

РЕЦЕНЗИЯ

на

**дисертационен труд за получаване на научно-образователната
степен доктор – инженер**

Автор на дисертационния труд

**инж. Веселин Славчев Славчев
гл. ас. във ВСУ „Любен Каравелов” - София**

Тема на дисертационния труд

УСИЛВАНЕ НА СТОМАНОБЕТОННИ КОНСТРУКЦИИ

**(Възстановяване на стоманобетонни елементи с дефекти и/или
повреди в натисковата зона. Усилване на нецентрично натиснати
стоманобетонни елементи с правоъгълно напречно сечение с
фиброармирани композитни материали)**

**Професионално направление 5.7 Архитектура, строителство и
геодезия, научна специалност Строителни конструкции
(Стоманобетонни конструкции)**

Рецензент:

Проф. д-р инж. Спас Цонков Памукчиев

Рецензията ми е възложена от научно жури към ВСУ „Л.Каравелов” на заседанието му от 13.03.2012год.

Представената дисертация е разработена на 159стр. и е оформена в увод, три глави и литературна справка. Справката съдържа 172 заглавия, от които 93 на кирилица и 79 на латиница.

В първа глава се прави задълбочен критичен преглед на съществуващите методи за възстановяване и усилване на елементи в стоманобетонни конструкции. Извършен е обширен литературен обзор. Описват се подробно дефектите, повредите, грешките при изпълнението и аварията в строителни елементи и конструкции.

Описано е инжектирането на пукнатините, поправките на обрушванията, борбата с корозията на материалите и други. Оценява се значението на добрата връзка „стар” и „нов” бетон при възстановяването и усилването на елементите. В подходяща таблица са представени различните методи за възстановяване и усилване на стоманобетонни конструкции.

Специално внимание е отделено на усилването на натисковата зона на центрично и нецентрично натоварени елементи. Подробно е разгледано усилването с фиброармирани композитни материали ФАКМ.

В заключение на задълбочения преглед и анализ се определят следните цели на дисертацията:

Изследване влиянието на дефектите и/или повреди в натисковата зона върху напрегнатото състояние и носещата способност на стоманобетонни елементи, работещи на нецентричен натиск при опитно определени реални работни диаграми на материалите;

Изследване на напрегнатото и деформирано състояние на нецентрично натиснати стоманобетонни елементи с правоъгълно напречно сечение, усилен с кожух от фиброармиран композитен материал.

Във втора глава се изследва напрегнатото и деформираното състояние на нецентрично натиснати стоманобетонни елементи при наличието на дефекти и/или повреди и отслабвания в натисковата зона. Изследванията се провеждат при предпоставките на Българските норми и на Еврокод². В резултат на отслабванията първоначалният ексцентрицитет приет при оразмеряването на елементите се увеличава. В зависимост от големината на отслабването, напрегнатото състояние в напречните сечения на елементите може да попадне в случаите на голям, малък или много малък ексцентрицитет. Дисертантът извежда критерии за различните случаи на нецентричен натиск. Изводите са направени при пет добре обосновани предпоставки за нецентрично натиснати правоъгълни стоманобетонни сечения. Втората предпоставка е съществена – според нея надлъжната армировка в дефектиралата зона в полза на сигурността не се отчита поради липсата на сцепление с бетона, изкривявания, изкълчвания, корозия и други.

Граничният критерий за голям и малък ексцентрицитет е стойността на отслабването на натисковата зона r . За определянето му по Българските норми се използва моментово условие за равновесие в напречното сечение, при което се получава квадратно уравнение. Корените на уравнението представляват границата между голям и малък ексцентрицитет. При известно количество на надлъжната армировка граничната стойност на r , при която се преминава от голям към малък ексцентрицитет може да се определи направо от равновесното условие във вертикално направление. Много малкият

ексцентрицитет възниква при относителна височина на натисковата зона по-голяма или равна на 0,9. И тук от условията за равновесие се определя граничната стойност на отслабването. Към предложената формула за разграничаване на големия и малкия ексцентрицитет по Еврокод2 се отчита допълнителния огъващ момент причинен от отслабването и бързо се получава окончателния критерий.

Получените гранични стойности за ексцентрицитета са безспорни научно-приложни приноси на дисертанта.

В следващите изследвания дисертантът създава критерии за допустимата дълбочина на повредите с оглед извършването на надеждни ремонтно възстановителни работи. В зависимост от големината на ексцентрицитета се определя допустимото отслабване. По българските норми при голям ексцентрицитет след отчитане на увеличението му причинено от отслабването от две равновесни условия спрямо центъра на тежестта на опънната армировка директно се определя допустимото отслабване. При малък ексцентрицитет се получава уравнение от трета степен за определяне на допустимото отслабване, което се решава по познатия метод на Кардано. Оказва се, че при много малък ексцентрицитет отслабване не е допустимо.

Изследването по Еврокод2 се провежда с приетите в него работни диаграми на материалите. Разглеждат се натиснати напречни сечения при наличие на опънна зона и изцяло натиснати. Относителните деформации в двете армировки и в бетона се изразяват чрез деформациите на най-силно натиснатия ръб на бетона, в които е отчетено отслабването. Използва се моментово условие за равновесие от решението, на което с помощта на създадени алгоритми в програмен продукт MATLAB се получава допустимото отслабване.

Предложените критерии за допустимите отслабвания и създадения програмен продукт представляват научно-приложни приноси на дисертанта.

В числени примери е направено сравнение на резултатите получени по двете норми. По Еврокод2 се получава спрямо нашите: - допустимо отслабване 66% по-малко; опънната сила поемана от армировката от 1,5 до 3,5 пъти по-малка; силата поемана от бетона е 20% по-малка. Не са достигнати граничните относителни деформации в материалите заложиени в Е2.

За теоритичното изследване на напрегнатото състояние на възстановени отслабени сечения дисертантът е съставил познати зависимости, но вече при опитно определени работни диаграми на материалите. Използва се моментно условие за равновесие, което се решава с предложения програмен продукт MATLAB. Отчитат се

относителните деформации с действителните стойности на отслабването и реалните характеристики на усилващите материали. От проучването на взаимодействието в контактната фуга между „стар” и „нов” бетон се заключава, че е необходима допълнителна надеждна връзка чрез армировка или епоксиден лепилен състав. Изследва се напрегнатото състояние на елементи с правоъгълно напречно сечение усилено с кожух от ФАКМ. Кожухът създава възможност за работа на усиленото сечение в условията на „ограничен” бетон. Използват се теоритичните постановки и обосновки на чужди автори, за да се опишат особеностите на напрегнатото и деформираното състояние на „ограничения” бетон.

Трета глава е посветена на експериментални изследвания – тя представлява 50% от обема на дисертацията. Изготвени са четири серии стоманобетонни колони с по три образци с размери 140 x (30/16-60/16) армирани с 2 x 3ф14 и стремена с ф6,5-8мм. Първата серия „0” е с ненарушена натискова зона, а останалите три „А”, „Б” и „В” с различни дълбочини на отслабване на натисковата зона. В серии „А” и „В” натисковата зона се възстановява с високоякостен разтвор, а в серия „Б” с дребнозърнест бетон. Образците от серия „В” са усилены с кожух от композитен материал от високоякостни въглеродни нишки CFRP. Преди извършване на замонолитването на трите серии е изпълнена връзка с високоякостен лепилен епоксиден състав. Цялата опитна постановка е обмислена много добре, изпълнена е прецизно с помощта на съвременна измерителна техника.

Проведените стандартни изпитвания на зависимостите напрежение, деформации на основните бетони и възстановителни състави показват изключително добро съвпадение с приетите апроксимиращи зависимости използвани в теоритичното изследване. Изпитването на връзката „стар” бетон и възстановителен състав по безспорен начин доказва надеждността на епоксидния лепилен състав – разрушението настъпва в основния бетон. Това са подчертани постижения на дисертанта. Базовата серия образци се изпитват до разрушение. Предварително е определена носимоспособността им по Българските норми, по Еврокод2 и по методика на руски автор при експериментално заложили якостно-механични характеристики на материалите – получени са много близки стойности за максималната носимоспособност. Направено е числено моделиране на експерименталните образци по метода на крайните елементи с помощта на софтуерна програма ATENA, която дава възможност за прецизно симулиране на експеримента. Местоположението и развитието на пукнатините при различните стъпки на натоварване и начинът на разрушение на образците получено при числовото моделиране се

доближава и покрива много добре с реалните резултати от експеримента. Постигнато е изключително добро съвпадение на относителните деформации в бетона и армировката между теоритичните и експерименталното изследване. Необходимо беше обосновано обяснение на резкия скок на деформациите в армировката в момента на разрушение по ATENA. Максималните теоритични и експериментални деформации в бетона почти съвпадат, само по Еврокод2 те са 1,75 пъти по-големи. Образците се разрушават при сила малко по-голяма, но близка до теоритично изчислената.

Направени са обосновани изводи от посочените резултати с подчертана практико-приложна стойност. Тези постижения на дисертанта заслужават много добра оценка.

Изпитани са до разрушение сириите „А” и „Б” с възстановена натискава зона при различна дълбочина на усилването и с различни материали. Получено е изключително добро съвпадение на относителните деформации в бетона и армировката в теоритичното и експерименталното изследване. Напречните сечения остават равнинни без каквито и да са размествания в контакта между стари и нови материали. До разрушението двата материала работят съвместно. Цялостното изследване потвърждава сигурността и надеждността на приложения метод на усилване. Всички получени резултати са научни постижения на дисертанта. До разрушение са изпитани образците от серия „В” усилен с кожух от CFRP. Получено е много добро съвпадение между теоритични и експериментални резултати. Разпределението на деформациите при всички степени на натоварване убедително потвърждават валидността за равнинните сечения на Бернули, което е гаранция за сигурността на лепилния епоксиден състав и доброто изпълнение на замонолитването. Всички елементи се разрушават извън зоната на усилващия кожух. Усилващият кожух гарантира висока носимоспособност на сеченията.

Всички получени резултати убедително показват, че дисертантът е проучил задълбочено и правилно е анализирал въпросите, които изследва, научно-обосновано е доказал всички явления и проблеми, които са възникнали в процеса на цялостното изследване. Богатата литературна справка показва, че той е много добре осведомен в третираната проблематика. Всичко това показва, че дисертантът е надежден научен работник и изследовател.

Към дисертацията могат да се направят следните бележки:

1. Необходимо беше да се анализират корените на уравнението на Кардано и се коментира реалният и оптималният от тях за приложение;
2. Материалите на усиления кожух в гл. II се наричат ФАКМ, а в гл. III CFRP – необходимо беше да се уеднаквят;

3. На стр. 77 се посочва табл. III.5 за епоксидния състав, но тя се отнася за модула на еластичността на бетона;

4. На стр. 78 се отбелязва табл. III.5 за епоксидно лепило, но за него е табл. III.10; Има още няколко такива дребни грешки.

Направените бележки са несъществени и не намаляват стойността на научните постижения.

В дисертационния труд са постигнати научни и научно-приложни приноси, които обогатяват и разширяват съществуващи знания и доказват съществени нови страни в съществуващи научни проблеми. Приемам и подкрепям претенциите на дисертанта за постигнатите приноси.

По темата на дисертацията са отпечатани две самостоятелни публикации в сп. „Строителство“. Изнесени са два самостоятелни доклада и два в съавторство, в четири международни научни конференции – три в България и една в чужбина. Авторефератът е съставен правилно и в сbitа форма отразява изследванията в дисертацията и постигнатите приноси.

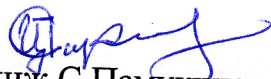
Заклучение:

Дисертантът е извършил задълбочени теоритични и експериментални изследвания на напрегнатото и деформираното състояние на усилен стоманобетонни елементи и е постигнал много добри и убедителни резултати. С особена стойност се открояват прецизните експериментални изследвания.

Постигнатите научни и научно-приложни приноси удовлетворяват напълно ЗРАСРБ, Наредбата за неговото приложение и Правилника на ВСУ „Любен Каравелов“.

Всичко изнесено в рецензията ми дава основание убедено да препоръчам на почитаемите членове на научното жури да присъдят с гласуването си научно-образователната степен **доктор-инженер** в професионално направление 5.7 Архитектура, строителство и геодезия, научна специалност Строителни конструкции (Стоманобетонни конструкции) на **гл. ас. инж. Веселин Славчев Славчев**.

София,
18.04.2012г.

Рецензент: 
Проф. д-р инж. С. Памукчиев