

ОСОБЛИВОСТІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Піскаръов О. М.¹, Староверов Р. М.²

¹Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,

²Hungary, Varosfold, Rome Kf

Представлений аналітичний огляд сучасних засобів імітаційного комп'ютерного моделювання деталей і агрегатів сільськогосподарських машин. Розглянуті сучасні математичні пакети імітаційного моделювання роботи сільськогосподарської машини з різними параметрами, які дозволить значно скоротити кількість необхідних ресурсних випробувань і отримати найбільш оптимальні значення як при удосконаленні існуючих конструкцій, так і при розробці принципово нових.

Постановка проблеми. У концепції розвитку сільськогосподарської техніки намічено створення універсальних машин нового покоління, які забезпечують високу продуктивність при мінімальних витратах засобів й виконують за один прохід агрегату кілька технологічних операцій без зниження показників якості роботи. Для розв'язання поставлених завдань необхідно створення точних імітаційних моделей роботи систем з метою подальшого комп'ютерного моделювання їх роботи.

Аналіз стану питання. Сільгоспмашина являє собою складну механічну систему, тому при виборі розрахункової схеми, вирішують питання про кількість визнаних ступенів свободи - число незалежних координат механічної системи, які повністю визначають положення всіх її точок. Реальна механічна система складається з нескінченного числа матеріальних точок, число ступенів свободи такої системи нескінченно велико, однак залежно від конкретно розв'язуваної задачі можна без втрат точності визнати кінцеве число ступенів свободи. В багатьох випадках можна представити у вигляді механічної системи з 1,2 або 3 ступенями свободи, що істотно спрощує розв'язання динамічних задач. Існують три способи утворення імітаційних моделей [1,2]. Перший спосіб полягає в тому, що відносно менш масивні частини системи покладаються зовсім позбавленими маси і подаються у вигляді безінерційних елементів, а найбільш жорсткі частини конструкції приймаються за абсолютно тверді тіла з кінцевою масою. Відповідно до другого способу розподілені по всьому об'єму системи властивості податливості локалізуються в кінцевому числі точок. При цьому система представляється у вигляді сукупності пружно зчленованих жорстких елементів. Третій спосіб заснований на деяких апріорних припущеннях про зміни конфігурації системи в процесі коливань (форми коливань). Якщо форма задана, то становище всіх точок системи визначено, отже, в системі визнається одна ступінь свободи. Ця ідея приведення до системи з одним ступенем свободи лежить в основі наближених методів визначення динамічних характеристик механічних систем (метод Релея) [3].

Мета статті. Метою статті є викладення особливостей імітаційного моделювання системи культивування ґрунту з подальшою програмною реалізацією за допомогою сучасних математичних пакетів. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні

основні задачі: створити імітаційну модель, відтворити модель у програмному середовищі, перевірити адекватність моделі.

Основні матеріали. У технологічному процесі обробки ґрунту однією з важливих технологічних операцій є культивування. При зміні фізико-механічних властивостей ґрунту та фізичного складу рослин необхідно враховувати конструктивні особливості робочих органів культиваторів та режими їх роботи. Для раціонального використання потужності двигуна трактора необхідно визначити оптимальні параметри, які забезпечують максимальну продуктивність агрегату при різних значеннях глибини обробки і питомого опору ґрунту, а також особливості конструкційних матеріалів та їх профілів для виготовлення робочих органів.

Одним з необхідних етапів створення нових робочих органів є імітаційне моделювання розроблених математичних моделей роботи систем обробки ґрунту з метою встановлення їх параметрів [3, 4]. Для цього використовуються різноманітні інструментальні програмні засоби та середовища (MathCad, MatLab, Mathematica, Maple, Derive, VisSim, Genius, Excel й інші).

Використання імітаційного моделювання при створенні сучасних технічних об'єктів отримало широке поширення, системи автоматизованого проектування зараз дають можливість проведення інженерних розрахунків над створюваними твердотільними моделями. Що дозволяє ще на стадії проектування вирішити багато питань, що стосуються взаємодії частин механізму, їх взаємного розташування і найбільш наочно візуалізувати проект. Останнім часом чітко окреслилася тенденція розширення кола користувачів САЕ продуктів (Computer Aided Engineering - додатки для інженерних розрахунків) які розповсюджуються на базі геометричних САД систем (Computer Aided Design - системи автоматизованого проектування). При виборі САД систем необхідно відразу робити аналіз САЕ продуктів, які здатні проводити розрахунки на базі створюваних моделей. Однієї з найбільш просунутих систем твердотільного моделювання є SolidWorks з інтегрованим пакетом інженерних розрахунків COSMOS. Додаток COSMOSWorks призначений для вирішення завдань механіки деформованого твердого тіла методом кінцевих елементів. Програма використовує геометричну модель деталі або

збірки для формування розрахункової моделі. Інтеграція з SolidWorks дає можливість мінімізувати операції, пов'язані зі специфічними особливостями кінцево-елементної апроксимації. COSMOSWorks здатний приймати результати динамічного аналізу, отримані в COSMOSMotion [7].

При дослідженні систем автоматичного керування, обчислювальних математичних задач, найбільш ефективним є використання програмної системи Matlab з широким класом предметно-орієнтованих бібліотек та інструментом візуального моделювання Simulink. Для візуалізації моделювання система MatLab має бібліотеку Image Processing Toolbox, що забезпечує широкий спектр функцій, що підтримують візуалізацію проведених обчислень безпосередньо із середовища MatLab, а також можливість побудови алгоритмів обробки зображень.

Серед інших бібліотек системи MatLab можна також відзначити System Identification Toolbox – набір інструментів для створення математичних моделей динамічних систем, заснованих на спостережуваних вхідні/вихідних даних. Особливістю цього інструменту є наявність гнучкого користувацького інтерфейсу, що дозволяє організувати дані й моделі. Бібліотека System Identification Toolbox підтримує як параметричні, так і непараметричні методи. Інтерфейс системи полегшує попередню обробку даних, роботу з ітеративним процесом створення моделей для одержання оцінок і виділення найбільш значимих даних. Для візуального моделювання та моделювання сумісно з реальною апаратурою більш зручним є програмний пакет VisSim.

Актуальним завданням при виконанні передпосівної обробки ґрунту є зниження енерговитрат при досягненні встановлених агротехнічних вимог щодо якості ґрунту (глибина обробки, рівномірність розпушування, зона перекриття лап, дрібні ґрунтові агрегати на поверхні і т.д.). Процес зміни параметрів стрілочастих лап протікає в кілька стадій, що характеризуються ступенем зносу ріжучої кромки і розмірами потиличної фаски. При зміні параметрів потиличної фаски погіршуються агротехнічні показники роботи лапи, і збільшується тяговий опір [6].

Для здійснення імітаційного моделювання необхідно використовувати обидва наведені пакети. Що у комплексі надасть можливість визначити тяговий опір конкретних робочих органів у будь-яких ґрунтово-кліматичних умовах, знаючи конструкцію стійки і досліджуючи геометрію робочого органу.

Таким чином імітаційне моделювання параметрів робочого органу плугу можна отримати повну інформацію для амплітудно-частотного та спектрального аналізу. Ці дані дозволяють визначити оптимальні параметри застосування плугу: швидкість руху, товщина ріжучого інструменту та ін.

Висновки. Використання імітаційного моделювання роботи культиватора з різними параметрами дозволяє ще на стадії проектування швидко провести наочні міцності дослідження, що дозволяє знайти оптимальні параметри робочих органів і значно знижує ймовірність допущення конструктивних помилок, які в іншому випадку могли проявитися тільки на стадії виготовлення і випробування, дослідних зразків.

Список використаних джерел

- 1 Хайлис Г. А., Ковалев М. М. Исследование сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных. Москва : Колос, 1994. 169 с.
- 2 Веников В. А., Веников Г. В. Теория подобия и моделирования. Москва : Высшая школа, 1984. 134 с.
- 3 Джон М. Смит Математическое и цифровое моделирование для инженеров и исследователей. Москва : Машиностроение, 1980. 172 с.
- 4 Быстров М. П. Исследование усилий, действующих на лемешно-отвальную поверхность при вспашке. Автореф. дис... на соискание учен. степени к. т. н. Ростов на Дону, 1972. 23 с.
- 5 Строгалев В. П. Толкачева И. О. Имитационное моделирование. Москва : МГТУ им. Баумана, 2008. 737 с.
6. Піскарєв О. М., Фурман І. О. Методологія ефективного комп'ютерного моделювання технологічних процесів сільськогосподарського призначення. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України"*. Харків : ХНТУСГ, 2009. Вип.89. С. 90-92.

Аннотация

ОСОБЕННОСТИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Пискарев А. Н., Староверов Р. Н.

Представлен аналитический обзор современных средств имитационного компьютерного моделирования деталей и агрегатов сельскохозяйственных машин. Рассмотрены современные математические пакеты имитационного моделирования работы сельскохозяйственной машины с разными параметрами, которые позволяют значительно сократить количество необходимых испытаний и получить наиболее оптимальные значения как при совершенствовании существующих конструкций, так и при разработке принципиально новых.

Abstract

FEATURES OF SIMULATION MODELING AGRICULTURAL MACHINES

O. Piskarev, R. Starovierov

Representations of the analytic look of the most important problems of the computer-aided computer model of parts and aggregates of high-tech machines. There are randomly matched mathematical packages of an automated model with robotic machines with different parameters, which allow you to significantly speed up the number of non-essential resources and select the most important ones.