



ХИМИКОТЕХНОЛОГИЧЕН И МЕТАЛУРГИЧЕН УНИВЕРСИТЕТ

ДЕПАРТАМЕНТ ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИ И ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ

КАТЕДРА „ПРИЛОЖНА МЕХАНИКА”

РЕЦЕНЗИЯ

от

проф. д.т.н. Климент Благоев Хаджов

ХТМУ, кат. Приложна Механика, 1756 София, бул. Кл. Охридски 8,
тел.8163466, E-mail: klm@uctm.edu

върху дисертацията на

инж. Михаил Димитров Колев

ПРОГНОЗИРАНЕ НА МЕХАНИЧНОТО ПОВЕДЕНИЕ НА ЕЛАСТОМЕРИ В
УСЛОВИЯ НА ТЕЧНИ СРЕДИ И ЦИКЛИЧНО НАТОВАРВАНЕ

за придобиване на образователната и научна степен „доктор”

по научна специалност 5.1. Машинно инженерство

(Приложна Механика)

София, 2014

1. Биографични данни и характеристика на научно - изследователската, научно - приложната и педагогическата дейност на кандидата.

Инж. Михаил Димитров Колев е роден на 30.12.1982 г. в гр. София. Завършил е висшето си образование в ХТМУ-София през 2008 г.. Има бакалавърска степен по Полупроводникови технологии и материали - 2004 г. и магистърска по Технология на материалите и материалознание - 2008 г.

Извън дисертацията има 11 научни разработки (което означава общо 15), от които 6 статии и 5 доклада на научни конференции с българско и международно участие.

Има много добри познания по английски и добри по португалски език.

Участвал е в 4 договора по НИС към ХТМУ по тематика съвпадаща с темата на дисертацията.

В рамките на докторантурата е водил 30 часа „Техническа механика“.

Завършените бакалавърска и магистърска степени, както и научната му дейност ми позволяват да оценя по достойнство научната квалификация на инж. Михаил Колев.

2. Преглед на дисертационната работа

Представеният дисертационен труд е обсъден и приет за защита на заседание на разширен катедрен съвет в катедра „Приложна Механика“, състояло се на 18.02.2014г. Написан е на 124 страници, съдържа 41 фигури и 2 таблици. Цитирани са 165 източника.

В първата глава на работата е направен литературен обзор, в който са разгледани основните характеристики на еластомерите. Обърнато е внимание на уникалните им свойства - вискоеластични деформации, разсейване на енергията, устойчивост на въздействието на външни агресивни среди, надеждност, дълготрайност и др. Фактът, че тези материали работят в повечето случаи, в условията на различни течни и газови среди, вибрации и температура обосновава необходимостта за ефективно пресмятане и прогнозиране на механичното им поведение при такива условия. В работата, изхождайки от тези мотиви е направен опит за прогнозиране на поведението на този клас материали от краткотрайни експерименти в условия на течна обкръжаваща среда и циклично натоварване.

Въз основа на направения литературен обзор дисертантът си поставя за цел: Изучаването на механичното поведение на някои еластомери в условия на течни индустриални среди и циклично натоварване.

Основните задачи произтичащи от поставената цел са:

1.Изследване кинетиката на проникване на течни индустриални среди в конструкционни еластомери в условия на напрегнато състояние породено от циклично натоварване.

2.Изучаване процесите на топлообразуване и дисипация на енергията при циклично натоварване.

3.Получаване на експериментални резултати за краткотрайно пълзене при различни нива на сорбирана течна среда от еластомера и различни честоти на циклично натоварване.

4.Изследване на възможността за прогнозиране на деформационното поведение от експерименти на краткотрайно пълзене в условия на циклични натоварвания.

5.Изследване на възможността за многопараметрово прогнозиране на деформативността чрез функция на множествена течностно-вибро-времева редукция.

Във втора глава са представени обектите и методиката на изследване, както и апаратурата за провеждане на експериментите. Изпитвани са три еластомерни състава: Бутадиеннитрилов каучук (БН) - еластомер изграден от бутадиен и акрилонитрил, Полиизопренов каучук (ПИ) - синтетичен аналог на естествения каучук, както и Полиуретан (ПУ) - полимер произвеждащ се от изоамини и алкохоли. Изборът на течните среди е съобразен с изискването за различие във физичните им свойства. Вода - силно полярна течност; Нафта / дизелово гориво/ - неполярна течност; Машинно масло / МД-10/ горивосмазочен материал; 20%-ен воден разтвор на сярна киселина – електролит; Бензин – представител на леките фракции на горивата.

В трета глава е изследвана дифузията на гореописаните течни среди в съответните еластомери. Посочени са използваните решения на уравнението на Фик, при съществената предпоставка, че процесът на дифузия не е съпроводен с протичане на химически реакции. Намерени са съответните коефициенти на дифузия. Построени са сорбционните криви за гуменно-метални технически изделия (цилиндрични демпфери). Изследвано е влиянието на едноосно статично натисково напрежение в комбинация с наслагваща се по същата ос циклична компонента върху кинетиката на дифузия на течна обкръжаваща среда в еластомера ПУ. Накрая е направен изводът, че е налице независимост на сорбционния процес от приложеното нискочестотно циклично натоварване, факт, който улеснява дисертанта в по-нататъшните изследвания тъй като задачата е несвързана.

В глава 4 е изследвано топлообразуването при циклично натоварване на еластомерите. Тук се изучава топлообразуването в гумено-метални технически изделия изготвени от коментираните в глава 2 еластомери. Експериментално се определят хистерезиса,

температурното поле, температурните и честотни характеристики на коефициента на дисипация на енергия при стационарно циклично натоварване, както и мощността на дисипацията при вискозоеластични звена (гумено-метални технически изделия) във вибромашините.

В последната и съществена пета глава авторът въз основа на предходното и използвайки съответните аналогии представя методика за прогнозиране деформативността на еластомерните материали в условията на вибропълзене и проникваща течна среда. В теоретичен аспект проблемът се разглежда в светлината на вероятностно-статистическа интерпретация на вискозо-еластичната деформация. За всички честоти, респективно нива на амплитудата на скоростта на цикличната компонента, са приети едни и същи параметри на спектъра. Накрая се достига до многопараметрово прогнозиране на деформативността чрез функция на множествена течностно-вибро-времева редукция. Горните съотношения предполагат предварително изпълнение на предпоставката, че за всички нива на циклично натоварване и концентрация на течна обкръжаваща среда са приети едни и същи параметри на спектъра. С други думи дисертантът приема концентрационно-вибро-времево прости тела. Комплексната обобщена крива е съпоставена с дълготрайни контролни експерименти, проведени при едни и същи базови условия на напрежение и влажност. Изхождайки от показаните реологични съотношения, вибро-времеви и концентрационно-времеви функции, за апроксимация на деформацията авторът използва линейно наследствената теория с ядра от експоненциален тип. Функцията на пълзене, следваща от тези съотношения е проверена в различни условия на концентрация и напрежение. Описано е пълзенето в условия на постоянно напрежение и концентрация нарастваща по параболичен закон, както и пълзене в условия на постоянна концентрация и напрежение нарастващо с постоянна скорост. Показани са експериментални резултати и съответните теоретични криви на пълзене. Експериментите са проведени на стенд осигуряващ максимална грешка под 7%. Изследвано е и пълзене в условия на променливи концентрация и напрежение. Накрая са направени следните изводи: Проведените контролни експерименти потвърждават наличието на вибро-течностно-времева аналогия за изследваните двойки еластомер - течна среда. Представеният подход позволява на базата на краткотрайни експерименти на пълзене на еластомери в условия на течни среди да бъде описано тяхното вискозоеластично поведение с отклонение не превишаващо 20 %. В края на дисертацията е направено заключение съдържащо приносите на автора.

Тук е мястото да посоча, че авторефератът пълно и точно отразява основните моменти от дисертационния труд.

3. Характеристика на приносите

Приносите в работата имат научно-приложен и приложен характер и могат да се характеризират както следва:

По отношение на научно-приложните приноси:

1. Изследвана е кинетиката на проникване на течни среди в конструкционни еластомери в условие на натисково натоварване с допълнителна циклична компонента. Установена е независимост на дифузионния процес от цикличното натоварване.

2. Изследван е процесът на самозагряване при натисково циклично натоварване за конкретен еластомер, като е предложена опростена двупараметрова функция на дисипацията.

3. Изследвана е възможността за прогнозиране на деформационното поведение от експерименти на краткотрайно пълзене в условия на циклични натоварвания.

4. Предложен е модел за прогнозиране на деформативността чрез функция на множествена вибро-течно-времева редукция.

По отношение на приложните приноси:

5. Изследвано е механичното поведение на еластомери прилагани в промишлеността в условия на циклично натоварване и течни среди и са разработени програми за решаване на съответните задачи.

6. Усъвършенствано е устройство за натоварване на образци при термична и дифузионна атака.

Според рецензента представените в дисертацията под номер четвърти и пети научно-приложни приноси, както и тези под номер 6-ти и 7-ми от приложните приноси може да се обединят.

В заключение на този раздел от рецензията ще посоча, че приемам претенциите за приноси на кандидата, като ги подреждам и класифицирам по посочения от мен начин.

4. В каква степен работата е дело на кандидата.

Кандидатът има четири публикации по темата, които почти изцяло отразяват работата му. В две от тях е на второ място, а в две – на трето. Освен това има участие в 4

договора по НИС към ХТМУ с подобна тематика. Изнасял е доклади на конференции по въпроси отнасящи се до поведението на еластомерите.

От разговорите ми с кандидата, както и от представената ми допълнителна справка става ясно, че последният има съществен принос в разработването на трудовете по дисертацията. По отношение на самата дисертация съм убеден, че тя е негово лично дело.

5. Бележки и коментари.

Направените по долу бележки и коментари се отнасят от една страна до някои уточнявания, а от друга имат за цел да насочат кандидата към някои недостатъчно изследвани аспекти на самозагряването и прогнозирането. Те не накърняват приносите.

1. Разсеяната енергия за k -я цикъл се апроксимира с израз съдържащ не само квадратични функции на напреженията (4.13). Не е ясно как от (4.13) следва квадратичния запис (4.21). Тук очевидно са допуснати механични грешки.

2. Мощността на дисипация се представя с уравнение (4.17) съдържащо коефициент характеризиращ частта от разсеяната енергия, преминаваща в топлина. Не се коментира фактът, че обикновено при малки деформации този коефициент е равен на 1 (цялата разсеяна енергия преминава в топлина). В останалите случаи имаме натрупване на дефекти и така този коефициент може да бъде определен.

3. Дисертантът работи в областта на честоти при които е допустимо да се пренебрегне инерцията. Редно би било да се покаже посредством едно сравнение между първата собствена честота на изследваните елементи и честотата на принудените вибрации, че разликата е достатъчно голяма (обикновено се изисква принудителната честота да е с над 35% по-малка от минималната собствена).

4. Максималната работна честота и амплитуда на вибрациите също трябва да са достатъчно малки за да се осигури невъзможност за сериозно самозагряване и относително постоянство на температурата. Резултатите от глава 4 донякъде показват именно това. Този факт не е достатъчно коментиран в тази глава. От фигурите става ясно например, че при ъглова честота 118.5 рад/сек и амплитуда на принудената деформация 8% съставите с добавки над 20 т.ч. биха имали относително по-голямо нарастване на температурата – над 10 градуса. В тези случаи се налага допълнително изследване на влиянието на температурата на самозагряване върху коефициента на дифузия, като над определена честота и амплитуда задачата става свързана.

5. В дисертацията се приема, че дебелината на образците е достатъчно малка за да се осигури хомогенност на концентрацията на проникващия флуид. Би могло да се

изследва и случаят, когато тя е функция на координатите въз основа на изравняване на деформациите на различните зони на проникване (двузонов и многозонови модели).

6. Навсякъде изразите “временни” функции и съотношения би било редно да се заменят с „времеви“. „Фреквенция“ - да се замени с „честота“.

7. Както вече посочих някои от претенциите за приноси е редно да се обединят.

6. Лични впечатления и становище по останалите страни от дейността на кандидата.

Впечатлението ми от кандидата е добро. Убеден съм в неговата компетентност и осведоменост. Като член на научните колективи с които е работил и продължава да работи и като творческа личност, кандидатът е показал добри изследователски възможности.

Общо заключение.

Въз основа на направените по-горе разглеждания и всичко казано до тук, рецензентът смята, че дисертационната работа на инж. Михаил Димитров Колев **отговаря** на изискванията на **закона** и на **критериите** за получаване на исканата образователна и научна степен “ДОКТОР” и препоръчва на почитаемия Департаментен Съвет по Физикотехнически и Математически науки към ХТМУ да му я присъди.

София, 29.04.2014 г.

Рецензент:

(Prof.D.Sc. Kliment Hadjov)