

СТРУКТУРНА СХЕМА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ КЕРОВАНОГО РУХУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ КОЛІСНИХ ЛІСОТРАНСПОРТНИХ МАШИН

Розроблено структурну схему математичної моделі керованого руху та оптимізації параметрів колісних лісотransпортних машин з урахуванням внутрішніх зв'язків у системі, а також динаміки поздовжніх та поперечних кренів.

Ключові слова: структурна схема, математична модель, керований рух, колісна лісотransпортна машина.

Для сучасних галузей народного господарства характерним є нарощування використання великовагових і великогабаритних колісних машин як для транспортних робіт, так і як бази для різноманітного промислового обладнання. Через постійне збільшення об'ємів транспортних, будівельних, добувних та інших робіт конструкції таких машин розвиваються різними шляхами: створення принципово нових схем машин, зокрема з шарнірно-зчленованою рамою, багатовісних, багатоланкових автопотягів тощо, а також підвищення ефективності та досконалості наявних машин.

Ефективність лісотransпортної машини (ЛТМ), як і будь-якої іншої транспортної машини, значною мірою залежить від її рухливості, що визначається низкою властивостей і характеристик, серед яких важливим є ступінь досконалості керованого руху машини [1- 3]. Керований рух зумовлений потребою виконувати повороти відповідно до заданої траєкторії, а також невідворотним відхиленням машини від заданої траєкторії внаслідок дії зовнішніх збурень.

Керований рух ЛТМ здійснює водій-оператор у реальній дорожній обстановці, тобто в умовах наявності інших транспортних засобів, постійно змінюваного плану і профілю дороги, збурень, що діють на машину тощо. Тому ступінь досконалості керованого руху ЛТМ визначається суб'єктивною оцінкою водія. З іншого боку, якість керованого руху системи "лісотransпортна машина – дорога" визначається і об'єктивними якісними показниками, такими як середня швидкість руху, ширина динамічного коридору, запас статичної стійкості тощо [4]. У деяких випадках можливо встановити зв'язок між об'єктивними показниками якості керованого руху та суб'єктивною оцінкою водія.

Керований рух ЛТМ характеризується зміною в часі положення її поздовжньої і вертикальної осей, а також наявністю поздовжніх і, головним чином, поперечних пришвидшень. Здатність ЛТМ здійснювати криволінійний рух оцінюється двома властивостями: керованістю та курсовою стійкістю.

Зазвичай відповідність транспортної машини встановленим вимогам перевіряється у процесі випробувань на курсову стійкість і керованість за різними методиками. Унаслідок цього характеристики машини можуть бути поліпшені в процесі доведення дослідного звірця, що потребує додаткових робіт, а сам процес затягується від декількох місяців до декількох років і призводить до старіння машини.

Сучасні темпи технічного прогресу вимагають від інженерів і вчених, які працюють у галузі транспортно-машинобудування, максимального ско-

рочення темпів розроблення й практичної реалізації нових конструктивних рішень. Це завдання може бути виконане, якщо вже на стадії проектного рішення буде здійснено вибір сукупності конструктивних параметрів, що забезпечують оптимальні експлуатаційні характеристики транспортної машини. Вирішення цього завдання стосовно характеристик керованості та курсової стійкості ЛТМ може стати кроком на шляху до автоматизації процесів розроблення і створення нових лісових машин.

Зрозуміло, що оптимізація конструкції ЛТМ за умовами керованості і стійкості повинна бути поєднана з оптимізацією за тягово-швидкісними властивостями, плавністю руху, маневровістю та іншими характеристиками [5-7]. Вирішення проблеми оптимізації конструкції ЛТМ на стадії проектного рішення повинно базуватися на:

- 1) обґрунтованому виборі функції мети та системи обмежень;
- 2) розробленні достатньо достовірної математичної моделі ЛТМ, яка відображала б особливості роботи оператора, кермового управління, двигуна, силової передачі та інших елементів системи "оператор – машина – дорога";
- 3) використанні результатів сучасної науки і практики з проблем оптимізації та математичного моделювання руху мобільних машин.

Структурну схему математичної моделі керованого руху колісної лісотransпортної машини, розробленої з урахуванням наведених вище вимог і внутрішніх зв'язків у системі, наведено на рисунку. Початкові умови та умови руху зібрано в окремому блоці, названому "умови руху". Цей блок формується перед початком розрахунку і містить величину початкової швидкості руху, рівняння траєкторії руху, напрям і швидкість вітру, параметри опорної поверхні (мікропрофіль) та взаємодії коліс з дорогою (коефіцієнти опору коченню та зчеплення).

Головним блоком системи є блок курсового керованого руху. У цьому блоці на кожному кроці розрахунку рішення диференційні рівняння руху машини в рухомій системі координат та розраховуються оцінні показники керованого руху (лінійні й кутові швидкості та пришвидшення характерних точок машини, характеристики поворотності, чутливості до керувальних впливів тощо).

Вихідні дані з цього блоку поступають у блок "аналіз та оптимізація", де виконується аналіз характеристик керованого руху та оптимізація параметрів конструкції, а також оцінка впливу оптимальних параметрів конструкції машини на її експлуатаційні властивості. Результати розрахунків виводяться на друк у вигляді числових значень або графічних залежностей.

Рухальні сили розраховуються у блоці "двигун і трансмісія", де залежно від положення органа подавання пального і швидкості руху машини визначається крутний момент двигуна та з урахуванням передатного числа, параметрів і коефіцієнта корисної дії силової передачі визначаються сили тяги на колесах. У випадку, якщо рух машини моделюється із гальмуванням, сумарні поздовжні сили на колесах визначаються з урахуванням гальмової сили, що задається на кожному колесі залежно від положення педалі гальм відповідно до вибраного закону.

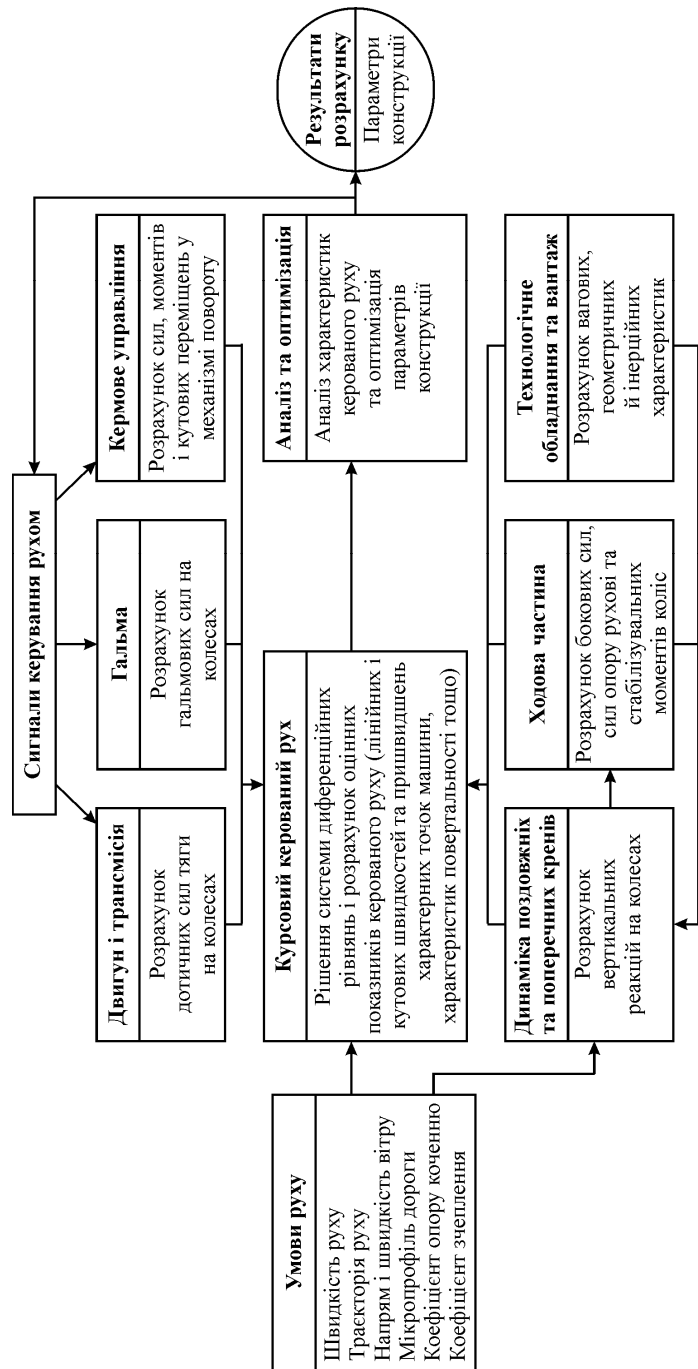


Рис. Структурна схема математичної моделі керованого руху та оптимізації параметрів колісних лісотранспортних машин

Кути повертання керованих коліс або кут складання напіврам розраховуються у блоці "кермове управління". Блок містить рівняння динаміки роботи гідросистеми кермового управління, де входним параметром є закон зміни кута повертання керма. Блок кермового управління не тільки відображає специфіку роботи гідравлічного кермового механізму, але й дає змогу розв'язувати автономні задачі, пов'язані з оптимізацією елементів кермового механізму, гідравлічного приводу та слідкувальної системи.

Уточнення значень вертикальних реакцій на колесах відбувається в блоці "динаміка поздовжніх та поперечних кренів". Блок містить рівняння поздовжніх та поперечних кренів підресорених мас з урахуванням інерційних сил і динаміки вертикальних коливань підресорених мас. Іншим входом у блок є мікропрофіль опорної поверхні у вигляді гармонічної функції чи випадкового сигналу певної спектральної щільності. Цей блок має самостійне значення і може використовуватися для моделювання ЛТМ під час дослідження її плавності руху. У цьому випадку результатом рішення є швидкості та пришвидшення характерних точок машини.

У блоці "ходова частина" міститься математична модель бокового відведення еластичного колеса, яка дає змогу отримати значення бокової реакції залежно від кута відведення і крена, вертикальних і поздовжніх реакцій. Окрім цього, в блоці "ходова частина" відбувається розрахунок опору коченню кожного колеса з урахуванням кута відведення і вертикальної реакції. Отримані таким чином бокові реакції і сили опору рухові використовуються в блоці "курсовий керований рух" для розрахунку на наступному кроці інтегрування. Розрахунок вагових, геометричних й інерційних характеристик вантажу та технологічного обладнання для його розміщення, утримання, навантаження й розвантаження здійснюється в блоці "технологічне обладнання та вантаж".

Сигнали повертання керма, положення педалей гальм й акселератора формуються в блоці "сигнали керування рухом". Залежно від вирішуваної задачі у цьому блоці може здійснюватися корекція сигналів чи покроковий розрахунок керувальних сигналів відповідно до наперед заданого закону. Усі блоки структурної схеми з'єднані між собою кінематичними й силовими зв'язками, що визначають характер взаємодії системи як єдиного цілого.

Розглянута математична модель є універсальною і може використовуватися для моделювання курсового криволінійного руху, дослідження курсової стійкості та керованості й оптимізації параметрів конструкції різних транспортних машин. Структура окремих блоків дає змогу здійснити простий перехід від однієї схеми машини до іншої без істотних змін у моделі.

Література

1. Библюк Н.И. Моделирование криволинейного курсового движения колесной лесотранспортной системы / Н.И. Библюк, Н.И. Герис // Лесной журнал : Известия ВУЗов России. – 1992. – № 6. – С. 42-48.
2. Библюк Н.И. Лісотранспортні засоби : підручник / Н.И. Библюк. – Львів : Вид. дім "Панорама", 2004. – 456 с.
3. Жуков А.В. Теория лесных машин / А.В. Жуков. – Мн. : Изд-во БГТУ, 2001. – 640 с.
4. Герис М.І. Добір показників оцінки стійкості і керованості руху колісної лісотранспортної системи / М.І. Герис // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во "Світ". – 1995. – Вип. 25. – С. 48-50.

5. Библюк Н.І. Методологічні передумови моделювання процесів руху лісотранспортних засобів / Н.І. Библюк, М.І. Герис // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2000. – Вип. 10.1. – С. 193-203.

6. Хачатуров А.А. Динамика системы дорога-шина-автомобиль-водитель / А.А. Хачатуров, В.Л. Афанасьев, В.С. Васильев и др. – М. : Изд-во "Машиностроение", 1976. – 536 с.

7. Литвинов А.С. Автомобиль: теория эксплуатационных свойств / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М. : Изд-во "Машиностроение", 1989. – 240 с.

Герис Н.И. Структурная схема математической модели управляемого движения и оптимизации параметров колесных лесотранспортных машин

Разработана структурная схема математической модели управляемого движения и оптимизации параметров колесных лесотранспортных машин с учетом внутренних связей в системе, а также динамики продольных и поперечных кренов.

Ключевые слова: структурная схема, математическая модель, управляемое движение, колесная лесотранспортная машина.

Herys M.I. Block diagram of the mathematical model of controlled movement and parameter optimization wheeled timber transport machines

It's developed the block diagram of the mathematical model of controlled movement and parameter optimization wheeled timber transport machines including internal links in the system, as well as the dynamics of longitudinal and transverse roll.

Keywords: block diagram, mathematical model, controlled motion, wheel timber transport machine.

УДК 674.093

Доц. В.О. Маєвський, канд. техн. наук;

асист. Є.М. Миськів, канд. техн. наук; проф. В.М. Максимів, д-р техн. наук;

проф. А.С. Куцик, д-р техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗПИЛЮВАННЯ БРУСО-РОЗВАЛЬНИМ СПОСОБОМ КОЛОД ІЗ ФОРМОЮ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕТИНУ У ВИГЛЯДІ ЕЛІПСА

Розроблено математичну модель розпилювання колод брусо-розвальним способом. Форму поперечного перетину колоди прийнято у вигляді еліпса. Для опису колоди та розроблення математичної моделі її розпилювання використано геометричну фігуру – зрізаний еліптичний параболоїд. Достовірність розробленої математичної моделі підтверджено результатами експериментальних досліджень, тому її доцільно використовувати для прогнозування виходу пилопродукції у виробничих умовах. Охарактеризовано особливості випилювання пиломатеріалів на етапі розпилювання брусів.

Ключові слова: математична модель, форма поперечного перетину колоди, розпилювання, брусо-розвальний спосіб, прогнозування, пиломатеріали.

Постановка проблеми та актуальність досліджень. Ця наукова робота є продовженням серії робіт [1-5] з актуального напрямку досліджень – дослідження впливу реальної форми колоди, представленої зрізаним еліптичним параболоїдом, на об'ємний вихід пилопродукції залежно від напрямку та способу розпилювання.

Розроблення математичної моделі розпилювання брусо-розвальним способом колод з формою поперечного перетину у вигляді еліпса. Розпилювання колод брусо-розвальним способом розглянуто у два етапи (рис. 1). На першому етапі – розпилювання колод врозвал на необрізні пило-

матеріали (дошки), двокантовий брус (-си) та окрайці (обаполи), а на другому – розпилювання бруса (-ів) на обрізні пиломатеріали та окрайці. "Брусом" вважаємо необрізний товстимірний пиломатеріал, який в подальшому розпилюватиметься на обрізні пиломатеріали (дошки, бруски), або заготовки, шириною рівною товщині цього "бруса".

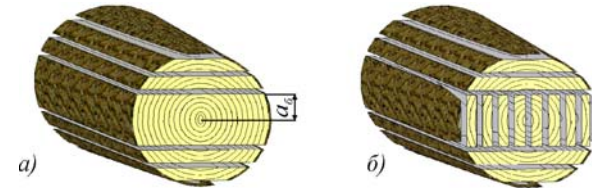


Рис. 1. Схема розпилювання колод брусо-розвальним способом з формою поперечного перетину у вигляді еліпса:
а) на першому проході; б) на першому та другому проходах

Оскільки на відхилення результатів теоретичних розрахунків від результатів розпилювання у виробничих умовах впливає реальна форма колоди, зокрема її еліптичність, то для кращого наближення теоретичних розрахунків до практичних результатів, форму колоди прийнято за зрізаний еліптичний параболоїд. Усі теоретичні викладки щодо опису зрізаного еліптичного параболоїда наведено у роботі [2].

Ширина пластів необрізних пиломатеріалів (зокрема бруса). Випилюваних на першому проході, визначають за формулами:

а) для умови орієнтації пропилів паралельно більшій осі еліпса під час розпилювання колоди

$$b_n^1 = 2y = 2\sqrt{\frac{R_2^2 - R_1^2}{L} x' + R_1^2 - \frac{R_2^2 - R_1^2}{r_2^2 - r_1^2} a^2}; \quad (1)$$

б) для умови орієнтації пропилів паралельно меншій осі еліпса під час розпилювання колоди

$$b_n^2 = 2z = 2\sqrt{\frac{r_2^2 - r_1^2}{L} x' + r_1^2 - \frac{r_2^2 - r_1^2}{R_2^2 - R_1^2} a^2}. \quad (2)$$

де: R_1, R_2 – більша піввісь малого і великого еліпсів (вершинного і відземкового торців) відповідно; r_1, r_2 – менша піввісь малого і великого еліпсів (вершинного і відземкового торців) відповідно; L – довжина колоди, x' – відстань від вершинного торця колоди до поперечного перетину, в якому визначається ширина пиломатеріалу; a – відстань від осі колоди до пластів необрізних пиломатеріалів на першому проході брусо-розвального способу розпилювання (відстань до пластів бруса (-сів) $a=a_0$).

Ширина необрізного пиломатеріалу у вершинному торці $b_{нв}$ (для бруса $B_{ном}$ – максимальна величина поставу, в межах якої можуть випилюватися обрізні пиломатеріали довжиною рівною довжині колоди $l=L$) визначається за формулами (3) та (4):

а) для умови орієнтації пропилів паралельно більшій осі еліпса під час розпилювання колоди