

Резюмета на научните трудове и учебните пособия

на гл. ас. д-р Тодор Атанасов Желязов

представени за участие в конкурс за заемане на Академична длъжност „Доцент“
Професионално направление: 5.1.„Машинно инженерство“, Учебна дисциплина:
„Съпротивление на материалите“, за нуждите на Катедра: „Техническа механика“,
Машинно-технологичен факултет, Технически Университет- Варна.

В конкурса за заемане на академична длъжност „Доцент“ по научна специалност
„Приложна механика“, кандидатът представя общо 20 научни труда в следните
раздели:

- I. Публикации в специализирани научни издания, **равностойни на монографичен труд: 12 публикации, от които 5 самостоятелни,**

обединени в тема:

МОДЕЛИРАНЕ И АНАЛИЗ НА МЕХАНИЧНОТО ПОВЕДЕНИЕ НА МНОГОКОМПОНЕНТНИ СИСТЕМИ

- II. Научни трудове **извън тези, равностойни на монографичен труд: 8 публикации, от които 6 самостоятелни.**

Към горепосочените трудове кандидатът е включил **1** книга (издание 2014г) и **1** ръководство (разработено в съавторство), по тематика, свързана с преподавателската му дейност в Технически Университет- София.

- I. **Публикации в специализирани научни издания, равностойни на монографичен труд**

на тема: **“МОДЕЛИРАНЕ И АНАЛИЗ НА МЕХАНИЧНОТО ПОВЕДЕНИЕ НА МНОГОКОМПОНЕНТНИ СИСТЕМИ”**

Контекст (проблематика)

Механичното поведение на конструкционните материали може да бъде различно, в зависимост от това дали се разглеждат сами по себе си или като компоненти на хибридна конструкция (система).

Конкретен интерес представлява изучаването на т. нар. преждевременни форми на разрушение. В такива случаи разрушението настъпва преди изчерпване на носимоспособността на компонентите на системата.

Възприет подход

Механичното поведение на многокомпонентните системи в общия случай зависи от множество взаимодействащи си параметри (механични характеристики на различните компоненти, променливи гранични условия, геометрия). Трябва да се отбележи, че механичното поведение на материалите често е нелинейно. Всичко това налага използването на числени решения. Удобно е да се използват готови софтуерни решения (ANSYS), за да се избегне необходимостта от съставяне на собствени програмни кодове за генериране на мрежата от крайни елементи и за определяне на полетата на напреженията и на деформациите.

Използвана е възможността за програмиране на процедури (макроси), с помощта на които в софтуера могат да бъдат вложени желаните конститутивни уравнения.

Такъв подход дава възможност за прецизно определяне на полетата на напреженията и на деформациите, както и за оценка на нивото на дефектиране за цялата история на натоварване (ако се приеме, че промяната на граничните условия е функция, която е еднозначно определена за даден времеви интервал, горепосочените величини могат да бъдат определени за всеки един момент от този времеви интервал).

За валидиране на някои от числените резултати са използвани данни от експериментална програма, по-голямата част от която е реализирана в рамките на дисертационния труд на кандидата.

Развитие на предложените модели (по отношение на моделирането, представено в дисертационния труд):

а) трудове в тематиката на дисертационния труд. Приноси, различни от тези, докладвани в дисертационния труд (изследване на механичното поведение на конструктивни елементи от стоманобетон, подложени на огъване и външно усилени с композитни материали, изготвени от въглеродни нишки):

- Делокализация на модела;

- Разглеждане на възможността за приложение на алтернативен подход (механика на разрушението);

- По-прецизно разглеждане на аналитичните аспекти на процедурата за идентификация на механичните параметри;

- Усъвършенстване на модела: изследване на възможността за оценка на остатъчния ресурс в даден конструктивен елемент след определен период на експлоатация.

б) нови (за кандидата) направления:

- Изследване на механичното поведение на конструктивни елементи, подложени на осов натиск и усилен с помощта на външно залепен композитен материал;

- Изследване на конструктивни елементи, подложени на срязване и усилен с композитен материал;

- Изследване на механичното поведение на композитни материали, на базата на нишки от базалт, в рамките на хибридни конструкции;

- Приложение на механиката на дефектирането за изследване на механичното поведение на дуктилни материали (стомана);

- Изследване на нарушаването на съществуващите симетрии в следствие на механичното натоварване: анизотропия, предизвикана от дефектирането;

- Изследване на механичното поведение на лагерни устройства за пасивна сеизмична изолация.

Резултати от проведените изследвания са представени съответно в:

- Делокализация на модела:

Zhelyazov Todor ,Dontchev Dimitar, Assih Julles, Li Alex, Delmas Yves. **“Finite Element Analysis of Flexural Cracking Behavior of RC Structures, Strengthened By Externally Bonded CFRP”**. 19^{ème} Congrès Français de Mécanique, 24- 28 Август 2009, Марсилия.

В превод: „Анализ по метода на крайните елементи на поведението при огъване (с отчитане на наличието на пукнатини) на стоманобетонни греди, усилен със залепен външно полимер, армиран с въглеродни нишки“.

- По-прецизно разглеждане на аналитичните аспекти на процедурата за идентификация на механичните параметри:

Zhelyazov Todor, “Concrete Material Model: Numerical Procedure for Mechanical Parameters Identification; Implementation in Finite Element Analysis”, Vth international scientific conference, “Architecture, civil engineering, modernity”, 8-10 Юни 2011, Варна.

В превод: „Модел, описващ механичното поведение на бетона: числена процедура за идентификация на механичните параметри; приложения в анализ по метода на крайните елементи“.

- Усъвършенстване на модела

Zhelyazov Todor, Buyle-Bodin Francois, Dontchev Dimitar, “Load Carrying Capacity and Remaining Life Assessment: Damage Mechanics Approach.”, IABSE Spring conference 2013, May 6-8, Rotterdam, The Netherlands.

В превод: „Оценка на носимоспособността и остатъчния ресурс: подход, основаващ се на механика на дефектирането“.

- Изследване на механичното поведение на конструктивни елементи, подложени на осов натиск и усилен с помощта на залепен външно композитен материал:

Dontchev Dimitar, Zhelyazov Todor, Li Alex, Delmas Yves, “Effect of Filament Winded Composite Materials Confinement on Mechanical Behavior of Concrete Members in Compression.”, (18^{ème} Congrès Français de Mécanique), 18^{-ти} френски конгрес по механика 27- 31 Август 2007, Гренобъл.

В превод: „Ефектът на външното усиляване от композитен материал върху механичното поведение на бетонни елементи, подложени на натиск“.

- Изследване на конструктивни елементи, подложени на срязване и усилен с композитен материал

Zhelyazov Todor, Dimitar Dontchev, Alex Li, Yves Delmas, “Analysis of Shear Failure Behavior of Reinforced Concrete Beams. ”, 11th International Conference on Mechanics and Technology of Composite Materials, 2 - 4 Септември, 2006, София.

В превод: „Анализ на граничното поведение при огъване на стоманобетонни греди“.

- Изследване на механичното поведение на композитни материали, на базата на нишки от базалт, в рамките на хибридни конструкции:

Zhelyazov Todor, “Finite Element Modeling of the Mechanical Response of an Axially Loaded Structural Element Strengthened with Basalt Fiber Reinforced Polymer.”, BulTrans 2014, September 17-19, Созопол, България.

В превод: „Моделиране с помощта на метода на крайните елементи на механичното поведение на конструктивни елементи, подложени на осов товар и усилен с композитен материал фиброармиран с базалтови нишки.“

- Приложение на механиката на дефектирането при изследване на механичното поведение на дуктилни материали (стомана):

Zhelyazov Todor, „Damage mechanics approach for modeling the steel mechanical behavior”, Дни на механиката, 8-11 септември 2011, Варна.

В превод: „Приложение на механиката на дефектирането при моделиране на механичното поведение на стоманата“.

- Изследване на нарушаването на съществуващите материални симетрии в следствие на механичното натоварване: анизотропия, предизвикана от дефектирането:

Zhelyazov Todor, Dontchev Dimitar, Buyle-Bodin François, “On the Damage Induced Anisotropy”, International conference on Civil Engineering, Design and Construction, September 9-11, 2010, ВСУ “Черноризец Храбър”, Варна, България.

В превод: „Анизотропия, предизвикана от дефектирането“.

- изследване на механичното поведение на лагерни устройства за пасивна сеизмична изолация:

Zhelyazov Todor, “Bearing Devices for Passive Seismic Isolation: Review of the Existing Models.”, Механика на Машините, 108, pp. 17-20, 2014.

В превод: „Лагерни устройства за пасивна сеизмична изолация: преглед на съществуващите модели“.

Zhelyazov Todor, “Modeling the Behavior of Bearing Devices for Passive Seismic Isolation: Numerical Insights.”, Механика на Машините, 108, pp. 21-24, 2014.

В превод: „Моделиране на лагерни устройства за пасивна сеизмична изолация: особености на численото моделиране“.

Todor Zhelyazov, Eythor Rafn Thorhallsson, Simon Olafsson, Jonas Thor Snaebjornsson and Ragnar Sigbjornsson, “Seismic Isolation: Assessment of the Damping Capacity.”, Second European conference on earthquake engineering and seismology, Istanbul, august 25-29, 2014.

В превод: „Сеизмична изолация: оценка на демпфиращия капацитет“.

По-долу са представени резюмета на публикациите.

Описани възможните области, в които решените задачи могат да бъдат приложени (научни и научно-приложни приноси), а за публикациите в съавторство са описани приносите на кандидата за постигане на поставените цели.

I.1 *Zhelyazov Todor, Dontchev Dimitar, Li Alex, Hadjov Kliment, Delmas Yves. “Fracture Analysis of a Cracked Concrete Beams Post-Strengthened With FRP Sheets (Plates)”.* 12th International Conference МТСМ, 22 -24 Септември 2009, Варна.

Резюме: Развитието на пукнатини в бетонните конструкции е пределно сложен процес. Наличието на пукнатини може значително да повлияе върху механичното поведение на тези конструкции.

Ако в дадена конструкция процесите на механично дефектиране са достатъчно напреднали и се наблюдават пукнатини, може да се наложи усилване с помощта на външно усилване от фиброармиран полимер (ФАП). През последните десетилетия множество теоретични и експериментални разработки доказаха високата ефективност на подобен вид усилване. Представен е експериментален метод за оценка на

носимоспособността на стоманобетонна греда, усиленa с ФАП при наличието на пукнатини. Гредите, подложени на огъване (четириточково огъване), са външно усилени с ФАП, залепени в опънатата зона.

Целта на изследването е изучаването на поведението на стоманобетонни конструкции, усилени с ФАП и подложени на огъване. Приетият метод на експериментално изследване възпроизвежда форма на разрушение на конструктивен елемент, предизвикана от недостатъчно количество вътрешно усиление.

Максималната носимоспособност на изпитваните греди се увеличава значително с увеличаването на количеството на външното усиление (броят на слоевете ФАП).

Идентифицирани са следните форми на разрушение: разрушение, предизвикано от разпространението на пукнатина, предизвикана от огъване, наблюдавано в референтната греда (гредата без външно усиление от ФАП) и в гредата, усиленa с три слоя ФАП, разрушение, предизвикано от разпространение на пукнатина по граничния слой в лепилното съединение (гредата усиленa с пет слоя ФАП).

I.2 Zhelyazov Todor, Dontchev Dimitar, Assih Julles, Li Alex, Delmas Yves. “Finite Element Analysis of Flexural Cracking Behavior of RC Structures, Strengthened By Externally Bonded CFRP”. 19^{ème} Congrès Français de Mécanique, 24- 28 Август 2009, Марсилия.

Резюме: В тази публикация са представени моделиране, анализ и симулация на натрупване на дефектиране, зараждане и разпространение на пукнатини в стоманобетонни греди, усилени с помощта на залепени външно ФАП на базата на въглеродни нишки.

Конститутивен закон, базиран на постулатите на **механика на дефектирането**, е използван за моделирането и възпроизвеждането на нелинейното поведение на бетона.

В рамките на предложената инкрементална процедура, в зоните на крайно елементния модел, в които е иницирано механично дефектиране, мрежата е модифицирана при всяка стъпка с използване на променените механични характеристики.

Числените резултати са сравнени с експериментални данни, получени от изпитването на стоманобетонни греди, подложени на дефектиране и усилени посредством залепени външно композитни материали.

Цел: Усъвършенстване на полу-аналитична процедура, основаваща се на метода на крайните елементи, даваща възможност за прецизно възпроизвеждане на механичното поведение на многокомпонентна система.

Приноси на публикацията: Делокализация на модела

Приноси на кандидата: Работа по числената процедура; модификация на макроса, управляващ изчислителните модули с включване на операторите за делокализация.

I.3 Zhelyazov Todor, “Concrete Material Model: Numerical Procedure for Mechanical Parameters Identification; Implementation in Finite Element Analysis”, Vth international scientific conference, “Architecture, civil engineering, modernity”, 8-10 June 2011, Варна.

Резюме: В процеса на проектиране на строителните конструкции формулировката на конститутивните закони може да бъде винаги предмет на дискусия, особено когато се търси моделиране на нелинейни ефекти. Към редицата изисквания, предявявани към физическите модели на поведение на материалите, може да добавим и необходимостта от солидна експериментална база. Настоящата работа разглежда идентификацията на

механичните параметри, участващи в конститутивен модел, описващ поведението на бетона. Представена е числена процедура, установяваща връзка между експериментално получената зависимост напрежение- деформация и закона на поведение, дефиниран в пространството на главните напрежения и на главните деформации.

Конститутивните закони, зададени в мезо-скалата, са използвани в анализ по метода на крайните елементи. Проверката на предложената идентификационна процедура е осъществена чрез сравнение между резултатите от числената симулация и експерименталните резултати.

Цел: Създаване на лесна за използване процедура за идентификация на механичните параметри въз основа на експериментални данни

Приноси на публикацията: алгоритмизация; предложение на първична версия на автоматизиран модул за идентификация на механичните параметри.

I.4 *Zhelyazov Todor, Dontchev Dimitar, Buyle-Bodin François, “On the Damage Induced Anisotropy”, International conference on Civil Engineering, Design and Construction, September 9-11, 2010, Varna Free University “Chernorizets Hrabar”, Варна, България.*

Резюме: Представената работа изучава изменението на матрицата на коравина, предизвикано от механично въздействие върху крехък материал като бетон. Разгледани са някои съществуващи подходи в рамките на механиката на дефектирането, които могат да се използват при моделиране на нелинейното поведение на материалите, като се започне от едноосово напрегнато състояние и се достигне до триосово напрегнато състояние, свързано с породена от дефектирането анизотропия при едностранни условия на поведение на дефектите. Някои от тях са илюстрирани с помощта на числена симулация.

Цел: Изучаване на проблема „анизотропия, предизвикана от дефектирането”.

Приноси на публикацията: формулиране на базова версия на числена процедура, описваща промяната на матрицата на коравина на даден материал при нарушаване на първичните симетрии.

Приноси на кандидата: създаване на числената процедура, описваща промените, настъпващи в матрицата на коравина при действие на анизотропно дефектиране; работа по редакцията на теоретичната част на публикацията след просветляващи дискусии със съавторите.

I.5 *Zhelyazov Todor, Dimitar Dontchev, Alex Li, Yves Delmas, “Analysis of Shear Failure Behavior of Reinforced Concrete Beams. ”, 11th International Conference on Mechanics and Technology of Composite Materials, 2 - 4 Септември, 2006, София.*

Резюме: Механичното поведение на стоманобетонна конструкция, може да бъде рационално оценено на базата на модел, предполагащ суперпозиция на няколко взаимодействащи си механизми на разрушение, които действат съответно във външното усилване, във вътрешното усилване и в бетона. Приносът на външното усилване е оценен на базата на ефективен модел, отчитащ особеностите на поведение на композитния материал в зоната на пукнатина в бетона. Прието е, че пукнатината се развива по предварително известна траектория. Траекторията е определена въз основа

на приет гредови модел с отчитане на деформираната схема на елемента. Въведени са критерии за разрушение за всеки един от елементите на многокомпонентната конструкция: композитен материал, стомана, лепилен състав, бетон. Предложена е числена инкрементална процедура с водещ параметър- текущата стойност на приложения външен товар. Процедурата е фокусирана върху проследяване на поведението на предварително избрани точки от траекторията на пукнатината. За всяка стойност на външното натоварване, за всяка точка, са определени тензора на напрежението и на деформациите в двумерие, проверяват се критериите за разрушение в бетона, в лепилния слой и във външното усилване, оценява се текущата носимоспособност на срязване на конструктивния елемент.

Цел: изучаване на механизмите, обуславящи носимоспособността на срязване на хибридна конструкция (стоманобетонен елемент, усилен с външно залепен композитен материал).

Приноси на публикацията: Създаване на числена процедура, която да подпомага изучаването на различните форми на разрушение в хибридна конструкция, работеща на срязване

Приноси на кандидата: създаване на числената процедура

I.6 *Dontchev Dimitar, Zhelyazov Todor, Li Alex, Delmas Yves, “Effect of Filament Winded Composite Materials Confinement on Mechanical Behavior of Concrete Members in Compression.”*, 18^{ème} Congrès Français de Mécanique, 27- 31 Август 2007, Гренобъл.

Резюме: Представен е модел, с помощта на който е възможно да бъде възпроизведено механичното поведение и да се направи рационална прогноза относно формата на разрушение на конструктивен елемент от бетон и ограничен бетон в зависимост от разнообразни параметри на модела (геометрия, нехранични характеристики, брой слоеве и ориентация на нишките във външното усилване от ФАП).

Изследването е насочено към симулация на механичното поведение на цилиндрични образци без вътрешно усилване.

Процесите на деградация на механичните показатели, които обуславят нелинейното поведение на материала, са моделирани с помощта на **механиката на дефектирането**. Разгледани са някои ефекти, свързани с наличието на пълзене

Цел: Изучаване на механичното поведение на хибридна конструкция: бетонно цилиндрично ядро- външно усилване от композитен материал.

Приноси на публикацията: базова версия на числена процедура, даваща възможност да се възпроизведе механичното поведение на хибридна конструкция, подложена на осов натиск.

Приноси на кандидата: създаване на числения модел и на изчислителната процедура.

I.7 *Zhelyazov Todor, „Damage Mechanics Approach for Modeling the Steel Mechanical Behavior”*, Дни на механиката, 8-11 септември 2011, Варна.

Резюме: Представен е модел, базиран на **механиката на дефектирането**, който може да бъде използван за симулация на пластично разрушение, което се наблюдава при метали.

В такива модели обикновено се приема куплиране между еласто-пластичност и дефектиране

Представени са числени решения, възпроизвеждащи механичното поведение на цилиндричен стоманен образец, подложен на осов опън.

Изчислителният модул може да бъде използван при анализ по метода на крайните елементи на механичното поведение на елементи с по-сложни форми.

Цел: Създаване на изчислителна процедура, използваща механика на дефектирането, даваща възможност за моделиране и възпроизвеждане на механичното поведение на дуктилни материали.

Приноси на публикацията: предложение на базова версия на модул (ANSYS- макрос), даващ възможност да се възпроизведе механичното поведение на дуктилен материал.

I.8 *Zhelyazov Todor, Buyle-Bodin Francois, Dontchev Dimitar, “Load Carrying Capacity and Remaining Life Assessment: Damage Mechanics Approach.”, IABSE Spring conference 2013, May 6-8, Rotterdam, The Netherlands.*

Резюме: Конститутивните закони, определени за различните материали, са вложени в полу-аналитична процедура, с цел да се възпроизведе числено (с помощта на метода на крайните елементи) глобалното нелинейно поведение на стоманобетонна греда, усилена с помощта на композитен материал, фиброармиран с въглеродни нишки.

Нелинейното поведение на бетона е моделирано, като е прието куплиране на линейна еластичност и дефектиране.

Проследяването на натрупаното дефектиране във вички точки на елемента дава възможност за прецизна оценка на „загубата на коравина“ в конструктивния елемент за всеки един момент от „историята на натоварването“ (изменението на граничните условия). По този начин може да бъде предвиден остатъчният ресурс в конструктивния елемент след известен период на експлоатация.

Цел: Усъвършенстване на полу-аналитична процедура, основаваща се на метода на крайните елементи, даваща възможност за прецизно възпроизвеждане на механичното поведение на многокомпонентна система.

Приноси на публикацията: Усъвършенстване, оптимизация и калибриране на изчислителната процедура. Валидиране посредством сравнение с експериментални данни.

Приноси на кандидата: усъвършенстване и доразвиване на числения модел и на изчислителната процедура.

I.9 *Zhelyazov Todor, “Finite Element Modeling of the Mechanical Response of an Axially Loaded Structural Element Strengthened with Basalt Fiber Reinforced Polymer.”, BulTrans 2014, 17-19 Септември, Созопол, България.*

Резюме: Усилването и/или възстановяването на съществуващите съоръжения все по-често се разглежда като приемлива възможност, когато е необходимо да се подобри транспортната инфраструктура. В представения материал се дискутират моделирането и анализа на механичното поведение на конструктивен елемент, усилен с композитен материал. Акцентиращ се върху възможността да бъде използван композитен материал на базата на базалтови нишки. Законите на поведение на материалите, съставляващи хибридна конструкция, са определени локално. Създаден е модел, в който е

използван метода на крайните елементи. В подходящо избрани точки е възпроизведено локалното поведение на хибридният елемент (конструктивен елемент– външно усилване). Докладвани са някои числени резултати.

Цел: Изследване на механичното поведение на композитен материал, изготвен на базата на базалтови нишки в рамките на хибридна конструкция;

Приноси: Предложение на първична версия на числена процедура, даваща възможност да се възпроизведе механичното поведение на хибридна конструкция, включваща композитен материал, изготвен на базата на базалтови нишки.

I.10 Zhelyazov Todor, *“Bearing Devices for Passive Seismic Isolation: Review of the Existing Models.”*, *Механика на Машините*, 108, pp. 17-20, 2014.

Резюме: В този материал се разглеждат механични модели, които дават възможност да се възпроизведе динамичното поведение на лагерни устройства за сеизмична изолация. Тези модели описват механичното поведение (хистерезис), като задават връзка между макро параметрите сила и преместване.

Цел: Преглед и систематизиране на предлаганите в литературата теоретични модели

I.11 Zhelyazov Todor, *“Modeling the Behavior of Bearing Devices for Passive Seismic Isolation: Numerical Insights.”*, *Механика на Машините*, 108, pp. 21-24, 2014.

Резюме: В представената работа се дискутират законите за поведение на материалите, които намират приложение в лагерни устройства за пасивна сеизмична изолация. Разгледано е конкретно лагерно устройство. За всички негови съставляващи: еластомер, стомана, материал за водача, са предложени подходящи конститутивни модели. Изследването е фокусирано върху процедурата, която обичайно се използва за извеждане на закона за механично поведение на еластомер от зададен потенциал.

Цел: Илюстрация на алгоритъм за определяне на закон, описващ механичното поведение на еластомер на базата на зададен потенциал.

I.12 Todor Zhelyazov, Eythor Rafn Thorhallsson, Simon Olafsson, Jonas Thor Snaebjornsson and Ragnar Sigbjornsson, *“Seismic Isolation: Assessment of the Damping Capacity.”*, *Second European conference on earthquake engineering and seismology, Istanbul, august 25-29, 2014*.

Резюме: Традиционно е прието механичното поведение на лагерни устройства, предназначени за пасивна сеизмична изолация, да се описва от билинейния хистерезисен модел на Бук- Вен. Този модел дава възможност за оценка на някои ключови характеристики на лагерното устройство (възможност за демпфиране или способност за разсейване на енергия).

Публикацията представя прецизен крайно-елементен модел, в който са отчетени механичните характеристики на различните компоненти на лагерното устройство (стоманени пластини, еластомер, оловна сърцевина). След като са определени геометрията на модела и механичните характеристики на съставните елементи,

механичното поведение на лагерното устройство може да бъде възпроизведено при различни въздействия.

Макро- поведението може да бъде описано традиционно с помощта на графиката „преместване-срязваща сила“, което е получено като резултат от анализ по метода на крайните елементи.

На базата на получената макро- характеристика на лагерното устройство може да бъде калибриран някой от общоприетите модели и да бъде дадена оценка на важни параметри като капацитета на демпфиране и капацитета за разсейване на енергия.

Цел: Изследване на механичното поведение на лагерно устройство за пасивна сеизмична изолация.

Приноси на публикацията: Предложение на числена процедура, използваща метода на крайните елементи, даваща възможност за възпроизвеждане на натурни експерименти за идентификация на лагерното устройство.

Приноси на кандидата: създаване на числен модел и изчислителна процедура.

II. Научни трудове извън тези, равностойни на монографичен труд: 8 публикации

II.1 Zhelyazov Todor, “Crack Propagation on the Interface between Structural Element (Stainless Steel) and Reinforcing Element in Composite Material”, Конференция - ХТМУ, 11 Ноември 2005, София (постер).

В превод: „Разпространение на пукнатина в граничния слой между конструктивен елемент (неръждаема стомана) и усилващ елемент от композитен материал“.

Резюме: Представена е числена процедура, която позволява да се оцени възможността за развитие на пукнатина в граничния слой между усилван елемент от стомана и усилващ елемент от композитен материал. Численото решение, използващо метода на крайните елементи, е базирано на механика на разрушението: в рамките на процедурата се остойностяват факторите на интензивност на напрецението и се сравняват със съответни критични стойности.

Цел: Изучаване на процесите, които съпътстват зараждането и развитието на пукнатина в граничния слой между два от компонентите на хибридна конструкция (стоманена плоча и усилващ компонент от композитен материал).

Приноси на публикацията: теоретично изследване; създаден е числен модел, илюстриращ възможностите, предоставяни от механика на разрушението при моделиране и симулация на зараждане и развитие на пукнатина.

II.2 Тодор Желлязов, “Движение на материална точка в централно поле”, XXII МНТК „АДП-2013”

Резюме: Разгледано е движението на материална точка в централно поле. Уравненията на движение за материалната точка са получени аналитично в рамките на класически Лагранжиев формализъм. Разгледан е частен случай, в който възможните траектории на движение на материалната точка лежат върху сферична повърхност. С помощта на

числени методи е получена зависимост между някои параметри на траекторията на точката и времето.

Цел: публикацията е част от серия публикации, имащи за цел проверка на числени процедури при решаване на класически задачи.

Приноси на публикацията: числена илюстрация на класическа задача.

II.3 Тодор Желязов, „Уравнение на Хамилтон- Якоби. Разделяне на променливите. I част: аналитични аспекти”, Механика на машините 107,64-67, 20.

Резюме: Представеното изследване проследява етапите на аналитична процедура за разделяне на променливите, приложима в рамките на теорията на Хамилтон- Якоби. Същността на метода се състои в търсенето на възможности за „разцепване“ на уравнението на Хамилтон- Якоби, като стремежът е да се достигне до система от обикновени диференциални уравнения и уравнение, съдържащо частни производни, но с по-малък брой променливи в сравнение с изходното уравнение.

Цел: публикацията е част от серия публикации, имащи за цел проверка на числени процедури при решаване на класически задачи.

Приноси на публикацията: числена илюстрация на класическа задача.

II.4 Тодор Желязов, „Уравнение на Хамилтон- Якоби. Разделяне на променливите. II част- примери“, доклад, изнесен „Дни на Механиката”- Варна-2014г.

Резюме: Представеният материал има за цел да илюстрира приложението на процедура за разделяне на променливите при решаване на уравнението на Хамилтон- Якоби. Методът на Хамилтон- Якоби, както е известно, изисква решаване на уравнения, които съдържат частни производни. Ако разделяне на променливите е възможно, решението на уравнението на Хамилтон- Якоби може да бъде получено при разрешаването на еквивалентна система от обикновени диференциални уравнения.

Цел: публикацията е част от серия публикации, имащи за цел проверка на числени процедури при решаване на класически задачи.

Приноси на публикацията: числена илюстрация на класическа задача.

II.5 Zhelyazov T, "Some applications of the power series ring." *APPLICATIONS OF MATHEMATICS IN ENGINEERING AND ECONOMICS (AMEE'14)*. Vol. 1631. AIP Publishing, 2014.

В превод: „Някои приложения на пръстена на степенните редове“

Резюме: Представянето на функции в степенни редове е често срещана операция в механиката. В много случаи е необходимо да бъде определена обратната на дадена функция, дефинирана с помощта на степенен ред. Тези операции са разгледани в контекста на абстрактно топологично пространство- пръстенът на степенните редове. Разглеждат се някои основни понятия от теорията на комутативните пръстени.

Цел: алтернативен поглед върху често срещани математически операции: описание с помощта на абстрактни математически структури с оглед на приложението им в механиката.

Приноси на публикацията: илюстрира някои операции със степенни редове.

II.6 Желязов Т., Дончев Д., Аси Ж., Ли А. Делмаз И., „Експериментално и числено моделиране на многокомпонентни конструкции”, SCITECH-София, 15-17 април, 2010 (на френски).

Резюме: Публикацията представя описание и дискусия върху избора на експериментални постановки за механично изпитване на хибридни конструкции (стоманобетонни греди, усилен с композитни материали) и за идентификация на механичните параметри. Представени са форми на разрушение, установени при експерименталното изпитване на хибридни конструкции. Описана е блок-схемата на числената процедура, предложена за възпроизвеждане на механичното поведение на хибридна конструкция.

Цел: обобщение и синтез на експериментални изследвания и числен анализ на хибридни конструкции.

II.7 Zhelyazov T., “On the Macro- models, describing the Debonding Failure in FRP-Strengthened RC Beams.”, XII international scientific conference VSU’2012.

В превод: „Върху макро моделите, описващи разрушението от нарушаване на ккомполитното действие в стоманобетонни греди, усилен с фиброармиран полимер“.

Резюме: В публикацията се прави преглед на предлаганите в специализираната литература макро- модели, отчитащи формата на разрушение, дължаща се на нарушаването на композитното действие в хибридни конструкции (стоманобетонни конструкции, усилен с композитни материали). Тези форми обуславят крехко разрушение и се определят като „преждевременни”, тъй като усиленият елемент се разрушава преди изчерпването на възможностите на отделните съставляващи компоненти. В този аспект доброто познаване на механизмите, свързани с тези форми на разрушение, е ключов фактор за коректното и ефикасно проектиране на подобен тип конструкции.

Цел: публикацията се явява като част от изследване на механично поведение, целящо проверката на съществуващите аналитични модели за оценка на възможностите (носимоспособност и деформативност) на хибридни конструкции

Приноси на публикацията: актуализация на базата данни с предлаганите в литературата аналитични модели; проверка на техните резултати за конкретни геометрични характеристики и гранични условия.

II.8 T. Zhelyazov , J. Assih, D. Dontchev, A. Li, “Numerical study of the nonlinear behaviour of RC beam strengthened by composite materials.” XXVI Rencontres Universitaires de Génie Civil. Nancy, 2008.

В превод: „Числено изследване на нелинейното поведение на стоманобетонни греди, усилен с композитни материали“.

Резюме: В публикацията е представено числено изследване на нелинейното поведение на стоманобетонна греда, усилена с помощта на залепен външно композитен материал. Стоманобетонната греда с правоъгълно напречно сечение е подложена на „четериточково огъване“. Цел на задачата е прецизното изследване на формите на разрушение в усилените стоманобетонни греди. Предложена е числена процедура за оценка на нивото на дефектиране в бетона. Числените резултати са сравнени с експериментални данни.

Цел: Изследване на механичното поведение на хибридна конструкция; изследване на формите на разрушение на хибридна конструкция.

Приноси на публикацията: Създаване на числена процедура, даваща възможност за възпроизвеждане на механичното поведение на хибридна конструкция включително и прогнозиране на глобалната форма на разрушение.

Приноси на кандидата: работа по създаване на числената процедура.

Книги

Todor Zhelyazov, **“Renforcement des structures en béton armé par collage de CFRP. Comportement mécanique des structures sollicitées à la flexion.”** ISBN: 978-3-8416-2645-5, OmniScriptum GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Deutschland, 2014.

(„Усилване на стоманобетонни конструкции със залепване на фиброармирани композитни материали. Механично поведение на конструкции, натоварени на огъване“.)

Renforcement des structures en béton armé par collage de CFRP

Ce livre présente une étude expérimentale et une simulation numérique du comportement mécanique d'une poutre en béton armé renforcée par collage du matériau composite. Par un monitoring du comportement global et du comportement local obtenus expérimentalement, une base de données portant sur la manifestation des modes de rupture prématurée est acquise. Un critère permettant la détection expérimentale de la rupture locale, respectivement l'initiation et la propagation de macro-fissure est proposé. La réponse mécanique de la structure hybride (poutre en béton armé/renforcement en CFRP) est simulée pendant toute l'histoire du chargement. Les lois constitutives des matériaux (béton, acier, adhésif et CFRP) sont calibrées dans des essais mécaniques. Ces lois sont ensuite incorporées dans une solution itérative basée sur la méthode des éléments finis. L'accent est mis sur la modélisation du comportement non-linéaire du béton à travers la définition d'une variable d'endommagement. La procédure proposée permet également la simulation de l'accumulation d'endommagement mécanique ainsi que la simulation de l'initiation et de la propagation de macro-fissures.



Todor Zhelyazov
Thèse de Doctorat soutenue à l'Université de Reims-
France; actuellement enseignant-chercheur à
l'Université Technique de Sofia-Bulgarie.



978-3-8416-2645-5

Renforcement par collage de CFRP

Zhelyazov



Todor Zhelyazov

Renforcement des structures en béton armé par collage de CFRP

Comportement mécanique des structures sollicitées à la flexion



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеното изследване разглежда механичното поведение на конструкции, усилені посредством залепване на композитни материали, армирани с въглеродни нишки.

Конкретно е разгледано механичното поведение на стоманобетонни греди, изготвени по начин, който да налага необходимостта от използване на външно усиление от композитен материал. В този конкретен случай външното усиление от композитен материал има за цел да увеличи носимоспособността на разглежданите конструктивни елементи на огъване.

Известно е, че композитните материали армирани с въглеродни нишки, имат подобри якостни и физико-механични характеристики от тези, усилені със стъкло и арамид.

В изложението подробно е описано изготвянето на стоманобетонните греди, като особено внимание е отредено на подготовката на повърхностите, върху които по-късно е залепено външното усиление от композитен материал.

Образците, предназначени за изпитване, са снабдени с електросъпротивителни деформоприемници, монтирани с цел проследяване на деформациите в рационално подбрани места (точки).

В рамките на експеримента са проследени максималното провисване на елемента, предизвикано от приложения товар, и взаимното преместване между бетона и композитния материал. Прието е, че последната величина е свързана с форма на разрушение, която може да настъпи в граничния слой между бетона и композитния материал.

Експерименталният подход, използващ електросъпротивителни деформоприемници, дава възможност да се оценят някои ключови параметри, определящи механичното състояние на изпитваните конструктивни елементи въз основа на поучените записи на деформациите от повърхността на компонентите на системата (композитен материал, бетон, армировъчни пръти).

Проведените експерименти потвърждават изводите, налагащи се от анализа на множество изследователски програми, проведени в последните десетилетия, а именно- отчетливо повишаване на граничния товар (стойността на приложения товар, която съответства на разрушението на изпитвания образец). В зависимост от количеството на външното усиление (броят на слоевете композитен материал) бе установено, че носимоспособността на усиления елемент може да достигне до стойност, надвишаваща двукратно носимоспособността на референтен елемент- елемент със същите геометрични и механични характеристики, с идентична вътрешна армировка, но без външно усиление от композитен материал.

Най-общо казано, могат да бъдат идентифицирани следните форми на разрушение:

- Разрушение, предизвикано от огъване;
- „Комбинирана” форма на разрушение, предизвикана от огъване и от срязване;
- Разрушение, предизвикано от срязване;
- Разрушение на бетона, подложен на натиск;
- Изтръгване на бетона в края на външния усилващ елемент от композитен материал.

Въз основа на проведените експерименти върху стоманобетонни греди, усилен с тъкан от въглеродни нишки, залепена директно върху бетонната повърхност с помощта на двукомпонентен лепилен състав на базата на епоксидна смола, са идентифицирани следните две форми на разрушение:

- Разрушение в следствие на огъването на стоманобетонния елемент, последвано от разрушение на композитния материал в съседство с огъвната пукнатина;
- Разрушение на усилената греда, предизвикано от разрушение в граничния слой между бетона и композитния материал и по-конкретно от разрушението в бетонното покритие.

Механичното поведение на компонентите на системата (бетон, стомана, лепилен състав, композитен материал) е определено въз основа на експерименти върху образци, изготвени от материалите, от които са изготвени компонентите. За всеки един от компонентите са определени закони за поведение, нелинейни в случай че поведението на съответния материал е нелинейно (бетон, стомана).

Предложена е полуаналитична процедура, предназначена да възпроизведе механичното поведение на разглежданата многокомпонентна система- стоманобетонна греда, усилен със залепен външно композитен материал. В процедурата са вложени определените експериментално закони за поведение. Определени са критерии за локално разрушение. Геометрията на многокомпонентната система е прецизно възпроизведена.

Такъв комплексен проблем изисква числено решение. Възприет е подход, основан на анализ, използващ метода на крайните елементи. Механичното поведение на многокомпонентната система е възпроизведено с помощта на инкрементална процедура. За всяка стойност на пилотния параметър- приложения товар- в многокомпонентната система са определени полето на напреженията и полето на деформациите. Проверяват се дефинираните критерии за разрушение и крайните елементи, в които те са удовлетворени, са дезактивирани.

За да бъдат оценени възможностите на предложената изчислителна процедура е предвидено сравнение с експериментални данни. Предвижда се сравнение между наблюдаеми параметри на системата, като числените и натурните експерименти са проведени върху многокомпонентни системи, за които геометрията, физико-механичните характеристики и характеристиките на външното усиливане са идентични. Целта е с помощта на числените решения да бъдат получени графики, описващи еволюцията на деформациите и преместванията в изследваната многокомпонентна система, които да бъдат сравнени с експериментални данни.

Последователното деактивиране на крайни елементи, за които са удовлетворени дефинираните предварително критерии за локално разрушение, дава възможност да се възпроизведе зараждането и разпространението на пукнатини, както и да се прогнозира формата на глобално разрушение.

Учебни пособия

1. Dimitar DONTCHEV, Todor ZHELYAZOV, “MECANIQUE:STATIQUE”, Sofia, 2015.

Ръководство на френски език, предназначено за ОКС „бакалавър”. Учебното пособие включва кратка теоретична част и решени примерни задачи от модул „Статика”-неразделна част от всички курсове по Механика. Разгледани са следните теми: Аксиоми на статиката; Редукция и равновесие на конкурентна система сили; Редукция на система успоредни сили; Момент на сила спрямо точка и ос; Двоица сили; Редукция на двоици; Несвободни тела- връзки; Прътови конструкции; Център на тежестта на система от материални точки; Център на тежест на система от тела; Триене.