



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

Ehituse ja arhitektuuri instituut

TERASKIU JA TSEMENT-MATRIITSI VAHELISE
ÜLEMINEKUTSOONI UURIMINE SKANEERIVA
KESKKONNAELEKTRONMIKROSKOOBIGA JA
EDX-ANALÜÜSIGA

STUDY OF THE INTERFACE BETWEEN STEEL FIBRE AND CEMENT-PASTE BY
SCANNING ELECTRON MICROSCOPE AND ENERGY DISPERSIVE X-RAY
ANALYSIS

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Anna Antonova
/ nimi /

Üliõpilaskood: 110754

Juhendaja: Dr. Marika Eik
/ nimi /

Kaasjuhendaja: Prof. Jari Puttonen
/ nimi /

Tallinn, 2017.a.



TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
SCHOOL OF ENGINEERING

Department of Civil Engineering and Architecture

**STUDY OF THE INTERFACE BETWEEN STEEL FIBRE
AND CEMENT-PASTE BY SCANNING ELECTRON
MICROSCOPE AND ENERGY DISPERSIVE X-RAY
ANALYSIS**

TERASKIU JA TSEMENT-MATRIITSI VAHELISE ÜLEMINEKUTSOONI
UURIMINE SKANEERIVA KESKKONNAELEKTRONMIKROSKOOBIGA JA
EDX-ANALÜÜSIGA

MASTER THESIS

Student	Anna Antonova /name/
Student code	110754
Supervisor	Dr. Marika Eik /name/
Advisor:	Prof. Jari Puttonen /name/

Tallinn, 2017

Anna Antonova

**Study of the interface between the steel fibre
and cement-paste by scanning electron
microscope and energy dispersive X-ray
analysis**

Thesis submitted for examination for the degree of Master of
Science in Technology.

Espoo 28.11.2016

Thesis supervisors: Prof. Jari Puttonen

Thesis instructor: Dr. Marika Eik D.Sc. (Tech.)

Author: Anna Antonova

Title: Study of the interface between the steel fibre and cement-paste by scanning electron microscope and energy dispersive X-ray analysis

Date: 01.2017

Language: English

Number of pages: 11+44

School of Engineering

Department of Civil Engineering and Architecture

Code: NY60LT

Supervisor: Prof. Jari Puttonen

Instructor: Dr. Marika Eik D.Sc. (Tech.)

The morphology of the interfacial transition zone, (ITZ), present at steel fibre and cement-paste interface was studied by using the environmental scanning electron microscope. Based on the available literature, the ITZ is the weakest and most porous layer connecting the constituents of the composite and which is important for the tensile capacity of the concrete reinforced with steel fibre. The micro-structures of the ITZ and bulk cement-matrix are different.

Different cement-paste recipes and curing conditions were examined in the study. The samples were investigated by using the environmental scanning electron microscope and energy dispersive X-ray analysis. The backscattered and secondary electron detectors were employed. The images with the resolution of 500 μm were made to study the geometrical characteristics of steel fibres used. The resolution of 5 μm was used to identify the stiction between the steel fibre and cement-paste. The chemical consistency within the ITZ layer was specified by X-ray detector, by which calcium hydroxide, (CH), and calcium-silicate-hydrate crystals, (C-S-H), and the agglomeration of silica fume were detected.

The results demonstrated that the presence of the gap between the steel fibre and cement-paste was observed in 80% of the cases studied. The particles of CH and C-S-H were stuck to the surface of the steel fibre, but they were not connected to the bulk cement-paste. The stiction between the steel fibre and cement-paste was the lowest in samples with the silica fume. The study support an assumption that the adhesion at the interface between the steel fibre and cement-paste may not exist.

Keywords: Interfacial transition zone, scanning electron microscope, steel fibre reinforced concrete, energy dispersive X-ray, adhesion

Autor: Anna Antonova		
Pealkiri: Teraskiu ja tsement-matriitsi vahelise üleminekutsooni uurimine skaneeriva keskkonnaelektronmikroskoobiga ja EDX-analüüsiga		
Kuupäev: 01.2017	Keel: Inglise	Lehekülgede arv: 11+44
Inseneriteaduskond		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Kood: NY60LT
Juhendaja: Dr. Marika Eik D.Sc. (Tech.)		
Kaasjuhendaja: Prof. Jari Puttonen		
<p>Teraskiu ja tsement-matriitsi vahelise üleminekutsooni, (ÜT), morfoloogiline uuring oli teostatud keskkonna skaneeriva elektroon mikroskoobiga. Tuginedes olemasolevale kirjandusele, ÜT on kõige poorem ja nõrgem kiht, mis ühendab komposiidi koostisosasid ning mis on oluline teraskiubetooni tõmbekandevõime puhul. ÜT mikrostruktuur erineb komposiidi üldisest tsement-matriitsi mikrostruktuurist.</p> <p>Teostatud uuringud käsitlesid erinevaid tsement-matriitsi retsepte ja kivine-miskeskkonna tingimusi. Valmistatud katsekehad olid uuritud keskkonna skaneeriva elektroonmikroskoobiga ja EDX-analüüsiga, kasutades sekundaarsete ning peegeldunud elektronide detektoreid. Fotod resolutsiooniga 500 μm olid kasutatud teraskiu geomeetriliste karakteristikute määramiseks. Fotod resolutsiooniga 5 μm olid kasutatud tsement-matriitsi ja teraskiu vahelise nakke identifitseerimiseks. ÜT kihi keemilise koostise analüüsimine toimus kasutades röntgenikiirete detektorit. Eelnimetatud detektori abil sai tuvastada kaltsium hüdroksiidi, (CH), ja kaltsium-silikaat-hüdraadi, (C-S-H), kristalle ning ränidioksiidi osakeste klastritesse kogunemise tendentsi.</p> <p>Saadud uurimistulemused näitasid, et 80% uuritud juhtumistest teraskiu ja tsement-matriitsi vahel eksisteerib vahe. CH ja C-S-H kristallid olid kleepunud teraskiu külge, kuid samas nad olid eraldatud vahega üldisest tsement-massiivist. Kõige nõrgem nake teraskiu ja tsement-matriitsi vahel oli märgatud katsekehadel mis sisaldasid ränidioksiidi tuhka. Tuginedes saadud uurimistulemustele, võib eeldada, et adhesiooninake teraskiu ja tsement-matriitsi vahel puudub.</p>		
Märksõnad: Ülemineku tsoon, skaneeriv elektroonmikroskoop, teraskiubetoon, EDX-analüüs, adhesioon		