

РЕЗЮМЕТА

на трудове на гл. ас. д-р инж. Диян Минков Димитров

представени за участие в конкурс за „доцент“ в професионално направление 5.1. **Машинно инженерство**, учебна дисциплина „**Съпротивление на материалите**“, за Машинно-технологичен факултет, катедра „Техническа механика“, публикуван в Държавен вестник, брой 29, стр.83, от 12.04.2016 г.

За участие в конкурса са предложени **27 научни труда и 1 учебник и учебни пособия**, разпределени както следва:

I.	Статии в <i>международни научни списания в чужбина</i>	2 бр.;
II.	Статии в <i>научни списания и годишници в България</i>	9 бр.;
III.	Доклади в <i>международни конференции в чужбина</i>	2 бр.;
IV.	Доклади в <i>международни конференции в България</i>	14 бр.;
V.	Учебници и учебни пособия	1 бр.;

Трудовете, представени за участие в конкурса, са разделени в **две групи**.

Първата група (А), общо 12 публикации са обединени като равностойни на монографичен труд на тема „Безразрушително изследване на еластичните свойства на материалите чрез импулсно резонансен метод“:

- Статии в *международни научни списания в чужбина* 1 бр.;
- Статии в *научни списания и годишници в България* 2 бр.;
- Доклади в *международни конференции в България* 9 бр.;

Тематично трудовете от група А са систематизирани в следните области:

1. Експериментално определяне на собствените честоти на фундаменталните форми на надлъжни, напречни и усукващи трептения и пресмятане на еластичните константи E , G , ν , на греди с призматично напречно сечение (6 публикации)
2. Експериментално определяне на собствените честоти и пресмятане на еластичните константи E , G , ν , на образци тип „диск“ (тънка кръгла плоча) (2 публикации)
3. Експериментално определяне на собствените честоти и пресмятане на еластичните константи E , G , ν по метода на крайните елементи (МКЕ), на образци с нерегулярно напречно сечение. (1 публикация)
4. Проектиране на елементи работещи в резонансен режим (3 публикации)

Втората група (Б и В) включва 15 труда, разпределени както следва:

- Статии в *рецензирани научни списания и и сборници доклади* 8 бр. ;
- Доклади в *международни конференции в чужбина* 2 бр. ;
- Доклади в *международни конференции в България* 5 бр.;
- Учебници и учебни пособия 1 бр.

Тематично трудовете от група Б са систематизирани в следните области :

1. Провеждане на изпитвания на умора по схема опън-натиск при честота 20kHz, (3 публикации).
2. Провеждане на изпитвания на умора по резонансна методика по схема вибрационно огъване (3 публикации)
3. Пресмятане на уморна дълготрайност (1 публикация)
4. Симулационно мултифизично моделиране по МКЕ , (4 публикации).
5. Възстановяване, усъвършенстване и създаване на нови машини и стендове за изпитвания (4 публикации)

A. Публикации, равностойни на монографичен труд

I. Статии в международни научни списания в чужбина – 1 брой

- A.1 V. A. Chirikov, **D. M. Dimitrov**, K. P. Kostov, UNIVERSAL EXPERIMENTAL RELATION FOR NATURAL FREQUENCIES OF TRANSVERSAL VIBRATION OF STUBBY FREE-FREE BEAMS, Diagnostics, Resource and Mechanics of materials and structures, Issue 4, 2015, pp.42-51. (ISSN 2410-9908)

В настоящата работа е проведена експериментална проверка на фундаменталната собствена честота на напречните трептения на серия греди с различна дължина при свободни крайща и е получена универсална зависимост удобна за експресно определяне на собствените честоти. По абцисата се нанася безразмерен параметър s , който включва геометричните и инерционни характеристики на гредата, вида на опорите и номера на собствената честота и има вида:

: $s = L / (\pi c \cdot r)$ където: L – дължина; r – инерционен радиус на сечението, а πc – честотно число, а по ординатата стойността на собствената честота.

Експеримента е проведен като гредите са подпрени в нодалните точки на собствената форма, намиращи се на разстояние $0.224L$ от крайщата. Гредите имат квадратно сечение с размер приблизително 4,5 см, а дължините им са в диапазон 11,5 до 30 см. Изработени са от стомана 45 по БДС EN10060, за която са пресметнати плътност $\rho = 7699 \text{ кг / м}^3$, модул на еластичност $E = 205,7 \text{ ГПа}$. Плътността е получена като отношение на теглото към обема. Модулът на еластичност е получен чрез импулсно резонансен метод съгласно ASTM E1876-09, като за коефициента на Поасон е избрана стойност 0.25.

- Направеният анализ на получената зависимост в съответствие с теорията на Тимошенко, потвърждава, и теоретически обосновава получения резултат. В работата се обсъждат също така и възможността за прилагане на получената зависимост за греди с други гранични условия

II. Статии в научни списания и годишници в България – 2 броя

- A.2 **Diyan M. Dimitrov**, Janka P. Krasteva and Georgi Georgiev, Possibilities To Use The Eigenfrequencies To Identify Coins, Eastern Academic Journal, Vol.2, June 2016, (ISSN: 2367-7384) (под печат)

Акустичната диагностика е един от най-старите методи за безразрушителен контрол.

Настоящото изследване има **за цел** разработване на приложение за акустично идентифициране на монети в обращение. За целта е необходимо да се определят експериментално собствените честоти и да се дадат емпирични стойности на еластичните константи, така че собствените честоти да могат да бъдат получени чрез използване на модел тънка кръгла плоча.

За експеримента са използвани монети в обращение „1 лев“ 2002г., „1 евро“ 2002г. „1 турска лира“ 2009-2015г., Монетите са биметални, близки по състав, размери и тегло. За определяне на собствените честоти, те се поставят на еластични опори и се нанася лек отсечен удар. Звуковият сигнал записан с помощта на микрофон се обработва в компютър и представя като амплитудно-честотен спектър, като за целта е разработено LabView базирано софтуерно приложение.

В резултат са определени честотите на първите три собствени форми на сходни биметални монети в обращение 1BGN (2002г.), 1 EUR(2002г.) и 1 TRL (2014г.). Най-ниски са честотите на турската

лира, следва лева и най-високи са при евро монетата. Прави впечатление че разсейването на честотите при измерване на серия монети е най-ниско при турската лира, която е и най-новата монета. Може да се заключи, че при увеличаване на годините в обращение разсейването на честотите ще се увеличава.

На база и пресметната средна стойност и средноквадратично отклонение на измерените честоти, е създадено Labview базирано приложение за идентифициране на монети при пускането им върху твърда основа.

Монетите са моделирани като тънка кръгла плоча за пресмятане на собствените честоти по МКЕ, като височината е пресметната така че да се изравни реалното тегло на монетата и на модела. За целта е определена плътността на монетите по Архимедов метод. Емпирични стойности за еластичните константи на модела E , ν са получени чрез използване на оптимизационна процедура която да минимизира целевата функция.

$$G = \left\{ \sum [f_{mn} - f_{mn}(\text{exp})]^2 \right\} \rightarrow \min ,$$

където: f_{mn} - пресметнати по МКЕ собствена честоти.

За пресмятанията е използван софтуерният пакет "Comsol Multiphysics" v.4.3b.

Диян М. Димитров, ОТНОСНО ТОЧНОСТТА НА ИЗМЕРВАНЕ НА МОДУЛА НА
А.3 ЕЛАСТИЧНОСТ ЧРЕЗ ИМПУЛСНО РЕЗОНАНСЕН МЕТОД, Известия на съюза на
учените-Варна, 1'2014, стр.106-110, ISSN 1310-5833

Методиките за пресмятане на модулите на еластичност на база собствените честоти на трептене са описани в съответните стандарти, като най-пълни и точни са стандартите на ASTM, E1876 – 09 и E1875 – 13. И в двата стандарта се използва една и съща изчислителна процедура, като разликата е в начина на възбуждане на вибрациите, в E1876-09 е описана методика с импулсно възбуждане, а в E1875-13 е описана методика с хармонично възбуждане и търсене на резонанс.

Целта на настоящата публикация е да се опише процедурата за пресмятане на неопределеността при определяне на еластичните параметри при импулсно резонансния метод, да анализира факторите и да даде насоки за намаляването ѝ.

За пробен образец използваме блок от комплект плоско паралелни крайщни мерки с размери (txbхL) 9х35х90mm. Образецът е изработен от високовъглеродна нисколегирана стомана.

Неопределеността на измерването на еластичните параметри се пресмята по закона за разпространение на грешките като се отчете приноса от стандартната неопределеност при измерването на всяка от входните величини (теглото, геометричните размери и съответните собствени честоти).

От направената оценка на неопределеността при пресмятането на еластичните константи E , G , ν , чрез импулсно резонансен метод в лаборатория „Съпротивление на материалите“ в ТУ-Варна могат да бъдат направени следните изводи:

- При използването на тази методика, неопределеността при пресмятането на модулът E е под $\pm 1\%$, а на модулът G и коефициента на Поасон ν около $\pm 1,2\%$.
- Освен честотите f_t , f_b , най-съществен принос имат неопределеността при измерване на размерите "t" и "L". За да се намали влиянието им трябва да се избягват прекалено „тънки“ образци, а дължината да е възможно по-голяма.

III. Доклади в международни конференции в България – 9 броя

Диян М. Димитров, Михайлов В., Костов Б., Проектиране на сонотрод на ултразвуков стенд за изпитване на умора, Сборник доклади Юбилеен конгрес с международно участие Науката и образованието в бъдещето 50 години технически университет – Варна, 4-6 Октомври 2012, том.4, стр. 26-31;

Ултразвуковият стенд за изпитване на умора се състои от генератор, пиезокерамичен преобразувател, който превръща сигнала в механични вибрации, бустер служещ за закрепване на системата за фундамента, сонотрод, наричан още вълновод или концентратор и образец.

Целта на настоящата публикация е, на база на съществуващи аналитични зависимости и допълнително пресмятане по МКЕ, да опише методика за определяне формата и размерите на сонотрод за изпитване на умора работещ при честота 20kHz.

Сонотродът е уникален за всяко приложение елемент. Основните му параметри са работната честота и коефициента на усилване. Проектирането е в следната последователност: -избор на работна честота; -премятане на необходим коефициент на усилване; -избор на материал; -определяне на еластичните и физични константи на материала; -избор на форма; -пресмятане на дължината на сонотрода; -уточняване на окончателни размери и проверка на напреженията по МКЕ.

Изводи:

- Следвайки описаната методика е проектиран и изработен конусен сонотрод от алуминиева сплав Al7075-T6 с коефициент на усилване 3.38.
- След монтажа на сонотрода с помощта на управляващия генератора софтуер (welding_scan) е извършено сканиране в честотния диапазон 19-21kHz. Средната честота е равна на $f=20135\text{Hz}$ практически е идентична с моделираната, от което следва че, не е необходима допълнителна калибровка на сонотрода.
- Трябва още веднъж да се отбележи, че е необходимо предцизно измерване на еластичните и физични константи на материала на заготовката за сонотрода за да се избегне допълнителното настройване на вече изработения сонотрод.

Димитров Д.М., Използване на динамични методи за определяне на еластичните константи на материали получени по метода на праховата металургия, Научни Известия на НТСМ -2, 17-21 юни 2013г., Созопол, стр.432-435, ISSN 1310-3946.

Характерно за материали получени по метода на праховата металургия (ПМ материали) е наличието на пори, съответно еластичните константи на тези материали са функция на процента порестост.

Настоящото изследване има **за цел** да представи експериментални резултати за еластичните константи на някои често използвани нисколегирани ПМ стомани получени в индустриални условия на база механична смес на Fe-прах и легиращи елементи, дифузионно легиран и легиран прах.

Използвана е динамична методика е основана на импулсно-резонансен метод съгласно ASTM E1876-09.

За изследваните нисколегирани ПМ стомани са получени стойности за модула Е от 133 до 167GPa.

Въз основа на проведените експерименти и получените резултати от изследваните ПМ образци може да бъдат направени следните изводи:

- Вижда се, че модулите на еластичност, освен от плътността в достатъчно висока степен се влияят от микроструктурата и формата и разпределението на порите определящи якостните свойства на материала. Повишаването на якостта на материала води и до повишаване на модула на еластичност.
- Описаната методика може да се използва също така за оценка на качеството на спичане и

термообработка.

- Получените резултати за стойността на еластичните константи на изследваните ПМ материали могат да бъдат полезни при якостни пресмятания на синтеровани компоненти.

А.6 **Димитров Д.,** П.Златева, К. Йорданов, А. Стоянова, Изменение на еластичните характеристики на ПМ материали в зависимост от температурата, Научни известия на НТСМ, ISSN-1310-3946, 2013, бр.2, 100-102

В статията са дискутирани въпросите за зависимостта на модула на еластичност (модул на Юнг) на ПМ материали от температурата. За определяне на Модула на Юнг е използван динамичен импулсно-резонансен метод. Експериментите са проведени при различни температури от -60°C до $+200^{\circ}\text{C}$. Използвани са легирани и нелегирани ПМ материали с различна плътност. Показани са температурните зависимости на модула на еластичност за всеки един от изследваните материали.

Въз основа на проведените експерименти и получените резултати от изследваните ПМ образци при различни температури може да бъдат направени следните изводи:

- Използваната динамична методика е лесна за изпълнение и дава надежни резултати при изследване модула на еластичност на синтеровани материали.
- Прави впечатление, че температурната промяна на модула на еластичност зависи от плътността на материала. Колкото е по-висока плътността, толкова температурното изменение на модула на еластичност е по-голямо.
- Представените по-горе изводи са основание за потвърждаване на възможностите за добри приложения на получените резултати за стойността на модула на еластичност на изследваните ПМ материали, които могат да бъдат използвани при якостни пресмятания на синтеровани компоненти, работещи в условията на променлива температура.

А.7 **Диян М. Димитров,** Борислав Костов, Калоян Костов, МЕТОДИКА ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕЛАСТИЧНИТЕ КОНСТАНТИ НА ОБРАЗЕЦ ОТ ПМ СТОМАНА ЗА ИЗПИТВАНЕ НА УМОРА ПРИ 20KHz, Известия на съюза на учените-Варна, 1'2012, стр.119-124, (ISSN 1310-5833)

Методиката за определяне на еластичните константи описана в серия стандарти, като например ASTM E1876- 09 или БДС EN ISO 12680-1 изисква импулсно възбуждане на първите собствени честоти на огъващи и усукващи трептения, като образеца от изпитвания материал се разглежда като свободна греда. Стандартите изискват изработване на пробни тела с правоъгълно или кръгло, напречно сечение за които са известни точни решения за собствените честоти и форми на трептене.

Целта на настоящата публикация е, да опише методика за определяне на еластичните константи на елементи с променливо сечение, какъвто е например на ПМ образец за опън (БДС EN ISO2740), както и да провери възможностите за корекция на образеца с цел използването му за ултразвуково изпитване на умора.

Измерени са размери и тегло и е направен 3D модел на геометрията и пресметнат обема на образеца. Изчислителната стойност на плътността е пресметната чрез изравняване на масата на модела и реалния образец. Тъй като образецът представлява греда с променливо по ширина напречно сечение модалният анализ е проведен по МКЕ с помоща на софтуерният пакет COMSOL MULTIPHYSICS 4.3a. Изследвани са собствените форми на трептене за да се определи

положението на възлите. За експериментално определяне на собствените честоти е използвано импулсно възбуждане чрез удар. Образецът е закрепен във възлите на съответната форма за да се намали до минимум влиянието на опорите и да се осигурят граничните условия на свободна греда.

Следва уточняване на еластичните константи. Модулът на еластичност (E) е основната характеристика на материала оказваща влияние на собствените честоти на напречните и надлъжни форми. Първоначално за коефициента на Поасон е избрана стойност 0.28. Константите E и ν са зададени като глобални параметри и чрез използване на функцията "Parametric sweep" се извършва сканиране на E в интервала на очакваните стойности. Честотата на напречната форма 1A отговаря на стойност на $E=140\text{GPa}$, докато честотите на форми 1B и Axi на модул $E=142.5\text{GPa}$.

Уточняване на коефициента на Поасон правим на база честотата на усукващата форма. Задаваме последователно стойности на модула на еластичност $E=140\text{GPa}$ и $E=142.5\text{GPa}$, и сканираме ν в интервала 0.20- 0.35

- Резултатите показват възможна анизотропия на свойствата в различните направления. Това е донякъде очаквано като се имат в предвид особеностите на ПМ технологията (пресоване на метален прах и последващо спичане).
- Описаната методика може да се приложи при определяне на еластичните константи на различни материали при условие, че изследвания образец е гредови елемент.

А.8 **Димитров Д. М.,** Михайлов В., Костов Б., Димитров Р., Моделиране на пробни образци за изпитване на умора при честота 20kHz, Научни известия на НТСМ, Година XX, Брой 1(133), Юни 2012, стр.155-159, (ISSN 1310-3946)

В статията са разгледани методики за моделиране на образци за изпитвателен стенд за изследване на уморната дълготрайност работещ в резонансен режим при честота 20kHz по схема опън/натиск. Всеки един от елементите на стенда трябва да бъде проектиран така, че една от собствените му честоти на надлъжните трептения да е равна на 20kHz. По тази причина, образецът трябва да е с дължина равна на половината от дължината на звуковата вълна ($\lambda/2$). В този случай средната му точка е възел на преместване. Тъй като дължината на вълната зависи от еластичните и физични свойства материала, размерите на образците ще бъдат различни за всеки изпитван материал.

Целта е, на база на съществуващи аналитични зависимости и допълнително пресмятане по МКЕ, да опише методика за определяне размерите на образци с различен тип концентратор, за изпитване на умора при честота 20kHz.

Разгледани са аналитичните зависимости за първоначално определяне на размерите, напреженията и деформациите на цилиндричен образец (без концентратор) и на образци с концентратор, съответно с цилиндричен концентратор „тип дъмбел“ и с хемисферичен концентратор „тип пясъчен часовник“. След първоначалното аналитично определяне на размерите на образците следва направата на модел и пресмятане на собствените честоти на трептене на модела по МКЕ за уточняване на дължината на образца. За моделиране на напрегнатото състояние на образците е подходящо да се работи в честотната област „Frequency domain“, като се задава динамично осово еденично натоварване в единия край на образца изменящо се с честота равна на собствената му честота. Коефициента на концентрация на напреженията се пресмята като отношението на максималното напрежение в образец с концентратор и цилиндричен образец.

От проведеното изследване могат да се направят следните по-важни изводи:

- Следвайки описаната методика може с голяма точност да се определят размерите на образци за изпитване на умора при 20kHz. При необходимост размерите на вече изработени образци могат да се коригират.

- Образците с цилиндричен концентратор (тип „дъмбел“) са по-лесни за изработка и изискват по-ниска сила за възбуждане. Като недостатъци могат да се изтъкнат по-малкият коефициент на концентрация на напреженията и поради това че тънката им част е натоварена с напрежения близки до максималните, необходимост от по-интензивно охлаждане. Най-голям коефициент на концентрация на напрежения се получава при образец с хемисферичен концентратор тип „пясъчен часовник“. Такъв образец следва да се предпочита като се отчетът съответните недостатъци – по-трудна изработка и необходимост от по-висока сила за възбуждане

А.9 **Димитров Д.М., Йорданов К.К., Златева П.Н.,** Проектиране на образци за ултразвуково изпитване на умора, Научни известия на НТСМ, бр.1(150), , 2014г., стр.440-443 (ISSN 1310-3946)

Основен проблем на ултразвуковото резонансно изпитване на умора е значителното загряване в средната част на образца, породено от вътрешното триене в материала. Това налага проектирането на охлаждаща система. Водно охлаждане е лесно, но съответно и нетехнологично решение. В повечето лаборатории, които проведат такива изпитвания са разработени въздушни охлаждащи системи.

Целта на настоящата публикация е да доразвие методиката за проектиране на образци за ултразвуково изпитване на умора, която включва: експериментално определяне на еластичните константи (E , ν) и демпфиращите характеристики на материала; определяне размерите на образца така че собствената честота на надлъжните трептения да е равна на 20kHz; определяне на функционалната зависимост между амплитудата на преместване в края и напрежението в средата на образца; пресмятане на количеството генерирана топлина и определяне режима на работа на охлаждащата система.

За реализиране на изследването е разработен Labview базиран софтуер за определяне на еластичните константи и демпфиращите характеристики на материалите по импулсно резонансен метод. На изследваните заготовки от синтерована неръждаема стомана 304 чрез възбуждане на първата форма на надлъжните трептения са определени експериментално $E=135.53\text{ GPa}$, $\nu=0.0004$. Пресмятанията по МКЕ са извършени използвайки възможностите на “Comsol Multiphysics” за мултифизични симулации.

Разпределението на напреженията в образца при амплитуда на преместване в краищата му $1\mu\text{m}$ е получено чрез задаване на динамична сила, с получената резонансна честота 20050Hz, в единия му край и използване на Frequency study. Получена е изчислителна константа $C=13.226\text{ MPa}/\mu\text{m}$.

Задава се динамична сила с честота 20050Hz и големина такава че да предизвика преместване $22\mu\text{m}$. Полученият коефициент на поглъщане се задава като “Isotropic loss factor” в модела на материала. Изчислената енергия на загубите се задава като топлинен източник в уравнението на топлопроводността „Heat transfer in solids“. Пресметнатата топлинна мощност е 3.42W. По границите на образца се задава гранично условие за конвективен топлообмен “Inward heat flux” . При задаване на $h=20\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ (стойност за свободна конвекция) и $T_{\text{ext}}=293.15\text{ K}$ температурата на образца расте непрекъснато и достига около 90°C за 100s. При задаване на $h=200\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ (максимална стойност за принудена конвекция) и $T_{\text{ext}}=293.15\text{ K}$ температурата клони към стабилна малко над 60°C . Стабилно задържане на температурата около 39°C се получава при $h=200\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ и $T_{\text{ext}}=263.15\text{ K}$ (-10°C).

Може да бъдат направени следните изводи:

- В доклада е описана методичната последователност при проектиране на образци за ултразвуково изпитване на умора при 20kHz.
- Полученият експериментално модул на Юнг е използван при пресмятане по МКЕ на размерите на образец за ултразвукова умора с хемисферичен концентратор. Полученият коефициент на

поглъщане е използван за определяне на температурното поле в образца по време на изпитването.

- За поддържане на постоянна температура $<40^{\circ}\text{C}$ е необходимо охладителната система да има възможности да подава охлаждащ въздух с температура по-ниска от -10°C и висок дебит за реализиране на интензивен конвективен теплообмен.

A.10

Живко Димитров , **Диян Димитров**, Руси Русев, Стефан Стефанов, Милко Йорданов, Определяне модулът на еластичност на нискотемпературно азотирани тънки пластини от аустенитна стомана 316L, "Сборник доклади Втора национална конференция с международно участие Металознание, нови материали, хидро- и аеродинамика '2012 (доклад 1-21) 31 май - 1 юни 2012 г. София , (ISSN 1313-8308)

В последните години обект на засилен интерес е технологията на нискотемпературно азотиране (карбонитриране) на аустенитни неръждаеми стомани. Получените при прилагането на тази технология модифицирани повърхностни слоеве се отличават рязко от основния материал по своите механични характеристики. Поради факта, че при нискотемпературното ($<450^{\circ}\text{C}$) азотиране се формира уякчен слой с фазов състав, определящ значителна разлика във физико-механичните свойства спрямо тези на основния материал, е коректно в якостните пресмятания да се отрази изменението на модула на еластичност.

Целта на настоящата публикация е да се определи модулът на еластичност на модифицирани слоеве получени при газово азотиране в среда от NH_3+CO_2 , както и да се установи влиянието на тази термообработка върху модулът на еластичност на тънки пластинки.

За изследване са изрязани образци от неръждаема аустенитна стомана AISI 316L във формата на листов материал с дебелина $h=1.2\text{mm}$. Образците са азотирани при температури 450°C и 510°C с продължителност 20 часа. Получени са модифицирани слоеве с дебелина около съответно $\delta=14\mu\text{m}$ при 450°C и $\delta=23\mu\text{m}$ при 510°C . При 450°C слоя се състои от „S“-фаза, докато при повишаване на температурата до 510°C се наблюдават предимно отделения на нитриди в твърдия разтвор. За сравнение са използвани образци от същия материал без термообработка

Модулът на еластичност на повърхностния слой е определен чрез нанотестер. Използван е нанотестер *FISCHERSCOPE H100*. Модулът на еластичност на азотораната пластина е определен чрез експериментално определяне на първата собствена честота на трептене при конзолно закрепване на пластината. Свободните затихващи трептения в края на пластината се възприемат от безконтактния вихротоков преобразовател. От графиката на спектъра, се отчита честотата на свободните трептения f_1 и се пресмята модулът на еластичност „E“.

От проведените експерименти могат да се направят следните по-важни заключения:

- при нискотемпературно азотиране ($<450^{\circ}\text{C}$) на тънки детайли от листов материал трябва да се отчете увеличаването на модула на еластичност, вследствие формирането на „S-фаза“ в повърхностния слой;
- при повишаване на температурата на азотиране (510°C) и формиране на слой с отделения нитриди на хрома, модулът на еластичност може да се приеме същия като на основния материал;
- методиката за определяне модулът на еластичност чрез първата собствена честота на трептене е удачна за тънки покрития, при прецизно измерване дебелината на покритието.

A.11

Димитров Д.М. , Бояджиев Й., Терзиев Хр. ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ДИАГНОСТИКА НА ПРЕДМЕТИ ОТ БЛАГОРОДНИ МЕТАЛИ ЧРЕЗ АНАЛИЗ НА СОБСТВЕНИТЕ ЧЕСТОТИ НА ТРЕПТЕНЕ, Научни известия на НТСМ, , 2013, бр.2, 229-232 (ISSN-1310-3946)

Как древните са определяли металния състав на една монета, доколко тя е изцяло златна или сребърна, доколко има примеси в нея? Сарафинът в древното „чейнджбюро“ наред със златарските везни и тежести, е използвал и един от най- простите и бързи методи- анализ на собствените честоти. Просто пускал монетата върху мраморна масичка и чрез добре тренирания си слух, улавящ произведения звук, давал меродавната оценка „злато, сребро, бронз“. В настоящия доклад вниманието е съсредоточено върху изследване собствените честоти на трептене на монети, като е възприета същата практика, обогатена със съвременни средства.

- Определени са първите две собствени честоти на златни монети Au 900/1000 m=6.4516g, D=21mm, сечени през XIXв. във Франция, Белгия и Италия,разговорно наричани „Наполеони“. Резултатите имат разсейване около 7%, но ориентировъчно първата собствена форма се проявява при $5,45 \pm 0,25 \text{ kHz}$, а втората при $10,0 \pm 0,5 \text{ kHz}$. При всички случай имитации от сребро,мед, бронз или волфрам със същата маса и форма ще имат по-високи собствени честоти.
- При моделиране на такива монети може да се използва следния подход: на база на измерения диаметър се пресмята височината t така, че масата на модела и монетата да са равни. За материала могат да се използват следните константи, определени съгласно препоръките на стандарт ASTM E1876-09 за образец тип диск, $\nu=0.4$, $\rho=18248 \text{ kg/m}^3$, и $E=110 \pm 10 \text{ GPa}$, като при пресмятане на първата собствена честота за E може да се вземе стойност в горната граница, а при втората в долната граница.

А.12 Чириков В., **Димитров Д.**, Експериментална проверка универсальной формулы определения собственных частот от поперечных колебаний свободных балок из алюминия, Сборник доклады АКУСТИКА 2015, Година XVII, Брой 17, Декември 2015 год, стр. 192-194 (ISSN 1312-4897)

В настоящата статия е продължена работата по понататъшно усъвършенстване на методите за аналитично определяне на собствените честоти на напречните трептения на къси греди, което да позволи по-точно определяне на еластичните константи на материала чрез импулсно резонансен метод. Проведена е серия експерименти за определяне на собствените честоти на греди от алуминиева сплав. Изработени са 5 греди с приблизително квадратно сечение със страна 1.45 cm, и дължини в диапазона 12 до 4 cm.

Експеримента е проведен като гредите са подпрени в нодалните точки на собствената форма, намиращи се на разстояние 0.224L от крайщата. Фундаменталната честота на напрегите трептения е определена чрез нанасяне на лек отсечен удар и записване на звуковия сигнал с микрофон. Модулът на еластичност E е пресметнат по новата универсална зависимост изведена от уравнението на Тимошенко и по зависимостта дадена в стандарт ASTM E1876-09.

Средната стойност на модула на еластичност E (закръглена до цяло число GPa), по универсалната зависимост е 81 GPa а по стандарт ASTM E1876-09 е 79GPa. Интересно е че, стойността на E получена за образца с дължина около 6 cm значително се отличава от другите образци. Най-вероятно това се дължи на наличие на макро дефект, наличието на който трябва да се установи с други методи.

Изводи:

- Установено е, че пресмятането на модула на еластичност чрез възбуждане на фундаменталната честота на напречните трептения и пресмятане по универсалната зависимост дава достоверни резултати.
- Необходимо е провеждане на допълнителни експерименти за потвърждаване на точността.

Б Публикации извън групата равностойни на монографичен труд

I . Статии в рецензирани научни списания и сборници доклади, общо 8 броя

Dimitrov D., Shtarbakov V., Ultrasonic Fatigue Test of AZ91 Magnesium Alloy,

Б.1 International Virtual Journal MTM- 11, 2013., 50-53p., (ISSN 1313-0226).

Магнезиевите сплави са известни със своята висока специфична якост и демпфиращи характеристики. Те намират все по-широко приложение в самолетната и автомобилната индустрия. Сплавта AZ91 (9% Al, 1%Zn) е една от най- широко използваните магнезиеви сплави.

Целта на настоящото изследване е да се определи границата на умора на лята магнезиева сплав AZ91 при 10^8 цикъла, чрез използване на ултразвуков резонансен стенд работещ при честота 20KHz по схема на натоварване цикличен опън-натиск, както и да се анализират причините за настъпване на уморното разрушаване.

За изпитването е използван разработеният в лаборатория „Съпротивление на материалите“ на ТУ-Варна ултразвуков резонансен стенд. Фиксираният базов брой цикли 10^8 се достига за около 2-Зчаса. Образците са проектирани със хемисферичен концентратор „тип пясъчен часовник“. Дължината им се определя от условието собствената честота на първата надлъжна форма да бъде около 20kHz. Предварително на заготовките е определен модулът на еластичност по импулсно резонансен метод и плътността по Архимедов метод.

Въз основа на експерименталните резултати са изведенини следните изводи:

- Използвайки стъпковият метод границата на умора е оценена на $\sigma_{f50}=49.8\text{MPa}$, стандартното отклонение е $S_d=5.5\text{MPa}$, съответно долната граница отговаряща на 90% надежност е $\sigma_{f90}=40.4\text{MPa}$.
- Механизма на зараждане и развитие на уморната повреда зависи от структурното състояние на сплавта (микроструктура, наличие на немателни включения и леярски дефекти)
 - при наличие на леярските дефекти като шупли те играят роля на концентратори на напрежения и уморната дълготрайност не превишава 10^6 цикъла.
 - ако няма леярски дефекти уморната дълготрайност надвишава 10^7 цикъла при амплитудни напрежения по-ниски от 80MPa.

Dimitrov D., Argirov J., Ultrasonic Fatigue Testing of High Strength 33NiCrMoV14 -5

Б.2 Steel, Journal of Material science and Technology, Vol. 22, Number 4, 2014, pp 236-244, ISSN0861-9786

Изследванията на уморната дълготрайност на материалите по правило са продължителни и скъпи. В последните години значително развитие получиха ултразвукови резонансни методики за изпитване. Например при 20kHz честота на изпитване, 10^8 цикъла могат да се достигнат за около 2 часа, а 10^9 цикъла за около 1 денонощие.

Целта на настоящото изследване е построяване на експериментална крива на умора на стомана 33NiCrMoV14-5(W1.6956) чрез използване на ултразвуков резонансен стенд работещ при честота 20KHz, както и провеждане на микро и макроструктурен анализ за изясняване на причините за развитие на уморните пукнатини.

Методика на експеримента.

Изпитване на умора

Изпитването е проведено на ултразвуков резонансен стенд създаващ цикличен опън-натиск

при честота 20kHz. Използван е симетричен цикъл на натоварване $R=-1$. Фиксиран е базов брой цикли 10^8 , който чрез разработения стенд се достигат за около 2 часа. Образците са проектирани със цилиндричен концентратор в средната част. Дължината на образца се определя от условието собствената честота на първата надлъжна форма да бъде около 20kHz, т.е. средното сечение на образца да бъде възел на преместване. Чрез анализ по МКЕ е определено напрежението отговарящо на преместване в краищата $1\mu m$.

Калибриране на ултразвуков стенд

Натоварването на всеки образец се настройва, като чрез безконтактен сензор се измерва амплитудата на вибропреместването в свободния му край, която се умножава по получената константа $17MPa/\mu m$. Изпитването се извършва на с паузи чрез специално разработен на LabView алгоритъм. Изполвана е водна охлаждаща система. Чрез термодвойка се следи се температурата в зоната на концентратора да не превишава $30^{\circ}C$.

Изследван материал

Изпитваната стомана DIN 33NiCrMoV14-5 (W1.6956) се използва при направа на голямогабаритни изковки част от конструкции, които работят при високи налягания и/или при повишени температури. Измерена е твърдост 36HRC. Микроструктурата се състои от дребо и едрозърнести перлитни зони. Наблюдават се и неметални включения.

Резултати

По експерименталните точки е построена S-N крива в интервала 10^5 - 10^8 цикъла с уравнение $\sigma_a = 1698,1 \cdot (2N)^{-0,0811}$, където σ_a - амплитудно напрежение, $(2N)$ - брой цикли натоварване-разтоварване.

Заклучение

Изследването показва, че за тази стомана не съществува ясно изразена граница на умора. при $2 \cdot 10^6$ цикъла. Образците продължават да се разрушават. Използвайки стъпковият метод е определена $\sigma_w = 393MPa$ - условна граница на умора (с вероятност 50%) при базисен брой цикли 10^8 .

Анализът на получените ломове показва, че при всички изпитани образци зоната на зараждане на пукнатината на повърхността, вероятно около близки до повърхността неметални включения.

- Slavov Stoyan Dimitrov, **Dimitrov Diyan Minkov**, Experimental Research Of The Effect Of The Regular Shaped Roughness Formated By Using New Kinematical Scheme For Surface Plastic Eformation Process On The Number Of Cycles To Fatigue Failure Of Stainless Steel 304L (Cr18Ni8), журнале «Европа-Азия», 2016 году, (ISSN 2411-6467) (под печат)

Основата **цел на** настоящата работа е да се изследва степента на значимост на режимните параметри на процеса Повърхностна Пластична Ддеформация по нова схема върху броя на циклите до разрушаване на образци, изработени от неръждаема стомана марка 1.4307 EN (Cr18Ni8). Тази стомана е аустенитна неръждаема хром-никелова стомана, която не може да се уякчава чрез термична обработка като закаляване.

От извършени предварителни изследвания на процеса ППД по нова схема, е установено че режимните параметри, които основно оказват влияние на характеристиките на получаващия се Регулярен Релеф са както следва:

F , [N] – сила на притискане на деформиращия елемент в обработваната повърхнина;

i – брой на синусоидите в рамките на дължината на траекторията, определящи периода - $((\pi \cdot D))/i$, [mm];

e , [mm] – половината от амплитуда на синусоидалната траектория на деформиращия

елемент;

s , [mm/min] - скорост на подавателното движение на масата на фрезовата машина;

За да се идентифицира степента на значимост на тези фактори и взаимодействията по между им се реализира пълен четири факторен ортогонален планиран експеримент от вида 24 с двукратно повторение

Изработени са 16 на брой експериментални образци от листов стомана марка с дебелина 4 mm. Схемата на натоварване (конзолна гредка с маса в свободния край закрепена на електродинамичен актуатор – вибромаса) Дължината на образците е подбрана така, че честотата на първата форма на огъващите трептения да е в интервала 80-100Hz.

Изводи и заключения.

На базата на методиката за проведеното експериментално изследване и получените резултати могат да се направят следните изводи и заключения:

- Разработената методика и установка за експериментално изследване на броя на циклите до разрушаване, базирана на принудени вибрации в конзолно закрепена гредка с резонансна честота позволява относително бързо определяне на броя цикли до разрушаване на експерименталните образци. Тя дава възможност да се изпитват едновременно два образца, което съкращава наполовина времето за експериментално изследване, при получаване на стабилни и повторяеми резултати.
- Получените резултати показват че броят на циклите до разрушаване при всички образци с формиран двустранен РР чрез ППД по нова схема, като общо превишават броят на циклите получени за образците, притежаващи едностранно формиран РР в порядъка от 100% до 800% пъти, а спрямо тези без формиран РР превишението е от 900% до около 14 пъти.
- При изпитаните образци с едностранен РР, уморната пукнатина в 100% от случаите възниква и се развива от необработената чрез ППД страна на образца, което подчертава благоприятното влияние на РР.
- От изследването за степента на значимост на режимните параметри на процеса ППД по нова схема, от се вижда, че с най-големи основни ефекти са режимните параметри – на първо място: скоростта на подавателното движение на деформиращия елемент по траекторията му на движение s , [mm/min], а на следващо място е силата на притискане F , [N]. Като значими се проявяват и взаимодействията между F и s , както и между F и e (половината от амплитуда на синусоидалната траектория на деформиращия елемент Допълнително проведения ANOVA анализ потвърждава идентифицираните чрез Парето главни ефекти на режимните параметри.
- От получените резултати за значимостта на режимните параметри се налага и извода, че поради не значимостта на i и e , то формата и габаритите на клетките от формираните РР не оказват съществен ефект върху броя на циклите до разрушаване на образците. Наблюдавания ефект се дължи основно на F и s , свързани с промяната на структурата и уякчаването на повърхностния слой на обработените чрез ППД повърхнини.

Б.4 **Диян М. Димитров**, Възможности за изследване на механичните свойства на синтеровани метални материали в лаборатория „Съпротивление на материалите“ на ТУ-варна, ГОДИШНИК НА ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ–ВАРНА, 2013 г.

Основната характеристика на материали получени по методиката на праховата металургия е наличието на пори. Порестостта влияе на механичните свойства в негативен аспект, особено силно на

показателите на пластичността. Тази особеност обуславя и различията във формата, размерите, начините за изработване на пробните образци и методиката на провеждане на механичните изпитвания, които са регламентирани в съответните стандарти. Най-често контролираните якостни параметри на синтеровани материали са: якост в сурово (неспечено) състояние, при изпитване на цилиндричен образец (епруветка) на натиск или на призматичен на триточково огъване БДС EN 23995:2002; Якост и пластичност в спечено състояние - определя се якост на опън, изпитване на триточково огъване БДС EN ISO 3325:2002+A1:2006 и/или изпитване на якост на натиск.

В статията са разгледани възможностите за провеждане на механични изпитвания на ПМ материали на модернизирана машина FU1000. Модернизацията на машината се състои в поставяне на подходящи електроизмерителни сензори позволяващи измерването на силата на натоварване и преместването на подвижната глава на машината, което е почти идентично с деформациите на изпитваният образец. Измерването на силата на натоварване е осъществено чрез поставяне на тензометри на еластичният елемент на съществуващото силоизмерително устройство. Измерването на преместването на подвижната глава на машината е осъществено посредством фотоелектричен растров преобразувател (ротационен енкодер,) на мястото на записващия барабан на машината.

Проведе ни са тестови изпитвания на опън, натиск и триточково огъване.

- В резултат от направената модернизация на универсална машина за изпитване FU1000, в лабораторията по съпротивление на материалите на ТУ-Варна, могат да бъдат провеждани механични изпитвания (опън, натиск, огъване) на спечени материали, съгласно изискванията на съответните стандарти. Резултатите могат да бъдат записани в цифров вид, както и да бъдат експортирани в други софтуерни продукти за последваща обработка.

Диян М. Димитров, Динамичен модел на стенд за вибрационно изпитване на умора при случайно натоварване, Научни трудове на Русенския университет, том.54, серия 2, 2015, стр.43-49

Реалните експлоатационни натоварвания на конструкциите в общия случай са нециклични. Нецикличното натоварване може да бъде детерминистично (закон на изменение на напреженията е известен) или случайно (вълново натоварване на морски конструкции, ветрово натоварване и др). За провеждане на експерименти при нециклично натоварване най-често се използва схема на натоварване „опън-натиск“ реализирана на хидравлични машини, които са бавни. Изпитването може да се ускори ако се използват вибрационни методики.

На база на досегашния опит на автора при провеждане на уморни изпитания, се дефинира и **целта за създаване** на стенд за реализиране на случайно натоварване със широлентов спектър използвайки схема конзолно закрепена греда с две съсредоточени маси.

В резултат е съставен динамичен модел на стенд за вибрационно изпитване на умора представляващ конзолна греда с две съсредоточени маси. Изведени са уравненията на движение. Пресметнати са собствените честоти и векторите на собствените форми за три случая на разположение и големина на масите. Пресметнати са предавателните функции на системата. Показано е, че ако входа е случаен процес тип „бял шум“ изхода е също случаен процес със спектър с широка лента, където максималните стойности са групирани в зоните на двете собствени честоти на системата.

Б.6 Стефан Тенев, **Диян Димитров**, Радостин Димитров, Изследване на съединител „СЕГЕ“ в цикличен режим на натоварване“ Сборник доклади на международна конференция ЕКО ВАРНА, том XXII, 2015, стр 105-112 (ISSN 2367-6299)

Важен въпрос представлява динамичното поведение на еластичните съединители изискващ изследване в контролирана среда на натоварване. Изследван е еластичен съединител с гумен елемент тип „СЕГЕ“ с номинален въртящ момент $T=200 \text{ Nm}$. За определяне на характеристиката на „СЕГЕ“ са проведени няколко на брой опита на стенд за изследване на еластични съединители. Цикличното натоварване е осъществено посредством кулисен механизъм. За снемането на данни от променливото натоварване на гореспоменатия съединител е използвана автоматизирана измервателна система Data Acquisition (DAQ) на американската компания National Instruments. С приложението на съответната софтуерна програма данните са обработени, а от тях е получена динамичната характеристика на съединителя $T=f(\varphi)$.

Динамичната коравина на съединителя, получена по експериментален път е $Cd = 3011,58 \text{ Nm/rad}$.

Енергоемкостта, определена на базата на сметата характеристика е $A_{en} = 18,439 \text{ J}$.

Работата за демпфиране на еластичния елемент е $A_D = 4.7325 \text{ J}$, а коефициента на демпфиране $\psi = 0,26$.

Изводи:

1. Наличието на зони близки до линейна зависимост между натоварване и деформация изисква допълнително провеждане на експерименти при различни амплитудни натоварвания и съпътстващо заключение на факта линейност на характеристиката на еластичен съединител СЕГЕ.

2. Една от причините за разликата в графичното изражение на характеристиката в зоните характеризиращи съответната посока на натоварване на цилиндрите на еластичния елемент може да бъде съвкупността от минимални хлабини в системата електродвигател, кулиса и еластичен съединител.

3. Създадена е програма в софтуерния продукт LabView за отчитане, синхронизация, управление, математическо пресмятане и графично представяне на резултатите снети от модулите за изследване на напрегнатото състояние на еластичния елемент и ъгловото отклонение на кулиския механизъм.

Б.7 **Диян М. Димитров**, Свилен Х. Стоянов, Лазар Панайотов, Възстановяване на лабораторен стенд за дисциплина Съпротивление на материалите, Известия на съюза на учените-Варна, 1' 2015, стр.101-107, (ISSN 1310-5833)

Съпротивление на материалите е теоретико експериментална дисциплина, в рамките на която обучаемите се запознават с, методите за якостно пресмятане при основните видове съпротиви. Чрез представеният в настоящият доклад стенд се релизира комбинирано натоварване (огъване с усукване), което дава възможност на обучаемите да приложат знанията си на практика.

Еластичният елемент на стенда представлява конзолно закрепена стоманена тръба със заварена в свободния край триъгълна планка. Натоварването върху еластичният елемент (P) се реализира чрез лостова система, състояща се от два лоста, на която се закрепват предварително известни тежести (G). За измерване на деформациите, съответно пресмятане на напреженията са залепени тензорезистори свързани в два моста, реагиращи съответно на огъване и усукване. Показано е теоретичното пресмятане на напреженията и деформациите. За сравнение якостната задача е решена по метода на крайните елементи (МКЕ), като в средата на софтуера "Comsol

Multiphysics” е създаден 3D модел на еластичният елемент на стенда.

За измерване на разбаланса на мостовата схема е използвана схема на интегриращ измервателен периодометър, работещ по метода на рязгващото право преобразуване.

Изводи:

- Възстановен е стенд за демонстриране на комбинирано натоварване (огъване с усукване), чрез който може да се демонстрира измерването на огъващи и усукващи моменти с тензосъпротивителни датчици.
- Използвана е съвременна елементна база – двустранен интегриращ измервателен преобразувател, периодометър и специализиран софтуер.
- Извършените изследвания доказват работоспособността на стенда за измерване на големи моменти, благодарение на удачната конструкция на лостовата система с коефициента на усилване $k=35,429$.
- Основното приложение на стенда е за провеждане на лабораторни упражнения по дисциплината „Съпротивление на материалите“.

Б.8 Веселин Михайлов, **Диян М. Димитров**, Симулационно моделиране на напрегнатото състояние на мотовилка на ДВГ, Известия на съюза на учените-Варна, 1’ 2015, стр.108-113, (ISSN 1310-5833)

При настоящото изследване за прототип е използван двигател Perkins Prima 65. Целта е да се определят точно реалните сили действащи на мотовилката, като използваме реално заснета крива на налягане в цилиндъра.

По известни аналитични зависимости са определени газовата сила и инерционната сила. Получена е сумарната сила и съответните и компоненти.

За определяне на разпределението на напреженията в мотовилката геометрията на буталото, буталния болт, мотовилката, колянвия вал и цилиндровия блок е моделирана в CAD/CAE системата SolidWorks. Масата на моделираните детайли е сравнена с масата на реалните, тъй като е важен параметър за определяне на истинските инерционни сили.

При определяне на напреженията в мотовилката може да се подходи по два начина. Първият е пресметнатите аналитично сили в даден момент от завъртане на колянвия вал и да се въведат ръчно в модела на мотовилката.

Вторият подход е да се използва модулът Motion Analysis, който може да определи автоматично при зададена честота на въртене инерционните сили и реакциите в определени опори.. В този модул може да бъде зададена и външна сила, действаща на механизма. В нашия случай това е газовата сила, действаща върху буталото. Тя е зададена чрез импортиране на текстов файл със 7200 точки.

Разгледани са следните 2 работни режима на двигателя:

1. $n=4500\text{min}^{-1}$ натоварване- пълно
2. $n=1500\text{min}^{-1}$ натоварване- пълно

Второто натоварване се приема поради това, че при максимална газова сила, инерционната има противоположна посока. При една и съща газова сила, натоварването на мотовилката ще бъде по-голямо при по-малка инерционна сила.

Изводи:

- В настоящото изследване е направен анализ на силите действащи на мотовилка на ДВГ по МКЕ с помощта на Motion Analysis модул на Solidworks. Направеното е сравнение с аналитично пресметнатите сили показва, че модела е адекватен като грешката е под 10%.

- Показано е разпределението на напреженията при два работни режима в позиция 368°KB, където силата на натоварване е най-висока.

III. Доклади на международни конференции в чужбина (2 бр.)

- Б.9 **Dimitrov D. M.**, Mihailov V., Kostov B., Modeling of Ultrasonic Fatigue-Life Testing Machine, Comsol Conference 2012, 10-12.2012, Milan, Italy

Ултразвуковият стенд се състои от трансдюсер, бустер, сонотрод и образец. Системата работи в резонанс така че, най-високите напрежения да възникнат в средата на образца. Амплитудата на вибропреместването се контролира чрез промяна на електрическото напрежение на пиезопластините.

Моделът на стенда е направен в средата на “Comsol Multiphysics” като геометрията е начертана в 2D пространство използвайки осовата симетрия. За металните елементи е зададен линейно еластичен модел на материала, а за пиезопластините – пиезоелектричен модел, комбиниращ електрически и статически гранични условия.

Направен анализ на собствените на собствените честоти “Eigenfrequency study” като напрежението на пиезопластините е зададено $V_0=0$. Получената собствена честота 20158Hz, е много близка до реалната 20180Hz. Вибропреместванията в характерни точки на модела са получени чрез анализ във честотния домейн “Frequency study”. В този случай се задава ел. потенциал на пиезопластините, така че да се получат вибропремествания с амплитуди съответно 3 и 7 μm на изхода на трансдусера както и разпределението на напреженията.

Получените вибропремествания на входа и изхода на сонотрода отговарят на коефициента на усилване. На входа и на изхода на образца вибропреместванията са еднакви.

- Б.10 **Diyan M. Dimitrov**, Green Cracks Inspection System based on Resonant Frequency Technique, Proceedings of 7th International Powder Metallurgy Conference and Exhibition, Ankara, Turkey 24–28 June 2014, pp.145-146, (ISBN 978-605-86446-4-9)

В статията са разгледани възможностите за безразрушителна проверка за наличие на пукнатини на сурови и спечени ПМ детайли. За целта е конструиран прототип на изпитвателна установка състояща се от пространство за поставяне на изследвания детайл на еластични нишки и електромагнитен импулсен чук. Вибрациите се регистрират чрез микрофон, а системата се управлява чрез разработено LabView софтуерно приложение.

Изследвани са два детайла: 1. Тънкостенна втулка с височина 28mm и диаметър на фланеца 22mm в сурово състояние. От изследваните 20 броя втулки са регистрирани 2 бр. , при който втората собствена честота е извън интервала $\pm 2\sigma$. Изкуствено направен дефект в зоната на прехода на фланеца показва, че наличие на пукнатина в тази зона е най-вероятната причина.

2. Хидравличен компонент със сложна форма, диаметър 65mm и тегло около 300g. В този случай поради голямото демпиране е невъзможно изследване в сурово състояние. Спектъра на собствените честоти може да се получи като сле изследва детайла след спичане.

- В резултат е потвърдена възможността за регистриране на пукнатини в ПМ детайли чрез импулсно резонансен метод. Като за всеки отделен детайл е необходимо предварително да се направи модален анализ и да се уточни критерии за допускане

II. Доклади на международни конференции в България (5 бр.)

- Б.11 **Димитров, Д.М.** Чириков, В.А. Димитров, Ж., Изследване на уморната дълготрайност на тънки пластини от стомана 40X, Научни известия на НТСМ, Година XXIII, Брой 2 (165), Юни 2015, ISSN 1310-3946

За тънкостенни плочи, профили, тръби представляващи предмет на настоящето изследване, се налага да се разработват специализирани методики и стендове за изпитване на умора. Един от възможните подходи е използването на резонансни методики, при които циклично променящите се напрежения в образеца се създават чрез възбуждане на някоя от собствените форми на трептене. По този начин могат да се създадат високи амплитудни напрежения при минимална вложена енергия, а също така и да се ускори процеса на изпитване чрез повишаване на честотата на вибрациите.

В настоящият доклад са описани теоретичните основи и практическата реализация на методика за вибрационно резонансно изпитване на умора на тънки пластини по схема „реверсивно огъване“.

Проведено е изпитване на пластини от стомана 40X със напречно сечение $2.4 \times 10 \text{ mm}^2$. Пластините са конзолно закрепени върху електродинамичен актуатор (вибромаса). В свободния край на пластината и върху плота на вибромасата са монтирани акселерометри за мониторинг и управление на процеса. Дължината е подбрана, така че резонансната честота да е около 100Hz.

След обработка на експерименталните резултати са получени коефициентите на уравнението на кривата на умора в интервала 1.10^5 - 2.10^6 цикъла, което може да бъде представено във вида $S_a = 1350(N_f)^{-0.113}$ или $S_a \cdot^{-8.87} N_f = 10^{27.77}$

Определена е границата на умора $S_{w2e6} = 262 \text{ MPa}$ при базов брой цикли 2.10^6 .

- Б.12 **Димитров Д.М.**, Изследване на уморна дълготрайност на синтеровани нисколегирани стомани, НТСМ Научни Известия -1, 09-17 юни 2014г., Созопол, стр.436-439, ISSN1310-3946.

Настоящото изследване има **за цел** да представи възможностите на ултразвуковото резонансно изпитване за изследване на уморната якост и дълготрайност на нисколегирани синтеровани стомани.

Описан е принципа на работа на ултразвуков резонансен стенд работещ с честота 20kHz, конструиран в лаборатория Съпротивление на материалите в ТУ-Варна, както и особеностите при проектиране на образци и провеждане на уморни изпитания на синтеровани нисколегирани стомани. Изпитването е проведено по схема на натоварване „опън- натиск“ по симетричен цикъл ($R=-1$), като се изменя амплитудното напрежение с интервала 169-216MPa. Използвани са материали получени на база легиран Fe прах AstalloyCrM (Fe-3Cr-0.5Mo) с добавка на 0.45C и 1Ni и плътност 6.9 g/cm^3 . В процеса на изпитване се зараждат и нарастват микрорукнатини, които водят до намаляване на резонансната честота. Изпитването се спира при понижаване на резонансната честота с около 200Hz (1%), което условно е прието за „разрушаване“. Физически образците са доразрушени на машина за изпитване на опън при около 200- 250MPa.

- Установено е, че легираните с Ni образци (CrM04Ni) се „разрушават“ преди достигане 108 цикъла, като с намаляване на амплитудното напрежение се увеличава броя цикли, докато образците без Ni (CrM04) издържат 108 цикъла при амплитудно напрежение до 200MPa. Това най-вероятно се дължи на формираните по границите на зърната области богати на Ni, които благоприятстват нарастването на пукнатините.

- Резонансната честота на „издържалите“ образци намалява с около 50Hz, което показва че има зародили се дефекти и при продължаване на натоварването образците ще се „разрушат“, т.е не съществува граница на умора в класическия смисъл.

Чириков В.А., **Димитров, Д.М.**, Бояджиев Й., "Методи за пресмятане на уморната дълготрайност на морски конструкции, Сборник доклади АКУСТИКА 2015, Година

Б.13 XVII, Брой 17, Декември 2015 год, стр. 179-183 (ISSN 1312-4897)

В настоящия доклад вниманието е съсредоточено върху методиките за пресмятане на уморната дълготрайност на закрепени морски конструкции в дълбоки води. Вълнението на морето е случаен (стохастичен) процес. В рамките на кратки интервали вълнението може да се моделира като стационарен, ергодичен случаен процес от Гаусов тип, който може да се опише чрез построяване на функцията на спектралната плътност на мощността показваща разпределението на енергията на процеса по хармоници. Познавайки вълновия спектър могат да се пресметнат предавателните функции и да се получат спектъра на натоварването $S_{FF}(f)$ и спектъра на напрежението $S_{\sigma\sigma}(f)$ в критичните за конструкцията точки.

След като разполагаме със спектъра на напрежението уморната дълготрайност се пресмята на база експериментално получени S-N криви и използване на линейното правило за сумиране на повреждането.

Изводи:

- Описана е последователността на определяне на вълновото натоварване на морски конструкции чрез използване на енергетични спектри.
- Описани са основните методики за пресмятане на уморната дълготрайност при детерминирано нерегулярно натоварване (метод на "дъждовния поток" и интегриране на диференциалите на умора ИДУ).
- По-подробно са разгледани спектралните методи за пресмятане на уморна дълготрайност, при спектър на натоварване с тясна и широка лента, тъй като те не изискват генериране на случаен сигнал във времевата област. Чрез числения пример е показана консервативността на основната използвана методика - решението на Vendat при спектър с широка честотна лента.

Антонов Г., Стоянова А.М., Аргиров Я.Б., **Димитров Д.М.**, СИМУЛАЦИОННО МОДЕЛИРАНЕ НА ПРОЦЕСИТЕ НА НАПРЕГНАТОТО И ДЕФОРМИРАНОТО СЪСТОЯНИЕ

Б.14 ПРИ ВЪЗДУШНО-ПЛАЗМЕНО ПОВЪРХНОСТНО РЯЗАНЕ (ВППР), Научни известия на НТСМ, Година XXI, Брой 2 (139), Юни 2013

В настоящата публикация обект на изследване са образци от средновъглеродна конструкционна качествена стомана С45 (БДС EN ISO 14556) с размери: 60x70x8mm. Чрез програмния продукт SolidWorks е създаден триизмерен модел на наварени образци от стомана 45 с електроди EN550 и в последствие окончателно обработени чрез ВППР.

За решаването на поставената задача, се използва симулационен термичен и статичен анализ чрез моделиране на процесите на напрегнатото и деформирано състояние при наваряване и следващото плазмено повърхностно рязане на лабораторни образци от стомана с помощта на SolidWorks.

Резултатите от симулационния анализ напълно кореспондират с теоретичните постановки относно появата и разпределението на термичните напрежения при въздушно плазмено

повърхностно рубене на разгледания модел. Ясно се вижда че с преместването на горелката по повърхността напреженията отчетени с датчика поставен в зоната на термично влияние на първия участък намаляват. В процеса на охлаждане най-големите напрежения са групирани в зоната на повърхностно рязане на стоманата, което се обяснява с различните им коефициенти на топлинно разширение и механични свойства. Определянето на максималните напрежения дава възможност да се прогнозира опасността от поява на пукнатини или дефекти след повърхностното рубене. Чрез симулационния модел, след пълното охлаждане на обекта, може да се оценят остатъчните напрежения по посока и големина и да се предвиди влиянието им върху работните напрежения на конструкцията. Използването на продукт като SolidWorks дава възможност за експериментиране на различни повърхностни технологии, като се варира с изходните параметри на режимите или използване на различни материали.

ZLATEVA, Penka; YORDANOV, Krystin; **DIMITROV, Diyan M.** NUMERICAL
B.15 SIMULATION OF TEMPERATURE SEPARATION PHENOMENA INSIDE VORTEX TUBE. *Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering*, 2014, 7.4: 23.

Вихровата тръба създава студен и горещ въздух чрез въвеждане на въздух под налягане в цилиндрична генераторна камера, която го завихря със скорост, достигаща до 1 000 000 об./мин. Достигналият висока скорост въздух се загрява при въртенето си в тръбата, движейки се към управляващия клапан. Част от горещия въздух се изпуска навън посредством клапан. Оставашият вече по-бавно въртящ се въздух се връща в обратна посока като вторичен вихър през центъра на външния високоскоростен поток. По-бавно движещият се въздух отдава енергия във формата на топлина и се охлажда, въртейки се в тръбата.

В статията е показана направата на модел на топлинните потоци използвайки CFD.

В заключение е показано че CFD подхода е приложим за симулиране на процесите във вихровата тръба. Показани за разпределението на полето на скоростите на флуида и температурното поле

В. УЧЕБНИЦИ И УЧЕБНИ ПОСОБИЯ

[B1]. Янка Кръстева., **Диян Димитров**, Съпротивление на материалите Част 1 (Ръководство за решаване на задачи), Колор Принт, 2015 (ISBN 978-954-760-382-0)

Ръководството е съставено в съответствие с програмата на учебната дисциплина "Съпротивление на материалите" Част 1 на ТУ - Варна за специалностите Корабни машини и механизми, Корабостроене и морска техника, Топлотехника, Компютърни технологии в машиностроенето и др.

Негови основни цели са:

– Да служи на редовните и задочните студенти по време на изучаването на предмета, изготвянето на курсовите задачи и подготовката за изпит, като ги запознае систематично и подробно с най-целесъобразните начини за решаване на основните типове задачи.

– Да покаже връзката на съпротивлението на материалите със следващите общетеоретични и конструктивни дисциплини и изключително важното му значение за подготовката на бъдещия

инженер.

Ръководството съдържа 29 подробно аналитично и числено решени задачи с богата графична илюстрация, които са разпределени в 7 глави. Всяка от тях започва с кратка теоретична част, съобразена с възможността за самостоятелно усвояване на материала след изслушване на лекциите. Разработени са 8 теми за курсови задачи с по 30 схеми и по 10 варианта на натоварване. Включени са и много таблици, необходими като справочен материал при решаването на задачите.

Глава 1. Вътрешни (разрезни) усилия

Глава 2. Геометрични характеристики на равнинни сечения

Глава 3. Центричен опън и натиск

Глава 4. Напрегнато и деформирано състояние в околността на точка.

Глава 5. Чисто усукване

Глава 6. Напречно специално огъване

Глава 7. Вертикално преместване на точките от сечението
при специално огъване

Изготвил:.....

/гл. ас. д-р инж. Диян Димитров/