

Ministerul Educației al Republicii Moldova
Universitatea Tehnică a Moldovei
Programul de masterat „Drumuri, materiale și mecanizare în construcții”

Admis la susținere
Șef de Departament DMMC: prof.univ.dr.hab. Rusu Ion

“ _____ ” _____ 2016

**STUDIUL ȘI ANALIZA COMPORTĂRII STRATU-
RILOR DIN PĂMÎNT TRATAT CU STABILIZATORI
DE SOL PE BAZĂ DE COMPUȘI ORGANICI
NATURALI POLIENZIMICI, LA COMPACTAREA
CU RULOU CILINDRU VIBRATOR, DOTAT CU
SISTEM DE MONITORIZARE ȘI REGLARE
AUTOMATĂ**

Teză de master

Masterand: Șcerbii Oleg

Conducător: lect.sup. Pogorlețchii Ghenadie

Chișinău 2016



Universitatea Tehnică a Moldovei

**STUDIUL ȘI ANALIZA COMPORTĂRII STRATU-
RILOR DIN PĂMÎNT TRATAT CU STABILIZATORI
DE SOL PE BAZĂ DE COMPUȘI ORGANICI
NATURALI POLIENZIMICI, LA COMPACTAREA
CU RULOU CILINDRU VIBRATOR, DOTAT CU
SISTEM DE MONITORIZARE ȘI REGLARE
AUTOMATĂ**

Student:

Șcerbii Oleg

Conducător:

Lect.sup. Pogorlețchii Ghenadie

Chișinău – 2016

REZUMAT

La momentul actual stabilizarea și consolidarea solului sunt soluțiile cele mai rentabile în planul economic și tehnologic în aspectele de construcții a bazelor pentru drumuri auto și drumuri agricole. O întrebare esențială este controlul de calitate al compactării solului stabilizat, din eficiența cărui depinde viteza de luare a deciziilor. Acest lucru este posibil atunci când rolele vibrante de ultimă generație vor fi dotate cu cele mai noi sisteme de monitorizare și reglare procesului de compactare pot extrage maximum din potențialul întreg al utilajului.

Pentru construcția îmbracamintei rutiere stabilizarea și consolidarea solului, în multe cazuri, este modul cel mai profitabil și rapid pentru a rezolva problema din mai multe criterii economice. Stabilizarea solului cu lianțe hidraulice permit să crească rezistența lui, rezistența la îngheț și la dezgheț și îmbunătățesc proprietățile fizice și mecanice.

Avantajul acestei metode este că, datorită noului utilaj specializat și adaosurilor speciale considerabile se ușurează și se mărește viteza procesului de lucru, concomitent micșorând costul lucrărilor și timpul de construcție. Astfel se asigură un termen mai îndelungat la capacitatea portantă și planitatea fundației și îmbracamintei rutiere.

Un rol important joacă folosirea tehnologiilor moderne și utilajul inovativ, care permit efectuarea lucrului la un nivel înalt cu obținerea rezultatelor maxime, în cel mai scurt timp, prin economisirea atât de timp cât și de resurse. Utilaj performant al companiei "Bomag" permit de a ajunge la aceste rezultate, luând în considerare cerințele ecologice și ergonomice.

Abstract

Currently, the stabilization and soil is strengthening the most effective solution of economic and technological construction aspects of automobile bases and agricultural roads and platforms. An essential issue is the quality control of the stabilized soil compaction, from the efficiency of which depends on the speed of decision-making. This is possible when equipped with the latest generation of vibrating rollers advanced systems full control of seals, in which the possibilities of using the capacity of the equipment close to the maximum.

For the construction of bases of road clothes the stabilization and strengthening of the soil in many cases is the most advantageous and efficient way of addressing the issue on many economic criteria. Stabilization soil binders can increase their strength, frost resistance and water resistance, improve physical and mechanical properties.

The advantage of this method is that through the use of new specialized equipment and unique additives significantly simplifies and accelerates the work process, while reducing the cost of works and construction time. When this is achieved by providing longer periods bearing capacity and evenness of the base and coating.

An important role plays the use of high-technology and innovative equipment that is allowed to carry out work at a high level, achieving the highest result in the shortest period of time, while saving not only time but also resources. high-tech equipment company Bomag.

CUPRINS

INTRODUCERE	5
CAPITOLUL I SITUAȚIA ACTUALĂ ÎN DOMENIUL DE COMPACTARE A PĂMÎNTURILOR	6
1.1 Compactarea pământului. Norme	6
1.2 Practica actuală în domeniul compactării prin vibrație	12
1.3 Concluzii.....	13
CAPITOLUL II ANALIZA COMPACTOARELOR PENTRU COMPACTAREA STRATURILOR RUTIERE	14
2.1 Generalități	14
2.2 Compactoare autopropulsate cu un singur rulou vibrator	15
2.3 Compactoare autopropulsate cu două rulouri vibratoare	16
2.4 Caracteristici dinamice pentru compactoare vibratoare	18
2.5 Capacitatea tehnologică a echipamentelor de compactare	20
2.6 Exemplu cu un singur grad de libertate al compactorului vibrator.....	21
2.7 Exemplu cu două grade de libertate al unui compactor vibrator.....	21
2.8 Exemplu cu trei grade de libertate ale compactoarelor vibratoare.....	22
2.9 Necesitatea compactării pământurilor	23
2.10 Clasificarea compactoarelor.....	25
2.11 Clasificarea în funcție de tipul role.....	26
2.12 Compactarea straturilor de fundație.....	27
2.13 Role statice și role vibratoare	30
2.14 Verificarea compactării	31
CAPITOLUL III REALIZAREA STRATURILOR RUTIERE DIN PĂMÂNT STABILIZAT CU LIANȚI ECOLOGICI ȘI COMPACTAREA LOR CU AJUTORUL COMPACTORULUI RULOU VIBRATOR DOTAT CU SISTEME DE MONITORIZARE ȘI REGLARE AUTOMATĂ A PROCESULUI DE COMPACTARE	34
3.1 Stabilizarea solurilor	34
3.2 Tehnologia de realizare a straturilor rutiere din pământ stabilizat cu lianți ecologici.	35
3.3 Avantajele tehnologiei de realizare a structurii rutiere.....	36
3.4 Realizarea tehnologiei	36
3.5 Construcția unei structuri rutiere prin stabilizarea pământului cu folosirea stabilizatorilor pe bază de compuși organici naturali polienzimici	37
3.6 Regimurile de compactare	45

3.7 Compactarea straturilor din pământ stabilizat.....	45
3.8 Control automatizat al compactării cu sistemul VarioControl	47
3.9 Analiza indicilor stratului obținut prin metoda expres	51
3.10 Ecomode	52
3.11 Concluzii.....	54
CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI.....	55
BIBLIOGRAFIA.....	56
ANEXE.....	57

Anexa 1. Certificat de conformitate. STRUCTURA RUTIERĂ MULTISTRAT, executată cu tehnologia de realizare a straturilor de pământuri stabilizate cu compuși organici naturali polienzimici	57
Anexa 2. Regulament privind lucrările de stabilizare a solurilor (Pământurilor) cu stabilizatori de sol pe bază de compuși organici naturali polienzimici CP D.02.22-2014	58
Anexa 3. Specificație Tehnică Structura Rutiera Multistrat	59
Anexa 4. Rezultat imprimat a modulului de elasticitate dinamic realizat cu deflectometru cu greutate ușoară ZFG 3000 GPS 10/15 kg.....	60

Lista figurilor:

Figura 1 Dependența gradul de planietate în funcție.....	6
Figura 2 Dependența presiunii necesare asupra solului la compactare a solului cu compactor și grosimea necesară a îmbrăcămintei rutieră în funcție gradului de compactare a solului	8
Figura 3 Sistem inteligent de monitorizare a compactării folosit de BOMAG	13
Figura 4 Exemple de utilaje care realizeaza compactarea prin acțiune statică asupra terenului	14
Figura 5 Utilaje de compactare autopropulsate cu un singur rulou vibrator	15
Figura 6 Utilaje de compactare cu două rulouri vibratoare	16
Figura 7 Oscilațiile produse de vibrogeneratoarele concepute de firma Hamm.....	17
Figura 8 Influența oscilațiilor asupra efectului de compactare	17
Figura 9 Regimul vibrațiilor tehnologice	18
Figura10 Porozității funcție de raportul accelerațiilor și granulozitatea pământului.....	19
Figura 11 Modelul cu un singur grad de libertate al unui compactor	21
Figura 12 Modelul cu două grade de libertate al unui compactor	21

Figura 13 Modelul cu trei grade de libertate al unui compactor vibrator autopropulsat cu o singură treaptă elastică și un singur rulou vibrator	22
Figura 14 Modelul cu trei grade de libertate al unui compactor vibrator autopropulsat cu două trepte elastice și un singur rulou vibrator.....	22
Figura 15 Modelul cu trei grade de libertate al unui compactor vibrator autopropulsat cu două trepte elastice de izolare și cu ambele ruloari vibratoare.....	23
Figura 16 Compactoare cu acțiunea statică asupra terenului	25
Figura 17 Compactoare cu cilindru vibrator	25
Figura 18 Compactor cu rulou vibrator neted	26
Figura 19 Compactor cu came	26
Figura 20 Compactor cu roți pneumatice	27
Figura 21 Compactoare combinate	27
Figura 22 Crearea compoziției granulometrice necesare a pământului pe întreaga adâncime de frezare cu introducerea amestecurilor cu dispersie fină în procesul de frezare, cu precizia de dozare asigurată de computerul de bord.	37
Figura 23 Sistemul de control operațional, măsurarea umidității, temperaturii solului, temperaturii mediului ambiant și altor parametri referire la coordonatele geografice.....	37
Figura 24 Compactarea stratului de pământ cu stabilizator, cu cilindru compactor vibrator cu bandaje lise, dotat cu sistem de monitorizare și reglare automată a gradului de compactare. .	38
Figura 25 Consolidarea stratului de suprafață a fundației prin introducerea criblurii octaedrice de granit cu precizia de dozare asigurată de computerul de bord	38
Figura 26 Compactarea stratului de suprafață a fundației prin clutarea criblurii octaedrice de granit cu cilindru compactor vibrator cu bandaje lise, dotat cu sistem de monitorizare și reglare automată a gradului de compactare.	39
Figura 27 Controlul compactării stratului consolidat cu deflectometrul electronic de sol cu determinarea modulului de elasticitate dinamic	39
Figura 28 Tratament bituminos, strat de tratament de suprafață prin aplicarea emulsiei bituminoase și criblurii octaedrice de granit cu precizia de dozare asigurată de computerul de bord.....	40
Figura 29 Compactarea stratului de tratament de suprafață cu rulou compactor pe pneuri. .	40
Figura 30 Rulou vibrator tradițional cu un unghi vertical de atac	46
Figura 31 Selectarea amplitudinii.....	47
Figura 32 Selectarea regimului de lucru (automat / manual)	47
Figura 33 Selectarea limitului modulului dinamic de elasticitate.....	48

Figura 34 Reglarea automata amplitudinei indepentență de grad de compactare.....	48
Figura 35 Monitorizarea continua a compactării	49
Figura 36 Imprimarea cecului cu rezultatetele de compactare	50
Figura 37 Sistem de poziționare BCM 05	50
Figura 38 BCM 05 de poziționare interfața sistemului de subsisteme conectate GPS / ATS	51
Figura 39 Regimul EcoMode.....	52
Figura 40 Diferența dintre Eco Mode și regim obișnuit	54

Lista tabelelor:

Tabelul 1 Parametrii compactării pentru cîteva tipuri de pămînt și utilaje recomandate	12
Tabelul 2 Valorile coeficienților de compactare relativă.....	12
Tabelul 3 Valorile recomandate pentru frecvența vibrațiilor la utilajele de compactat.....	18
Tabelul 4 Valorile recomandate pentru amplitudinea vibrațiilor de lucru la compactoare.....	19
Tabelul 5. Cerințe tehnice către materialele folosite la construcția straturilor de fundație ale drumurilor	41
Tabelul 6 Caracteristicile utilaului tehnologic folosit în procesul de stabilizare a pămînturilor la construcția drumurilor auto.....	43
Tabelul 7 Date la măsurare modulului dinamic de deformare efectuat cu deflectometru cu greutate ușoară ZFG 3000 GPS	51
Tabelul 8 Date la măsurare modulului dinamic de deformare efectuat cu deflectometru cu greutate ușoară ZFG 3000 GPS	52