

Рецензія

на дисертаційну роботу Павла Володимировича Майструка
«Синтез дискретно-континуальних міжрезонансних коливальних систем
вібраційних машин з електромагнітним приводом», що подається на здобуття
освітньо-наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 131 Прикладна механіка

1. Актуальність роботи.

На даний час основні методики та підходи щодо аналізу вібраційних машин дискретними лінійними моделями вичерпали себе. Зважаючи на складні динамічні процеси, проблеми надійності та довговічності вузлів, підвищення ефективності їх роботи спонукає науковців розглядати більш складні моделі. Одним із напрямків є розгляд на основі континуальних та дискретно-неперервних систем. При цьому, вирішення таких моделей аналітичними методами є трудомісткий та малоімовірний. Більш ефективними в розв'язку є чисельне моделювання. З точки зору синтезу гібридних моделей, то відомих в цьому напрямку досліджень є недостатньо. Таким чином, за темою, метою та завданнями досліджень дана дисертація є цікавою та актуальною як для практики, так і теорії.

2. Коротка оцінка змісту дисертаційної роботи.

У вступі дисертаційної роботи визначено проблеми використання резонансних конструкцій за різних типів збурення, встановлено перспективи подальшого розвитку та застосування тримасових коливальних систем.

У першому розділі підтверджено, що сучасні тенденції розвитку високоефективного вібраційного технологічного обладнання передбачають реалізацію міжрезонансних режимів роботи. Обґрунтовано переваги тримасових структур вібраційних машин як найбільш придатних для роботи у високоефективних міжрезонансних режимах. Зокрема, зосереджено увагу на перспективах використання надлегкої реактивної маси, як континуальної ділянки, в складі дискретно-континуальних МКС вібраційних машин. Виявлено

недоліки існуючих типів міжрезонансних вібраційних машин та запропоновано методи їх вдосконалення. Встановлено, що використання електромагнітів в якості приводу для даного вібраційного обладнання є найбільш доцільним.

У другому розділі вибрано еталонну дискретну модель системи з інерційно-жорсткісними та силовими параметрами, які є визначальними для створення дискретно-континуальної системи вібраційної машини з електромагнітним приводом. Для математичної моделі еталонної дискретної системи встановлено ефективність її функціонування порівняно з адекватною двомасовою резонансною системою. Визначено парціальну частоту реактивної маси як ключового параметру для синтезу дискретно-континуальної складової

У третьому розділі в результаті аналізу існуючих наближених методів розрахунку вільних частот коливань систем із нескінченним числом ступеней вільності, розроблено методики встановлення власної частоти континуальної ділянки дискретно-континуальної МКС з електромагнітним приводом. Базуючись на запропонованих методиках розраховано значення власної частоти коливань континуальної ділянки. Співставлено значення власних частот коливань системи при різних методиках розрахунку. Розроблено модель дискретно-континуальної МКС, міжрезонансна зона якої збігається з еталонною моделлю. Отримано результати, які свідчать про те, що запропоновані математичні моделі розрахунку параметрів континуальної ділянки та математична модель дискретно-континуальної МКС дають можливість спроектувати високоефективне вібраційне технологічне обладнання. Підтверджено багаточастотність дискретно-континуальної міжрезонансної МКС вібраційної машини з електромагнітним приводом.

У четвертому розділі запропонована конструкція дискретно-континуального міжрезонансного вібраційного столу з електромагнітним приводом. Описано принципи роботи даного вібраційного технологічного обладнання. Встановлено експлуатаційні параметри вібраційного столу, інерційні параметри коливальних мас та жорсткість системи резонансних пружних елементів. Підтверджено відповідність параметрів запропонованої твердотілої моделі вібраційного столу з електромагнітним приводом із

закладеними параметрами математичної моделі еталонної тримасової МКС та синтезованої на її основі дискретно-континуальної МКС. Проведено розрахунок на міцність континуальної ділянки. Підібрано конструкцію електромагнітного приводу вібраційного столу. Досліджено часові залежності руху коливальних мас з врахуванням процесів, що протікають в електромагнітному віброзбуджувачі. Проведено числові розрахунки тривимірного магнітного поля електромагнітного приводу вібраційного столу.

У п'ятому розділі описано експериментальні дослідження дискретно-континуального міжрезонансного вібраційного столу з електромагнітним приводом. Для проведення експериментів до робочого органу вібраційного столу було приєднано датчик акселерометра/гіроскопа, який подавав зняті в процесі експерименту значення амплітуд коливань активної маси на мікроконтролерну плату, що з'єднана з персональним комп'ютером. Експериментально встановлено значення амплітуди коливань та значення власних частот коливань вібраційної машини. Встановлено максимальне значення маси завантаження робочого органу вібраційного столу. Для досягнення максимальної енергоефективності досліджуваної вібраційної машини проведено оптимізацію форми та підбір розмірів континуальної ділянки. Узагальнено результати теоретичних та експериментальних досліджень, проведених в дисертаційній роботі. Розроблено алгоритм розрахунку дискретно-континуального міжрезонансного вібраційного столу з електромагнітним приводом.

Висновки достатньо змістовні, ґрунтовні та підкріплені конкретною теоретичною базою та відповідними результатами.

3. Зауваження та рекомендації до дисертаційної роботи:

1. В темі дисертаційної роботи ключовим завданням, що розглядається є синтез. Проте, постановки завдань синтезу та за якими умовами він здійснюється не визначено. Можливо, більш доречним тут є термін аналіз.

2. Ви вживаєте поняття надлегка маса і надлегка жорсткість, проте не вказуєте ані їхніх граничних значень ані співвідношень до інших складових системи. При цьому, Ви не розглядаєте для цих систем питання забезпечення

роботоздатності приводу, та яка межа зменшення якірної маси на його роботу з точки зору умов задовільної роботи електромагнітів змінного струму. Тим паче, зсилаючись на роботу Олександра Качура Ви декларуєте недоліки його приводу, втім попередній привод дозволяв генерувати частоту та амплітуду, уникаючи проблему проходження резонансних зон.

3. В меті роботи вжито термін “надійні машини”. Вважаю це неприпустимим, оскільки про дослідження та проблему надійності ані в аналізі ані в самих дослідженнях немає.

4. Доволі обмежений літературний огляд, з точки зору вказаної теми дисертаційної роботи, яка стосується дискретно-континуальних систем. Ви аналізуєте відомі дискретні моделі, які в принципі вже розглянуті в роботах Вашого керівника та загалом теорії коливань. Огляд інших досліджень, що розглядають використання в тому числі і вібраційних машинах конструктивних елементів континуальної структури (сита, колосникові решітки) відсутній. При цьому, Ви насправді суттєво звужуєте проблему і можливості Вашої дисертаційної роботи. Адже континуальність є вкрай необхідною для розгляду в таких машинах і тут суттєвий спектр завдань може бути.

5. Незрозуміло, для чого в розділі п. 2.1 і п. 2.2 Ви розглядаєте відомі системи. В такому разі більш раціональним ці питання перенести в розділ 1.

6. Розділ 3 розпочинається з нової схеми і їй варто приділити основну увагу. Тут є відповідні параметри, умови закріплення і навантаження. Це все варто обґрунтувати відповідно до тих характеристик, які забезпечуються, що приведе Вас до постановки задачі синтезу за визначеними умовами.

7. На с. 117 значення довжин L_1 , L_f і x_2 вказано без розмірностей. Аналогічно на с. 119-120.

8. Незрозуміло, з яких міркувань вибираються маси наважок на вібраційний стіл, а на с. 190 вказано, що це впливає на ефективність роботи вібраційної системи. Проте, відповідні дослідження не проводилися.

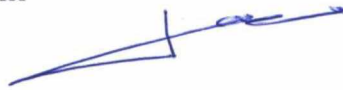
4. Загальний висновок про дисертаційну роботу.

Дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Майструка Павла Володимировича на тему «Синтез дискретно-континуальних міжрезонансних коливальних систем вібраційних машин з електромагнітним приводом» є завершеним науковим дослідженням, що визначається науковою новизною та має практичну цінність. Теоретична частина роботи є ґрунтовною, що дозволяє повною мірою зрозуміти завдання дослідження та їх кінцеву реалізацію. Отримані теоретичні та практичні результати розв'язують наукові завдання, що мають цінність для галузі 13 – Механічна інженерія.

Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в пп. 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 із змінами, внесеними згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 341 від 21 березня 2023 р., а здобувач Майструк Павло Володимирович заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії в галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 131 – Прикладна механіка.

Рецензент

д-р техн. наук, доцент,
доцент кафедри робототехніки
та інтегрованих технологій
машинобудування



Володимир ГУРСЬКИЙ

Підпис рецензента,
доцента кафедри робототехніки та інтегрованих технологій машинобудування,
д-ра техн. наук Володимира ГУРСЬКОГО

засвідчую:

Вчений секретар Національного університету
“Львівська політехніка”



Роман БРИЛИНСЬКИЙ