

MECANISME UTILIZATE LA AUTODEPLASAREA PLĂCILOR COMPACTOARE VIBRATOARE

MECHANISMS USED IN THE SELF-MOVEMENT OF VIBRATORY PLATES

Amelitta LEGENDI¹
Radu PANAITESCU-LIESS²

¹ Conf. univ. dr. ing., Universitatea Tehnică de Construcții București, Facultatea de Utilaj Tehnologic, România
e-mail: amelitta.legendi@gmail.com

² S. I. univ. dr. ing., Universitatea Tehnică de Construcții București, Facultatea de Utilaj Tehnologic, România
e-mail: pan.radu@gmail.com

Rezumat: Metoda de compactare dinamică cea mai utilizată o reprezintă aceea prin vibrarea unui mediu (pământ, piatră spartă, beton asfaltic ș.a.). Una dintre problemele constructive la plăcile compactoare vibratoare (PCV) este legată de procedeul prin care se deplasează în timpul lucrului. Sistemele constructive pentru realizarea autodeplasării PCV se pot grupa în funcție de tipul vibrogeneratorului mecanic, de modul de amplasare al acestuia pe placă, precum și de modul în care se realizează virajul plăcii.

Cuvinte cheie: placă vibratoare, vibrogenerator, viraj

Abstract: The most widely used dynamic compaction method is that by vibrating an environment (earth, crushed stone, asphalt concrete, etc.). One of the constructive problems with the vibratory compactor plates (VCP) is related to the process by which it moves during work. The constructive systems for the self-displacement of the VCP can be grouped according to the type of the mechanical vibrogenerator, the way of its placement on the board, as well as the way in which the turn of the board is made.

Keywords: vibratory plate, vibrogenerator, turn

1. INTRODUCERE

În prezent, procesul de compactare prin vibrație a unui mediu (pământ, piatră spartă, beton asfaltic ș.a.) este metoda de compactare dinamică cea mai utilizată, prezentând o serie de avantaje reale, cum ar fi: adâncime mare de compactare, productivitate ridicată, preț de cost relativ redus, greutate proprie mică a utilajului etc.

Procesul vibratoriu antrenează particulele de pământ sau material (piatră spartă, beton asfaltic) într-o mișcare relativă unele față de celelalte, având ca rezultat eliminarea apei și a aerului din spațiile inter-particule. Acest fenomen se realizează dacă accelerația vibrațiilor este suficient de mare pentru ca forțele de inerție imprimare particulelor să învingă forțele de legătură - de coeziune și frecare interioară, între particule.

Efectul de compactare prin vibrație este cu atât mai mare cu cât masele particulelor sunt mai diferite, iar forțele de coeziune mai mici. Astfel, se pretează procesului de compactare pământurile necoezive (nisipuri, nisipuri argiloase, balasturi), piatră spartă și beton asfaltic.

Rezultate foarte bune s-au obținut și la compactarea pământurilor stabilizate și loessurilor.

2. TIPURI CONSTRUCTIVE DE PLĂCI VIBRATOARE. AUTODEPLASAREA PLĂVILOR VIBRATOARE

Din punct de vedere al tipului de vibrogenerator cu care este dotată placa compactoare vibratoare (PCV) și al modului de amplasare a motorului de acționare în raport cu talpa plăcii, se disting:

- PCV- cu o masa în vibrație sau
- PCV - cu două mase în vibrație



Fig. 1. Placă compactoare vibratoare [10]

PCV cu o singură masa în vibrație (fig.1, a) are motorul de acționare împreună cu vibrogeneratorul de vibrații fixat pe talpa acesteia, formând astfel un ansamblu rigid. Această construcție este utilizată în mod special la PCV de înaltă frecvență.

PCV cu două mase în vibrație (fig.1, b) are motorul de acționare- inclusiv cadrul suport al acestuia, montat izolat de vibrogeneratorul fixat pe talpa plăcii prin intermediul unor elemente elastice (arcuri elicoidale, tampoane de cauciuc) în scopul protejării acestuia și a operatorului împotriva acțiunii nocive a vibrațiilor în timp. Această construcție este cel mai des utilizată în practică.

Una dintre problemele constructive impuse de exploatarea acestor plăci este procedeul de deplasare în timpul lucrului. Din acest punct de vedere se disting următoarele tipuri de plăci compactoare:

- PCV *autodeplasabile* – cel mai răspândit model, prezent la toate plăcile indiferent de masa acestora;
- PCV *tractate manual*- utilizate într-o mică măsură la plăcile ușoare (400...2500 N), cu o singură masa în vibrație, acționate electric;
- PCV *tractate mecanic* (de un alt utilaj, de ex. tractor) – pentru plăci grele (10000...25000 N) și foarte grele (25000...80000 N);
- PCV *purtate* – utilizate ca echipamente pe utilaje de bază (ex. autogredere, tractoare), lucrând cuplate în paralel, fiind de greutate medie (2510...10000 N);
- PCV *atașate* – montate la brațul unui excavator în locul organului de lucru curent (cupa) de greutate medie (2510...10000 N);

- PCV *suspendate* – de brațul unei macarale sau al unui excavator, de tip foarte greu, utilizată pentru compactarea de volume mari de pământ sau piatră spartă în straturi.

PCV autodeplasabile, tractate și purtate se deplasează continuu în timpul procesului tehnologic, iar cele atașate sau suspendate se deplasează ciclic, odată cu mișcarea brațului macaralei sau a excavatorului.

3. PROCESUL DE AUTODEPLASARE A PCV

Conform sistemul constructiv de autodeplasare a plăcii în raport cu frontal de lucru (pământul)– considerat ca element elastic în procesul de compactare, plăcile compactoare au posibilitatea de a lucra într-unul din următoarele două moduri:

- a. prin *presiune* (fig.1, a)– fără desprindere de sol;
- b. prin *salt* (fig.1, b)– cu desprindere de sol - numite și *plăci prin ricoșeu/ ricoșante*.

PCV prin presiune – numite și *plăci de supragreutate*, realizează compactarea solului printr-o mișcare vibratorie forțată în care acționează ansamblul placă vibratoare-pământ. În anumite condiții, frecvența forței perturbatoare poate atinge frecvența proprie a ansamblului placă vibratoare-pământ, caz în care mișcarea are loc la rezonanță (amplitudinea mișcării atinge valori foarte mari), efectul de compactare fiind maxim. La rezonanță, când amplitudinea mișcării vibratorii este mai mare decât deformația statică a pământului, placa vibratoare va lucra prin salt.

PCV prin presiune sunt caracterizate prin frecvențe de excitații înalte și forțe perturbatoare mici.

Plăcile vibratoare prin salt lucrează printr-un efect de vibrare și un efect de lovire (prin șoc). Lovitura provoacă apariția unei vibrații libere care încetează rapid datorită efectului de amortizare al pământului. Placa vibratoare provoacă astfel presiuni periodice asupra terenului, care se transmit în mod periodic și asupra pământului. Deoarece amplitudinea vibrației nu depinde de frecvența de execuție, aici nu apare efectul de rezonanță. Acest tip de plăci sunt caracterizate prin frecvențe de excitație reduse și forțe perturbatoare de valori mari. Sunt utilizate la compactări de adâncime mai mare, chiar și pentru straturi de coeziune mai mică.

Ca urmare, autodeplasarea plăcilor are loc numai când modul de lucru al acestora se realizează prin salt. Autodeplasarea se produce ca urmare a componentei orizontale a forței perturbatoare, componenta verticală fiind orientată în sensul de realizare al saltului.

Sistemele constructive pentru realizarea autodeplasării PCV se pot grupa în funcție de tipul vibrogeneratorului mecanic, de modul de amplasare al acestuia pe placă, precum și de modul în care se realizează virajul plăcii.

4. AUTODEPLASAREA PLĂCILOR DOTATE CU VIBROGENERATOARE CU ACȚIUNE NEDIRIJATĂ

În cazul PCV dotate cu vibrogeneratoare mecanice cu acțiune nedirijată (circulară) a forței perturbatoare, autodeplasarea poate avea loc, în general, într-un singur sens, dar se poate produce și în ambele sensuri.

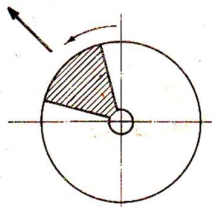


Fig. 2. Vibrogenerator cu acțiune nedirijată de tip excentric [2]

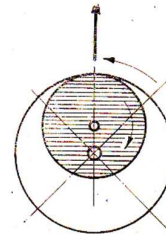


Fig. 3. Vibrogenerator cu acțiune nedirijată de tip planetar [2]

În funcție de modul de amplasare a vibrogeneratorului - cu acțiune nedirijată de tip excentric (fig. 2) (cel mai răspândit tip) sau de tip planetar (fig. 3), se disting mai multe tipuri constructive.

a. *Vibrogenerator circular montat în centrul de masa al plăcii* (fig. 4). Este o construcție economică, cu două mase în vibrație, vibrogeneratorul fiind amplasat sub motorul de acționare. Prin reglarea masei superioare față de masa inferioară se obține mersul înainte. Se realizează un proces de vibrație eficient și valori optime ale frecvenței și amplitudinii vibrației.

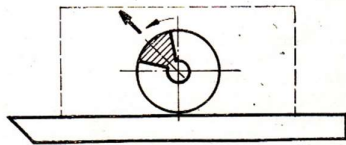


Fig. 4. Vibrogenerator circular montat în centrul de masa al plăcii [2]

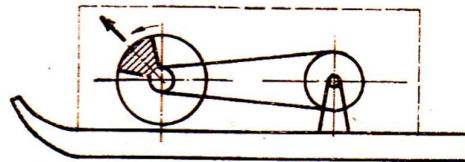


Fig.5. Vibrogenerator circular montat în partea frontală a plăcii [2]

b. *Vibrogenerator circular montat în partea frontală a plăcii* (fig. 5). Acest tip de placă are motorul de acționare împreună cu vibrogeneratorul montate la același nivel față de talpa plăcii. Vibrogeneratorul este montat în partea frontală a PCV, excentric în raport cu centrul de masă al acesteia, realizând o amplitudine mai mare în partea frontală, generând astfel mersul înapoi și compactarea pământului. În partea opusă a plăcii sunt generate amplitudini reduce, fiind utilizate astfel în procesul de finisare a stratului compactat.

c. *Două vibrogeneratoare ce se cuplează alternativ, montate simetric față de centrul de masa al plăcii* (fig. 6). Construcție cu o singură masă în vibrație și două vibrogeneratoare – unul plasat în partea frontală și celălalt în partea opusă. Prin cuplarea vibrogeneratorului frontal se obține mersul înainte, iar prin cuplarea celui din spate se obține mersul înapoi. Deci, în timpul autodeplasării nu funcționează decât un singur vibrogenerator.

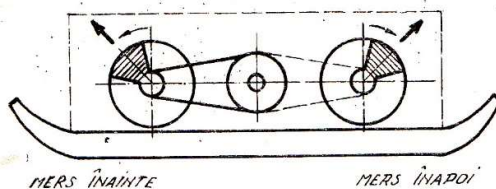


Fig. 6. Două vibrogeneratoare ce se cuplează alternativ, montate simetric față de centrul de masa al PCV [2]

5. AUTODEPLASAREA PLĂCILOR DOTATE CU VIBROGENERATOARE CU ACȚIUNE DIRIJATĂ

La plăcile vibratoare pentru compactarea pământurilor având vibrogeneratoare mecanice cu acțiune dirijată (unidirecțională) a forței perturbatoare, deplasarea plăcii poate avea loc atât înainte, cât și înapoi.

Din punct de vedere constructiv se deosebesc următoarele tipuri de PCV :

a. PCV cu vibrogenerator unidirecțional

- i. vibrogenerator tip excentric, cu doi arbori și mecanism de înclinare (fig. 7)
- ii. cu vibrogenerator tip excentric cu doi arbori și mecanism de defazare excentrici (fig. 8)

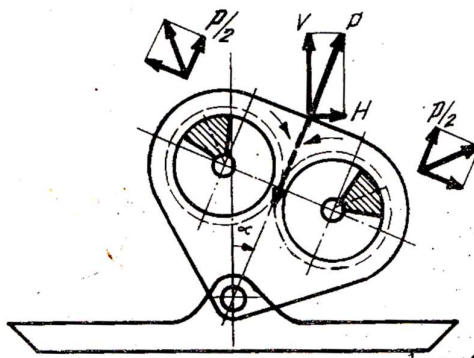


Fig. 7. Schema unui vibrogenerator excentric cu doi arbori și mecanism de înclinare montat în talpa plăcii [2]

- iii. cu vibrogenerator tip planetar (fig. 9)

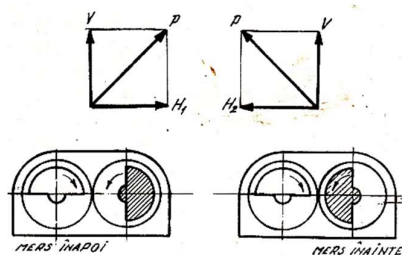


Fig. 8. Schema unui vibrogenerator excentric cu doi arbori și mecanism de defazare a excentricilor [2]

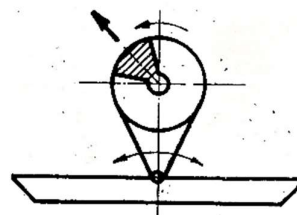


Fig. 9. Schema unui vibrogenerator tip planetar montat în talpa plăcii [2]

b. **PCV cu două vibrogeneratoare unidirecționale** dispuse transversal și simetric față de centrul de masă al plăcii

- i. Două vibrogeneratoare tip excentric, cu câte doi arbori (fig. 10)
- ii. Două vibrogeneratoare tip excentric, cu un arbore (fig. 11)

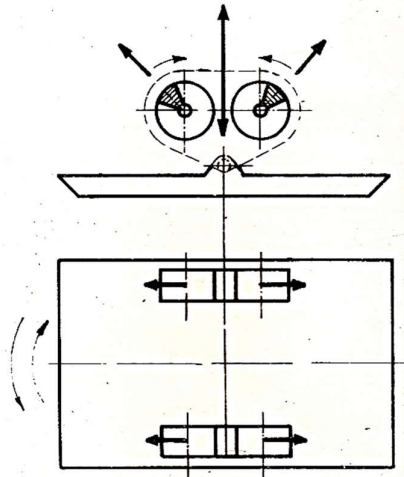


Fig. 10. Schema unei PCV cu două vibrogeneratoare unidirecționale dispuse transversal și simetric față de centrul de masă [2]

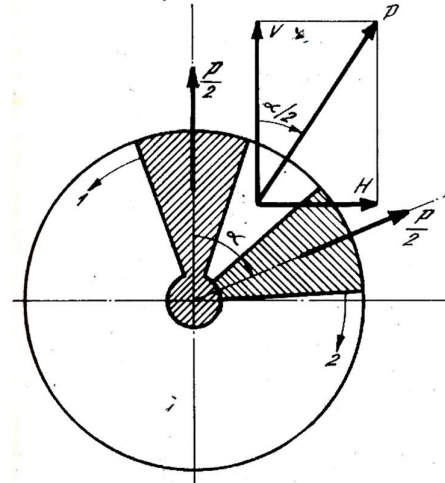


Fig. 11. Schema a două vibrogeneratoare tip excentric cu un arbore [2]

Vibrogeneratorul tip excentric, cu doi arbori și mecanism de înclinare. Datorită faptului că cei doi arbori cu excentric se rotesc în sens contrar – sincron și sinfazic, componentele ce acționează în direcția dorită (vertical sau înclinat) se sumează fiind egale și de același semn. Acestea își schimbă continuu mărimea de la zero până la o valoare maximă. Când direcția dorită este verticală, placa vibrează pe loc, fără deplasare. Dacă direcția este înclinată, ia naștere o componentă orizontală a forței perturbatoare care va produce deplasarea (fig. 12), iar componenta verticală va realiza compactarea. Componentele forțelor centrifuge ce acționează în direcție transversală se vor anula, fiind egale și de sens contrar.

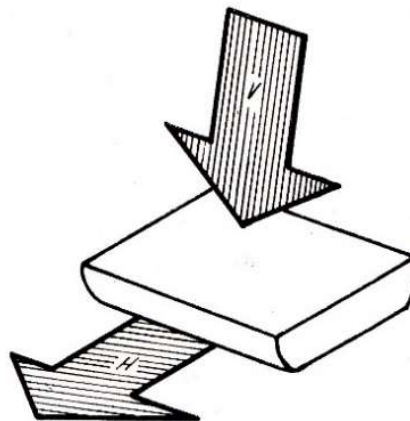


Fig. 12. Reprezentare schematizată a componentelor: orizontală - de deplasare și verticală – de compactare [2]

Vibrogeneratorul tip excentric cu doi arbori și mecanism pentru defazarea excentricilor. Cei doi arbori cu excentric se rotesc în sens contrar, sincron, dar defazat. În funcție de poziția relativă a excentricilor (fig. 13) se va materializa componenta orizontală a forței perturbatoare care va produce deplasarea.

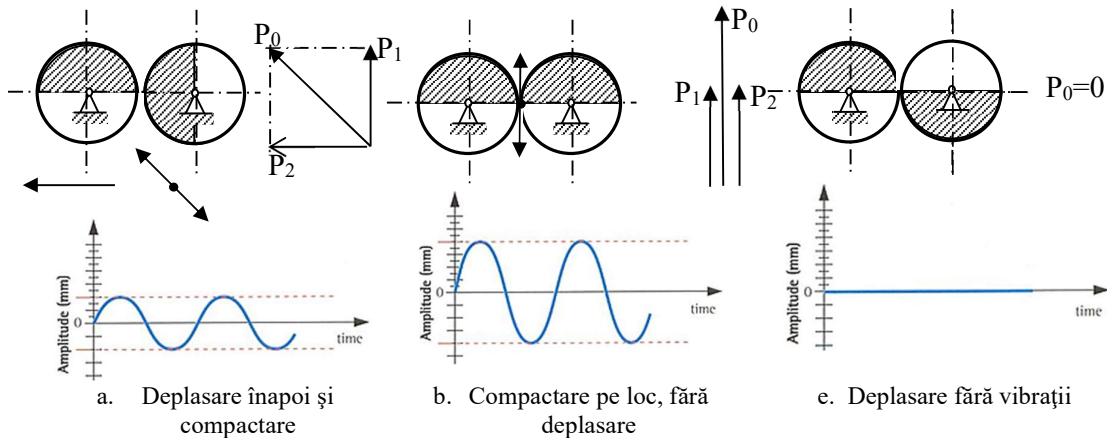


Fig. 13. Placă vibratoare cu vibrații unidirecționale [5]

Figura 14 prezintă schema cinematică a unei astfel de plăci vibratoare.

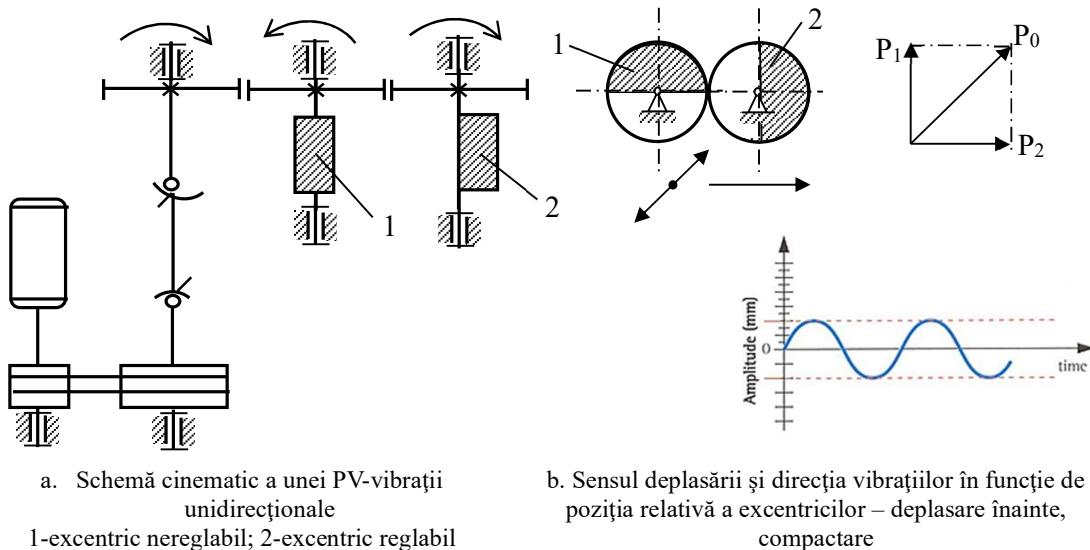


Fig. 14. Placă vibratoare cu vibrații unidirecționale -schema cinematică [5]

Vibrogeneratorul tip planetar utilizează proprietatea brațului articulată prin care forța se transmite articulației numai de-a lungul axei sale. Deplasarea înainte sau înapoi se realizează prin înclinarea vibrogeneratorului înainte sau înapoi. Acest tip de PCV este mai rar utilizat datorită faptului că este mare consumatoare de energie.

Două vibrogeneratoare tip excentric, cu câte doi arbori, dispuse transversal și simetric față de centrul de masă. Sistemul de autodeplasare a plăcii se realizează prin înclinarea celor două vibrogeneratoare laterale în față- pentru mersul înainte, sau spre spate – pentru mersul înapoi, cu ajutorul unui mecanism.

Unghiurile de înclinare ale vibrogeneratoarelor, respectiv a componentelor orizontale de deplasare, pot fi :

- egale și de același sens → placa se va deplasa în linie dreaptă ;
- diferite și de același sens, sau diferite și de sens contrar → are loc virajul plăcii spre dreapta sau spre stânga ; raza de viraj este determinată de mărimile unghiurilor care pot atinge valori maxime de $\pm 30^0$ sau de $\pm 45^0$.

Această construcție este utilizată pentru PCV cu două mase în vibrație.

Două vibrogeneratoare tip excentric cu un arbore. În acest caz, prin intermediul unui mecanism tip melc-rotă melcată se realizează decalarea excentricelor exterior față de cele interioare ale fiecărei perechi de excentrice cu un unghi de până la $\pm 15^0$. Astfel se realizează înclinarea față de verticală a rezultatelor forțelor perturbatoare cu câte un unghi egal cu jumătatea valorii unghiului dintre excentrice. Apar, de asemenea, și componentele orizontale care produc deplasarea plăcii în linie dreaptă – atunci când au valori egale, sau virajul plăcii – când mărimile lor sunt diferite.

6. CONCLUZII

La lucrările pentru compactarea pământurilor cea mai mare utilitate o prezintă PCV cu un vibrogenerator tip excentric cu doi arbori, atât cu mecanism de înclinare, cât și cu mecanism de defazare a excentricilor.

În aceeași măsură sunt utilizate și PCV cu două vibrogeneratoare tip excentric cu un arbore, având mecanism de defazare a excentricilor, care prezintă și avantajul virajului mecanic.

În funcție de lățimea zonei de compactat și de volumul de lucrări se utilizează plăci vibratoare mai mici, cu masa puțin peste 100 kg, precum și plăci vibratoare mari cu masa 500-600 kg.

Toate aceste tipuri de PCV prezintă construcții simple și sunt economice.

BIBLIOGRAFIE

1. Bărdescu, I. - Tehnologia și mecanizarea lucrărilor de construcții civile și industriale, EDP 1985.
2. Bărdescu, I. – Teza de doctorat. Studiul vibrațiilor la plăcile vibratoare pentru compactarea pământurilor, susținută 1971.03.06 și confirmată 1971.09.25, Institutul de Construcții București (acum Universitatea Tehnică de Construcții București) – România
3. Bratu. P.- Sisteme elastice de rezemare pentru mașini și utilaje. Editura Tehnică, București, 1990
4. Iordache, Gh., Ene, Gh., Rasidescu, M- Utilaje din industria materialelor de construcții. Ed. Tehnică, București, 1987
5. Legendi, Amelitta – Mașini pentru lucrări de terasamente – note de curs, 2015
6. Mihailescu, Șt. – Mașini de construcții și pentru prelucrarea agregatelor. EDP, 1983
7. Mihailescu, Șt., ș.a.– Mașini de construcții. EDP, 1985
8. Vlădeanu, Al. - Mașini de terasamente, fundații și betoane. Îndrumar de laborator, Ed. Conspress, București, 2010.
9. * * * - Prospecte și cataloage de utilaje.
10. <https://www.wackerdirect.com/dpu-2540h-reversible-vibratory-plate-25kn-40cm-16in.html>