

ВИКОРИСТАННЯ МАСШТАБНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ МОДЕЛЬНИХ РЯДІВ ТРАКТОРІВ І САМОХІДНИХ ШАСІ

д-р техн. наук, професор Подригало Михайло Абович
канд. техн. наук, доцент Краснокутський Володимир Миколайович
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Вступ. Сучасне тракторобудування характеризується широкою номенклатурою машин, які відрізняються потужністю двигуна, масою, тяговими властивостями, швидкісними характеристиками та призначенням. Провідні виробники тракторів і самохідних шасі формують модельні ряди, що мають забезпечити потреби різних категорій споживачів – від малих фермерських господарств до великих агропромислових підприємств. Водночас надмірна кількість моделей ускладнює виробництво, підвищує витрати на проектування, серійне виготовлення, сервісне обслуговування та постачання запасних частин.

Традиційно модельні ряди тракторів будуються за принципом арифметичної прогресії, коли сусідні моделі відрізняються приблизно однаковим приростом потужності двигуна. У багатьох випадках такий крок становить 4–7 кВт, а іноді сягає 10 кВт. Такий підхід є простим для реалізації, проте він не завжди забезпечує раціональне охоплення всього діапазону параметрів, особливо коли йдеться про машини різних класів потужності.

Актуальність дослідження полягає у необхідності наукового обґрунтування структури модельних рядів тракторів і самохідних шасі. Оптимізація кількості моделей дозволяє зменшити виробничі витрати, спростити вибір техніки для користувачів і водночас зберегти достатню різноманітність машин для виконання основних технологічних операцій.

Вибір основного параметра стандартизації. Ключовим етапом побудови модельного ряду є вибір основного параметра стандартизації. Для різних видів транспортних засобів такий параметр визначається по-різному: для вантажних автомобілів – вантажопідйомність, для легкових автомобілів – робочий об'єм або потужність двигуна, для автобусів – пасажиромісткість чи довжина кузова. Для тракторів і самохідних шасі питання вибору основного параметра залишається дискусійним.

Традиційно для тракторів застосовували тягове зусилля, оскільки воно безпосередньо пов'язане з виконанням польових робіт. Проте цей показник не враховує швидкісні можливості машини. Два трактори з однаковим тяговим зусиллям можуть мати різну продуктивність через відмінності у швидкості руху, конструкції трансмісії та умовах взаємодії рушія з ґрунтом.

Поширеним показником також є максимальна ефективна потужність двигуна. Саме за цим параметром часто класифікують трактори на виставках,

у каталогах і технічній документації. Однак потужність двигуна не є абсолютно стабільною характеристикою під час експлуатації. Через втрати у трансмісії, зношування агрегатів і зміну технічного стану машини потужність на ведучих колесах може істотно зменшуватися. Тому більш об'єктивним параметром для стандартизації може бути експлуатаційна або повна маса машини, яка краще відображає конструктивний клас трактора та його потенційні тягові можливості.

Масштабне моделювання як основа формування ряду. Побудову модельного ряду доцільно розглядати як задачу масштабного моделювання. У цьому випадку один із елементів ряду приймається за базовий зразок або прототип, а інші моделі формуються шляхом масштабування його основних параметрів. Такий підхід базується на положеннях теорії подібності, яка дозволяє встановлювати закономірні зв'язки між геометричними, кінематичними та динамічними характеристиками об'єктів різних розмірів.

Використання масштабного моделювання дає можливість зберегти узгодженість параметрів у межах усього модельного ряду. Якщо зміна одного параметра здійснюється без урахування впливу на інші характеристики, виникає ризик створення конструктивно або експлуатаційно нераціональних машин. Навпаки, застосування коефіцієнтів масштабування забезпечує системний підхід до проектування, коли потужність, маса, габарити, тягові властивості та інші параметри розглядаються у взаємозв'язку.

Практична цінність такого підходу полягає у можливості прогнозування поведінки машин на етапі проектування. Це дозволяє зменшити обсяг дорогих експериментальних досліджень, скоротити терміни створення нових моделей і підвищити якість технічних рішень до виготовлення повномасштабного прототипу.

Запропонований метод побудови модельного ряду. Параметричний ряд машин можна подати як послідовність значень основного параметра: $b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b$. У традиційному арифметичному ряді приріст між сусідніми елементами є сталим за абсолютним значенням. Однак для технічних систем більш доцільним може бути врахування не абсолютного, а відносного приросту параметра.

Запропонований підхід передбачає використання постійного відносного приросту основного параметра, який можна трактувати як приріст умовної ентропії. У такому разі кожен наступний елемент ряду визначається за залежністю: $b_i = b_1(1+q)^{i-1}$, де b_i – значення параметра i -го елемента, b_1 – значення параметра базової моделі, q – відносний приріст параметра. Отже, замість арифметичної прогресії формується геометричний ряд із постійним знаменником $z=1+q$.

Перевага геометричного підходу полягає у тому, що він забезпечує більш рівномірне відносне покриття діапазону параметрів. Для малопотужних машин менший абсолютний крок є виправданим, оскільки навіть незначна різниця у потужності може суттєво впливати на

експлуатаційні можливості. Для потужніших машин допустимий більший абсолютний крок, адже відносна різниця між моделями залишається прийнятною.

Результати апробації методу. Ефективність запропонованого методу показано на прикладі модельного ряду тракторів Fendt. У вихідному ряді максимальна ефективна потужність двигуна змінювалася від 26 до 136 кВт, а кількість моделей становила 19. Після переходу до геометричного принципу побудови модельного ряду кількість елементів було зменшено до 12. Таким чином, скорочення становило 36,8 %, що свідчить про значний потенціал оптимізації.

Проведений аналіз модельних рядів 22 відомих виробників тракторів показав, що у більшості випадків застосування геометричної прогресії дозволяє скоротити кількість моделей. Найбільший ефект спостерігається у тих виробників, де початкові ряди містять значну кількість близьких за потужністю моделей. В окремих випадках кількість моделей не змінюється або навіть зростає, що пояснюється особливостями вихідного діапазону параметрів та початкового кроку між моделями.

Отримані результати демонструють, що запропонований метод не є механічним скороченням номенклатури. Він дає змогу сформувати збалансований модельний ряд, у якому кожна модель має чітко визначене місце, а весь діапазон потужностей або інших стандартизованих параметрів покривається без зайвого дублювання.

Практичне значення. Для виробників тракторів і самохідних шасі впровадження такого підходу дозволяє зменшити кількість конструктивних варіантів, уніфікувати агрегати, спростити виробничі процеси та знизити витрати на розробку. Менша кількість моделей також полегшує організацію сервісного обслуговування, складування запасних частин і технічний супровід машин упродовж життєвого циклу.

Для споживачів перевага полягає у простішому виборі техніки. Надмірна кількість близьких за параметрами моделей ускладнює прийняття рішення та може призводити до нераціонального формування машинно-тракторного парку. Оптимізований модельний ряд дозволяє підібрати машину, яка краще відповідає реальним виробничим потребам, без переплати за надлишкові або дублюючі характеристики.

Використання масштабного моделювання для побудови модельних рядів тракторів і самохідних шасі є ефективним науково обґрунтованим підходом. Він дозволяє розглядати кожен модель не ізольовано, а як частину єдиної системи, у якій параметри змінюються закономірно та взаємопов'язано.

Висновок. Перехід від арифметичної до геометричної прогресії з постійним відносним приростом основного параметра забезпечує більш раціональну структуру модельного ряду. На прикладі тракторів Fendt показано можливість скорочення кількості моделей з 19 до 12, тобто на

36,8 %. Аналіз інших виробників підтвердив загальну доцільність такого підходу.

Отже, запропонований метод може бути використаний під час проектування нових модельних рядів тракторів, самохідних шасі та інших мобільних машин. Його застосування сприяє зменшенню витрат, підвищенню рівня уніфікації, спрощенню вибору техніки та підвищенню ефективності експлуатації машинно-тракторного парку.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ АКТИВНОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЯ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

д-р техн. наук, професор Подригало Михайло Абович

д-р техн. наук, професор Полянський Олександр Сергійович

д-р техн. наук, професор Дубінін Євген Олександрович

д-р техн. наук, професор Клец Дмитро Михайлович

аспірант Полтавський Микола Володимирович

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Останній час ведуться активні дослідження в сфері електронної діагностики систем, агрегатів та вузлів авто [1]. Також ведеться розробка програм для комп'ютерної діагностики автомобіля, вдосконалення пристроїв для електронної діагностики [2].

Важливою частиною в дистанційній діагностиці надається методам збирання та обробки діагностичної інформації щодо технічного стану авто [2], а також дослідження ефективності базових програм ЕБК різноманітними вузлами автомобіля зокрема в двигуні. Активно ведеться розробка систем дистанційної діагностики, які використовують протоколи бездротової передачі даних по протоколам такі як Wi-Fi або 3G.

Принцип роботи даної системи полягає в тому, що до діагностичного роз'єму авто підключається спеціальний декодер, передатчик (adapter), котрий отримує експлуатаційні дані з ЕБК вузлів двигуна та інших компонентів електронної системи для подальшої передачі їх в реальному часі до серверу збору та обробки даних за допомогою бездротових технологій. Таким чином спеціаліст на станції технічного обслуговування має можливість провести діагностику майже в повній мірі якби автомобіль знаходився на СТО.

Великою перевагою даного методу є можливість дистанційно видаляти коди помилок, що блокують роботи інших систем, також при аварійних ситуаціях є можливість дистанційно розблоковувати запуск двигуна якщо він був вимкнений в наслідок зіткнення. Цей формат взаємодії дозволяє оперативно виявляти помилки та заздалегідь планувати технічне обслуговування автомобіля.

Сервер, у свою чергу веде статистику режимів експлуатації автомобіля