



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**Material compozit armat dispers pentru  
monolitizarea, consolidarea și renovarea  
construcțiilor din beton armat**

**Student :** Cebotari Vitalie

**Grupa DMMC-201M**

**Conducător:** Rusu Ion

**prof. univ., dr. hab.**

**Chișinău – 2021**

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**FACULTATEA Urbanism și Arhitectură**

**DEPARTAMENTUL Ingineria Infrastructurii Transporturilor**

**Admis la susținere**

**Șef departament:**

**Bordos Ruslan, dr., lector universitar**

\_\_\_\_\_

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2021

**MATERIAL COMPOZIT ARMAT DISPERS PENTRU  
MONOLITIZAREA, CONSOLIDAREA ȘI RENOVAREA  
CONSTRUCȚIILOR DIN BETON ARMAT**

**Teză de master**

**Student:**

**Cebotari Vitalie,**

**grupa DMMC-201 M**

**Conducător:**

**Rusu Ion**

**prof. univ., doctor habilitat în  
tehnică**

## Rezumat

Prezenta teză de master a fost elaborată în conformitate cu prevederile Strategia Națională de Dezvoltare Regională a Republicii Moldova.

Obiectul studiului – studii și cercetări experimentale pentru elaborarea și optimizarea proprietăților materialului compozit și a tehnologiilor de monolitizare a construcțiilor din beton armat în noduri, consolidare și renovare a construcțiilor parțial deteriorate.

Scopul lucrării – asigurarea siguranței în exploatare a construcțiilor din beton armat exploatate în condițiile geoclimaterice și seismice din Republica Moldova.

În lucrare sunt prezentate rezultatele studiului privind degradarea și starea construcțiilor din beton armat, exploatate în condițiile seismice, de alunecări și tasări ale terenului, acțiuni agresive ale mediului, apelor subterane, ciclurilor repetate de îngheț - dezgheț și altor condiții, specifice zonei geoclimaterice, în care este plasată Republica Moldova.

Lucrarea conține rezultatele cercetărilor experimentale proprii privind proprietățile materialului compozit pe bază de ciment, agregate minerale mărunte și adaosuri, armat dispers cu fibre sintetice, destinat pentru monolitizarea elementelor din beton armat în nodurile construcțiilor, consolidarea și renovarea construcțiilor din beton armat parțial degradate.

Rezultatele cercetărilor experimentale și încercărilor în condiții practice confirmă eficiența tehnico-economică privind utilizarea materialului compozit elaborat comparativ cu materialele utilizate tradițional pentru îndeplinirea acestor lucrări.

Domeniul de aplicare – construcții civile, industriale și agroindustriale.

## **Summary**

This master's thesis was prepared in accordance with the provisions of the National Strategy for Regional Development of the Republic of Moldova.

Object of the study - studies and experimental research for the elaboration and optimization of the properties of the composite material and of the technologies of monolithization of the reinforced concrete constructions in knots, consolidation and renovation of the partially damaged constructions.

The purpose of the work - to ensure the safety in operation of reinforced concrete constructions exploited in geoclimatic and seismic conditions in the Republic of Moldova.

The paper presents the results of the study on the degradation and condition of reinforced concrete constructions, exploited in seismic conditions, landslides and landslides, aggressive actions of the environment, groundwater, repeated cycles of frost - thaw and other conditions, specific to the geoclimatic zone, in which is placed Republic of Moldova.

The paper contains the results of our own experimental research on the properties of cement-based composite material, small mineral aggregates and additives, reinforced synthetic fiber, intended for monolithization of reinforced concrete elements in building nodes, consolidation and renovation of partially degraded reinforced concrete constructions.

The results of the experimental research and the tests in practical conditions confirm the technical-economic efficiency regarding the use of the elaborated composite material compared to the materials traditionally used for the accomplishment of these works.

Scope - civil, industrial and agro-industrial constructions.

## Cuprins

<b>Introducere</b> .....	8
<b>1. Stadiul actual privind degradarea construcțiilor din beton armat</b> .....	9
1.1. Degradarea construcțiilor din beton armat în urma cutremurelor de pământ, alunecărilor și tasărilor de teren .....	9
1.2. Degradarea construcțiilor din beton armat, exploatate în condițiile geoclimaterice din Republica Moldova .....	14
1.3. Degradarea construcțiilor din beton armat, exploatate în medii agresive.....	16
<b>2. Stadiul actual privind tehnologiile de monolitizare, consolidare și renovare a construcțiilor din beton armat</b> .....	20
2.1. Scurt istoric al cercetărilor și importanța asigurării durabilității construcțiilor avariate.....	20
2.2. Materiale și tehnologii actuale folosite la renovarea construcțiilor din beton armat.....	21
2.3. Măsuri specifice de protecție pentru diferite tipuri de mecanisme de degradare a construcțiilor din beton armat.....	22
<b>3. Măsuri de îmbunătățire a durabilității construcțiilor din beton armat</b> .....	26
3.1. Măsuri de protecție a structurii în ansamblu.....	26
3.2. Unele măsuri speciale de asigurare a durabilității betonului.....	26
3.3. Unele măsuri speciale de sporire a durabilității betonului.....	27
<b>4. Materialul compozit, destinat sporirii durabilității construcțiilor din beton armat</b> .....	31
4.1. Betonul armat cu fibră dispersă, domeniul de utilizare, scopul și sarcinile cercetării.....	31
4.2. Principiile teoretice de construire a betonului armat cu fibre disperse.....	35
4.3. Dirijarea procesului tehnologic la producere a fibrobetonului.....	43
<b>5. Rezultatele încercărilor privind sporirea durabilității construcțiilor din beton armat</b> .....	46
5.1. Studiarea proprietăților mecanice ale materialului compozit.....	46
5.2. Tehnologiei de îndeplinire a lucrărilor de monolitizare, consolidare și renovare a construcțiilor din beton armat parțial degradate.....	49
<b>Concluzii</b> .....	52
<b>Recomandări</b> .....	53
<b>Bibliografie</b> .....	54

## Introducere

În prezent, creșterea continuă a costurilor de construcție face ca uneori să fie mai avantajoasă repararea și consolidarea construcțiilor din beton armat parțial degradate, chiar dacă procesul de degradare a atins un stadiu avansat.

Republica Moldova este situată într-o zonă cu condiții climaterice, geologice și seismice deosebite. Această deosebire o alcătuiesc ciclurile de îngheț și dezgheț des repetate pe parcursul unui an de exploatare (comparativ cu alte regiuni), tasările și alunecările de teren, cutremurele de pământ, apele subterane etc.

Datorită condițiilor de exploatare, de mediu, de natură fizică, chimică sau biologică, ce nu au fost prevăzute inițial, structurile se pot degrada timpuriu scurtându-și durata de viață.

Ațiunea prioritară se îndreaptă în special asupra asigurării construcțiilor pentru a face față unui seism, sau după producerea acestuia readucerea construcției la un stadiu de rezistență și stabilitate astfel încât să poată fi folosită fără a pune în pericol activitățile cotidiene.

Modul de consolidare poate fi unul general, sau parțial - numai a unor elemente constructive.

În privința elementelor ce pot suferi îmbunătățiri prin intervenții parțiale sau generale, trebuie amintite elementele infrastructurii și/sau elemente ale suprastructurii.

Durabilitatea construcțiilor din elemente de beton armat, exploatate în așa condiții și în temeiul a celor exploatate în zone seismice, în mare măsură depinde de fiabilitatea monolitizării elementelor de beton armat în noduri. Această problemă este destul de importantă pentru multe construcții speciale (poduri, tuneluri, treceri subterane și supraterane pentru pietoni etc.), edificii și instalații industriale, clădiri cu multe nivele etc. Tendința actuală de construire a multor clădiri (administrative, sociale, de locuit) cu multe nivele face această problemă mult mai actuală. Până în prezent monolitizarea elementelor de beton armat în noduri, reabilitarea și consolidarea construcțiilor se îndeplinea, de regulă, cu beton greu obișnuit, care nu asigură pe deplin cerințele impuse de condițiile de exploatare (o anumită aderență la betonul articolelor de construcții, rezistență la întindere, răsucire, forfecare etc.).

În ultimii ani s-a dezvoltat brusc producerea diferitor adaosuri (minerale, organice, organominerale, în formă de lichide, pulberi, armături polimerice, fibre sintetice etc.), care pot permite modificarea proprietăților betoanelor și mortarelor în conformitate cu cerințele impuse de condițiile de exploatare [1,2].

Până în prezent în Republica Moldova cercetări științifice privind elaborarea și optimizarea materialelor pentru monolitizarea elementelor de beton armat în noduri, reabilitarea și consolidarea construcțiilor practic nu au fost îndeplinite.

Condițiile actuale privind cerințele înaintate referitor la durabilitatea construcțiilor, calitatea lor, limitarea la minim a riscului în procesul de exploatare, inclusiv în condiții extreme, necesită elaborarea și folosirea în acest scop a materialelor noi cu caracteristici performante.

În statele industrial dezvoltate, nodurile construcțiilor din beton armat se monolitizează cu diferite materiale compoziționale [3,4]. Însă rezultatele cercetărilor științifice, îndeplinite în alte state, nu pot fi preluate și aplicate integral la monolitizarea nodurilor, refacerea și consolidarea construcțiilor exploatate în condițiile Republicii Moldova, deoarece ele se exploatează în condiții seismice, climaterice, geologice etc., specifice pentru această zonă. În acest scop au fost îndeplinite cercetări științifice suplimentare și optimizată compoziția unui material, care poate fi folosit pentru monolitizarea elemente de beton armat în noduri, reabilitarea și consolidarea construcțiilor deteriorate.

Rezultatele cercetărilor științifice îndeplinite au permis de a lua deciziile respective, argumentate de rezultatele acestor cercetări, calculelor și verificărilor în condiții practice.

Monolitizarea elementelor de beton armat în noduri cu materiale compozite cu proprietăți performante va permite rezolvarea problemei sporirii durabilității construcțiilor, micșorării riscului de degradare timpurie a construcțiilor, micșorării riscului privind viața și sănătatea ființelor umane. În același timp rezolvarea acestei probleme va permite și reducerea cheltuielilor pentru reabilitarea și consolidarea construcțiilor deja parțial deteriorate.

Tot acest ansamblu de probleme, specifice condițiilor de construire și exploatare a construcțiilor în Republica Moldova, poate fi rezolvat dispunând de documente normative pentru proiectarea, executarea lucrărilor de construire, exploatare și controlul calității lor.

## Bibliografie

1. Мухамеджанов Г.К., Мухамеджанова О.Г. Тенденции и перспективы развития производства и потребления геосинтетических материалов в России и странах Таможенного союза. Журнал Строительные материалы оборудование, технологии XXI века №6 (185), 2014.
2. Шибяев С.Ю. Новые возможности инъекционных технологий. Журнал Строительные материалы оборудование, технологии XXI века №1 (180), 2014.
3. <http://silabetona.ru/stroitelnye-raboty/remont-i-usilenie-zh-b-konstruktsij/usilenie-zb-konstruktsij>.
4. Gabriela Gherghel. Rezumatul tezei de doctorat Studii și cercetări privind soluții de consolidare a construcțiilor avariate și urmărirea în timp a acestora. Brașov România, 2011.
5. Zolotcov A. Aprecierea rezistenței clădirilor la cutremur conform caracteristicilor dinamice reale. În. A XXI-a Conferință pentru beton cu participare internațională. Comportarea și calculul structurilor din beton la acțiuni seismice și alte acțiuni speciale. Comunicări. Brașov: România, 28-30 Iunie, 1994, vol. 2, p. 3-95 - 3-98.
6. [http://ro.wikipedia.org/wiki/List%C4%83\\_de\\_cutremure\\_%C3%AEn\\_Rom%C3%A2nia#1946\\_-\\_prezent](http://ro.wikipedia.org/wiki/List%C4%83_de_cutremure_%C3%AEn_Rom%C3%A2nia#1946_-_prezent).
7. <http://www.clima.md/files/CercetareSC/Publicatii/Mediul%20Ambiant%20nr%205%20Octombrie%202005%20Mihailescu%20Boian.pdf>.
8. NCM E 01.03-2005. Instrucțiuni privind identificarea localităților afectate de procese geologice periculoase.
9. CP D 01.05-2012. Determinarea condițiilor hidrologice pentru condițiile Republicii Moldova.
10. Gonzalez A., Algaba S., Andrade C. Corrosion of reinforcing bars in carbonated concrete. Br. Corros. J.,15, 2008, p. 135-139.
11. AFPC-AFREM Durabilit. Des b.tons Đ Toulouse - Laboratoire Mat.riaux de Durabilit. des Construction - Institut national des sciences appliqu.es - Universit. Paul Sabatier . Toulouse -Decembre 2007.
12. Ilinoiu,G. Durabilitatea betoanelor. Construcții Civile si Industriale. Nr. 24/X, 2001.



13. SR EN 206-1 Beton – Partea I: Specificatie, performanta, productie si conformitate.
14. Mihul, A., ș.a., Acțiunea atmosferei cu gaze agresive asupra clădirilor din jurul unei stații de producție a bioxidului de sulf, A XII-a Conferință de Betoane, Iași, 11-13 oct. 2004, vol. II, pag. 91.
15. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии, М., 1985.
16. CP E 04.03-2005. Protecția anticorozivă a construcțiilor și instalațiilor. Chișinău, 2005.
17. Georgescu, D. Indrumator de proiectare a durabilității betonului în conformitate cu anexa națională de aplicare a SR EN 206-1. Clase de durabilitate, Tipografia Everest, 2001, București.
18. Desdevides A. La Durabilité et l'organisation de la Qualité, Presses Ponts et Chaussées, Paris 1992.
19. Răpișca, P., Florea, N. Aspecte ale degradării betonului armat, Editura Cermi, Iași, 2002.
20. Călin MIRCEA. Durabilitatea elementelor și structurilor de beton precomprimat, INCERC Cluj-Napoca, Iunie 2005, pag. 28.
21. Alekseev C. N., Ivanov F. M. și alții. Dolgovecnosti gelezobetona v agresivnîh sredah. M., Sroiizdat, 1990.
22. Moskvina V. M., Ivanov F. M. și alții. Koroziya betona i gelezobetona, metodî ih zascitî. M., Sroiizdat, 1980.
23. Rostam S. Service Life Design in Practice Today and Tomorrow, International Conference-Concrete across Borders-Copenhagen 2008.
24. Teodorescu, M., Țsicura, A, Ilinoiu, G. Compoziția betonului. Ed. UTCB, București, 1997.
25. JSCE Proposed Recommendation on Durability Design for Concrete Structures, aug.1988 (Translated from Japanese).
26. Mihai, I. Curs de beton și beton armat, Vol. I, Partea a 2-a. Atelier de Reprografie al Institutului de Construcții București, 1979, 499 pag.
27. Azad, A.K., Ahmad, S., Azherv, S.A. Residual Strength of Corrosion-Damaged Reinforced Concrete Beams. AICI Materials, 2009, V. I, 140 p.
28. Teoreanu, I., Moldovan, V. ș.a. Durabilitatea betonului, Editura Tehnică, București, 1982.
29. Filimon, I., Bob, C., Clipi, T. Aspecte privind durabilitatea elementelor de beton armat și beton precomprimat, Revista construcții, Nr. 6-7, 2000, pag. 12-21.

30. Ratinov, V.B., Rozenberg, T.I. Dobavki v beton. Moskva, StroyIzdat. 1993.
31. Bartashevici, A.A., Dalevski, A.K., Yuhnevski P.I. Novaia complexnaia dobavka dlia betonov v konstruktiah i soorujeniah. Stroitelinae materole. Nr. 12, 1985.
32. Daniel, J.I., Roller, J.J., Anderson.E.D. Fiber reinforced Concrete, Portland Cement Association, Chapter 5, pages 22-26, 2008.
33. Smith, F.N., Tullmin M. Using Stainless Steel as Long-lasting Rebar Material. Materials Performance (NACE), Vol. 38, No. 5, May 1999, P. 72-76.
34. Croitoru, Gh., Studii și cercetări privind comportarea și protecția armăturilor metalice. Teză de doctorat. 1997. Universitatea „Dunărea de Jos” Galați.
35. Legea № 271 din 02.02.1996 privind calitatea în construcții.
36. NCM A.09.02-2005 Deservirea tehnică, reparația și reconstrucția clădirilor de locuit, comunale și social-culturale.
37. NCM A.02.02-96 Regulament privind conducerea și asigurarea calității.
38. СНиП II-7-81\*Строительство в сейсмических районах . Внесено в текст изменение: 1 MD- М.С. vol. 1(22), 2(23) а. 2001 . (п. 3..35 -3.51) зам. на NCM F.03.02-2005.
39. NCM A.09.02-2005 Deservirea tehnică, reparația și reconstrucția clădirilor de locuit, comunale și social – culturale.
40. Rusu, I. Procesele de coroziune a armăturilor în medii gazoase/I. Rusu, O. Mitoșeriu, Ig. Colesnic//Meridian ingineresc. – Chișinău, 2011. – nr. 1. – P. 11-13. ISSN 1683-853X.
41. Русу, И.В. Оптимизация составов и свойств лакокрасочных покрытий для защиты железобетонных конструкций/И.В. Русу, И. Кирикуцэ, И. Константиnescу //Вестник национального технического университета ” ХПИ” 50'2011. – Харьков, 2011. – С. 127-136. ISSN 2079-0821.
42. Rusu, I. Coroziunea armăturii din fisurile construcțiilor din beton armat la interacțiunea cu mediul lichid/I. Rusu, Gh. Croitoru, Ig. Colesnic//Materialele conferinței a VI internațională ”Coroziune și protecție anticorosivă – Cluj-Napoca. – 2011. – P. 53-57. ISSN 6428-1147.
43. Croitoru, Gh. Methods of protection of national architecture monuments/ Gh. Croitoru, Ig. Colesnic// International conference Casting, from rigor of technique to art “ARTCAST-2012”, – May 18-20, – Galați, România 2012, – P. 44-49. ISSN 2068-3510.
44. Rusu, I. Coroziunea armăturii din fisurile construcțiilor din beton armat la interacțiunea cu mediul lichid. Conferința tehnico-științifică Internațională/I. Rusu, Ig. Colesnic, Ed.

Proaspăt//Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului. Culegere de articole. – Chișinău, V. II, – 15-16 noiembrie 2012. – P. 234-238. ISBN 978-9975-71-315-3.