

РЕЦЕНЗИЯ



от: **проф. д-р инж. Борянка Илиева Захаријева-Георгиева,**
катедра „Масивни конструкции” на УАСГ, гр. София,
член на научното жури съгласно заповед № 1085/ 14.10.2016 г.
на ректора на ВСУ „Л.Каравелов”

относно: **дисертационен труд за присъждане на
образователна и научна степен „Доктор”**

Научна специалност: Строителни конструкции

Автор на дисертационния труд : инж. **Иван Йорданов Иванчев,**
Висше строително училище „Любен Каравелов”, София

Тема на дисертационния труд: „Изследвания върху широчината на
пукнатините при стоманобетонни елементи”

Научен ръководител: проф. д-р инж. Тотьо Бориславов Даалов

1.Общи данни за дисертацията:

Представената за присъждане на образователна и научна степен „Доктор” дисертация съдържа: увод, използвани означения, четири глави, претенции за научно-приложни и приложни приноси, насоки за бъдещи изследвания, списък с публикациите и списък на литературата – всичко 164 страници текст, 156 фигури, 44 таблици и 102 формули. В дисертационния труд са посочени 127 броя литературни източници (от тях: 44 са написани на кирилица и 83 – на латиница).

Представени са още:

- автореферат;
- пет броя самостоятелни публикации на докторанта, свързани с темата на дисертационния труд – 1 статия в международно научно списание с импакт фактор; 3 доклада, изнесени на научни конференции в България с международно участие; 1 доклад, изнесен на симпозиум в Сърбия;
- декларация за оригиналност по чл.27, ал.2 от Правилник за прилагане на Закона за развитието на академичния състав в Р.България.

2.Актуалност на разработения проблем

Контролът на пукнатините е от съществено значение за гарантиране на нормалната експлоатация, дълготрайността и външния вид на стоманобетонните конструкции. В експлоатационно състояние обикновено ненапрегнатите стоманобетонни елементи, подложени на огъване, работят с пукнатини в опънатата зона.

В теорията на стоманобетона и в съответните нормативни документи и стандарти широчините на нормалните и на наклонените спрямо надлъжната ос на елемента пукнатини се ограничават до максимално допустими стойности, както при елементи, експлоатирани в агресивна среда, така и при елементи, експлоатирани в неагресивна среда. Причините за това са следните:

- осигуряване на водоплътност и газонепропускливост на стоманобетонните конструкции;
- защита на армировката срещу корозия с оглед дълготрайност на конструкциите;

- психологично въздействие, изразяващо се в създаване у обитателите на сградите на чувство за експлоатационна годност на конструкциите;
- осигуряване на по-голяма коравина на елементите.

Определянето на широчината на нормалните спрямо надлъжната ос на елемента пукнатини и разстоянието между тях при стоманобетонни елементи, подложени на огъване, е свързано с големи трудности поради сложността на напрегнатото състояние по пукнатините непосредствено преди и след образуването им. Прилаганите в различните норми и стандарти формули са предимно теоретико-експериментални и в тях не са включени всички фактори, оказващи влияние върху отварянето на пукнатините.

От тази гледна точка всяко изследване за уточняване на влиянието на отделните параметри, от които зависят широчината на пукнатините и разстоянието между тях, и всеки постигнат резултат са принос към развитието на теорията и практиката на стоманобетона.

Казаното по-горе дава основание да се направи извода, че актуалността на предлагания труд е безспорна и че темата на дисертацията е сполучливо избрана.

3.Кратък анализ на съдържанието на дисертационния труд

3.1.Увод

В увода е представен обхватът на дисертационния труд и е дадена кратка характеристика на разработката. В дисертацията се изследва широчината на нормални пукнатини спрямо надлъжната ос на стоманобетонни елементи. Приложени и анализирани са резултатите от проведените от докторанта експериментални изследвания върху параметрите на пукнатините, образувани в опънната зона на ненапрегнати стоманобетонни греди, подложени на огъване. Получените експериментални резултати са съпоставени с изчислените по различни норми и стандарти. В заключение са формулирани претенциите на докторанта за научно-приложни и приложни приноси.

3.2. Глава I: Образуване на пукнатини в стоманобетона. Преглед на основните теории и нормативни документи за определяне на широчината и разстоянието между пукнатините при стоманобетонни елементи. Експериментални резултати от литературни източници. Състояние на проблема

В първа глава са разгледани както специализирани научни публикации, така и български и чуждестранни норми и стандарти, свързани с темата на дисертационния труд. Направен е задълбочен литературен обзор, като са анализирани основните теории, експериментални изследвания и фактори, оказващи влияние върху образуването и отварянето на пукнатини в опънната зона на ненапрегнати стоманобетонни елементи.

Последователно са коментирани основните теории и зависимости за определяне на разстоянието между пукнатините и широчината им. Дадени са залегналите в различни норми и стандарти начини за контрол на пукнатините с оглед осигуряване на пукнатиноустойчивост на стоманобетонните елементи. Специално внимание е отделено на известни на докторанта експериментални изследвания на стоманобетонни образци, подложени на огъване или центричен опън, като са засегнати въпросите за влиянието на различни фактори върху широчината на нормални пукнатини спрямо надлъжната ос на елемента и върху разстоянието между съседните пукнатини.

Докторантът е добре запознат със съвременното състояние на теорията и нормативната база по въпросите, свързани с отварянето на пукнатини при кратковременни натоварвания на обикновени (ненапрегнати) стоманобетонни елементи, което личи от подробния литературен обзор, обхващащ както специализирани научни публикации, така и норми и стандарти за проектиране на стоманобетонни конструкции.

В направените в края на първа глава изводи е обоснована необходимостта от извършване на научни изследвания в разглежданата област и са изложени целта и задачите на дисертационния труд. Целта на дисертацията е формулирана ясно: да се направят

експериментални и теоретични изследвания върху широчината на пукнатини, нормални спрямо надлъжната ос на ненапрегнати стоманобетонни елементи, подложени на огъване, като се отчете влиянието на факторите, имащи съществено значение върху отварянето на пукнатините. За постигане на формулираната цел са поставени конкретни задачи.

3.3. Глава II: Методика и основни етапи на експерименталното изследване за определяне на параметрите на пукнатините при стоманобетонни елементи, подложени на огъване

В тази глава е описана методиката на проведеното експериментално изследване върху пукнатинообразуването и отварянето на нормални пукнатини спрямо надлъжната ос на стоманобетонни греди, подложени на огъване. Дадена е подробна информация за пробните тела, изпитани с цел определяне на якостните и деформационни характеристики на материалите: бетон и армировъчна стомана, използвани за изготвяне на елементите. Експерименталните греди целесъобразно са изследвани при статическа схема „проста греда“, като натоварването е реализирано посредством две концентрирани сили, разположени в третината на отвора. По този начин напречните сечения в участъка между силите са подложени на чисто огъване. Описани са използваните при експерименталното изследване уреди, стендове и програмни продукти. Създадена е съвременна единна информационно-измервателна система, която позволява синхронно измерване и запис на всяка от изследваните величини по електрически път и дава възможност за обработка на резултатите при изследване на пукнатините за всеки от етапите на натоварване на стоманобетонните греди. Избрано е подходящо програмно обезпечаване за събиране, анализ, обработка и визуализация на получените от измервателните уреди резултати. Съществен момент в приложената методика за експериментално изследване е обработката на експерименталните резултати и построяването на графиката на апроксимиращата функция за всяка от изследваните величини, което е извършено по подходящ начин във формат на Microsoft Excel. Създадената методика за експериментално изследване осигурява целесъобразно, ефективно и ритмично провеждане на изпитванията на стоманобетонните греди съгласно изискванията на действащите стандарти.

Отделните етапи на изготвяне на опитните образци, разполагане на измервателните средства, натоварване и получаване на резултатите са илюстрирани с множество снимки, армировъчни планове за всяка серия греди, схеми и диаграми.

3.4. Глава III: Систематизиране, обработка и анализ на получените резултати от експерименталното изследване върху пукнатините на стоманобетонни елементи, подложени на огъване

Тази глава заема централно място в рецензирания дисертационен труд. Тя е свързана с отразяване и анализиране на резултатите от проведеното от докторанта експериментално изследване на 12 броя стоманобетонни греди, подложени на огъване, оформени в четири серии по 3 броя. Елементите от отделните серии се различават по коефициент на армиране за надлъжна армировка ρ_t , отношение ϕ / ρ_{eff} и бетонно покритие на надлъжната опънна армировка c_{nom} . Определени са якостните и деформационни характеристики на материалите, получени от изпитванията на пробните бетонни тела и на образците от армировъчни пръти. На базата на експерименталните данни са построени работните диаграми „напрежение – деформация“ за бетона на натиск и за армировъчната стомана на опън.

Осем от стоманобетонните греди са натоварени до провлачане на надлъжната опънна армировка, а четири – до по-ниска степен. Изследвано е деформираното състояние на напречните сечения на гредите при различните степени на натоварване. Определени са средната деформация на опънната армировка на ниво център на тежестта y ; максималните, минимални и средни разстояния между съседните пукнатини в опънната зона на елементите; средната и максималната широчина на пукнатините; средната деформация на

бетона в участъка между две пукнатини на ново център на тежестта на опънната армировка; средното напрежение в бетона между две пукнатини за опънания ръб на сеченията.

Приложени са схеми за разположение на образуванияте по долната и по двете странични повърхности пукнатини на изпитаните стоманобетонни греди (фиг. III.8 ÷ фиг. III.19). За участъка, в който гредите са подложени на чисто огъване, са построени графики на деформираното състояние на напречните сечения при различни степени на натоварване (фиг. III.20 ÷ фиг. III.31). Тези графики доказват, че разпределението на средните деформации на бетона и на опънната армировка по височина на напречното сечение в участъка с постоянен огъващ момент е почти линейно при всички степени на натоварване, което потвърждава валидността на хипотезата на Бернули за равнинните сечения.

Установено е, че при греди с еднакъв коефициент на армиране ρ_e и близки стойности на отношението ϕ / ρ_{eff} експериментално определената височина на натисквата зона на сечението преди образуване на първа пукнатина и след стабилизиране на пукнатинообразуването е по-голяма при образците с по-голямо бетонно покритие на армировката. Направено е сравнение между теоретично и експериментално определените стойности на височината на натисквата зона на сечението преди образуване на първа пукнатина и след стабилизиране на пукнатинообразуването (табл. III.10).

Изчертани са експериментално получените зависимости на средната деформация на опънната армировка ε_{sm} от действащия огъващ момент и е показано влиянието на опънното закоравяване върху вида на графиките и върху стойността на ε_{sm} (фиг. III.32 ÷ фиг. III.35). Експериментално са определени стойностите на пукнатинообразуващия момент M_{crc} за всяка от 12-те греди и е потвърдено влиянието на коефициента на армиране и на бетонното покритие на надлъжна армировка върху стойността на този огъващ момент.

На базата на експерименталните резултати от изпитаните стоманобетонни греди е изследвана зависимостта на максималното, средното и минималното разстояние между съседните нормални спрямо надлъжната ос на елемента пукнатини от стойността на огъващия момент. Построени са графики (фиг. III.36 ÷ фиг. III.39) и са направени изводи за влиянието на бетонното покритие c_{nom} и на отношението ϕ / ρ_{eff} върху максималното $s_{r,max}$ и върху средното разстояние $s_{r,m}$ между съседните пукнатини. Експериментално получените стойности на отношението $s_{r,max} / s_{r,m}$ потвърждават, че в изчисленията може да се използва стойността 1,7, която е приета в част 1-1 на Еврокод 2. Анализирано е влиянието на бетонното покритие на надлъжната опънна армировка и на отношението ϕ / ρ_{eff} върху стойността на отношението на огъващия момент при стабилизиране на пукнатинообразуването и огъващия момент при образуване на първа пукнатина. Съставени са таблици за измерените и изчислените стойности на средната широчина w_m на нормалните спрямо надлъжната ос на елемента пукнатини при различни стойности на огъващия момент (табл. III.13 ÷ табл. III.16). За всяка от изпитаните греди експериментално е установено влиянието на бетонното покритие на опънната армировка c_{nom} и на отношението ϕ / ρ_{eff} върху максималната w_{max} и върху средната широчина w_m на тези пукнатини. Приложени са 12 броя таблици за експериментално получените широчини на всяка пукнатина, образувана в участъка с постоянен огъващ момент, измерени при отделните етапи на натоварване на всеки елемент (табл. III.17 ÷ табл. III.28). Изследвано е отношението w_{max} / w_m при различните степени на натоварване на всяка серия греди и експерименталните стойности са сравнени с приетата в Еврокод 2 стойност 1,7.

Определена е средната деформация на бетона ε_{ctm} в участъка между две пукнатини на ново център на тежестта на опънната армировка при различни стойности на огъващия момент чрез използване на експериментално получените стойности на средната деформация на опънната армировка между две пукнатини и на измерените широчини и разстояния

между пукнатините. На фиг. III.40 ÷ фиг. III.43 са изчертани съответни графики, отразяващи резултатите за всяка серия греди и е установена експерименталната стойност на ε_{cm} при степен на натоварване преди образуване на нова пукнатина между разглежданите пукнатини.

По формула (III.1) е определено средното напрежение в бетона между две пукнатини за опънатия ръб на сеченията. Установено е, че с нарастване на деформациите в опънатата зона на елементите новите пукнатини се образуват при по-ниски стойности на опънните напрежения в бетона, с което докторантът обяснява по-малките стойности на експериментално получените широчини на пукнатините и разстояния между тях в сравнения с изчислените според Еврокод 2, където е прието, че якостта на бетона на опън не се променя с нарастване на деформациите.

На базата на получените от докторанта експериментални резултати е оценено влиянието на бетонното покритие на опънатата армировка върху максималната и средната широчина на нормалните пукнатини спрямо надлъжната ос на стоманобетонни греди, подложени на огъване и върху максималните и средни разстояния между тях. Изчертани са графики за експериментално определената широчина на пукнатините (фиг. III.44 ÷ фиг. III.47) и експериментално полученото разстояние между съседни пукнатини (фиг. III.48 ÷ фиг. III.51), показани във функция на теоретично определеното напрежение в опънатата армировка в сечение с пукнатина при различни степени на натоварване на елементите.

Специално внимание е отделено на анализиране на получените експериментални данни за влиянието на отношението ϕ / ρ_{eff} върху широчината на пукнатините, образувани в участъка на гредите с постоянен огъващ момент, (фиг. III.52 ÷ фиг. III.54) и върху разстоянието между тях (фиг. III.55 ÷ фиг. III.56) при характерни стойности на напрежението в опънатата армировка в сечение с пукнатина и различно бетонно покритие на надлъжната опънна армировка.

Проведените експериментални изследвания, описани в тази глава, дават много полезна и важна информация за напрегнатото и деформирано състояние на нормалните сечения спрямо надлъжната ос на елемента на стоманобетонни греди, подложени на огъване; за влиянието на основни величини върху пукнатинообразуващия огъващ момент и огъващия момент при стабилизиране на пукнатинообразуването, върху максималната и средната широчина на пукнатините, върху максималното, средното и минималното разстояние между съседните нормални спрямо надлъжната ос на елемента пукнатини. Експерименталните данни и изчертаните апроксимиращи функции позволяват получаване на причинно-следствени връзки между изследваните величини, чрез които може да се анализира влиянието на отделните фактори върху пукнатиноустойчивостта на стоманобетонни елементи, подложени на огъване. Експериментално установените зависимости са богато илюстрирани с таблици и графики.

В края на трета глава са обобщени констатациите от проведените експериментални изследвания и са направени ценни изводи, които са резултат от систематизиране, обработка и сравнителен анализ на получените резултати.

3.5. Глава IV: Сравнителен анализ на експериментално получените резултати с изчислените по различни нормативни документи

В четвърта глава са сравнени експерименталните резултати за характеристиките на използваните материали и параметрите на нормалните спрямо надлъжната ос на елементите пукнатини с теоретично изчислените по различни нормативни документи. Експериментално получените от изпитването на опитни образци якостни и деформационни характеристики на бетона и на армировъчната стомана са сравнени с теоретично определените по Еврокод 2 за различни възрасти на бетона. Приложени са графики, илюстриращи разликите между експерименталните и теоретичните стойности на цилиндричната якост на натиск на бетона, на якостта му на опън и на секущия му модул на еластичност.

Докторантът е направил сравнителен анализ на резултатите от проведените експериментални изследвания върху пукнатинообразуването и отварянето на пукнатини в опънната зона на ненапрегнати стоманобетонни греди, подложени на огъване и съответните теоретични резултати, получени по формули, залежали в различни нормативни документи. Констатирано е много добро съвпадение между експерименталните и изчислените по Еврокод 2 стойности на пукнатинообразуващия огъващ момент. Сравнени са експериментално получените и определените по различни нормативни документи максимални и средни разстояния между пукнатините, максимална и средна ширина на пукнатините при различни стойности на огъващия момент. Установено е, че за всички греди получените експериментални резултати за максималното разстояние $s_{r,max}$ между нормалните спрямо надлъжната ос на елементите пукнатини след стабилизиране на пукнатинообразуването попадат в областта, ограничена от стойностите, изчислени по Еврокод 2, MC2010 и DIN 1045-1, като винаги са по-малки от изчислените по Еврокод 2 и MC2010 и по-големи от получените по DIN 1045-1 (фиг.IV.4 ÷ фиг.IV.7). Констатирано е, че с увеличаване на бетонното покритие на армировката и на коефициента на армиране се увеличава и процентната разлика между експерименталните и изчислените по Еврокод 2 стойности на $s_{r,max}$. Анализирани са резултатите от сравняването на експериментално определеното средно разстояние между пукнатините $s_{r,m}$ и изчисленото по Еврокод 2 (фиг.IV.8 ÷ фиг.IV.11) и са направени изводи за отделните серии греди, отличаващи се по коефициент на армиране ρ_l и бетонно покритие на надлъжната опънна армировка c_{nom} .

Изчертани са сравнителни графики за експериментално получената максимална w_{max} и средна w_m ширина на пукнатините във функция от огъващия момент и изчислената по 7 различни норми и стандарти w_{max} , както и изчислената по EC2 стойност на w_m (фиг.IV.12 ÷ фиг.IV.19), като теоретичните стойности са определени с експериментално получените в деня на изпитването якостни и деформационни характеристики на бетона и на армировъчната стомана. Задълбочено са анализирани получените резултати и са направени съответни изводи за разликите между експерименталните и теоретично получени зависимости.

Влиянието на бетонното покритие на армировката c_{nom} върху максималната ширина на пукнатините, определена експериментално и изчислена по Еврокод 2 и по MC2010, е илюстрирано на фиг.IV.20 ÷ фиг.IV.21 в зависимост от напрежението в опънната армировка в сечение с пукнатина. Наблюдава се значителна разлика между експерименталните и теоретичните стойности, която е по-силно изразена при по-големи коефициенти на армиране. Изследвано е и влиянието на бетонното покритие на армировката c_{nom} върху средната ширина на пукнатините според експерименталните данни и теоретично получените по Еврокод 2 резултати (фиг.IV.22 ÷ фиг.IV.23). Констатирано е, че по този стандарт се получават по-голямо влияние на c_{nom} върху стойността на w_m от експериментално установеното, като получените разлики варират от 20% до 60%.

Изготвени са сравнителни графики и е направен коментар за влиянието на бетонното покритие на армировката c_{nom} върху максималното $s_{r,max}$ и средното $s_{r,m}$ разстояние между пукнатините в участъка с постоянен огъващ момент (фиг.IV.24 ÷ фиг.IV.27). Много ясно са открити разликите между експерименталните апроксимиращи функции и теоретично получените зависимости на $s_{r,max}$ и $s_{r,m}$ от напрежението в опънната армировка в сечение с пукнатина. Графично са отразени резултатите от експерименталното и теоретично изследване на влиянието на отношението ϕ / ρ_{eff} върху широчината на нормални пукнатини спрямо надлъжната ос на стоманобетонни греди, подложени на огъване (фиг.IV.28 ÷ фиг.IV.32). Анализирано е в кои случаи се получават малки и кога – чувствителни разлики между експерименталните и теоретично изчислените стойности на максималната w_{max} и средната w_m ширина на пукнатините.

В края на четвърта глава въз основа на извършения анализ на изчертаните сравнителни графики, отразяващи експериментално получените резултати и зависимостите, залежали в различни нормативни документи, са направени задълбочени обобщения и изводи. Много важен е заключителният извод, че залежалите в Еврокод 2 формули за определяне на максималната широчина на нормални пукнатини спрямо надлъжната ос на елемента и на максималното разстояние между тях не оценяват точно влиянието на отношението ϕ / ρ_{eff} и на бетонното покритие на армировката, поради което е необходимо в бъдеще те да бъдат променени.

3.6. Приноси и насоки за бъдещи изследвания

Научно-приложните и приложни приноси в дисертационния труд са точно формулирани. Очертани са и перспективите за бъдещи научни изследвания.

4. Избраната методика дава ли отговор на поставената цел

Целта на дисертационния труд е формулирана ясно и конкретно.

Във връзка с формулираната цел в дисертацията са поставени точно определени задачи.

Създадена е методика за експериментално изследване на образци с цел определяне на параметрите на пукнатините при ненапрегнати стоманобетонни греди, подложени на огъване и са описани отделните етапи на провежданите изпитвания.

Създадена е съвременна единна информационно-измервателна система, която позволява синхронно измерване и автоматичен запис на всяка от изследваните величини, като е избрано подходящо програмно обезпечаване за събиране, анализ, обработка и визуализация на получените от измервателните уреди резултати.

Основно внимание в трета и четвърта глави е отделено на систематизирането, обработването и анализирането на получените резултати от експерименталното изследване върху пукнатините в опънатата зона на ненапрегнати стоманобетонни елементи, подложени на огъване и сравняването им със съответните теоретични стойности, изчислени по различни нормативни документи. Съществен момент в приложената методика е построяването на графиките на апроксимиращите функции за всяка от експериментално изследваните величини, извършено във формат на Microsoft Excel и на съответните зависимости по формулите, залежали в Еврокод 2 и в други стандарти и норми.

Докторантът много правилно е насочил своите научно-приложни изследвания както в експериментално, така и в теоретично направление, като анализите и обобщените изводи са онагледени с многобройни сравнителни таблици и фигури, отразяващи получените резултати.

Избраната методика дава възможност да се постигнат набелязаните цели.

5. Кратка аналитична характеристика на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд

Поставената в дисертацията цел е реализирана в следната последователност:

1. Определен е обхватът на дисертационния труд – разглеждат се обикновени (ненапрегнати) стоманобетонни греди, подложени на огъване при кратковременно натоварване. Изследвано е образуването и отварянето на нормални пукнатини спрямо надлъжната ос на елементите и влиянието на различни фактори върху широчината на пукнатините.

2. Приети са означения за всички величини, използвани в дисертационния труд и е направен обстоен литературен обзор, като са разгледани както специализирани научни публикации, така и български и чуждестранни норми и стандарти и са анализирани основните теории, експериментални изследвания и фактори, оказващи влияние върху

образуването и отварянето на пукнатини в опънната зона на ненапрегнати стоманобетонни елементи.

3. Създадена е методика за експериментално изследване на стоманобетонни елементи и единна информационно-измервателна система, позволяваща измерване, запис, обработка и анализ на получените от измервателните уреди резултати при отделните етапи на натоварване.

4. Проведени са експериментални изследвания върху пукнатините в 12 броя стоманобетонни греди, подложени на огъване, оформени в четири серии по 3 броя, които се различават по коефициент на армиране ρ_e , отношение ϕ / ρ_{eff} и бетонно покритие на надлъжната опънна армировка c_{nom} .

5. Определени са якостните и деформационни характеристики на вложените материали чрез изпитвания на пробни бетонни тела и на образци от армировъчни пръти и са построени експериментално получените работни диаграми „напрежение – деформация“ за бетона на натиск и за армировъчната стомана на опън.

6. Изследвано е деформираното състояние на напречните сечения на гредите при различните степени на натоварване и експериментално са определени средната деформация на опънната армировка на ниво център на тежестта y ; максималните, минимални и средни разстояния между съседните пукнатини в опънната зона на елементите; средната и максималната широчина на пукнатините; средната деформация на бетона в участъка между две пукнатини на ново център на тежестта на опънната армировка; средното напрежение в бетона между две пукнатини за опънатия ръб на сеченията.

7. Потвърдена е валидността на хипотезата на Бернули за равнинните сечения на базата на експериментално получените линейни диаграми на средните деформации на бетона и на опънната армировка по височина на напречните сечения в участъка с постоянен огъващ момент при всички степени на натоварване.

8. Експериментално са определени стойностите на пукнатинообразуващия момент M_{crc} за всяка греда и е потвърдена зависимостта на този огъващ момент от коефициента на армиране и от бетонното покритие на надлъжна армировка, а също и валидността на предложената в Еврокод 2 формула за изчисляването му.

9. Систематизирани са експериментално получените зависимости между изследваните величини и е анализирано влиянието на отношение ϕ / ρ_{eff} и на бетонното покритие на надлъжната опънна армировка c_{nom} върху широчината на пукнатините и върху разстоянието между тях в участъка с постоянен огъващ момент.

10. На базата на експерименталните резултати са съставени таблици и са получени графики, отразяващи параметрите на пукнатините във функция на огъващия момент, напрежението в опънната армировка в сечение с пукнатина, бетонното покритие на армировката c_{nom} и отношение ϕ / ρ_{eff} .

11. Направен е сравнителен анализ на експерименталните и определените по различни норми и стандарти параметри на пукнатините при различните етапи на натоварване, като специално внимание е обърнато на сравняване на експерименталните резултати с изчислените по Еврокод 2.

12. Изчертани са сравнителни графики на базата на експерименталните и теоретично изчислените резултати за влиянието на бетонното покритие на армировката c_{nom} и на отношение ϕ / ρ_{eff} при различни стойности на напрежението в опънната армировка в сечение с пукнатина върху максималната и средната широчина на пукнатините в участъка с постоянен огъващ момент и върху максималното и средно разстояние между съседните пукнатини.

13. Задълбочено са анализирани получените резултати и са направени обобщени изводи за разликите между експерименталните и теоретично получени зависимости и за валидността на предложените в Еврокод 2 формули за изчисляване на параметрите на

нормални пукнатини спрямо надлъжната ос на стоманобетонни елементи, подложени на огъване от кратковременни натоварвания.

Установено е, че резултатите от проведените експериментални изследвания попадат в областта, ограничена от стойностите, изчислени по различни норми и стандарти, което потвърждава валидността на приетите в тези нормативни документи формули.

6. Характер и значимост на приносите

Приносите в дисертационния труд са коректно формулирани. Те са научно-приложни и приложни с различна степен на значимост – съвременни творчески и целенасочени допълнения към съществуващ научен проблем; експериментално потвърждаване и обогатяване на научните знания в областта на стоманобетонните конструкции; резултати от експериментални изследвания и теоретични изводи, позволяващи да се получат приложни и практически резултати, които могат да се използват, както при проектирането, така и при други изследвания на стоманобетонни елементи, подложени на огъване.

Дисертацията има завършен вид. Тя може да послужи като много добра основа за бъдещи теоретични и експериментални изследвания в областта на широчината на пукнатините и деформираното състояние на стоманобетонни греди, подложени на огъване при разглеждане на случаи, които не са включени в нея, като например: дълготрайно действие на натоварването; влияние на отварянето на пукнатини върху кривината и коравината на стоманобетонните елементи; влияние на напречната армировка върху параметрите на нормалните пукнатини спрямо надлъжната ос на елемента и др.

Въз основа на гореизложеното приемам без изменение формулираните в заключението научни приноси.

7. Лично дело ли е дисертационният труд и приносите

Дисертационният труд и приносите в него са лично дело на докторанта и са резултат на целенасочена самостоятелна изследователска дейност, проведена от него под ръководството на научния му ръководител.

8. Публикации – издания, цитиране

Представени са пет броя научни публикации на докторанта, свързани с темата на дисертационния труд – 1 статия в международно научно списание с импакт фактор 3,6241; 3 доклада, изнесени на научни конференции в България с международно участие; 1 доклад, изнесен на симпозиум в Сърбия. Всички публикации са самостоятелни.

Дадена е справка за едно цитиране на статия на докторанта, свързана с темата на дисертационния труд: първата публикация на докторанта е цитирана в статия на чуждестранни автори.

Приложени са копия на документи, удостоверяващи научно-приложните постижения на докторанта – два броя сертификати и една грамота за получени награди за участие с доклади в конференции и в конкурс за млади учени.

10. Оценка на автореферата

Авторефератът е изготвен много добре съгласно с изискванията за придобиване на образователната и научна степен „Доктор” и в достатъчна степен отразява основните резултати, получени в дисертацията.

11. Основни критични бележки към дисертационния труд

11.1. В глава II на стр.51 ÷ стр.58 много подробно е описано как се определят якостните и деформационни характеристики на бетона и на армировъчната стомана, което е

излишно. Би трябвало в дисертационния труд да се споменат само стандартите, в които е указан видът на образците и начина на провеждане на изпитването им.

11.2. На стр.91, 10^{-ти} ред отгоре и в табл.ІІІ.10 се разглежда теоретично определената височина на натисквата зона на сечението, без да е обяснено по кой нормативен документ е направено теоретичното изчисляване на тази височина.

11.3. В заглавието на фиг.ІІІ.40 ÷ фиг.ІІІ.43 пише: „Средна деформация на бетона между две съседни пукнатини...“, но ако се разгледат внимателно табл.ІІІ.29 ÷ табл.ІІІ.32 се разбира, че средната деформация на бетона ε_{ctm} е определена в участъка между две пукнатини, които не винаги са съседни пукнатини. Същият смисъл има и написаното на стр.114, 1^{-ви} ÷ 2^{-ри} ред отгоре: „...средната деформация на бетона е определена за участък между две пукнатини, който се намира под тензорезисторите.“.

11.4. В табл.ІІІ.29 ÷ табл.ІІІ.32 и на фиг.ІІІ.40 ÷ фиг.ІІІ.43 средната деформация на бетона на ниво център на тежестта на опънната армировка е означена с ε_{ctm} , но обикновено това означение се използва за средната деформация на бетона в натиснатия ръб на сечението, а за средната опънна деформация на бетона коректното означение е ε_{ctm} .

11.5. На стр. 8, 21^{-ви} и 22^{-ри} ред отгоре, с ρ е означен коефициентът на армиране и обемното тегло на бетона. Би трябвало за коефициента на надлъжно армиране да се използва означението ρ_t .

12. Заключение

В представения ми за рецензия дисертационен труд е извършено теоретично и експериментално изследване върху широчината на пукнатините в опънната зона на ненапрегнати стоманобетонни елементи, подложени на огъване. При разработването на темата докторантът е показал задълбочени теоретични познания, находчивост, научен подход при формулиране и разрешаване на конкретни проблеми и задачи и инженерна подготовка на високо ниво.

Като имам пред вид актуалността на разглежданата тема, посочените приноси и възможността за практическото им приложение, считам, че дисертационният труд отговаря на критериите и изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България и на Правилника за прилагане на Закона за развитието на академичния състав в Р. България. Това ми дава основание да препоръчвам на почитаемите членове на научното жури да присъдят на **инж. Иван Йорданов Иванчев** образователната и научна степен „Доктор“ по научната специалност „Строителни конструкции“.

София

15.11.2016 г.

Рецензент:.....

/проф. д-р инж. В. Захариева - Георгиева/