verso f. de tit. – Bibliogr.: p. 23 (4 tit.). – 50 ex.

ISBN 978-9975-64-429-7.

© UTM, 2024

GENERALITĂȚI

Scopul indicațiilor metodice constă în verificarea capacității de aplicare în practică a cunoștințelor acumulate de către studenți în cadrul cursului teoretic, dezvoltarea responsabilității privind deciziile tehnice luate, precum și modul de soluționare a problemelor condiționate de economia națională.

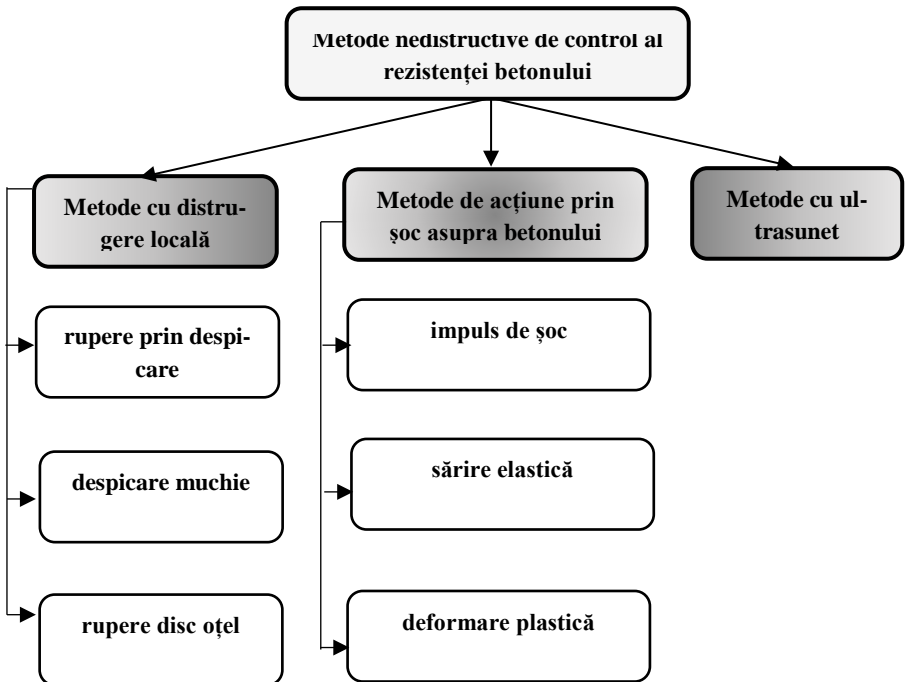
Lucrarea de laborator este efectuată în timpul predării cursului *Tehnologia betonului*.

Lucrare de laborator

Tema: METODE NEDISTRUCTIVE DE CONTROL

AL REZISTENȚEI BETONULUI

Clasificarea metodelor nedistructive de control



Termeni și definiții

Metodă cu ultrasunet de determinare a rezistenței betonului – metodă nedistructivă de determinare a rezistenței betonului bazată pe funcția caracteristicii indirecte (datele aparatului) de rezistență a betonului.

Curbă de bază – funcție grafică sau analitică care leagă indicatorul indirect cu rezistența betonului.

Caracteristică indirectă a rezistenței (indicator indirect) – viteza, durata de propagare a ultrasunetului sau alte date ale aparatului la măsurarea rezistenței betonului.

Bază a sondajului acustic – distanța dintre centrele suprafețelor de lucru ale emițătorului și receptorului, amplasate pe aceeași suprafață a construcției la transmisia indirectă, și dintre centrele suprafețelor de lucru ale emițătorului și receptorului la transmisia directă.

Front inițial – primul front al impulsului detectat de aparatul de măsură.

Controlul nedistructiv reprezintă modalitatea de control al rezistenței unei structuri, element etc. fără a fi necesară demontarea ori distrugerea acestora.

1. Generalități

Metoda cu ultrasunete pentru determinarea rezistenței betonului și a materialelor de construcții se referă la metodele fizice de control nedistructiv al calității acestora. Metoda se bazează pe relația dintre viteza de propagare a fluctuațiilor ultrasunetului (cu frecvența de peste 20 kHz) în beton și densitatea acestuia, modulul dinamic de elasticitate și respectiv rezistența. Viteza de propagare a ultrasunetului în beton este mare, peste 4500 m/s.

Precizia metodelor nedistructive constă în precizia de măsurare a caracteristicii indirecte X_j și precizia funcției f utilizate, după care se calculează rezistența. O condiție necesară pentru utilizarea oricărei metode este precizia de măsurare suficientă a caracteristicii determinate X_j . Pentru o serie de metode sunt necesare echipamente speciale cu mare precizie de măsurare, de exemplu, a timpului de propagare a

ultrasunetului. Cu toate acestea, precizia de măsurare are limite, după care creșterea ei nu contribuie la determinarea mai precisă a rezistenței. Diametrul găurii la metoda sclerometrică poate fi măsurat cu o precizie de 0,01 mm sau mai mult. Dar este puțin probabilă necesitatea unei astfel de precizii, deoarece influența rugozității și sensibilitatea scăzută a funcției nu permit să se ia în considerație micile modificări ale rezistenței. O mare influență asupra preciziei are instabilitatea funcției caracteristicii indirecte de rezistență, legată de schimbarea compoziției betonului, diversele proprietăți ale componentelor, de condițiile de întărire, starea suprafeței și de alți factori.

Curba de bază (de calibrare, etalonare) dintre viteza de propagare a ultrasunetelor și rezistența la compresiune a betonului se determină în prealabil pentru o compoziție anumită a betonului. Acest lucru se datorează faptului că utilizarea curbelor de calibrare pentru alte betoane sau de alte compoziții necunoscute poate duce la erori în determinarea rezistenței.

Asupra funcției "rezistența betonului–viteza ultrasunetului" influențează factorii, fluctuațiile cărora trebuie luate în considerare la utilizarea metodei de control cu ultrasunete:

- cantitatea și compoziția granulometrică a agregatului;
- schimbarea consumului de ciment peste 30%;
- metoda de preparare a amestecului de beton;
- gradul de compactare a betonului;
- starea de comprimare a betonului.

Metoda cu ultrasunete permite testarea în masă a articolelor de orice formă în mod repetat, monitorizarea continuă a creșterii sau descreșterii rezistenței. Dezavantajul acestei metode constă în eroarea în trecerea de la caracteristicile acustice la cele de rezistență.

Metoda cu ultrasunete pentru determinarea rezistenței la compresiune a betonului se aplică pentru betoanele constructive grele, ușoare și dense ale construcțiilor prefabricate și monolite din beton și beton armat (clasele de beton C8/10 ÷ C45/55).

Metoda se bazează pe măsurarea timpului de propagare a impulsurilor ultrasonice în beton, între emițător și receptor.

Investigarea unui număr cât mai mare de elemente prin aplicarea metodei vitezei ultrasunetelor va conduce la o evaluare mai precisă a rezistenței betonului din structură.

Din această măsurare se deduce, de regulă în prima etapă, viteza de propagare longitudinală a ultrasunetelor în beton și ulterior, rezistența betonului, ținând seama de compoziția sa. Corelarea dintre viteza ultrasunetelor și rezistența betonului trebuie făcută numai pentru un anumit amestec de beton. În cazul unui beton de compoziție necunoscută, estimarea rezistenței numai pe baza vitezei ultrasunetelor nu este recomandată.

Metoda cu ultrasunete este utilizată pentru a determina rezistența de livrare, intermediară în beton stabilită de documentația normativă și tehnică și de proiect în perioada intermediară și de proiect, rezistența betonului în procesul de întărire.

1.1. Aparat și materiale: balanță de laborator, presă, șubler conform documentelor normative în vigoare; dispozitive cu ultrasunete conform SM EN 12504-4 (figurile 1.2, 1.3); lubrifiant pentru un contact mai bun (untură, vaselină tehnică sau de alt tip, conform documentelor normative în vigoare); pensulă pentru lubrifiere; epruvete-cuburi cu latura minimum de 150 mm, preparate conform SM EN 12390-2 din compoziția nominală a betonului, minimum 15 serii a câte 2 cuburi din fiecare serie.

1.2. Pregătirea și efectuarea încercărilor

Pregătirea încercării constă în verificarea instrumentelor utilizate în conformitate cu instrucțiunile de exploatare (1.5) și stabilirea curbei de bază (de calibrare) pentru metoda de sondaj acustic aleasă.

Curba de bază (de calibrare) se stabilește conform rezultatelor

măsurărilor cu ultrasunete pe epruvetele-cuburi din beton și încercările mecanice ale aceluiași epruvete.

Încercările mecanice sunt efectuate conform SM EN 12390-3, imediat după măsurarea cu ultrasunete.

La stabilirea curbei de bază (de calibrare) pentru controlul de recepție, epruvetele se prepară conform SM EN 12390-2, în diferite ture, timp de cel puțin 3 zile, din betonul cu aceeași compoziție nominală și același proces tehnologic, după același regim de întărire ca și elementele supuse controlului.

Curbele de bază (de calibrare) se stabilesc separat pentru fiecare tip de rezistență normată specificată, pentru care se utilizează cel puțin 15 serii de epruvete-cuburi.

La determinarea rezistenței betonului în procesul de întărire pentru stabilirea curbei de bază (de calibrare) se folosesc o serie de epruvete, al căror număr este egal cu numărul de perioade de timp în care se divizează perioada încălzirii izotermice (cu numărul total de cel puțin 15 serii).

Pentru întărirea naturală epruvetele sunt încercate la cel puțin trei vârste (selectate dintr-un număr de 3, 7, 14, 28, 60, 90, 180, 365 zile) una dintre care este cea de proiect. Numărul de serii la fiecare vârstă este nu mai puțin de patru.

Timpul de propagare a ultrasunetelor în epruvete la stabilirea curbei de bază (de calibrare) "viteză-rezistență" este măsurată prin transmisie directă conform figurii 1.

Viteza ultrasunetului v , în metri pe secundă, se calculează prin formula:

$$v = \left(\frac{l}{t}\right)10^3, \quad (1)$$

unde: t - timpul de propagare a ultrasunetului, μ s;

l - distanța dintre centrele instalării emițătorului și receptorului (baza sondajului acustic), mm.

Baza sondajului acustic nu trebuie să fie mai mică de 100 mm. Pentru betoanele cu granulație fină și betonul în fază timpurie de întărire ($v < 2000$ m/s) se admite a fi de 70 mm.

Baza minimă a sondajului acustic este de 120 mm. Măsurătorile sunt efectuate pe suprafața probei în poziția corespunzătoare formei și direcției de fasonare.

Zona de contact a emițătorului și receptorului nu trebuie să aibă pori și cavități mai adânci de 3 mm și cu diametrul de peste 6 mm, proeminențe mai mari 0,5 mm și murdărie.

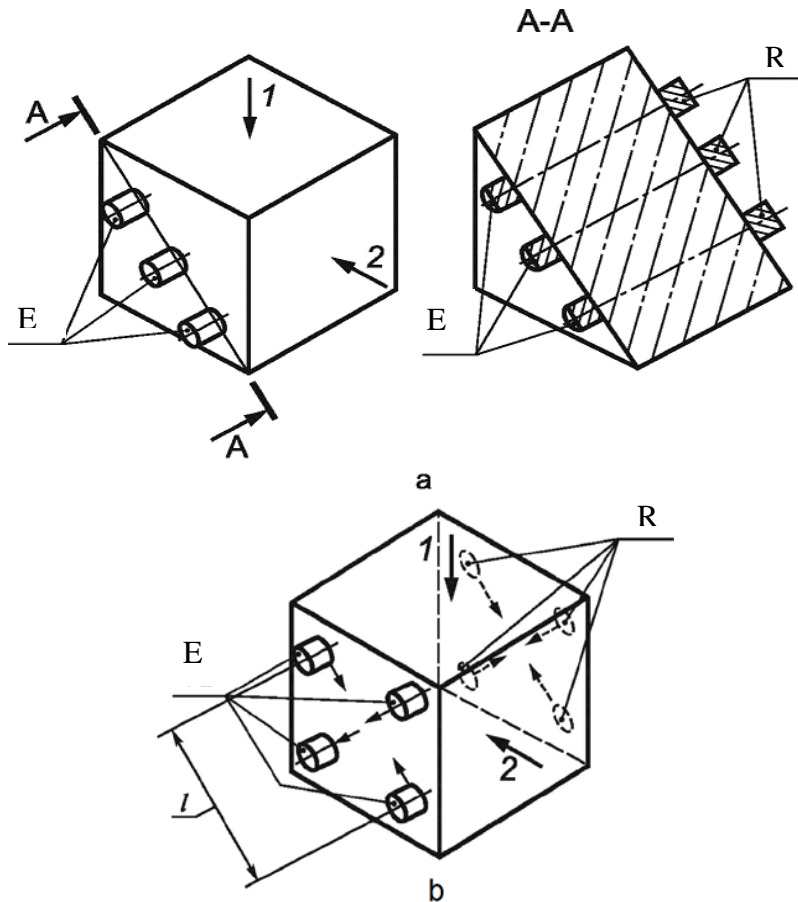
Numărul de măsurări ale timpului de propagare a ultrasunetelor prin transmisie directă este 3 (figura 1.1, a), prin transmisie indirectă - 4 (figura 1, b).

Abaterea rezultatului individual al unei măsurări a timpului de propagare a ultrasunetelor în fiecare epruvetă de la media aritmetică pentru această epruvetă nu trebuie să depășească 2%. La calcularea valorii aritmetice medii a unei serii de epruvete, rezultatele, pentru epruvetele care nu au îndeplinit condiția, nu se iau în considerare. În cazul în care astfel de epruvete sunt 2 sau mai multe, întreaga serie se respinge.

Curba de bază este stabilită conform valorilor unitare ale vitezei (timpului) ultrasunetului și rezistenței betonului.

Ca valoare unitară a rezistenței betonului se ia media rezistenței epruvetelor într-o serie definită ca valoare medie aritmetică:

- din două epruvete – după două epruvete;
- din trei, patru, șase, după două, trei, patru respectiv cele mai mari epruvete după rezistență.



**Figura 1. Schema încercărilor epruvetelor: a) prin transmisie directă;
 b) prin transmisie indirectă; 1 – direcția de fasonare;
 2 – direcția încercării la compresiune; 3 – direcția transmisiei;
 4 – locurile de instalare a emițătorului și receptorului;
 5 – baza sondajului acustic**

Ca valoare unitară a vitezei (timpului) ultrasunetului este luată media aritmetică a acestor valori într-o serie de epruvete utilizate pentru determinarea valorii unitare a rezistenței.

Rezultatele măsurărilor determinate conform 1.2 sunt introduse în registrul încercărilor conform formei specificată în tabelul 1.

Tabelul 1. Rezultatele măsurărilor

Clasa betonului după rezistență	Dată fabricare mostre	Dată încercare	Nr. mostrei	Masa mostrei, g	Suprafața mostrei, cm ²	Rezultatele încercărilor ultrasunet					Rezultatele încercărilor mecanice			
						Nr. locului de măsurare	Baza sondajului acustic, mm	Timpul de răspândire, μs	Viteza ultrasunetului, m/s	Viteza medie (timpul) mostră, m/s	Viteza medie (timpul) serie, m/s	Forța de distrugere, kg	Rezistență mostră, N/mm ²	Rezistența medie serie, N/mm ²

1.2.1. Metoda de stabilire a curbei de bază (de calibrare)

Curbele de bază (calibrare) se stabilesc sub formă de grafic (sau tabel), construit după formulele:

a) de formă liniară:

$$R_N = a_0 + a_1 x \quad (2)$$

$$\text{la} \quad R_{max} - R_{min} \leq 2R_\phi (60 - R_\phi) / 100;$$

b) de forma exponențială:

$$R_N = b_0 e^{b_1 x} \quad (3)$$

unde: x - viteza (timpul) de propagare a ultrasunetelor;

R_N - rezistența determinată în conformitate cu ecuația

$$a_0 = R_\phi - a_1 x \quad (4)$$

$$a_1 = (\sum_{j=1}^N (R_\phi - R_{\phi j})(x - x_j) / (\sum_{j=1}^N (x - x_j)^2) \quad (5)$$

$$b_1 = (\sum_{j=1}^N (x - x_j)(\ln R_\phi - \ln R_{\phi j}) / (\sum_{j=1}^N (x - x_j)^2) \quad (6)$$

$$b_0 = e^{\ln R_\phi - b_1 x} \quad (7)$$

$$R_\phi = \sum_{j=1}^N R_{j\phi} / N \quad (8)$$

$$x = \sum_{j=1}^N R_{xj} / N \quad (9)$$

$$\ln R_\phi = \sum_{j=1}^N \ln R_{j\phi} / N \quad (10)$$

în care: R_ϕ - rezistența medie a betonului încercat la determinarea curbei de bază (de calibrare), N/mm²;

N - numărul de serii de epruvete încercate la determinarea curbei de bază (de calibrare);

$R_{j\phi}$, x_j - valorile unitare ale rezistenței și vitezei (timpului) de răspândire a ultrasunetului pentru j serie a epruvetelor de-terminate conform punctului 1.2;

R_{max} , R_{min} - valorile maxime și minime ale rezistenței după încercările seriilor de epruvete, N/mm².

Corectarea curbei de bază (de calibrare) stabilite se efectuează prin rebutarea rezultatelor unitare ale încercărilor care nu satisfac condiția:

$$((R_{ju} - R_{j\phi})/S) \leq 2 \quad (11)$$

în care: S - abaterea remanentă medie determinată prin formula:

$$S = \sqrt{(\sum_{j=1}^N (R_{i\phi} - R_{ju})^2 / (N - 2))} \quad (12)$$

în care: R_{ju} - rezistența betonului în j -serie de epruvete determinată după curba de bază (de calibrare) tipurile (2) sau (3), respectiv.

După rebutare, curba de bază (de calibrare) este stabilită din nou conform rezultatelor rămase ale încercărilor.

Corecția se efectuează atât timp, cât toate rezultatele unitare ale încercărilor nu vor satisface condiția (11).

Eroarea determinării rezistenței betonului după curbele de bază (de calibrare) sunt calculate prin formula:

$$S = \sqrt{S^2 + q^2 S_k^2} \quad (13)$$

în care: S_k^2 - devierea medie a coeficientului de trecere de la viteza ultrasunetului la sondajul de suprafață la viteza de transmisie directă K . Dacă coeficientul de trecere nu este utilizat, atunci $S_k^2 = 0$,

$$q = \begin{cases} R_\phi - a_0 & \text{pentru funcția (2)} \\ \frac{R_\phi \ln R_\phi}{b_0} & \text{pentru funcția (3)} \end{cases} \quad (14)$$

Dacă $(S_T/R_\phi) > 100\% > 12\%$, determinarea rezistenței betonului după standard nu este permisă.

Verificarea curbei de bază (de calibrare) se efectuează cel puțin o dată la două luni.

1.3. Determinarea rezistenței betonului cu ultrasunete

Controlul rezistenței betonului se face atât pentru articolele prefabricate, cât și pentru construcțiile monolite.

Aparatul de măsură cu ultrasunete Pundit Lab (figura 2), conform SM EN 12504-4, are posibilități de acumulare a datelor în regim on-line și capacitatea de a analiza forma semnalului și a dirija la distanță toți parametrii de emisie. Aparatul măsoară durata de trecere și viteza de propagare a impulsului, asigurând măsurarea distanței,

adâncimea fisurii superficiale și propagarea undei ultrasonore la măsurările de suprafață - transmisie indirectă.



Fig. 2. Aparat de măsură cu ultrasunete Pundit Lab

Aparatul cu ultrasunete UK-14PM (figura 3) corespunde cerințelor SM EN 12504-4.



Figura 3. Aparatul cu ultrasunete UK-14PM

Articolele prefabricate liniare (grinzi, coloane și altele) sunt încercate, de obicei, prin metoda de transmisie directă în direcție transversală.

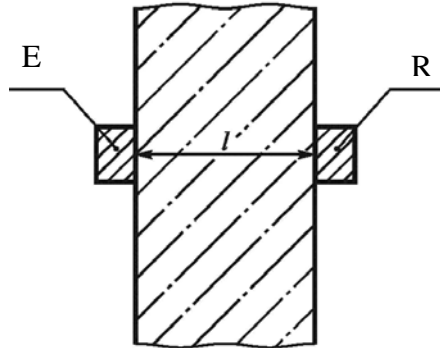


Figura 4. Metoda transmisie directă în direcție transversală

Articolele cu caracteristici care fac dificilă efectuarea încercării prin transmisie directă, cât și elementele plate (planșee cu nervuri și cu goluri, panouri de perete etc.) se încercă prin metoda transmisiei indirecte.

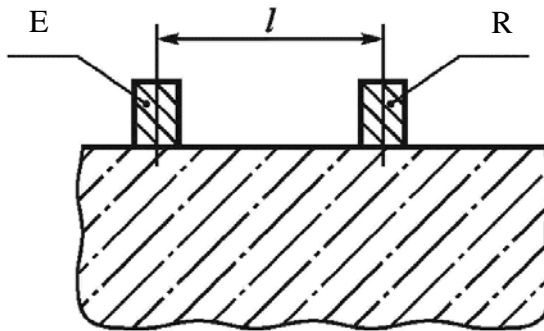


Figura 5. Metoda transmisiei indirecte

Cu toate acestea, baza sondajului acustic trebuie să fie aceeași, ca și la mostrele când se stabilește curba de bază (de calibrare).

La verificarea prin metode nedistructive de determinare a rezistenței de livrare sau de transmitere a articolelor prefabricate (betonul articolelor prefabricate sau a construcțiilor monolite, fasonate pe o linie tehnologică, din amestec de beton cu aceeași compoziție, după

aceeași tehnologie pentru cel puțin un schimb și nu mai mult de o săptămână) din lot sunt prelevate 10%, dar nu mai puțin de trei articole.

Pentru construcțiile monolite, cel puțin o construcție din volumul de beton turnat în timpul fiecărei zile sau o parte din construcție, atunci când este betonată mai mult de o zi.

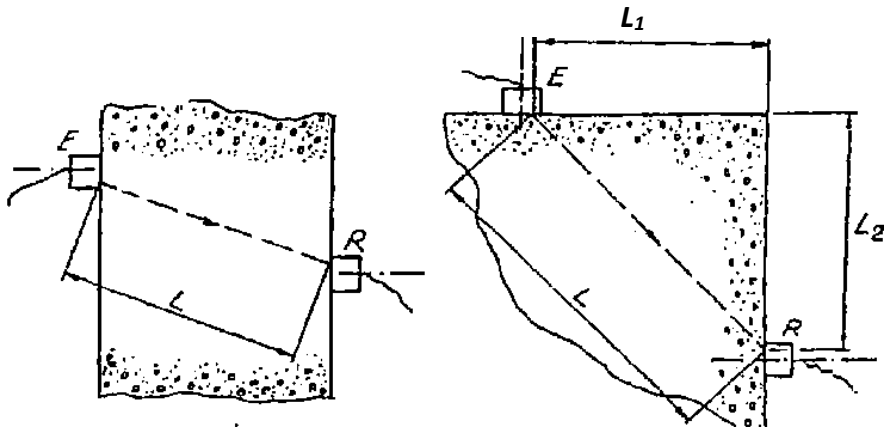


Figura 6. Metoda de transmisie diagonală

Numărul de sectoare controlate pe o construcție este de cel puțin două – pentru elementele prefabricate, și patru - pentru cele monolite.

Numărul și amplasarea sectoarelor controlate este indicat în desenele de execuție și nu trebuie să fie mai mic de:

- pentru sectoarele liniare – un sector la 4 metri de lungime;
- pentru cele plate, cu excepția pereților monoliți – un sector la 8 m^2 de suprafață.

Ca valoare unitară la controlul nedistructiv se ia:

- rezistența medie a betonului construcției (plăci plate cu goluri, plăci rutiere, panouri de pereți portanți interni, blocuri de perete, conducte de presiune, fără presiune) calculată ca valoarea medie aritmetică a rezistenței betonului pe toate sectoarele controlate ale construcției;

- în toate celelalte cazuri, inclusiv construcțiile monolite și prefabricate-monolit, rezistența medie a betonului sectorului controlat al construcției (sau a unei părți a construcției monolite, prefabricate-monolit).

Măsurarea timpului de propagare a ultrasunetelor în betonul construcției se realizează în direcția perpendiculară de compactare a betonului. Distanța de la marginea construcției până la locul de instalare a transductoarelor trebuie să fie de cel puțin 30 mm.

Măsurarea timpului de propagare a ultrasunetelor în betonul construcției ar trebui să fie în direcție perpendiculară a armăturii de lucru. Concentrația armăturii de lucru de-a lungul liniei de sondaj acustic stabilite nu trebuie să depășească 5%.

Se permite sondajul de-a lungul liniei, situate paralel cu armătura de lucru, dacă distanța de la linie până la armătură este cel puțin 0,6 din lungimea bazei de sondaj acustic.

1.4. Determinarea rezistenței articolelor din beton prin metoda impulsului de șoc

Sclerometrul (figura 7) se utilizează pentru verificarea industrială a rezistenței și omogenității betonului și mortarului prin metoda impulsului de șoc conform SM EN 12504-2.

Sclerometrul permite evaluarea proprietăților fizice și mecanice în articole, identificarea neomogenităților, zonelor rău compactate etc.

Pentru a efectua încercările sunt necesare epruvete din construcții de beton armat sau imitații ale acestora și aparatul de măsurare a rezistenței betonului.

Sclerometrul este alcătuit dintr-un piston de oțel, comprimat de un resort, care, atunci când este eliberat, proiectează o tijă metalică de impact, intrând în contact cu suprafața betonului. Distanța de recul a pistonului de oțel în raport cu tija metalică de șoc trebuie să fie măsurată pe o scară liniară atașată la rama instrumentului.

Utilizarea sclerometrului conform procedurii indicată la 1.6.



Figura 7. Sclerometru tip "Digi-Schmidt"

Rezultatul încercării

Rezultatul încercării trebuie să fie luat ca medie a tuturor citirilor efectuate, eventual corectate, pentru a lua în considerare orientarea pistonului, conform instrucțiunilor prescrise de producător, și se exprimă sub formă de număr întreg.

Dacă mai mult de 20% din totalul citirilor efectuate pe o suprafață de încercat dată diferă de valoarea medie cu mai mult de șase unități, întregul set de citiri trebuie ignorat.

Notă. În cazul în care se utilizează mai multe aparate, se recomandă a se realiza un număr suficient de încercări pe suprafețe de beton similare, pentru a determina variația rezultatelor obținute.

1.5. Procedura de utilizare a aparatului cu ultrasunete

Aparatul cu ultrasunete UK-14PM este destinat pentru determinarea rezistenței betonului în construcțiile prefabricate și monolit, articolele și construcțiile din beton armat, în intervalul 10-50 MPa, cu o eroare de maximum 12%, controlului la întărirea betonului în construcțiile prefabricate și monolit din beton și beton armat în timpul tratamentului termic și întăririi în stare naturală, în baza procedurii stabilite, precum și controlului calității altor articole, materiale și a defectelor acestora, conform procedurilor relevante.

Măsurările se fac în două regimuri:

- regimul de măsurare a timpului de propagare a oscilațiilor ultrasunetelor (OUS) (comutatorul **REGIM t**);
- regimul de măsurare a duratei frontului inițial al primului semnal (comutatorul **REGIM T**).

Aparatul se utilizează la temperaturi ale mediului între minus 10 până la plus 50°C, umiditatea relativă de 95%, fără condensarea umidității.

După fiecare măsurare transductoarele aparatului trebuie să fie șterse, cu o cârpă, de lubrifiant și de particulele materialului încercat.

1.5.1. Pregătirea de lucru

Pentru a aduce dispozitivul în funcțiune, conectați adaptorul de curent alternativ din partea de jos a dispozitivului și porniți butonul rețelei de alimentare, astfel se va aprinde culoarea roșie pe blocul de alimentare.

Înainte de a începe lucrul cu aparatul, conectați emițătorul și receptorul la conectorii (\rightarrow și \rightarrow) ai aparatului. Porniți aparatul apăsând butonul **PORNIRE**, după care trebuie să se aprindă indicatorul de alimentare **PORNIRE** și indicatorul **REGIM T**.

Eroarea sistemică a aparatului se corectează cu un set de probe standardizate din plexiglas după cum urmează:

- se instalează emițătorul și receptorul coaxial la capătul suprafețelor probei, preventiv unse cu lubrifiant de contact, măsurați timpul de propagare a OUS după indicatorul digital **TIMP μ s**;

- se execută măsurări similare ale timpului de propagare a ultrasunetelor probelor de control 1 și 2, lipite una peste alta prin lubrifiantul de contact;

- se calculează timpul de propagare "adevărat" al ultrasunetelor prin proba de control 2 prin formula:

$$t_{2u} = t_3 - t_1, \quad (15)$$

unde: t_{2u} - timpul "adevărat" de propagare a ultrasunetului în proba de control 2, μ s;

t_3 - timpul de propagare a ultrasunetelor în probele 1 și 2 , μ s;

t_1 - timpul de propagare a ultrasunetelor în proba 1, μ s;

- se instalează emițătorul și receptorul coaxial la capătul suprafețelor probei 2, preventiv unse cu lubrifiant de contact, și prin ajustarea $> 0 <$ se obține paritatea (egalitatea) pentru t_2 măsurat, timpul

"adevărat" de propagare a ultrasunetului.

Corectarea erorii sistematice de măsurare a intervalelor de timp trebuie să fie efectuată înainte de a începe lucrul și a schimba emițătorul și receptorul.

1.5.2. Ordinea de lucru

Măsurarea timpului de propagare a ultrasunetului în probe și produse are loc în modul următor:

- se efectuează operațiile prezentate în pct. 1.5.1 alin. 1 și 2;
- se instalează emițătorul și receptorul coaxial mostrei sau articolului controlat, în prealabil unse cu lubrifianț de contact;
- la obținerea unor date stabile se fixează rezultatul pe indicatorul digital **TIMP μs**;
- datele se introduc în tabelul 1.

Măsurarea duratei obținerii primului semnal se face după cum urmează:

- se efectuează operațiile prezentate în pct. 1.5.1 alin. 1 și 2;
- se schimbă regimul de lucru al comutatorului în **REGIM t**, se va aprinde indicatorul T;
- la obținerea unor date stabile se fixează rezultatul pe indicatorul digital **TIMP μs**;
- datele se introduc datele în tabelul 1.

Dacă este necesar să reveniți la regimul de măsurare al duratei de propagare a ultrasunetelor, trebuie să apăsați comutatorul **REGIM t**.

La sfârșitul lucrului dispozitivul se deconectează de la sursa de alimentare, se curăță emițătorul și receptorul de resturile de material și lubrifianț și se ambalează dispozitivul în husă.

1.6. Procedura de utilizare a sclerometrului

Suprafața de încercat



Figura 8. Efectuarea încercărilor cu aparatul Digi-Schmidt

Alegerea suprafeței

Elementele de beton supuse încercării trebuie să aibă o grosime minimă de 100 mm și să fie încastrate într-o structură. Se pot încerca epruvete cu dimensiuni mai mici, cu condiția să fie susținute pe un suport rigid. Trebuie să se evite zonele tip fagure, cele cu exfolieri, cu textură grosieră sau cu porozitate ridicată.

Pregătirea

Utilizând o piatră abrazivă, se polizează suprafețele cu textură rugoasă sau cele puțin rezistente, suprafețele acoperite cu mortar desprins, până când acestea devin netede. Suprafețele brute ale cofrajului sau netezite cu mistria pot fi încercate fără o șlefuire prealabilă.

Se îndepărtează orice urmă de apă de pe suprafața betonului.

Modul de lucru

Pregătirea preliminară

Sclerometrul trebuie să se utilizeze conform instrucțiunilor de utilizare prescrise de producător.

Acesta trebuie să se acționeze de cel puțin trei ori înainte de a

proceda la citirea unei serii de rezultate, pentru a asigura o funcționare corectă.

Înainte de a efectua o serie de încercări pe o suprafață de beton, trebuie să se efectueze și să se înregistreze citiri, utilizând o nicovală de calibrare și să se verifice pentru a se asigura că rezultatele obținute sunt cuprinse în intervalul de valori recomandate de producător. În caz contrar, se curăță și/sau ajustează sclerometrul.

Sclerometrul trebuie să se utilizeze la o temperatură cuprinsă în intervalul de la 10°C până la 35°C.

Operațiuni

Sclerometrul se menține ferm pe poziție, astfel încât să permită tije de șoc să lovească perpendicular suprafața de încercat.

Se crește progresiv presiunea exercitată pe tijă până la impactul pistonului.

După impact se înregistrează indicele de recul.

Se utilizează minimum nouă citiri pentru a obține o estimare fiabilă a indicelui de recul pentru suprafața de încercat.

Se înregistrează poziția și orientarea ciocanului pentru fiecare serie de încercări.

Distanța minimă dintre două încercări de impact trebuie să fie de 25 mm și nici o încercare nu trebuie realizată la mai puțin de 25 mm de marginea suprafeței încercate.

Notă. Se recomandă să se traseze separat o rețea de linii uniforme de la 25 mm până la 50 mm și să se considere intersecțiile acestor linii ca puncte de încercare.

Se examinează fiecare amprentă lăsată pe suprafață după impact și dacă acesta a spart sau a perforat suprafața apropiată de un gol de aer, rezultatul nu se ia în considerare.

BIBLIOGRAFIE

1. SM EN 12504-2:2021 Încercări pe beton în structuri. Partea 2: Încercări nedistructive. Determinarea indicelui de recul.
2. SM EN 12504-4:2021 Încercare pe beton. Partea 4: Determinarea vitezei de propagare a ultrasunetelor.
3. SM EN 12390-2:2019 Încercare pe beton întărit. Partea 2: Pregătirea și păstrarea epruvetelor pentru încercări de rezistență.
4. SM EN 12390-3:2019 Încercare pe beton întărit. Partea 3: Rezistența la compresiune a epruvetelor.

CUPRINS

Generalități.....	3
 Lucrare de laborator	
Tema: Metode nedistructive de control al rezistenței betonului.....	3
1. Generalități.....	4
1.1. Aparate și materiale	6
1.2. Pregătirea și efectuarea încercărilor.....	6
1.3. Determinarea rezistenței betonului cu ultrasunete.....	12
1.4. Determinarea rezistenței articolelor din beton prin metoda impulsului de șoc	16
1.5. Procedura de utilizare a aparatului cu ultrasunete	17
1.6. Procedura de utilizare a sclerometrului	20
Bibliografie	22

Tehnologia betonului
Indicații metodice
privind îndeplinirea lucrărilor de laborator

Autori: Eduard Proaspăt
Gheorghe Croitoru

Redactor E. Balan

Bun de tipar 10.05.24	Formatul hârtiei 60x84 1/16
Hârtie ofset. Tipar RISO	Tirajul 50 ex.
Coli de tipar 1,5	Comanda nr. 60

MD-2004, Chișinău, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 168, UTM
MD-2045, Chișinău, str. Studenților, 9/9, Editura „Tehnica-UTM”