

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационния труд на
инж. Михаил Димитров Колев
на тема

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

представен за придобиване на образователната и научна степен

„доктор”

по научна специалност 5.1 Машинно инженерство (Приложна механика)
с научен ръководител доц. д-р инж. Александър Стоянов Александров, ръководител
катедра в ХТМУ-София

Изготвил становището

чл. кор. д.т.н. инж. Ангел Иванов Балтов, Институт по механика-БАН

1. Общи бележки по дисертацията

Дисертационният труд е представен на 124 стр. Разделен е в Увод, Пет глави, Приложение и Библиография. Литературната справка съдържа 165 заглавия на български, руски, английски и френски езици. Справката е подробна, изчерпателна и е отделено и специално място за постиженията на катедра „Приложна механика“ към ХТМУ-София. Дисертацията е добре представена, има редица фигури и таблици, както и приложение от осем изчислителни програми на автора. Отразени са основните постижения в областта на темата от световната литература. Дисертацията се вписва в многогодишните научни традиции на катедра „Приложна механика“.

2. Биографични данни за кандидата

Инж. Михаил Димитров Колев е роден през 1982г. в гр. София. Завършил е ХТМУ-София през 2004г. по специалност „Технология на материалите и материалознание“ като бакалавър и през 2008г. като магистър по специалност „Силикатни материали“. От 2009г. е редовен докторант в катедра „Приложна механика“ на ХТМУ-София. Отчислен е с право на защита през 2012г. Изпълнил е образователната си програма, като е положил необходимите изпити. Участвал е активно в научно изследователската дейност на

катедрата извън дисертацията си, като има шест съвместни публикации в престижни издания. Участвал е в четири договора по НИС-ХТМУ. В съавторство е участвал в изнасянето на пет научни доклади на национални научни мероприятия. Като докторант е бил ангажиран да води упражнения по „Техническа Механика“. Проявил е определени научни интереси в областта на Приложната механика и активно участие в научно-приложна и приложна дейности на катедрата. Придобил е известни педагогически умения.

3. Актуалност и значимост на дисертационната тема. Апробация

Темата на дисертацията е много актуална и значима, както за развитието на метериалознанието и приложната механика, така и за широкото приложение на еластомерите в машинното, строителното, транспортното инженерство, както и в промишлеността. Еластомерите се изследват при сложни условия – течна среда и циклични натоварвания, които често се реализират на практика (химични реактори, резервоари, вибрации на машини и много други).

Резултатите от дисертацията са получили публичност у нас. Те са докладвани на наши научни мероприятия и семинари на катедрата. Дисертацията бе приета добре на предзащитата. Инж. Колев има четири съвместни публикации, които са повече от минималното изискване за две публикации. Има три публикации в престижни наши научни списания и един публикуван доклад на Юбилейната научна сесия на ХТМУ-София с международно участие (2013г.).

4. Цел и задачи на дисертационния труд. Избрана методика

Целта на дисертацията е да се изучи механичното поведение и деформируемостта на еластомери при наличие на течности (вода, петрол, индустриални води) и циклично натоварване (вибропъзене и пр.). Тази цел се постига в работата с решение на пет задачи (Виж стр. 20):

- проникване на течност при ненатоварено състояние или натиск с добавено циклично натоварване;
- дисипация на енергия и пораждање на топлина при цикличните въздействия;
- провеждане на експерименти с еластомерни образци в условията на краткотрайно натоварване;

- прилагане на вибро-временна аналогия с цел прогнозиране на дълготрайно поведение на основа на краткотрайно пълзене и циклични въздействия;
- прогнозиране на деформативността на еластомери, чрез функция на множествена течностно-вибро временна редукция.

В дисертацията тази цел и задачи са изпълнени.

Избрана е подходяща методика на изследване: теоретично-експериментално-числена.

5. Приноси в труда

В труда са постигнати редица научно-приложни и приложни приноси. По-важните от тях ще бъдат съобщени хронологично по глави.

В глава 1

- Направен е подробен и аналитичен обзор по основните източници от световната литература свързани с темата на дисертацията. Изложението е ясно и коректно. Обзорът показва, че инж. Колев е навлязъл дълбоко в тематиката и че е усвоил основните проблеми на механиката на еластомерите, и нейното приложение. Прави добро впечатление съвременният подход към материалознанието и макроявленията да се обясняват чрез процесите в микроструктурата. Дисертационната тема е извлечена от анализа на обзора.

В глава 2

- Направен е целесъобразен избор на три еластомера, които да бъдат изследвани: бутадиеนนитрилов каучук, полиизопренов каучук, полиуретан. Това са често използвани еластомери, предимно като виброгасители.
- С помощта на научния си ръководител и опита в катедрата е разработена собствена експериментална методика за установяване кинетиката на проникване на течности в ненатоварено състояние и при статичен натиск, на който е насложено циклично натоварване.
- За реализиране на методиката са подбрани подходящо два вида опитни образци: тънки ленти и цилиндрични гумено-метални виброгасители, които са подробно описани и е разумно използвана достъпната в катедрата апаратура, част от която е била конструирана в катедрата.

С тънките ленти предимно са определени дифузионните коефициенти на Фик, а с цилиндричните тела от същите изследвани три типа каучуци са установени важни техни свойства:

- Генериране на собствена топлина, вследствие дисипация на механична енергия, превръщаща се в топлина по законите на термодинамиката
- Поведението им при циклично натоварване и влиянието на вибрациите върху структурата на материалите, придружено от краткотрайно вибропълзене.
- Дисертанта е много добре усвоил работата с изпитвателните устройства и е постигнал необходимата точност на резултатите.
- Обработката на резултатите е автоматизирана с помощта на разработени от инж. Колев компютърни програми.

В глава 3

- Подходящо е приложен подхода за определяне коефициента на дифузия при изпитване на лентовите образци с прилагане на сорбционно-тегловия метод.
- Целесъобразно, с оглед ползуване на изследванията в инженерната практика, са подбрани за изследване на дифузията: вода, машинно масло, 20% разтвор на сярна киселина. Резултатите са добре илюстрирани графично.
- Разумно са ползувани някои опростени модификации за коефициента на дифузия.
- Има собствен принос в усъвършенстване на устройството за натоварване на образците при течено въздействие.
- Получените коефициенти на дифузия са много полезни при практическото използване на трите материала в течни среди.
- Много полезни резултати са получени при изпитването на цилиндричните демпфери (вторият тип опитни образци) в условията на наложено към статичен натиск циклично натоварване. Особено внимание е отделено на влиянието на това натоварване върху процеса на дифузия за избраните течности (машинно масло и вода). Резултатите са дадени нагледно с графики /Виж сорбционните криви за полиуретан и машинно масло (фиг. 3.6) и за полиуретан-вода (фиг. 3.7)/.
- Изследването в тази глава е довело до важни и полезни за приложенията на каучуците изводи. Особено интересен е изводът, че при тези материали натоварването не влияе съществено върху проникването на машинно масло и вода в тях.

В глава 4

- Интересни и полезни са изследванията за топлообразуването при циклични натоварвания, заради дисипация на нееластична енергия.
- Резултатите са интерпретирани и от гледна точка на измененията на микроструктурата, което е съвременен подход в материалознанието.
- На базата на възприетите опитни тела-цилиндричните виброгасители се определят важни характеристики: хистерезис, температурно поле, коефициент на дисипация на енергия (хистерезисните енергийни загуби към цялостната деформационна енергия), количеството дисипирана енергия. Това обаче, е направено при опростяващи предпоставки – малки деформации, пренебрегване на бързообразуването и на влиянието на металните пръстени върху температурният баланс. Рецензента ги приема като ориентировъчни първи приближения, база за бъдещи изследвания.
- Полезни за изводите са термодинамичният анализ на изучаваните явления, както и подробната информация за експерименталната методика и графичното представяне на резултатите. Самите изводи са интересни и полезни.
- Оригинална идея на автора е представянето на коефициента на дисипация, като поставен от две части и получаване на полезна формула за разсеяната енергия през тях. Така би трябвало да се отбележат измененията на напреженията за съответният цикъл, т.е. $s_{ij}(K)$ и $\sigma_{ii}(K)$ за k -тия цикъл.
- Приемам възможността за някои каучуци да се приеме несвиваемост или еднаквост на двете части на коефициента на дисипация. Това прави крайните резултати по опростени и удобни за използване.

В глава 5

- Изследванията и изводите от тях в тази глава също са много полезни за приложенията, тъй като дават възможност по краткотрайни изпитвания да се прогнозира дълготрайното поведение на изследваните материали, в условията на течна среда.
- Експериментите с постоянен натиск и наложено циклично натоварване дават възможност да се определи характерното за тези материали вибропълзене на полиуретан във вода (при постоянна температура).

- Рационално е подбрано циклично натоварване, което да не предизвиква съществени микрорукнатини по повърхността на образеца, а дисипацията на енергия да дава малко температурно увеличение от порядъка на $2-2,5^{\circ}\text{C}$.
- Специален интерес са получените криви на вибропълъзене на полиуретан-сух и в течност при различни средни концентрации. Те показват възможността да се приеме, че вибропълъзенето е студено, т.е. няма силно повишение на температурата от дисипацията на нееластична енергия, което да повлияе на вибропълъзенето.
- Целесъобразно за прогнозиране на дълготрайното поведение на изследваните материали по краткотрайни опити е използвана вибро-временна аналогия. Получените резултати са много полезни за приложенията. Те добре са илюстрирани графично (Виж кривите на податливост и обобщената крива за полиуретан, функцията на вибровременната редукция и обобщените криви за нея). Изведени са коректно съответните изрази за тях на базата на собствен модел.
- Друг важен приносен резултат в тази глава е разработването на многопараметрично прогнозиране на основа на множествена течностно-вибровременна аналогия. Изграден е собствен модел за целта, като са предложени мотивирано съответните функции на редукция (множествена функция на редукция при вибро-течностновременна суперпозиция и функция на множествената вибро-течностновременна редукция).
- Направени са мотивирани изводи за възможността да се прилага вибро-течностновременна аналогия, чрез която да се постигне търсеното прогнозиране за разглеждания еластомер в течна среда.
- Авторът показва много добра математическа подготовка и умение да ползува различни софтуерни системи.

Приемам формулираните от автора приноси, разширени от рецензента при анализа на труда по глави.

6. Коментари, бележки и препоръки

Ще направя някои по-съществени коментари и препоръки:

- 1) Има някои редакционни пропуски (печатни грешки в някои формули, повторение на значението на буквата „А“ с друг смисъл, повторение в литературата на

источници №16 и №33; №114 и №223, понятието „енергия на деформацията“ вместо приетото „деформационна енергия“ и др.)

- 2) Добре е в бъдещи изследвания по проблемите от глава 4 да се приемат големи деформации, да се отчете и влиянието на металните пръстени върху температурното поле.
- 3) Би било интересно да се прецизират: коефициента на топлообразуване на механична дисипирана енергия в топлина, да се определи „критичната температура“ на загуба на термична устойчивост, да се определи поведението на изследваните каучуци при повишена външна температура в термокамера.

Бележките на рецензента не омаловажават приносите на автора.

7. Лични приноси

Под вещото ръководство на своя научен ръководител инж. Колев е постигнал редица лични приноси (резултати отбелязани в /6/).

8. Заключение

Цялостният анализ на дейността на инж. Колев, постигнатите от него научно-приложни приноси, демонстрираните знания по материалознание, приложна механика, математика и приложна информатика, ми позволяват убедено да препоръчам на Почитаемото жури да присъди на инж. Михаил Димитров Колев образователната и научна степен „доктор“ по научната специалност 5.1 Машинно инженерство (Приложна Механика).

04.2014г.

София

Рецензент:



/чл. кор. А. Балтов/