

INTERACȚIUNEA COMPACTOR TEREN ÎN PROCESUL DE VIBRARE

Ing. Eugeniu BRAGUTA

Universitatea Dunărea de Jos

Abstract

The paper presents the dynamic models of the compactor – soil interaction during the compaction process, the depth of the compaction active zone, the number of passes and the final compaction degree which has to be realized as a result of the technological process. The last generation compactors are equipped with intelligent systems for the in situ monitoring and control of the compaction degree, based on the evaluation of the vertical acceleration signal of the compactor, as a result of the contact between the roll and terrain, in this way the potential of the equipment is used almost to its maximum.

1. Introducere.

Compactarea reprezintă procesul de îndesare a pământului (sau alte materiale de umplutură), ca rezultat al acțiunii noilor echipamente tehnologice. Acțiunea acestor echipamente constă în aplicarea ciclică a unor sarcini exterioare, statice sau dinamice, în dependență de principiul de funcționare.

Compactarea prin vibrație se realizează cu ajutorul unor vibratoare de suprafață sau de adâncime care transmit unde de compresiune succesive unidirecționale sau circulare, masei de material învecinate. Prin vibrații repetate, granulele de material sunt puse în mișcare de forțe de inerție proporționale cu masele lor, reducându-se frecarea dintre acestea, ceea ce permite o așezare mai densă pe măsura micșorării golurilor.

Important de studiat care este influența amplitudinii și frecvenței forței perturbatoare F_0 a ruloului vibrator asupra procesului de compactare și corelarea acestor parametri în funcție de cei ai mașinii de bază pentru obținerea unei compactări optime cu menținerea unui contact liniar între rulou și teren. Compactoarele de ultimă generație sunt dotate cu sisteme inteligente de monitorizare a gradului de compactare in situ, pe baza evaluării semnalului de accelerație a mașinii ca răspuns la contactul dintre rulou și teren.

2. Modele dinamice a interacțiunii compactor – teren

Cel mai simplu model dinamic pentru studiul interacțiunii dintre mașină și teren, în cazul unui compactor cu un singur rulou vibrator, este prezentat în figura 1.

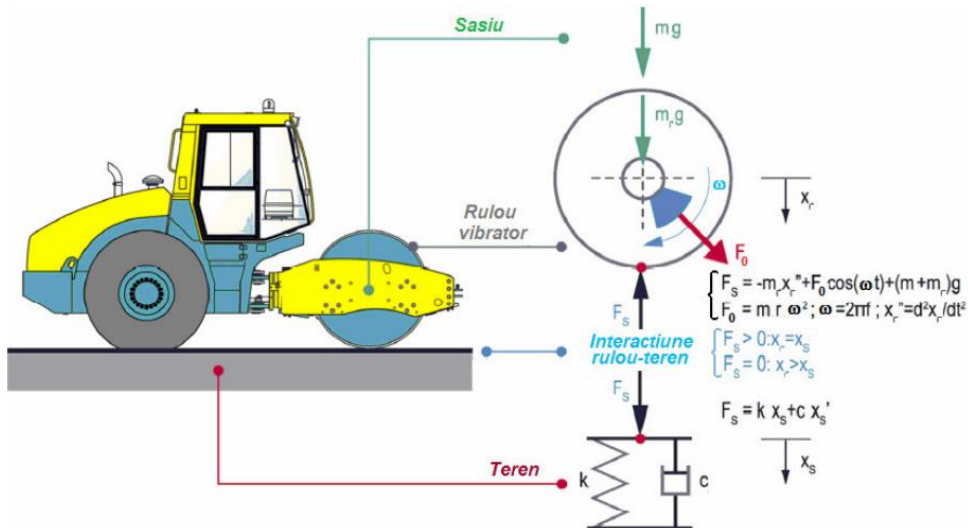


Figura 1 Model dinamic pentru compactorul cu un singur tambur vibrator

Ecuția de mișcare a modelului din figura 1 este descrisă de relația:

$$m_1 \ddot{x}_1 = (m_1 + m_2)g + m_0 r \omega^2 \cos \omega t$$

unde m_1 este masa ruloului vibrator; m_2 – masa șasiului mașinii; $m_0 r$ – momentul static al pieselor excentrice; w - pulsația forței de excitație; x_1 – deplasarea pe verticală a ruloului.

Compactor vibrator cu două grade de libertate, modelul de calcul pentru determinarea parametrilor dinamici la compactoarele vibratoare tractate este prezentat în figura 2.

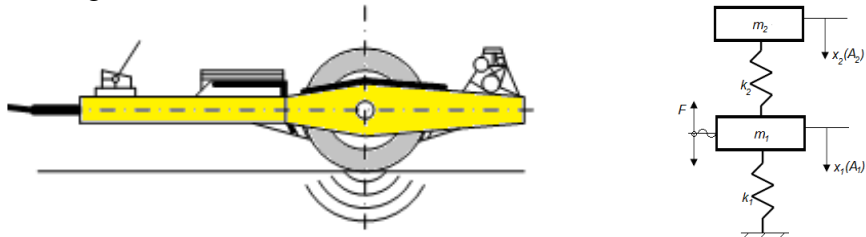


Figura 2 Modelul cu două grade de libertate al unui compactor

Cele două ecuații diferențiale ale mișcării maselor care formează sistemul dinamic din figura 2 sunt:

- pentru șasiu:

$$m_2 \ddot{x}_2 - c(\dot{x}_1 + \dot{x}_2) - k(x_1 + x_2) = 0$$

- pentru rulou:

$$(m_1 + m_2) \ddot{x}_1 + c(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) - k(x_1 - x_2) = m_0 r \omega^2 \cos \omega t$$

Compactor vibrator cu trei grade de libertate, se consideră structura constructivă și funcțională a unui compactor vibrator autopropulsat, cu o singură treaptă elastică și un singur rulou vibrator, conform figura 3.

Ruloul vibrator (1) de masă m_1 este legat elastic prin sistemul (4) de șasiul (2) al mașinii de compactat, având ruloul de tracțiune (3) de masă m_3 articulate de șasiu. Forța perturbatoare este generată de vibrogeneratorul unidirecțional inițial amplasat în interiorul ruloului (1) fiind de forma $F = m_0 r \omega^2 \sin \omega t$, unde $m_0 r$ este momentul static total al maselor excentrice de dezechilibrare dinamică.

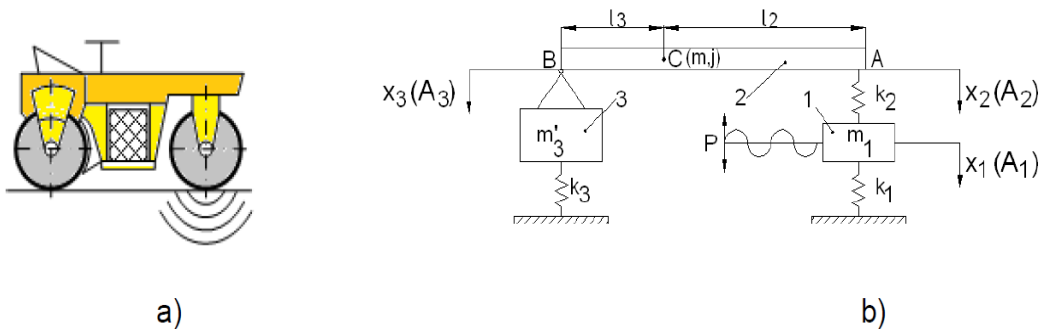


Figura 3 Modelul cu trei grade de libertate al unui compactor vibrator autopropulsat cu o singură treaptă elastică și un singur rulou vibrator.

a) schematizare generală; b) modelul dinamic de calcul.

3. Adâncimea zonei active de compactare

Acest parametru este în strânsă dependență de valoarea umidității optime de compactare w_0 , a terenului, determinată cu ajutorul metodei Proctor pentru fiecare tip de teren în parte. Adâncimea zonei active de compactare H_0 , se poate determina pe baza următoarelor relații care iau în calcul modulele globale de deformare ale terenurilor de compactare, astfel:

- pentru rulou metalic neted:

$$H_0 = 0,30 \frac{w}{w_0} \sqrt{qR}, \text{ pentru pământuri coezive}$$

$$H_0 = 0,35 \frac{w}{w_0} \sqrt{qR}, \text{ pentru pământuri necozive}$$

- pentru rulou metalic cu crampoane:

$$H_0 = (1 - k_\varepsilon)[h + (2,5/4)a]$$

- pentru roți cu pneuri:

$$H_0 = 0,18 \frac{w}{w_0} \sqrt{Q_1 p \xi},$$

în care w este umiditatea efectivă a terenului [%]; $k_\varepsilon - 0.15 \div 0.35$ este coeficientul de afânare al terenului; h – înălțimea activă a cramponului; a – latura mică a suprafeței cramponului.

4. Numărul de treceri

Pentru realizarea unei bune compactări, utilajul trebuie să treacă de mai multe ori peste același strat până se obține gradul de compactare optim. În cazul în care compactorul are rulouri cu crampe, numărul de treceri se calculează cu relația:

$$n = 1,3 \frac{A_r}{mA}$$

unde A_r reprezintă aria ruloului; A – aria de contact dintre rulou și teren; m – numărul total de crampe al ruloului.

5. Modulul de elasticitate volumică

Pentru terenuri cu suprafețe mari și spații largi supuse vibrațiilor sau proceselor ondulatorii cu propagare unidirecțională, modulul volumic E_v poate fi determinat astfel:

$$E_v = E_z \frac{1-\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)}$$

Se constată că prin modificarea porozității și alimentarea golurilor cu substanțe fluidice stabile coeficientul lui Poisson crește până la valoarea limită ($\nu_{\max} = 0,5$, astfel încât $\nu < \nu_{\max}$).

6. Compactoare dotate cu sisteme inteligente de monitorizare a gradului de compactare

Folosind compactoare cu bandaje netede, dotate cu sistem de monitorizare și reglare automată a procesului de compactare, urmărirea și fixarea rezultatelor compactării în regim real de timp și de poziționare prin GPS.

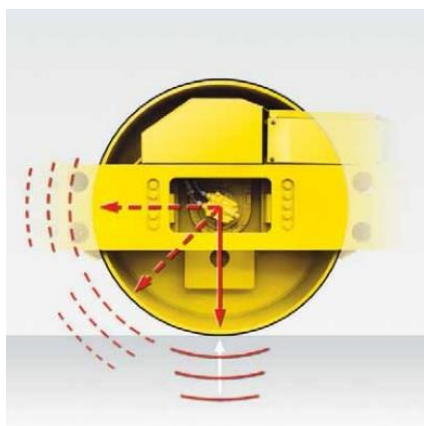


Figura 4 VARIOCONTROL, compactarea unghiulară

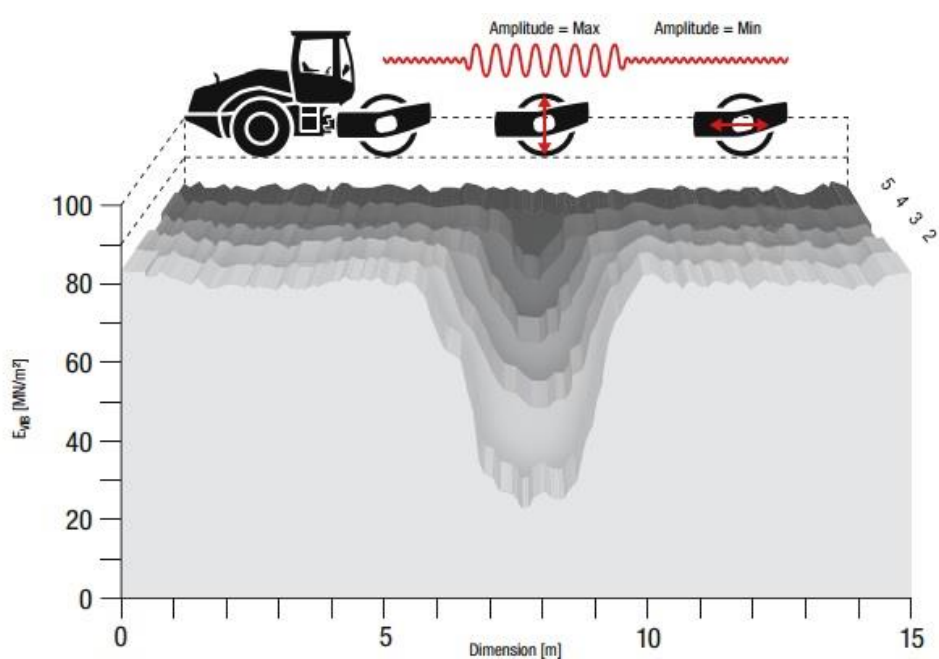


Figura 5 VARIOCONTROL reglare automată a amplitudinii la gradul de compactare

Compactarea are loc cu vibrații liniare, direcționate, cu reglarea lină a amplitudinii, compactarea în regim atenuant într-un mediu ambiant sensibil la vibrații; se obține un randament excelent datorită amplitudinilor de 2,85 mm; universalitate maximă și reglare automată a amplitudinii; prevenirea regimului undelor de salt; controlul fazei finale a compactării se realizează cu indicatorul; la

funcționarea în regim automat se exclude supracompactarea. Acest lucru face posibil să se elimine așa fenomene ca compactarea incompletă sau supracompactarea stratului de lucru din pământ tratat la crearea stratului stabilizat. Pentru a selecta un mod rațional de consolidare a pământurilor cu stabilizatori pe toate tipurile de drumuri și destinații, trebuie să se ia în considerare o gamă largă de soluții constructive și tehnologice, ceea ce va permite adoptarea metodei optime și va oferi posibilitatea de a obține un strat constructiv rezistent al fundației rutiere sau îmbrăcămintei rutiere în condițiile de exploatare.

7. Concluzii

Compactoarele de ultimă generație au o eficiență mai mare și sporesc gradul de compactare, ne oferă posibilitatea de verificare în timp real, la fața locului printr-o imprimare pe toată lungimea parcursă.

De asemenea, eficiența compactării este apreciată dacă se cunoaște și valoarea accelerațiilor verticale ale sașului, ruloului și stratului terenului în timpul procesului de compactare.

Bibliografie

1 - “Regulament privind lucrările de stabilizare a pământurilor cu stabilizatori pe bază de compuși organici naturali polienzimici”, CP D.02.22–2016. Ediție oficială. Chișinău, 2016.

2 - Bratu, P., *The behavior of nonlinear viscoelastic systems subjected to harmonic dynamic excitation*, The 9th International Congress on Sound and Vibration, University of Central Florida Orlando, Florida, 8 – 11 July, 2002;

3 - Bratu, P., Ovidiu V., Bejan S., - Analiza comportării dinamice a sistemului rului vibrator – strat de material în procesul de compactare dinamică a căilor rutiere, a VI-a Conferință tehnico-științifică internațională ”Problemele actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului”, volumul III, 15-16 noiembrie 2012, ISBN 978-9975-71-315-3;

4 - Mihailescu, Șt., Bratu, P., Goran, V., Vlădeanu, A., Aramă, Ș., Mașini de Construcții 2. Editura tehnică, București, România, 1985;

[-] [http://www.bomag.com/world/en/products/soil-compaction/Single-Drum-Rollers-with-VARIOCONTROL-\(BVC\)/BW+177+BVC-5.html](http://www.bomag.com/world/en/products/soil-compaction/Single-Drum-Rollers-with-VARIOCONTROL-(BVC)/BW+177+BVC-5.html)