

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII
BUCUREȘTI

FACULTATEA DE UTILAJ TEHNOLOGIC

TEZA DE DOCTORAT

OPTIMIZAREA PARAMETRIILOR TEHNOLOGICI ȘI ECONOMICI DE FOLOSIRE A NETEZITOARELOR PENTRU BETON

Rezumat

Doctorand

Ing. Daniel Alin ȘERBAN

Conducător Științific

Prof.univ.dr.ing.Gheorghe Petre ZAFIU

București

2014

MULȚUMIRI

La încheierea procesului de elaborare a tezei de doctorat, doresc să aduc mulțumiri în mod deosebit conducătorului de doctorat, Prof.univ.dr.ing. Gheorghe Petre ZAFIU, pentru sprijinul total și necondiționat pe care mi l-a acordat pe parcursul celor trei ani de experimente și studiu. Prin profesionalismul său de înaltă ținută academică, prin tactul pedagogic, răbdarea, înțelegerea, manifestate, cât și prin cunoștințele împărtășite, încurajarea permanentă și îndrumarea pe etape succesive în care m-a susținut, inclusiv în momentele dificile, domnia sa a avut o contribuție foarte importantă în elaborarea și finalizarea acestei lucrări. Sub îndrumarea Prof.univ.dr.ing. Gheorghe Petre ZAFIU, am participat la diferite manifestări științifice, unde am prezentat lucrări științifice publicate ulterior în reviste de specialitate. Doresc să mulțumesc Conf.dr.ing Aurelian GAIDOȘ pentru sfaturi utile, precum și cadrelor didactice din Departamentul Mașini de Construcții și Mecatronică, în mod special domnilor profesori Alexandru VLADANU și Valentin SOIMUSAN care au făcut parte din comisiile de analiză a rapoartelor de cercetare și care au contribuit prin sugestiile făcute la conturarea conținutului tezei.

Imi exprim recunoștința față de Conf. dr. Nicolae SIMION pentru sprijinul deosebit de important, acordat în domeniul matematic.

Mulțumesc de asemenea domnului dipl. ing Marin ANICA general manager la firma Digitline, domnului ing Claudiu Florinel BISU șef de lucrări, Departamentul Mașini și Sisteme de Producție, Facultatea Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Universitatea Politehnica din București și domnului Costi REZEANU patron la firma Habitat Construct fără de care realizarea studiului experimental nu ar fi fost posibil.

În final mulțumesc părinților pentru educația, sprijinul material și moral acordat, pentru înțelegerea și suportul pe parcursul realizării acestei lucrări.

Cuprins

Lista notațiilor, figurilor și a tabelor

Introducere

Capitolul 1. Studiul documentar privind stadiul actual al cunoașterii referitoare la netezitoarele de beton

- 1.1. Aspecte generale
- 1.2. Criterii de clasificare a netezitoarelor de beton
- 1.3. Tipuri constructive de netezitoare simple
 - 1.3.1. Netezitoare simple mecanice
 - 1.3.2. Netezitoare simple pneumatice
 - 1.3.3. Netezitoare simple electrice
 - 1.3.4. Netezitoare simple speciale de margini
 - 1.3.5. Analiza comparativă a caracteristicilor netezitoarelor simple
- 1.4. Tipuri constructive de netezitoare duble
 - 1.4.1. Netezitoare duble autopurtătoare mecanice
 - 1.4.2. Netezitoare duble autopurtătoare mixte
 - 1.4.3. Netezitoare duble autopurtătoare complet hidraulice
 - 1.4.4. Netezitoare telecomandate
 - 1.4.5. Analiza comparativa a caracteristicilor netezitoarelor duble
- 1.5. Organele de lucru ale netezitoarelor
- 1.6. Recomandări de exploatare și întreținere a netezitoarelor
- 1.7. Aplicații practice ale utilizării netezitoarelor de beton

Capitolul 2. Analiza comportării "echipament - strat procesat" în cazul procesului tehnologic de netezire a betonului

- 2.1. Descrierea procesului de netezire a betonului și a modului de lucru al netezitoarelor
- 2.2. Calitatea și eficiența procesului de netezire a betonului determinate de interacțiunea echipamentului de lucru cu suprafața prelucrată
 - 2.2.1. Contactul dintre pală și suprafață
 - 2.2.2. Analiza modului de deplasare a netezitoarelor simple
 - 2.2.3. Analiza modului de deplasare a netezitoarelor duble
- 2.3. Modelarea acțiunii organelor de lucru ale netezitoarelor asupra suprafețelor de beton
 - 2.3.1. Modelarea acțiunii palelor de lucru ale unui netezitor simplu asupra suprafețelor de beton
 - 2.3.1.1. Calculul efortului între pală și pardoseală
 - 2.3.1.2. Studiu de caz
 - 2.3.2. Modelarea acțiunii palelor de lucru ale unui netezitor dublu asupra suprafețelor de beton
 - 2.3.2.1. Studiu de caz
 - 2.3.2.2. Calculul vitezei de saturație

Capitolul 3. Criterii și metode de optimizare a parametrilor tehnologici și economici ai netezitoarelor

- 3.1. Scheme tehnologice de execuție a lucrărilor cu netezitoare
- 3.2. Productivitatea netezitoarelor
 - 3.2.1. Productivitate teoretică a netezitorului
- 3.3. Norma de timp și norma de deviz ale netezitorului
 - 3.3.1. Norma de timp a netezitorului
 - 3.3.2. Norma de deviz a netezitorului
- 3.4. Timpii netezitorului
- 3.5. Cheltuielile de producție
 - 3.5.1. Salariile personalului direct productiv
 - 3.5.2. Cheltuielile energetice
- 3.6. Costurile unitare
 - 3.6.1. Costurile tehnologice
 - 3.6.2. Costurile de dislocare
- 3.7. Necesarul specific de manoperă
 - 3.7.1. Manopera tehnologică
 - 3.7.2. Manopera de dislocare
- 3.8. Necesarul specific de energie
 - 3.8.1. Energia tehnologică
- 3.9. Metoda multicriterială pentru selectarea variantelor tehnologice de mecanizare
 - 3.9.1. Selectarea multicriterială a variantelor tehnologice de mecanizare a lucrărilor de construcții
 - 3.9.2. Studiul de caz
- 3.10. Selectarea multicriterială a variantelor constructive de netezitoare în vederea dotării firmelor
 - 3.10.1. Modul de construcție și de interpretare a diagramelor
 - 3.10.2. Aplicarea metodei multicriterială de selectare a tipurilor de netezitoare

Capitolul 4. Cercetări statistice privind caracteristicile netezitoarele de beton

- 4.1. Puterea necesară procesului de netezire
- 4.2. Prelucrarea și analiza comparativă a datelor statistice
 - 4.2.1. Cazul netezitoarelor simple
 - 4.2.2. Cazul netezitoarelor duble

Capitolul 5. Cercetări experimentale privind influența vibrațiilor asupra netezitoarelor ca urmare a evoluției acestora pe suprafața plană de lucru

- 5.1. Studiul structurii spectrale a modurilor variabile periodice
- 5.2. Utilizarea practică a modurilor de vibrație ale palelor netezitoarelor

Capitolul 6. Concluzii, contribuții originale și direcții viitoare de cercetare

- 6.1. Concluzii generale
- 6.2. Contribuții originale
- 6.3. Direcții viitoare ale cercetării
- 6.4. Lista lucrărilor publicate

Bibliografie selectivă

Cuvinte cheie: beton ; pală; disc; pardoseală

Introducere

Îmbunătățirea comportării în exploatarea structurilor din beton neprotejate prin lucrări de tencuire, placare, zugrăvire sau vopsire, depinde de gradul de prelucrare și finisare a betonului în stare proaspătă.

Stratul care a suferit o evoluție rapidă în ultimul timp este stratul de uzură. Odată cu diversificarea largă a industriilor și cu apariția unor noi materiale și procese tehnologice, au apărut și noi tipuri de straturi de uzură, cu proprietăți tot mai specializate și capabile să răspundă la solicitări timp îndelungat fără uzură stânenitoare. Din acest punct de vedere, se dispune în prezent de o gamă largă de soluții capabile să răspundă celor mai dificile solicitări în exploatare, este însă important ca în fiecare situație să se aleagă alternativele cele mai favorabile, dintr-un număr mai mare de soluții posibile, atât ca materiale componente ale straturilor cât și ca tehnologie. De foarte mare importanță pentru obținerea unor proprietăți superioare ale stratului de uzură este finisarea suprafețelor după execuție. O finisare corectă asigură stratului de uzură calitatea de a prelua în condiții optime solicitările din mediul agresiv, de asemenea îi conferă aspectul estetic dorit și calitatea antipraf.

Netezirea mecanică este cea mai utilizată metodă pentru finisarea suprafețelor din beton neprotejate și este de obicei impusă de către proiectanți. Se obțin astfel lucrări finisate de înaltă calitate foarte dure și rezistente la eroziune. Suprafețe de bună calitate nu se pot obține decât numai prin folosirea unui beton adecvat, o preparare atentă a cofragului, o compactare corectă și o nivelare prealabilă iar la final o finisare executată cu deosebită grijă.

Netezirea mecanică este realizată cu mașini moderne, special concepute pentru acest scop, denumite netezitoare pentru beton.

Lucrările de construcții, în cele mai multe cazuri (pardoseli, suprafețe orizontale ale betonului proaspăt, lucrări de finisare în construcții) pentru care sunt concepute aceste tipuri de mașini, presupun un volum de muncă relativ ridicat.

Folosind corect organele de lucru ale netezitoarelor se pot obține suprafețe de bună calitate în conformitate cu specificațiile cerute. Firmele producătoare oferă și o gamă de organe de lucru la netezitoare:

- pale;
- discuri;
- perii.

La elaborarea acestei teze s-a făcut o analiză detaliată a stadiului actual pe plan mondial și în țara noastră. În acest scop au fost studiate prospecte și cataloage de la 75 de firme străine, pe baza cărora au fost analizate tipuri de netezitoare de beton. Pe plan mondial un număr mare de firme produc multe tipuri constructive într-o gamă largă de tipodimensiuni de netezitoare. Se pot aminti câteva firme importante: Dynapac, Belle Group, Allen Concrete, Wacker, Barikell. Se impune ca și unele firme românești să înceapă acțiunea de cercetare - proiectare și asimilare a unora dintre aceste tipuri de netezitoare în scopul mecanizării operațiunilor de netezire a suprafețelor straturilor de uzură din betoane pe șantierele de construcții.

Aceste mașini au apărut din necesitatea de înlocuire sau de ușurare a muncii manuale la o gamă largă de activități speciale ale lucrărilor de construcții. Mașina de netezit asigură o finisare rapidă și ireproșabilă a pardoselilor din beton, fiind ușor de manevrat și întreținut.

Finisarea mecanizată a betonului se poate realiza în două etape:

- netezirea grosieră care se face cu ajutorul discului de netezire la 1-3 ore după turnarea betonului;
- finisarea suprafeței cu ajutorul rotorului cu pale, executată în urma netezitorului cu disc, la interval de 10-15 min.

Netezitorul este pus în acțiune când betonul începe să facă priză. Laptele de ciment se ridică la suprafață și palele reînchid porii betonului. Astfel se obține un excelent finisaj.

Aceste echipamente oferă posibilitatea unor lucrări de netezire din două puncte de vedere:

- unul tehnic, rezistența stratului procesat;
- al doilea din punct de vedere estetic, permițând obținerea de diferite culori de pardoseli în funcție de cerințele beneficiarului.

Utilizarea netezitoarelor la prelucrarea suprafețelor pentru finisaj în construcții prezintă multiple avantaje printre care:

- rezistența mecanică ridicată;
- rezistența la compresiune și la rulaj;
- super rezistență la trafic intens și la uzură;
- nu există puncte slabe rezistența este aceeași pe tot planul, pe toate direcțiile;
- economie de timp;
- creșterea calității suprafeței;
- costuri de producție mici;
- rezistența mare a suprafețelor rezultate.

Pentru dezvoltarea cercetării, s-a avut în vedere atingerea obiectivului general al cercetării, privind contribuții la:

- ✓ îmbunătățirea performanțelor operaționale și optimizarea parametrilor funcționali pentru echipamentele tehnologice de construcții, în vederea creșterii eficienței și calității lucrărilor.

Conectarea lucrării la acest obiectiv general s-a făcut prin obiectivele specifice ale tezei care au constat din:

- ✓ studiu de sinteză privind stadiul tehnologic și aspectele teoretice specific netezitoarelor pentru beton, actuale;
- ✓ optimizarea parametrilor netezitoarelor pentru beton și stabilirea condițiilor tehnologice de folosire eficientă a acestora;
- ✓ analiza influenței vibrațiilor generate de evoluția netezitoarelor pe suprafața plană de lucru, asupra componentelor mașinii.

Teza de doctorat este structurată în 6 capitole dezvoltate pe 184 pagini conținând 95 figuri, 29 tabele și 147 referințe bibliografice. În cele ce urmează, se va prezenta o scurtă descriere a conținutului capitolelor tezei:

Capitolul 1 cuprinde studiul documentar privind stadiul actual al cunoașterii referitoare la netezitoarele de beton. Pentru cunoașterea netezitoarelor, se prezintă criterii de clasificare a netezitoarelor de beton, tipuri constructive de netezitoare simple și duble. Prin analiza caracteristicilor tehnice principale prevăzute în diferite fișe tehnologice s-au făcut

analize comparative, în funcție de tipuri constructive. Echipamentul de lucru al netezitorului este prezentat pentru diversificarea folosirii, la netezirea și finisarea suprafețelor prelucrate. Pentru buna funcționare a netezitoarelor, sunt descrise recomandările de exploatare și întreținere. Diferite aplicații pe suprafețele exterioare sau interioare ale betonului sunt prezentate pentru cunoașterea utilizării netezitoarelor.

Capitolul 2. Analiza comportării "echipament - strat procesat" în cazul procesului tehnologic de netezire a betonului cuprinde descrierea procesului de netezire a betonului și a modului de lucru al netezitoarelor. Calitatea și eficiența procesului de netezire este descrisă de contactul dintre pală și suprafață și de deplasarea netezitoarelor.

Pentru a vedea influența netezitoarelor asupra suprafețelor de beton prelucrate se prezintă modelarea acțiunii organelor de lucru ale netezitoarelor.

Capitolul 3. Criterii și metode de optimizare a parametrilor tehnologici și economici ai netezitoarelor sunt prezentate scheme tehnologice de executare a lucrărilor cu netezitoarele. Se studiază trei netezitoare simple mecanice, de diferite dimensiuni, produse de firme diferite folosind metoda multicriterială pentru selectarea variantelor tehnologice de mecanizare. Stabilirea relațiilor de calcul, specifice netezitoarelor, pentru principalii indicatori tehnologici și economici: productivitatea, norma de timp, norma de deviz, timpii-mașină, costurile de utilizare, cu scopul de a obține varianta optimă dintre cele trei netezitoare. Pentru determinarea ponderilor criteriilor tehnologice și economice se construiesc diagrame de variație a valorilor criteriilor V_{ij} în funcție de diametru, pe tipuri constructive de netezitoare.

Capitolul 4. Cercetări statistice privind caracteristicile netezitoarele de beton. Plecând de la relația de calcul a puterii în studiile analitice realizate privind dependențele tehnice ale caracteristicilor netezitoarelor reprezentate grafic, prin puncte s-a stabilit că nu există niște legi definite matematic pe baza cărora să se poată proiecta netezitoarele pentru beton. Prin urmare a fost necesară prelucrarea și analiza datelor statistice referitoare la tipurile de netezitoare folosind funcția de regresie.

Prin folosirea funcției de regresie se defineasc matematic formele curbelor ce delimitează domeniile de variație ale dependenței dintre caracteristicile tehnice considerate în studiu. Prelucrarea datelor este făcută cu programul Mathcad.

Capitolul 5. Cercetări experimentale privind influența vibrațiilor asupra netezitoarelor ca urmare a evoluției acestora pe suprafața plană de lucru. Se prezintă cercetări experimentale privind influența vibrațiilor asupra netezitoarelor ca urmare a evoluției acestora pe suprafața plană de lucru. În prima fază se prezintă studiul structurii spectrale a mărimilor variabile periodice, studiu de caz. A fost necesară în acest capitol expunerea procedurilor experimentale utilizând măsurători de vibrații efectuate privind analiza vibratorie a netezitoarelor de beton care au fost realizate cu sprijinul firmelor Digitline și Habitat Construct Pardoseli Industriale.

Măsurătorile au fost efectuate asupra trei tipuri de utilaje de tip netezitoare de beton astfel:

- netezitor dublu hidraulic;
- netezitor simplu de margine mecanic;
- netezitor simplu mecanic.

Pe baza măsurătorilor de vibrații și a studiului realizat s-au constatat următoarele:

- spectrul de frecvențe prezintă comportamentul dinamic al netezitorului respectiv caracteristica dinamică a palelor, starea acestora precum și calitatea de lucru a netezitorului.
- amplitudinea frecvențelor corespunzătoare palelor reprezintă un criteriu de evaluare a stării de funcționare a palelor putând reprezenta și un criteriu de calitate în timpul funcționării netezitorului.
- impactul palelor cu suprafața betonului generează vibrații de amplitudini mari așa cum se poate observa și în diagrame, astfel că este nevoie de diminuarea coeficientului de frecare pentru diminuarea amplitudinii vibrațiilor.

Capitolul 6 cuprinde concluzii, contribuții originale și direcții viitoare de cercetare. Pe baza studiului documentar privind stadiul actual al cunoașterii referitoare la netezitoarele de beton au fost realizate cercetări și experimentări. Majoritatea suprafețelor orizontale sunt neprotejate și prin folosirea netezitoarelor crește rezistența betonului.

6.1. Concluzii generale

Pe baza studiului documentar privind stadiul actual al cunoașterii referitoare la netezitoarele de beton al cercetărilor și al experimentărilor realizate se pot trage următoarele concluzii:

- netezitoarele de beton se pot clasifica după diverse criterii, fără a se considera că vreunul dintre acestea poate cumula toate elementele constructive, structura cuprinsului tezei fiind făcută luînd în considerație cele două variante constructive, care au în vedere numărul de rotoare (simple cu un singur rotor, duble cu două rotoare);
- antrenarea organelor de lucru ale netezitoarelor poate fi făcută prin toate sistemele de acționare aplicate în general la echipamentele tehnologice și anume:
 - mecanice (motor termic);
 - electrice;
 - hidraulice;
 - pneumatice.
- nivelul tehnologic actual a permis realizarea unor netezitoare telecomandate, prin care se elimină deplasarea operatorului uman peste suprafețele în curs de procesare, ceea ce asigură o mai bună finisare a acestora;
- pentru asigurarea unei bune funcționări și a utilizării corecte trebuie respectate regulile de exploatare prevăzute în documentațiile tehnice elaborate de producătorii acestor echipamente;
- netezitoarele pentru beton sunt recomandate la lucrările de finisare a suprafețelor exterioare sau interioare asigurându-se astfel o calitate și o durabilitate specială a acestor suprafețe;
- procesul tehnologic complex, avut în vedere la punerea în lucrare a betonului proaspăt, în straturi orizontale, implică diferite activități:
 - repartizarea în straturi uniforme a betonului;
 - nivelarea, compactarea prin vibrarea de suprafață;
 - vibrofinisarea;

- netezirea suprafețelor.
- clasele de beton, cât și materialele de adaos, au un rol important pentru calitatea netezirii și finisării suprafețelor;
- mărimea unghiului de înclinare a palelor diferă de starea suprafețelor de beton atât la netezire cât și la finisare;
- calitatea suprafeței betonului depinde de viteza de rotație a netezitoarelor, de forțele de frecare, care acționează asupra elicelor și de viteza de saturație;
- pentru o desfășurare normală a procesului tehnologic de netezire, se impune respectarea diferitelor scheme tehnologice de deplasare a netezitorului și anume:
 - schema tehnologică de deplasare a netezitorului în fâșii transversale pe sectoare longitudinale;
 - schema tehnologică de deplasare a netezitorului în fâșii transversale pe sectoare transversale;
 - schema de deplasare în fâșii curbe paralele a netezitorului;
 - schema de deplasare în poziții succesive a netezitorului;
- pentru calculul indicatorilor tehnologici și economici, s-a folosit de schema tehnologică de deplasare a netezitorului pe fâșii transversale, în cazul sectoarelor longitudinale;
- la aplicarea metodei, multicriteriale folosită pentru selectarea variantelor tehnologice de mecanizare, se are în vedere folosirea netezitoarelor de același tip constructive, dar de dimensiuni diferite.
- valorile criteriilor tehnico-economice, s-au calculat pentru variantele de mecanizare, obținându-se varianta optimă a cărei normă specifică dintre cele trei netezitoare este cea mai mare;
- pentru determinarea ponderilor criteriilor tehnologice și economice se construiesc diagrame de variație, a valorilor criteriilor în funcție de diametru, pe tipuri constructive de netezitoare;
- criteriile considerate sunt:
 - costul investiției;
 - puterea instalată;
 - masa constructivă.
- ținând cont de ponderile criteriilor tehnice corespunzătoare caracteristicilor constructive au rezultat coeficienți globali pentru fiecare tip de netezitor;
- prin compararea acestor coeficienți, netezitorul cel mai eficient este cel cu coeficientul global mai mare;
- în studiile analitice realizate, privind dependențele tehnice ale caracteristicilor netezitoarelor reprezentate grafic prin puncte, s-a stabilit că nu există niște legi definite matematic, pe baza cărora, să se poată proiecta netezitoarele pentru beton.
- pentru analiza datelor statistice referitoare la tipurile de netezitoare (simple sau duble) a fost necesară folosirea funcției de regresie pe baza căreia s-au reprezentat diagramele de variație a dependenței caracteristicilor acestora și anume:
 - puteri în funcție de mase;

- puteri în funcție de diametre;
 - mase în funcție de diametre.
- prin folosirea funcției de regresie se defineasc matematic formele curbelor ce delimitează domeniile de variație ale dependenței dintre caracteristicile tehnice considerate în studiu.
- prelucrarea datelor este făcută cu programul Mathcad.
- cercetările experimentale privind influența vibrațiilor asupra netezitoarelor ca urmare a evoluției acestora pe suprafața plană de lucru cuprind:
- studiul structurii spectrale a mărimilor variabile periodice;
 - utilizarea practică a modurilor de vibrație ale palelor netezitoarelor.
- la studiul structurii spectrale a mărimilor variabile în timp, variația periodică se caracterizează prin aceea că la intervale egale de timp valorile mărimilor fizice considerate se repetă identic.
- este cunoscut faptul că o asemenea funcție periodic variabilă, poate fi exprimată sub forma unei serii trigonometrice cu număr infinit de termeni, îi asociem transformata Fourier definite ca un caz particular al transformatei Laplace.
- transformata Fourier este interpretată ca densitate de semnal pe lungimea de frecvență.
- la utilizarea practică a modurilor de vibrație al palelor, au fost analizate trei tipuri de netezitoare:
- netezitor simplu mecanic;
 - netezitor dublu hidraulic;
 - netezitor simplu de margine.
- vibrațiile influențează productivitatea netezitoarelor și trebuie luate măsuri de înlăturare sau reducere a lor;
- echipamentul folosit pentru efectuarea măsurătorilor a fost DCA 550 Digitline, accelerometru triaxial și uniaxial, software FAST VIEW Digitline;
- cu acest echipament s-a putut analiza la cele trei netezitoare:
- forma de undă cu accelerațiile pe direcțiile X,Y,Z;
 - evoluția vitezei de vibrație în timpul funcționării;
 - spectrul de frecvențe în timpul funcționării;
 - diagrama Waterfall.
- datorită cercetărilor efectuate la netezitorul simplu de margine, netezitorul dublu hidraulic și netezitorul mecanic a rezultat, că netezitorul simplu mecanic are amplitudinile cele mai mici.

- cercetările efectuate asupra netezitoarelor de beton, vor ajuta pe cei care proiectează, repară și exploatează acestea la îmbunătățirea calitativă a suprafețelor netezite de beton.
- pe plan mondial un număr mare de firme produc mașini de netezire a betonului, într - o gamă largă de tipodimensiuni de netezitoare, pentru prelucrarea stratului uzură.
- se impune ca și unele firme românești, să înceapă acțiunea de cercetare proiectare și asimilare, a unor tipuri de netezitoare, în scopul mecanizării operațiilor de prelucrare pe șantiere de construcții a suprafețelor.
- importanța netezirii suprafețelor de beton, este esențială, deoarece majoritatea suprafețelor orizontale din beton nu sunt protejate.

6.2. Contribuții originale

Concluziile și contribuțiile personale, ce rezultă din întreaga activitate de cercetare și prezentate în teza de doctorat evidențiază faptul că obiectivul general al activității doctorale- *îmbunătățirea performanțelor operaționale și optimizarea parametrilor funcționali, pentru echipamentele tehnologice de construcții, în vederea creșterii eficienței și calității lucrărilor-* a fost atins, prin realizarea următoarelor contribuții personale:

- a) analiza realizărilor relevante pe plan internațional, referitoare la nivelul tehnologic actual al construcției și procesului de lucru ale netezitoarelor pentru beton și stabilirea criteriilor de clasificare a netezitoarelor pentru beton;
- b) stabilirea domeniilor de mărimi, în care se încadrează caracteristicile tehnice principale ale netezitoarelor simple și duble, pe tipuri constructive, folosind informațiile furnizate de principalele firme producătoare;
- c) analiza comparativă, între tipuri constructive, a caracteristicilor tehnice ale netezitoarelor simple și duble (puteri, mase, diametre, turații);
- d) elaborarea schemelor tehnologice de executare a lucrărilor cu netezitoare prin deplasarea în fâșii transversale pe sectoare longitudinale și pe sectoare transversale;
- e) stabilirea relațiilor de calcul, specifice netezitoarelor, pentru principalii indicatori tehnologici și economici: productivitatea, norma de timp, norma de deviz, timpii-mașină, costurile de utilizare;
- f) studiu de caz privind aplicarea metodei multicriteriale pentru selectarea variantelor tehnologice de executare a lucrărilor de netezire, folosind dotarea existentă și a variantelor constructive de netezitoare, în vederea dotării;
- g) studiul statistic al caracteristicilor tehnice ale netezitoarelor simple și duble folosind funcția de regresie, pe baza căreia sau reprezentat diagramele de variație a dependenței caracteristicilor acestora și anume:
 - puteri în funcție de mase;
 - puteri în funcție de diametre;
 - mase în funcție de diametre.

h) efectuarea unor măsurători de vibrație a netezitoarelor în procesul de lucru pe baza cărora s-au stabilit:

- spectrul de frecvențe, care definește comportamentul dinamic al netezitoarelor respective, caracteristica dinamică a palelor, starea acestora precum și calitatea de lucru a netezitoarelor;
- amplitudinea frecvențelor corespunzătoare palelor, care constituie un criteriu de calitate în timpul funcționării netezitoarelor;
- impactul palelor cu suprafața betonului generează vibrații de amplitudini mari, așa cum se poate observa în diagrame, astfel este nevoie de diminuarea coeficientului de frecare, pentru diminuarea amplitudinii vibrațiilor.

6.3. Direcții viitoare de cercetare

Analizând rezultatele obținute, studiul din această teză poate fi continuat abordând una sau o combinație a celor de mai jos:

- a) stabilirea unor proceduri experimentale de monitorizare a stării tehnice a netezitoarelor în funcție de răspunsul la măsurătorile de vibrații prin aplicarea software FASTVIEW Digitline;
- b) extinderea cercetărilor în vederea stabilirii unor criterii de utilizare a netezitoarelor și de reglare a parametrilor acestora, în funcție de procesul desfășurat, de caracteristicile suprafeței prelucrate și de materialele de adaos aplicate.

6.4. Lista lucrărilor publicate

1. Serban Alin Daniel și Zafiu Gheorghe Petre Aspecte tehnologice referitoare la utilizarea netezitoarelor pentru finisarea dalelor din beton, Buletin Stiintific decembrie nr 4, 2013 ISSN:1224-628X
2. Serban Alin Daniel (2012) The significance concrete planed with trowels at area from concrete unprotected, Conference of the young researchers from UTCB the 3th, November 15-16 Bucharest Romania ISSN 2069-1793
3. Serban Alin Daniel (2013) Technological process modeling smoothing of concrete floors with the working body at trowels Conference of the young researchers from UTCB the 4th, November 21-22 Bucharest Romania ISSN 2069-1793
4. Serban Alin Daniel (2012) Modelarea acțiunii organelor de lucru ale netezitoarelor, asupra suprafețelor de beton simpozion Sinuc national de utilaje pentru constructii, București Romania 20-21 decembrie ISSN 2069-1793
5. Zafiu Gh P și Serban Alin Daniel Technological aspect regaeding the use power trowels (mechanical float for finishing concrete slabs International Scientific Conference Road Research and Administration 4-5 july 2013, Bucharest Romania VI Edition ISBN 978-973-100-289-7
6. Zafiu Gheorghe Petre și Serban Alin Daniel Utilizarea netezitoarelor pentru finisarea dalelor din beton August 2013 nr122(191)ISSN1222-4235

7. Serban Alin Daniel (2013) Processing and analyses statical data of trowels concrete double Conference of the young researchers from TUCEB the 4th, November 21-22 Bucharest Romania

Bibliografie selectivă:

1. **Allen, J. D.** *United States Patent, Patent Number 6,106,193* Aug 22, 2000.
2. **Apostolescu, N., Taraza D.** Bazele cercetarii experimentale a mașinilor termice Editura didactică București 1979.
4. **Avram, C. și Bob, C.** *Noi tipuri de betoane speciale.* București Editura Tehnică 1980.
33. **Dong, H. S. and Doo, H. H.** *Open-loop Velocity Control of Concrete Floor Finishing Robots* *Journal of Intelligent and Robotic Systems* 2003.
34. **Dong, H. S. and Joong, K. T.** *Brush Floor Polishing Robot* *Journal of Intelligent and Robotic Systems* 2000.
39. **Furiya, H. and Kiyohiro, N:** *Floor polishing robot driven by self-propulsive force, J Robotics Soc. Japan* 13(16)(1995)120-125.
41. **Ghaibu, M., Georghiu, N., Otet, A., Sumar, R.** *Tehnologii Moderne In constructii Volumul III* Editura tehnica București 1990.
42. **Han, D, H:** *The motion control of concrete floor finishin robot, Master's Thesis,* University of Seoul 1997.
43. **Hardt, D.** *Materiale pentru constucții și finisaje București,* Editura Didactică și Pedagogică 1977
52. **Kim, J. H. and Shin, D. H:** *Motion modeling of rotary trowel machine, J Institute Industr. Technol.* 7(1999), 81-93.
58. **Lee, H. G:** *The trend of constructional automation, Institute Control automat. System Engrg. Mag.* 1(2)(1995), 43-48.
64. **Mihailescu, St, Zafiu, Gh. P., Mladin, Gh., Bratu, P., Vladeanu A., Gaidos A.** *Tehnologii si Utilaje pentru executarea, întreținerea și reabilitarea suprastructurilor de Drumuri, vol II* Editura Impuls, Bucuresti 2005.

-
65. **Mihailescu, St., Zafiu. Gh. P., Mladin, Gh., Bratu, P., Vladeanu, A., Gaidos, A.** *Tehnologii si Utilaje pentru executarea, întreținerea și reabilitarea suprastructurilor de Drumuri, vol IV* Editura Impuls, Bucuresti 2007.
79. **Simion, N.** Analiza numerică (Note de curs) Format electronic 2009.
80. **Shin, D. H. and Kim H J:** *Omni-directional self-propulsive troweling robot, in Proc.of IEEE Internat.Conf on Robotics and Automation Vol 4* 1998 pp 3689-3696.
81. **Shin, D. H. and Kim, H. J:** *Omni-directional motion modeling of concrete finishing trowel robot with circular trowel, J Control Automat Systems Engrg* 5(4) (1999).
89. **Serban, A. D.** *Cercetări experimentale privind optimizarea parametrilor tehnologici și economici ai netezitoarelor de beton Raport de cercetare nr 3*, Universitatea Tehnică de Construcții București 2013.
105. **Zafiu, Gh. P.** *Echipamente pentru șlefuirea suprafețelor orizontale ale betonului proaspăt. In Revista de Unelte si echipamente, Anul X nr.2 (102), Febroarie 2009.*
106. **Zafiu, Gh. P.** *Echipamente pentru repartizarea nivelarea si compactarea betonului in straturi orizontale.In Revista Unelte si echipamente Anul X nr.1(101),Ianuarie 2009.*
108. **Zafiu, Gh. P. și Serban, A. D.** *Technological aspect regaeding the use power trowels(mechanical float for finishing concrete slabs International Scientific Conference Road Research and Administration 4-5 july 2013, Bucharest Romania VI Edition.*
- 115***<http://www.alleneng.com/view/finishing>
- 117***<http://www.bellegroup.com/about/brochureLibrary/English/Trowels.pdf>
- 118***<http://beton-amprentat-bucuresti.ro/.beton-finisat-elicopterizat>
- 120***<http://www.dynapac.com/product=1143&cat=93>
- 121***<http://www.concretetfloor.com/en/...herkulit/herkulit-0-4mm/>
- 122***<http://www.habitatconstruct.ro/>
- 123***<http://www.hovertrowel.com/>
- 124***<http://www.masterpac.ro/produse>
- 125***<http://multiquip..com/>

126***<http://www.mbw.com/product/Trowwalk.aspx>

127***http://www.masalta.com.cn/product_display.asp?second_id

129***http://www.products.wackerneuson.com/manuals/Operators/0163204en_002.pdf

130 ***<http://www.pavajcolor.ro/>

131***<http://pavimat.ro>

133***<http://www.pavajdesign.ro/>

142***<http://www.digitline.eu/>

143***<http://www.lindec.ro>

145***<http://bartellmorrison.com>

146***<http://www.tremix.ro>

147***http://www.multiquip.com/multiquip/1128_ENU_HTML.htm