

CRITERII SI METODE DE EVALUARE A PERFORMANTELOR ECHIPAMENTELOR DE PUNERE ÎN OPERĂ A BETONULUI PE BAZA STANDARDELOR INTERNAȚIONALE (vibratoare interne)

Dr. Ing. Badiu Marian, Drd. Ing. Paiovici Roza
ICECON S.A. București

ABSTRACT

This papers deals with internal vibrators used in building sites for concrete mix compaction. The document provides terminology, requirements and testing methods of the subject equipment.

1. INTRODUCERE

Cerințele de calitate pentru materiale, echipamente, mașini și utilaje de preparare, transport și punere în operă a betoanelor sunt elaborate pe baza prevederilor cuprinse în legile și documentele normative specifice din țară, cele europene și internaționale.

2.CERINȚE DE PERFORMANȚĂ

2.1.Generalități

Frecvența, amplitudinea, forța centrifugă și diametrul de compactare trebuie să corespundă cu datele specificate de producător.

2.2.Frecvența

Frecvențele recomandate ale vibratoarelor interne sunt descrise în tabelul 1.

Frecvențe recomandate

Tabel 1

Diametrul nominal al capului de vibrare (mm)	Frecvența (Hz)
Mai mic de 90	130 sau mai mare
90 sau mai mare	90 sau mai mare

2.3. Amplitudinea dublă

Amplitudinea dublă recomandată pentru vibratoarele interne aste arătată în tabelul 2. În acest caz, amplitudinea dublă este definită ca fiind distanța “puțin câte puțin” ilustrată în figura 1.

Amplitudinea dublă recomandată pentru capul de vibrație Tabel 2

Diametrul nominal (mm)	Amplitudinea dublă (mm)
18 ÷ 32	0.6 și mai mare
35 ÷ 48	0.8 și mai mare
50 ÷ 70	1.0 și mai mare
75 ÷ 90	1.5 și mai mare
100 sau mai mare	2.0 și mai mare

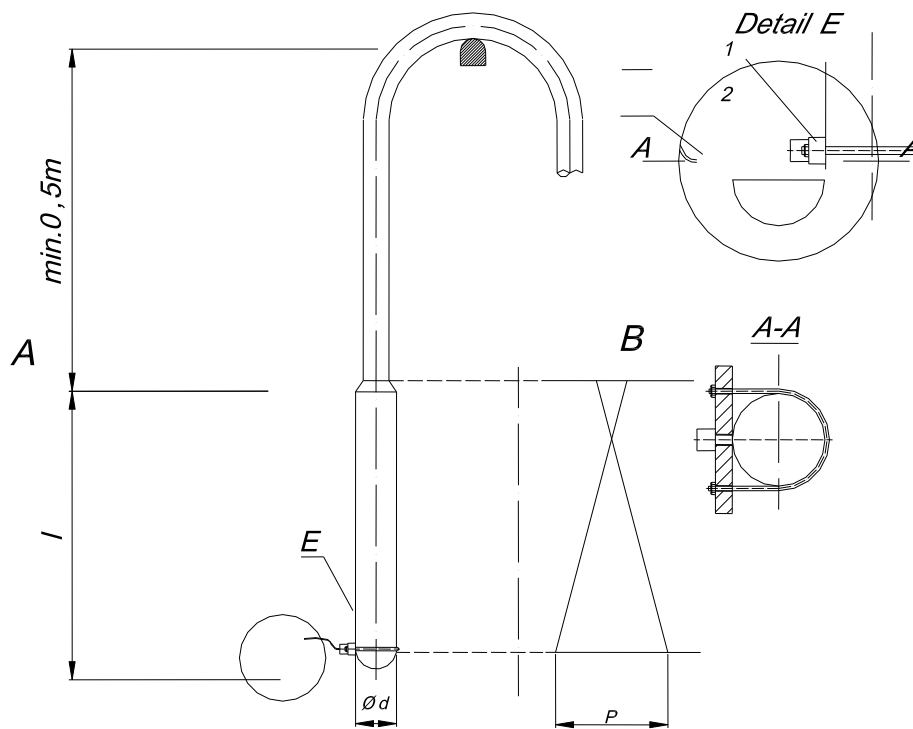


Fig.1.

A – Măsurarea amplitudinii duble

B – Distribuția amplitudinii în lungul capului

d- diametrul nominal, l- lungimea capului de vibrație, p- amplitudinea dublă, 1- clemă, 2- accelerometru

2.2. Cerințe de securitate

2.2.1. Cerințe generale

Securitatea personalului trebuie luată prima în considerare.

Este recomandat să fie utilizate principiile tehnice și specificațiile date de ISO 12100-2:2003 „Securitatea mașinilor – Concepte de bază, principii generale de proiectare – Partea a II a : Principii tehnice și specificații” pentru proiectarea vibratoarelor interne în condiții de securitate.

În ceea ce privește vibrațiile generate vibratorul trebuie proiectat așa încât să transmită vibrații de valori reduse brațului operatorului.

2.2.2. Vibratoarele electrice plonjoare

Performanțele electrice ale motorul vibratoarelor trebuie să respecte condițiile de utilizare în siguranță cu respectarea cerințelor date de SR EN 60745-1:2007 și SR EN 60745-2-12:2007.

2.2.3. Vibratorul hidraulice și pneumatice plonjoare

Vibratorul hidraulice și pneumatice plonjoare trebuie să respecte următoarele cerințe:

- ✓ să treacă testul de presiune maximă de lucru sub toate condițiile de utilizare ;
- ✓ scurgerile și defectele componentelor vibratoarelor trebuie să nu aibă drept efect scurgeri accidentale de fluid.

La proiectarea vibratorului pneumatic trebuie să se respecte regulile date de ISO 4414:2010. O atenție specială trebuie dată furtunului flexibil și acțiunii rapide a cuplării cu vibratoarele. Furtunurile trebuie să fie conforme cu SR EN/ISO 2398:2009 și ISO 8331:2007 împreună cu ISO 6150:1988 și ISO 7241-1:1987.

2.2.4. Instrucțiuni de utilizare

Manualul de utilizare trebuie să conțină informații necesare instalării, utilizării și întreținerii vibratoarelor interne.

Următoarele puncte să fie cuprinse în acest document:

- a) descriere;
- b) caracteristici tehnice;
- c) documente care să ateste că vibratorul îndeplinește cerințele recomandate;
- d) informații referitoare la:

- ✓ utilizare;
- ✓ întreținere;
- ✓ diametrul minim admis pentru capul vibrator
- ✓ transport, manipulare și depozitare;
- ✓ dare în exploatare;
- ✓ riscuri și măsuri referitoare la securitate. O atenție specială trebuie dată inspecțiilor periodice și a protejării împotriva șocurilor electrice și a prevenirii deteriorării furtunului.

- ✓ piese de schimb.

3. EVALUAREA CARACTERISTICILOR DE PERFORMANTELOR

3.1.Măsurarea amplitudinii și a frecvenței

Pentru măsurarea frecvenței și a amplitudinii trebuie să fie îndeplinite următoarele condiții:

a) vibratorul trebuie suspendat în aer în poziție verticală. Suspendarea trebuie să fie la o distanță minimă de 0,5 m față de capul vibrator(vezi figura 1). Pentru vibratoarele electrice valorile de alimentare trebuie să corespundă specificațiilor date de către producător. Pentru vibratoarele pneumatice și hidraulice aerul și presiunea uleiului trebuie să fie la valorile nominale.

b) Pentru măsurarea frecvenței și a amplitudinii se utilizează accelerometrul. Instrumentul trebuie fixat la capătul părții cilindrice a capului vibrator (vezi figura 1).

c) Valorile frecvenței sunt determinate prin măsurarea accelerației de vibrație. Instrumentul de măsură trebuie să fie capabil să analizeze frecvența.

d) Valorile amplitudinilor sunt determinate prin măsurarea accelerației, prin dubla integrare a semnalului accelerației.

e) Pentru măsurarea frecvenței la vibratoarele pneumatice sub sarcină (capul vibrator introdus în betonul malaxat) condițiile de exploatare raportate la compoziția malaxată, dimensiunile containerului cu beton malaxat, vibrațiile capului imersat și durata de compactare sunt definite în 3.3. Metoda A, a,b,c. Accelerometrul trebuie să fie fixat conform punctului b) și presiunea aerului la valoarea nominală.

3.2.Măsurarea valorilor vibrației

3.2.1.Scop

Testare pentru evaluarea emisiilor de vibrații pentru vibratoarele interne de beton, transmise brațului operatorului se face în conformitate cu ISO 5349-1:2001 și ISO 5349-2:2001.

3.2.2.Normative de referință

Documentul de bază pentru acest test este Standardul Internațional EN ISO 20643:2005, mai sunt în acest domeniu și standardele ISO 5349-1:2001, ISO 5349-2:2001 și ISO 8041:2005/Cor 1:2007.

3.2.3.Modul de măsurare

Măsurarea vibrațiilor și a frecvenței - greutate trebuie să se facă în conform ISO 8041:2005/Cor 1:2007.

Modul de măsurare este dat în **figura 2**.

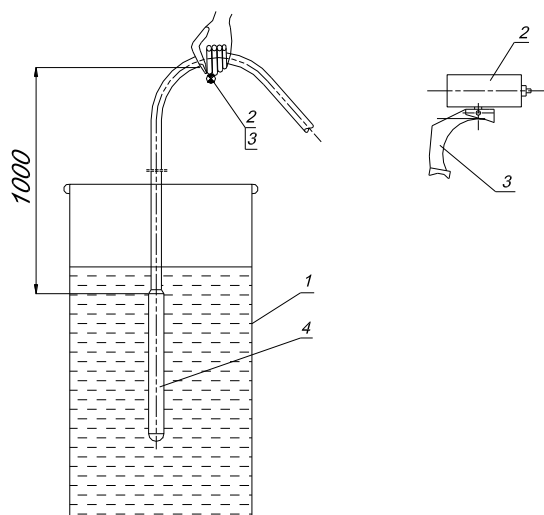


Fig.2. Modul de masurare al vibratiilor

1 recipient cu apă, 2 accelerometru, 3 adaptor, 4 vibratorul supus testului

3.2.4. Accelerometrul

Masa totală al accelerometrului este dată de accelerația în trei direcții. Trebuie să fie cât mai mică și în nici un caz să nu depășească 25 g, incluzând suportul dar excluzând cablul. Pentru alte informații vezi ISO 5349-2:2001.

3.2.3. Calibrarea

Măsurarea valorilor accelerației transmise brațului operatorului trebuie să îndeplinească următoarele condiții :

a) măsurarea trebuie să se facă în condițiile simulării testului de scufundare a vibratorului într-un recipient plin cu apă.

b) capul de vibrare trebuie să fie dispus central în volumul de apă și imersat total.

c) volumul de apă din recipient trebuie să aibă de 50 de ori volumul capului de vibrare. Mărimea recipientului trebuie să fie astfel încât vibratorul să fie imersat complet în recipientul cu apă.

d) vibratorul trebuie ținut în timpul testului conform figurii B.1.

e) testul trebuie să țină de 2 ori câte 5 minute (10 minute în total) cu 5 minute pauză.

f) se fac trei serii consecutive de testare.

3.2.4. Raportarea valorilor vibrației

Se va face media aritmetică a valorilor accelerației rezultate în urma măsurărilor.

3.3. Diametrul de compactare – Termeni, definiții și metode de testare

Diametrul de compactare pentru diferite vibratoare este dat în funcție de tipul compoziției malaxate și de timpul de compactare. Acesta corespunde ariei zonei în care acțiunea de compactare este eficientă.

Metode de testare a diametrului de compactare

Câteva metode au fost adoptate în funcție de producătorii din diverse țări.

Metoda A

Diametrul de compactare corespunde diametrului cercului ce apare la suprafața betonului malaxat în timpul compactării.

Diametrul de compactare este măsurat respectând următoarele condiții :

a) betonul malaxat utilizat pentru test trebuie să îndeplinească următoarele cerințe: agregatele să fie mai mari de 20 mm, tasarea între 80 ± 20 mm, forța de compresiune 25 ± 5 N/mm² și conținutul de aer 4.5 ± 1.5 %;

b) măsurările trebuie să țină seama de dimensiunile containerului cu beton. În cazul utilizării unui container dimensiunile trebuie să respecte următoarele :

✓ trebuie să fie cel puțin dublu ca dimensiuni față de diametrul de compactare (de 20 de ori diametrul capului vibrator);

✓ înălțimea containerului trebuie să fie cu cel puțin 100 mm mai mare decât lungimea vibratorul scufundat la maxim.

c) capul vibrator trebuie să fie complet scufundat în beton pentru 20 secunde.

d) pentru a facilita măsurările este recomandabil să se utilizeze un marcator al distanței (vezi fig. 3.) pentru a ști lungimea determinată la scară.

e) diametrul de compactare pentru o măsurare constituie valoarea medie dintre d_1 și d_2 (vezi fig. 3). Eroarea poate fi de ± 10 mm. Pentru a măsura compactarea este necesar să se facă trei măsurări.

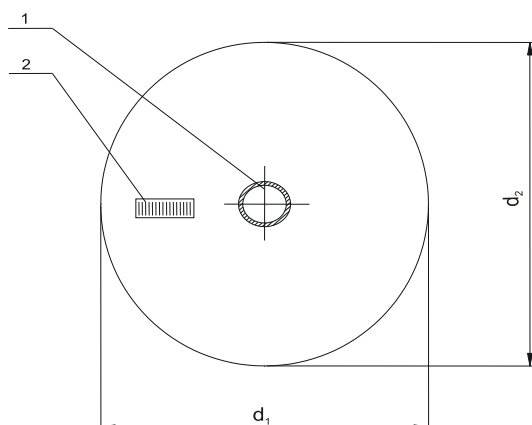


Fig.3. Măsurarea diametrului de compactare (A)

- 1 - vibratorul ce trebuie testat, 2 - marcator al distanței pentru determinarea la scară,
 d_1 -diametrul maxim al ariei de compactare, d_2 - diametrul minim al ariei de compactare

Metoda B

Prin această metodă diametrul de compactare este măsurat utilizând un traductor pentru accelerație.

Diametrul de compactare se determină urmând procedura:

a) alegerea unui anume vibrator intern și a unui anumit beton proaspăt pentru a fi utilizate în cadrul testului;

b) poziționarea senzorului în poziția adecvată spre vibratorul intern (vezi figura 4). Sensorul trebuie poziționat în betonul proaspăt așa cum arată figura 5.

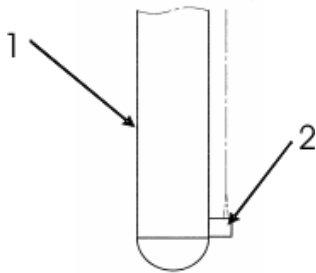


Fig. 4

1 cap vibrator, 2 accelerometru

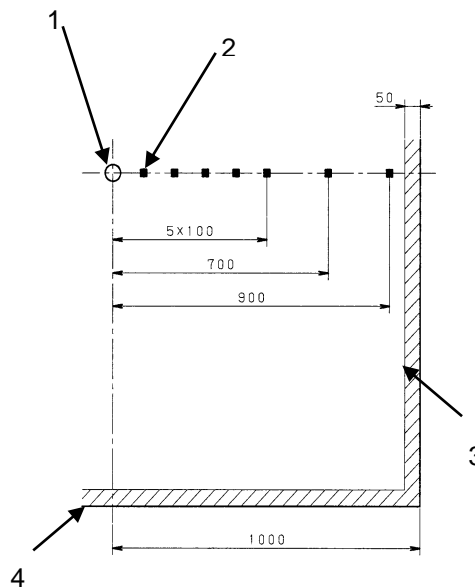


Fig.5. Cofraj și modul de poziționare al traductorului de accelerație

1- locul de plasare a vibratorului intern (adâncimea de scufundare), 2- traductor pentru accelerație, 3- panel izolator (lateral și dedesubt), 4- cofraj (2000 × 2000 × 300)

c) Timpul de compactare depinde de tipul de beton utilizat (tasare 80mm, timp 20sec).

d) Măsurarea accelerației vibratorului împreună cu senzorul scufundat în beton proaspăt și înregistrarea rezultatului.

e) Realizarea unui grafic prin puncte din măsurările accelerației.

f) Evaluarea va fi terminată prin corelarea rezultatelor testului accelerației realizat cu forța de compresiune a unei carote de 4 săptămâni (pentru tasarea betonului de 80 mm, accelerația trebuie să fie de 20m/s).

Metodă de evaluare

g) Evaluarea trebuie să fie să se realizeze prin corelarea forței de compresiune cu accelerația.(vezi figura 6).

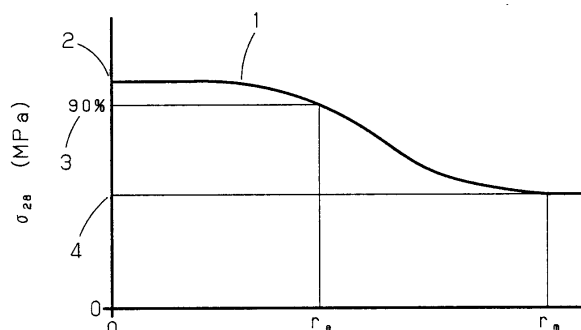


Fig. 6. Forța de compresiune pentru o probă de beton și distanța față de vibrator

1 -forța de compresiune pentru o probă de beton, 2 - forța de compresiune maximă, 3 - 90% din forța de compresiune maximă, 4 - zona unde vibratorul nu are efect, r_e - raza efectivă a vibratorului

h) Se va face un grafic cu valorile forței de compresiune pentru a găsi valorile la distanța de vibrator (r_e) care va corespunde 90% cu maximul forței de compresiune a betonului.

i) Găsirea accelerației corespundente razei r_e .

j) După găsirea accelerației, diametrul de compactare trebuie determinat utilizând valorile accelerației.

Caracteristici ale betonului proaspăt

Tabel 3

Mărimea maximă agregatului (mm)	Tasar e (mm)	Conținut de aer (%)	Procentul apă/ciment (%)	Proporția de nisip (%)	Masa unitară (kg/m ³)			
					Apă	Ciment	Nisip	Pietriș
20	80	2.0	55.0	46.0	182	331	840	996

Caracteristicile accelerației

Tabel 4

Traductor de accelerație (limitele de temperatură -15Hz până la 65Hz)			
Aplicată pentru	Regim nominal	Frecvență (23Hz)	Dimensiune/masă
vibrator intern	$\pm 4903 \text{ m/s}^2$ ($\pm 500 \text{ G}$)	$\sim 3 \text{ kHz}$	$\text{Ø } 15 \times 16 \text{ mm} / 6.5\text{g}$
beton proaspăt	196.1 m/s^2 ($\pm 20\text{G}$)	$\sim 250 \text{ Hz}$	$\text{Ø } 18 \times 28 \text{ mm} / 40\text{g}$

Bibliografie

[1] SR EN 12649:2008, [Mașini pentru compactarea și netezirea betonului. Securitate](#)

[2] Vibratii neliniare - Prof.Univ. Dr. Ing. C. Zeveleanu, Prof.Univ. Dr. Ing.Dr.h.c. Bratu Polidor

[2] Mecanica teoretica - Prof.Univ. Dr. Ing.Dr.h.c. Bratu Polidor