

ЧИСЛЕНО МОДЕЛИРАНЕ НА НАПРЕГНАТОТО И ДЕФОРМИРАНО СЪСТОЯНИЕ ПРИ ТЕРМИЧНИ ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРОЦЕСИ

ПРОЕКТ 2018-ФМТ-02

Тема на проекта:
Числено моделиране на напрегнатото и деформирано състояние при термични технологични процеси

Ръководител:
гл. ас. д-р инж. Иво Драганов

Работен колектив:
Преподаватели:
проф. д-р инж. Ивелин Великов Иванов, доц. д-р инж. Юлия Ангелова Ангелова, гл. ас. д-р инж. Николай Георгиев Георгиев, гл. ас. д-р инж. Светлин Петров Стоянов; Докторанти и постдокторанти: гл. ас. д-р инж. Димитър Стефанов Велчев, гл. ас. д-р инж. Павел Петров Петров, инж. Стилияна Милева Милева; Студенти: Николай Драганов Кошаров, фак. № 161050, II-ри курс, МТФ, Мартин Атанасов Пеев – фак. № 164067, II-ри курс, ТТТ, Иван Крaсимиpов Цветков, фак. №141028, 4-ти курс, спец. СИНЖ, Кенан Халис Шерафезин, фак. №141924, 4-ти курс, спец. СИНЖ.

Адрес: 7017 Русе, ул. "Студентска" 8, Русенски университет "Ангел Кънчев"
Тел.: 082 - 888 224
E-mail: ivanov@uni-ruse.bg

Цел на проекта:
Планиране и провеждане на поредица от натурни и числени експерименти, които да способстват създаването на общи насоки и методи за симулиране на заваръчни процеси, предсказване релаксацията на напреженията в метални покрития при висока температура и определяне на уморните напрежения и уморната якост в заварени конструкции.

Основни задачи:

- Преглед на процесите на заваряване и методите за численото им симулиране;
- Моделиране на релаксацията на напреженията в меден образец със златно покритие и предсказване на напреженията при повишена температура;
- Сравнителен анализ на методите за оценка на уморните напрежения в заваръчни шевове при моделиране с Метод на крайните елементи.

Основни резултати:

- Извършен е кратък литературен обзор на въпроси свързани с процесите на заваряване и е направен подробен преглед на съществуващите техники за численото им симулиране;
- Предложен е алгоритъм за моделиране на релаксацията на напреженията и е решен числен пример за опитни образци от мед със златни покрития;
- Моделирана е заварена конструкция чрез метода на крайните елементи, моделирано и определено е натоварването във вибро машина.

Публикации:

- Драганов И., Ю. Ангелова, С. Милева. Преглед на методите за числено симулиране на остатъчни напрежения и деформации при заваряване. 57-а Научна конференция на РУ и СУ (под печат).
- Георгиев Н. Теоретично предсказване на релаксацията на напреженията в опитни образци от мед със златни покрития. Механика на машините, 2018 (под печат).
- Ivanov I., S. Stoyanov. Modelling and Investigation of Inertial Tamping Machine. Proceedings of University of Ruse - 2018, Volume 57.

АНОТАЦИЯ

МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕН ФАКУЛТЕТ

Катедра „Техническа механика“

Настоящият проект е свързан с работата на екип от утвърдени учени и постдокторанти в катедра „Техническа механика“ в областта на механиката на деформируемото твърдо тяло и приложната механика. За решаването на задачите, по отделните теми, са привлечени един докторант и четирима студенти от ОКС „бакалавър“, които имат изъван интерес в приложните направления на решаваните проблеми.

Проектът включва три обособени теми, по които са получени следните по-значими резултати:

- Направено е задълбочено проучване на българския и световен опит в численото моделиране и симулиране на заваръчни процеси. Анализирани са предимствата и недостатъците на различните подходи и модели. Описани са теоретичните основи на численото моделиране на процеса на заваряване.
- Предложен е числен модел за определянето на релаксацията на напреженията при оязване и изотермично отгряване на образци с тънки покрития. Демонстрирано е приложението на алгоритъма при повишена температура и е предсказана релаксацията на напреженията за опитни образци от мед с покритие от злато. Той е приложен и за други материали, подложени на изотермично отгряване.
- Създадени са математичен модел трамбовъчна машина и крайноелементен модел моторната плоча и предпазната рамка на машината. Извършени са поредица от натурни изпитания на трамбовъчната машина и са определени амплитудно-честотната характеристика и напреженията в моторната плоча и предпазната рамка, които са използвани за валидиране на числените модели. Получените резултати са от особен интерес при проектирането на трамбовъчна машина.

Резултатите получени по настоящия проект са представени пред националната и международна научна общност.

PROJECT 2018-FMME-02

Project title:
Numerical modeling of stress and strain state in thermal technological processes

Project director:
Assistant prof. Dr. Ivo Draganov

Project team:
Prof. Dr. Ivelin Velikov Ivanov, assoc. prof. Dr. Yulian Angelov, assistant prof. Dr. Nikolay Georgiev Georgiev, assistant prof. Dr. Svetlin Petrov Stojanov; PhD and postdoctoral researchers: Assistant prof. Dr. Dimitry Stefanov Velchev, assistant prof. Dr. Pavel Petrov Petrov, Eng. Stilyana Mileva Mileva;

Students:
Nikolay Draganov Kosharov, Martin Atanasov Peev, Ivan Krasimirov Tsvetkov, Kenan Halis Sherafezin.

Address: University of Ruse, 8 Studentska str., 7017 Ruse, Bulgaria
Phone: +359 82 - 888 224
E-mail: ivanov@uni-ruse.bg

Project objective:
Planning and conducting a series of experiments and simulations to help create common guidelines and methodologies for simulating welding processes, predicting the relaxation of stresses in metallic coatings at high temperature, and determining stress state and fatigue strength in welded constructions.

Main activities:

- Review of numerical simulation methods for welding processes;
- Modeling of stress relaxation in copper sample with golden coating and stress prediction under high temperature;
- Comparative analysis of different methods for fatigue stress estimation in weldments by finite element modelling.

Main outcomes:

- A brief literature review of welding processes and detailed overview of the existing techniques for simulations of the welding processes;
- Algorithm is suggested for modeling of stress relaxation and numerical example is solved for copper test samples with golden coating;
- Modelling of welded structure in finite element method, modelling and determining the loading in a macro model of a vibro-machine.

Publications:

- Draganov I., Y. Angelov, S. Mileva. Review of methods for numerical simulation of residual stresses and strains in welding. 57th Scientific Conference of UR and SU (in printing).
- Georgiev N. Theoretical Prediction of Stress Relaxation in Copper Test Samples with Golden Coatings. Mechanics of Machines, 2018 (in print).
- Ivanov I., S. Stoyanov. Modelling and Investigation of Inertial Tamping Machine. Proceedings of University of Ruse - 2018, Volume 57.

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ТЕМПЕРАТУРНОТО ПОЛЕ ПРИ ЗАВАРЯВАНЕ БЕЗ ДОБАВЪЧЕН МАТЕРИАЛ

Създаден е примерен крайноелементен модел на заваръчен шев, без добавен материал. За целта е използвана комерсиалната програма Abaqus. Чрез решаване на задачите за нестационарен топлин обмен е симулиран процесът на селективно заваряване във вакуум. Създадена е подпрограма за задаване на подвижен топлинен поток. Резултатите за размерите и формата на заваръчната ванна и зоната на термично влияние, при различни режими на заваряване, са сравнени с проведени за целта натурни експерименти. Изследвано е влиянието на геометрия на мрежката, стъпката във времето и оптичното на нещитността на поповаръчните характеристики и функцията на разпределение на топлинния поток.

МОДЕЛИРАНЕ НА РЕЛАКСАЦИЯТА НА НАПРЕЖЕНИЕТО В МЕДЕН ОБРАЗЕЦ СЪС ЗЛАТНО ПОКРИТИЕ И ПРЕДСКАЗВАНЕ НА НАПРЕЖЕНИЯТА ПРИ ПОВИШЕНА ТЕМПЕРАТУРА

Изследвано вътрешното напрегнато състояние в материал с тънки покрития. За проведено експериментално изследване (от други автори) е създадена методика за моделиране и предсказване на релаксацията на напреженията при оязване. Извършено е сравнение на теоретичните с експерименталните резултати за образец с покритие. Анализирани е модела и са предсказани напреженията при повишена температура с течение на времето.

Теоретичен модел на опитни образци, чрез дискретизацията на образци на слоеве

Изменение на относителната релаксация на напреженията в образец с покритие Au25

Изменение на относителната релаксация на напреженията в образец с покритие Au30

Изменение на относителната релаксация на напреженията в образец с покритие Au25 при различни температури

Изменение на относителната релаксация на напреженията в образец с покритие Au30 при различни температури

МАТЕМАТИЧЕН И КРАЙНОЕЛЕМЕНТЕН МОДЕЛ НА ТРАМБОВЪЧНА МАШИНА

Машините с инерционно задвижване имат високо ниво на вибрациите. Тези инерционни сили са работната сила, която машината прилага, както е при трамбовъчните машини. Високото ниво на вибрации обаче създава проблеми с много части на машината, като предизвиква умора на материала поради циклически си характер и най-ужасни са заварените съединения.

ПРЕГЛЕД НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ЧИСЛЕНО СИМУЛИРАНЕ НА ЗАВАРЪЧНИ ПРОЦЕСИ

Интензивното развитие на изчислителната техника обуславя напредъка на алгоритмите и програмите за симулиране на заваръчните процеси.

Симулирането на заваръчни процеси по МКЕ позволява да бъдат получени резултати за формата и размерите на заваръчната ванна, зоната на термично влияние, температурното поле, преместванията, заваръчните напрежения и деформации. Това позволява да бъде изследвано влиянието на параметрите на заваряването като геометрия на заваръчния шев и заваръчните детайли, физическите характеристики на материалите, последователността на заваряване и т.н.

Година	Учен	Събитие
1881-		
1882	Бенардос и Олжовски	Създаване на селективното заваряване.
1936	Болтон (Bolton)	Определяне на напрегнатото и деформирано състояние.
1948	Бател Менорзал Институт (Batelle Memorial Institute)	Създаване на MIG и MAG заваряването.
1960	Ландуа и Волкелт	Използване на числен метод за решаване на задачите за температурно поле и остатъчни напрежения при нестационарния топлинен обмен.
1966	Уилсън и Никел	Решаване на трансверсалната задача чрез МКЕ.
1968	Оден и Клаес	Решаване на геометрично и физично нелинейна задача чрез МКЕ.
1969	Маркъл	Анализ на заварена конструкция по МКЕ.
1973	Хайбт	Използване на бивариятни изотропични крайни елементи.
1975	Фрицман	Определяне на заваръчната ванна.
1975	Фрицман	Използване на гаусово разпределение за топлинния поток.
1975	Фрицман	Отчитане на пластичност.
1982	Павлуку	Използване на комерсиална програма (ADINAT).
1983	Нюс и Ванг	Слоен анализ.
1984	Голдък	Изследва влиянието на функцията, с която се задава топлинния поток: гаусово, сферично, елиптично, двойно елиптично.
1986	Линдгред	Решаване на температурната задача аналитично и после с помощта на МКЕ.
1989	Фриш и Гоф	Моделиране на многопроходни шевове.
1989	Кригман	Отчитане на ефективната енергия на дъгата при моделиране с МКЕ.
1990	Кригман и Дюверсейс	Тримерна задача - температура и статична деформация.
1992	Браун и Сонг	Добавяне и пропускане на крайни елементи.
2003	Барсуам (Barsoum) и Дюабек (Lundback)	Металургични характеристики, CCT криви.
2009	Ганам (Ganani) и Валектив	Отчитане на празнините между детайлите.
2010		Изследване на последователността на заваряване.

КРАЙНОЕЛЕМЕНТЕН МОДЕЛ НА ПРЕДПАЗНА РАМКА ЗА ТРАМБОВЪЧНА МАШИНА

Изграден е крайноелементен модел на рамка, който се състои само от чертокови крайни елементи (кайфите) и няколко просторствени крайни елемента (свините), модифицирани отпуски и халки, които са свързани с ограничители към чертовците. Извършено е стационарно натоварване с инерционни сили на крайноелементен модел на конструктивния вариант на предпазната рамка на трамбовъчната машина и са определени напреженията в нея при това натоварване. Това дава възможност да се проследят различни варианти на конструкцията на предпазната рамка и да се оценива техника ресурс като се търси най-добрият вариант.