

логічної та організаційної підготовки процесів модернізації і ремонту ідентифікованих об'єктів з використанням кодової ідентифікації;

– формування наскрізної конструкторської, технологічної та організаційної підготовки на сучасного транспортно-технологічного обладнання з комп'ютерним управлінням, з можливістю об'єднання і адаптації програмного забезпечення різних підсистем для проектування і зв'язку між рівнями, об'єднання апаратних засобів, використання обчислювальних систем на загальній платформі.

Подригало Михайло Абович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, pmikhab@gmail.com

Шейн Віталій Сергійович, канд. техн. наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, sheinvskhadi@gmail.com

МЕТОД ПАРЦІАЛЬНИХ ПРИСКОРЕНЬ У ПОБУДОВІ РОЗМІРНИХ РЯДІВ МОБІЛЬНИХ МАШИН

Питання раціонального проектування мобільних машин, таких як автомобілі, трактори, будівельна та спеціальна техніка, вимагає системного підходу до уніфікації їх параметрів. Одним із найбільш ефективних інструментів у цій сфері є побудова розмірних рядів — послідовності машин, що мають подібну структуру, але відрізняються габаритами, потужністю, масою та іншими параметрами. Такий підхід дає змогу забезпечити технологічну спадкоємність при проектуванні, оптимізувати виробничі витрати, а також спростити експлуатацію та технічне обслуговування техніки.

Класичні підходи до побудови розмірних рядів здебільшого ґрунтуються на пропорційному масштабуванні параметрів машин. Це може бути реалізовано як у формі арифметичної, так і геометричної прогресії. Проте такий спосіб не завжди враховує реальні динамічні умови експлуатації машин, особливо в контексті тягово-швидкісних характеристик, стабільності руху, енергоспоживання та адаптивності до змін середовища.

У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку більш універсального підходу до побудови розмірних рядів, який би забезпечував однакові або близькі динамічні характеристики для всіх членів ряду. Одним із таких підходів є метод парціальних прискорень, який пропонує формувати ряди на основі збереження рівності прискорень, зумовлених основними зовнішніми та внутрішніми силами, що діють на машину.

Суть методу парціальних прискорень полягає у врахуванні впливу окремих компонентів сил, які формують динамічну поведінку машини. На відміну від традиційного підходу, де розрахунки базуються на сумарних характеристиках, метод дозволяє розкласти динамічний процес на часткові складові – парціальні прискорення, викликані тяговими зусиллями, опором повітря, масою машини,

силами інерції, опором дороги, кутовими моментами тощо. Усі ці складові аналізуються окремо, що дає змогу точніше описати поведінку машини в конкретних умовах.

Цей метод особливо актуальний у контексті масштабного моделювання, коли потрібно створити фізичну або комп'ютерну модель машини, яка б адекватно відтворювала поведінку повнорозмірного прототипу. Оскільки прискорення, на відміну від маси чи розмірів, є величиною, що не залежить від масштабу, його використання як базового параметра дозволяє забезпечити високий рівень динамічної подібності між моделлю і реальною машиною [1].

Застосування методу парціальних прискорень має низку переваг у порівнянні з традиційними методами побудови розмірних рядів. По-перше, він забезпечує більшу гнучкість при формуванні параметрів машин, оскільки дозволяє враховувати не тільки геометричні, але й динамічні аспекти. По-друге, цей метод підвищує точність розрахунків, оскільки враховує реальні умови експлуатації, а не лише абстрактні масштабні співвідношення.

Також слід зазначити, що збереження сталого прискорення в усьому ряді дозволяє уникнути різких змін у поведінці машин різних масштабів, що особливо важливо для автоматизованих або роботизованих систем, де точність і передбачуваність є критично важливими параметрами.

Ще одним вагомим аспектом є універсальність. Метод парціальних прискорень може бути адаптований до широкого спектру техніки – від легкових автомобілів до важкої спецтехніки, включаючи машини, призначені для використання в умовах зниженої або змінної гравітації, таких як Місяць чи Марс. У таких випадках метод дозволяє враховувати різницю у прискоренні вільного падіння, що має вирішальне значення для динамічної стійкості машин [2].

Побудова розмірного ряду за методом парціальних прискорень передбачає поетапний підхід до аналізу взаємозв'язків між масою машини, її швидкістю та потужністю силової установки [3]. Ключовою умовою є збереження стабільності динамічних властивостей для всіх членів ряду.

Для цього вводяться масштабні коефіцієнти, які дозволяють коректно співвідносити масу, розміри, швидкість та інші параметри. Найбільш базовим із них є коефіцієнт масштабу маси, який, своєю чергою, визначає подальші залежності для потужності двигуна, моменту інерції, сили зчеплення та інших динамічних характеристик.

Дуже важливим є правильний вибір початкової моделі – так званого лідера ряду, на основі якого здійснюється масштабування. Для оцінки ефективності членів ряду порівняно з лідером використовується індекс динамічності, що дозволяє виявити сильні та слабкі сторони кожної машини, а також визначити необхідність коригування параметрів на стадії проектування [4].

У сучасних умовах, коли техніка активно еволюціонує в напрямку автоматизації, енергоефективності та адаптивності до складних середовищ, методи проектування повинні не лише забезпечувати конструктивну надійність, а й підтримувати стабільність керованої динаміки. Метод парціальних прискорень відповідає цим вимогам, оскільки дозволяє проектувати системи, здатні одна-

ково реагувати на зміну навантаження чи швидкості незалежно від свого масштабу.

Це особливо важливо для транспортних засобів, що працюють у середовищах з непередбачуваними умовами – наприклад, у гірських регіонах, пустелях або полярних зонах. Застосування методу дозволяє гарантувати, що техніка різних розмірів зможе демонструвати подібну динамічну поведінку без необхідності значних налаштувань або змін конструкції.

Метод парціальних прискорень є сучасним, перспективним та ефективним підходом до побудови розмірних рядів мобільних машин. Його ключова перевага полягає в тому, що він забезпечує стабільність динамічних характеристик незалежно від масштабу, що особливо важливо в умовах ускладнених та екстремальних режимів експлуатації.

У контексті розробки нових поколінь техніки, яка працює як на Землі, так і поза її межами, метод дає змогу створювати більш адаптивні, надійні та ефективні системи. У зв'язку з цим варто рекомендувати його ширше впровадження в практику машинобудування, зокрема в тих галузях, де потрібне точне відтворення динаміки, гнучкість масштабування та висока точність управління.

Метод парціальних прискорень є ефективним інструментом для побудови розмірних рядів мобільних машин, оскільки дозволяє забезпечити однакові динамічні характеристики для всіх членів ряду. Зростання вимог до динаміки машин потребує врахування змін у знаменниках геометричних прогресій при проектуванні нових розмірних рядів.

В якості базового масштабу рекомендується використовувати масштаб мас, що дозволяє узгодити інші параметри, такі як потужність і швидкість. Запропонований метод може бути застосований не лише для наземного транспорту, а й для розробки спеціальної техніки, робототехнічних систем та машин для екстремальних умов експлуатації.

Перелік посилань

1. Подригало М.А., Шеїн В.С. Масштабне моделювання при проведенні експериментальних досліджень автомобіля // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. №1(20), 2023, Луцьк: ЛНТУ. С. 187-197.

2. Подригало М.А., Шеїн В.С., Рябушко І.А. Проектування планетоходів з урахуванням масштабів подоби // Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування. Матеріали 14-ої міжнародної наук.-практ. Конференції. 16-18 березня 2023 р., м. Херсон. ХДМА. С. 300-308.

3. Подригало М.А., Шеїн В.С. Використання метода парціальних прискорень при масштабному моделюванні механічних систем (в редакції на подання).

4. Абрамов Д.В. Концепція покращення функціональної стабільності динамічних та енергоперетворюючих властивостей автомобілів: автореф. дис.

на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.22.02 «Автомобілі та трактори» / Д.В.Абрамов. Харків, 2018. 40 с.

Молодан Андрій Олександрович, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри технології машинобудування та ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету;

Соколовський Олег Валентинович, аспірант кафедри технології машинобудування та ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету;

Бєлов Дмитро Олегович, аспірант кафедри технології машинобудування та ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ КОЛІСНИХ МАШИН ПРИ ВІДКЛЮЧЕННІ ЧАСТИНИ ЦИЛІНДРІВ ДВИГУНА

Забезпечення надійності та функціональної стабільності автотракторних двигунів (АТД) є визначальним чинником ефективної експлуатації колісних машин. Статистичні дослідження показують, що до 75% відмов автотракторної техніки зумовлені проблемами двигуна. У цьому контексті особливу актуальність набуває впровадження технологій, які дозволяють знизити витрати палива та одночасно підтримувати високий рівень технічної готовності та надійності машин.

Одним з ефективних рішень, що забезпечує економію палива та підтримку надійності, є технологія відключення частини циліндрів двигуна під час роботи з малим навантаженням або на холостому ході. Для її успішної реалізації необхідна ретельна оцінка динамічних і термодинамічних процесів, які відбуваються в моторно-трансмісійних установках при роботі двигуна з відключеними циліндрами.

Запропоновано комплексну методику оцінювання додаткових втрат енергії, спричинених збільшенням нерівномірності крутного моменту, що виникає через відключення частини циліндрів. Методика базується на аналізі гармонійних складових крутного моменту за допомогою функції Меандру та математичного апарату рядів Фур'є. Це дозволяє отримати достовірні результати щодо впливу нерівномірності крутного моменту на експлуатаційні характеристики двигуна.

Для підвищення точності та ефективності управління процесом відключення циліндрів запропоновано використовувати штучні нейронні мережі. Цей підхід дозволяє в реальному часі аналізувати параметри технічного стану двигуна, що забезпечує вибір оптимальної кількості відключених циліндрів відповідно до поточного режиму експлуатації машини. Нейромережеві моделі