



Рис. 4. Результати аналізу двопоточної ГОМТ з параметрами, що забезпечують максимальний ККД

Література

1. Самородов В.Б. Основы матричного анализа трансмиссий транспортных машин // Информационные технологии: наука, техника, технология, оборудование, здоровье. –Харьков, 1997. –С.378-379.
2. Самородов В.Б. Вывод кинематических базисных матриц и системный анализ кинематики ступенчатых механических и гидрообъемно-механических трансмиссий // Труды ХГПУ.– Харьков, 1999.–Вып.7, в 4-х частях, ч.2.– С.134-141.
3. Таран И.А. Сравнение универсальных характеристик объемных и электрических передач как основных элементов трансмиссии дизельного транспорта // Науковий вісник НГУ. –2009. –№10. –С. 70-72.
4. Планетарные передачи. Справочник / Под ред. В.Н. Кудрявцева и Ю.Н. Кирдяшева. –Л.: Машиностроение, 1977. –536 с.

УДК 629.114

АНАЛІТИЧНІ СПОСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТІВ ІНЕРЦІЇ АВТОМОБІЛЯ

Тімков О.М., кандидат технічних наук
Яценко Д.М.,
Босенко В.М.

Постановка проблеми. З теоретичної механіки відомо [2], що при прискореному поступальному русі будь якого тіла проявляється сила інерції F_{Ag} , яка дорівнює добутку маси тіла на його прискорення (Н). Аналогічно цьому при прискореному обертовому русі маса тіла визначає необхідний для її прискорення момент. Маса тіла визначає також момент інерції J (кг·м²), що є мірою інерції тіл при обертовому русі. В різних умовах руху автомобіль може брати участь у трьох видах обертового руху, при яких становить інтерес знання його величин моментів інерції. Визначають такі

моменти інерції [1]:

Момент інерції автомобіля J_{Wz} навколо вертикальної осі, його використовують при дослідженнях стійкості руху або відновленню обставин дорожньо-транспортних пригод.

Момент інерції кузова J_{Wx} навколо поздовжньої осі автомобіля, застосовується при дослідженнях поперечних коливань кузова під час різкої зміни напрямку руху автомобіля.

Момент інерції кузова J_{Wy} навколо вертикальної осі, при визначенні характеристик поздовжніх коливань кузова (галопування).

На додаток до цього в загальному випадку становить також необхідно знати моменти інерції агрегатів (наприклад, силового) і окремих елементів, що представляють собою тіла обертання, наприклад, рульове колесо й колеса із шинами в зборі та інші.

Аналіз попередніх досліджень. З розвитком та поширенням автомобілів, постало питання аналітичного розрахунку експлуатаційних властивостей автомобілів під час проектування. Також необхідно було створити саму теорію експлуатаційних властивостей. Першими спробами в цьому напрямку стали роботи таких вчених як Я.М. Певзнер, Е.А. Чудаков, Р.В. Ротенберг, В.С. Фалькевич та інші. Однак довгий час не вирішеним залишалось питання визначення моментів інерції автомобілів. Достатньо обґрунтованою роботою в цьому напрямку є робота А. Пройкшата [1]. Сьогодні цим напрямком займаються М.А. Подригало, В.П. Волков ними запропонована методика розрахунку радіусів інерції основана на використанні статистичних методів [3]. Однак і сьогодні немає загально прийнятих методів аналітичного розрахунку моментів інерції автомобілів. Оскільки дані про моменти інерції автомобілів дуже рідко можна знайти в публікаціях заводів-виробників, то на практиці найчастіше користуються наближеними методами розрахунків.

Основна частина. Розрахунок моменту інерції автомобіля навколо вертикальної осі. Величина моменту інерції автомобіля обумовлена насамперед типом автомобіля, його компоновальною схемою, типом привода, величиною колісної бази та інших лінійних розмірів, а також від маси й положення центра ваги.

Момент інерції автомобіля J_{Wz} навколо вертикальної осі поряд з типом привода є визначальним чинником для характеристик автомобіля при русі в повороті. Зі зменшенням моменту інерції маневреність автомобіля збільшується, але одночасно погіршуються стійкість при прямолінійному русі й при русі в поворотах змінного напрямку. Наприклад може бути наведений передній привод – великий момент інерції і центральне розташування двигуна, привод на задню вісь – малий момент інерції. У тих же цілях здійснені заходи щодо вкорочення бази.

У гоночних автомобілях формули один часто практикується спосіб зміни моменту інерції J_{gz} за рахунок зміни величини колісної бази з метою узгодження показників стійкості, керованості й маневреності з характером траси змагань.

Розрахунковий метод А. Для орієнтовних розрахунків приймається, що маса автомобіля розподілена по його осях. З урахуванням величини колісної бази L одержуємо рівняння для приблизного визначення моменту інерції навколо вертикальної осі:

$$J_{gz} = m_g (L/2)^2 \quad (1)$$

і з урахуванням вантажу Δm у багажнику:

$$J_{gz}^* = m_g (L/2)^2 + \Delta m l_z^2 \quad (2)$$

де l_z – відстань по горизонталі від центра ваги автомобіля до центра ваги навантаження Δm .

Розрахунковий метод Б. Наступний, також незадовільний за точністю метод розрахунку моменту інерції J_{gz} полягає у визначенні так званого радіуса інерції i за відомими конструктивно спорідненими автомобілями.

Відповідно до визначення радіус інерції i відповідає радіусу циліндра, по оболонці якого рівномірно або нерівномірно розподіляється маса від якого-небудь тіла без зміни моменту інерції цього тіла. При такому розподілі всі елементарні маси мають однакову відстань i до осі обертання й момент інерції визначиться виразом $J = m i^2$. На цій основі момент інерції J_{gz} автомобіля може бути представлений добутком маси автомобіля m_g на квадрат радіуса інерції:

$$J_{gz} = m_g i_{gz}^2 \quad (3)$$

і з урахуванням додаткового вантажу в багажнику, за аналогією з рівнянням (2):

$$J_{gz}^* = m_g i_{gz}^2 + \Delta m l_2^2 \quad (4)$$

Зазначимо, що величина радіуса інерції автомобіля залежить від довжини й ширини кузова, розташування й маси силового агрегату, а також від способу розміщення пасажирів і багажу. Дослідження автомобілів з кузовом типу «седан» показало, що радіус інерції є в основному функцією стану навантаження автомобіля і його величина для різних автомобілів коливається в невеликих межах. У табл. 1 наведені середні значення радіусів інерції автомобіля залежно від навантаження. Для визначення наближеного моменту інерції J_{gz} необхідно додатково знати масу автомобіля m_g в необхідному стані навантаження. Значення у табл. 1 дійсні для автомобілів середнього класу з кузовом типу седан. У випадку установки більших шести- або вісім-циліндрових двигунів, необхідно збільшити радіус інерції на величину $\Delta i = 0,05 \dots 0,1$.

Розрахунковий метод В. Розрахунковий спосіб, що добре узгоджується з дійсними значеннями, запропонований Х. Бургом, на основі порівнянь відомих моментів інерції автомобілів. Дослідженнями залежності моментів інерції автомобілів від таких параметрів, як маса автомобіля m_g , величина колісної бази L і довжина автомобіля L_G , доведено, що при обчисленні за рівнянням:

$$J_{gz} = A_1 m_g l^2 \quad (5)$$

або за аналогічним рівнянням,

$$J_{gz} = A_2 m_g L L_G \quad (6)$$

результати розрахунку збігаються з експериментальними дуже гарно, зі ступенем вірогідності 0,98. Коефіцієнти $A_1 = 0,2116$ і $A_2 = 0,1269$ є постійними коефіцієнтами, для легкових автомобілів, що отримані розрахунковим способом.

Таблиця 1.

Приблизні значення радіуса інерції i , для кузова й всього автомобіля щодо трьох осей залежно від навантаження

Ваговий стан автомобіля	Кузов		Автомобіль в цілому вісь Z
	вісь X	вісь Y	
Споряджений	0,65	1,21	1,20
Два пасажири	0,64	1,13	1,15
Чотири пасажири	0,60	1,10	1,14
Чотири пасажири та багаж	0,56	1,13	1,18
Позначення	i_{wx}	i_{wy}	i_{wz}

Примітка. Значення дійсні для автомобілів середнього класу з кузовом седан

Для розрахункового визначення моменту інерції автомобіля J навколо вертикальної осі Z найбільш прийнятним є метод В та рівняння (6). Але це рівняння дійсно тільки для нормального навантаження автомобіля. У випадку транспортування вантажу граничної маси в багажнику це повинне бути враховане аналогічно рівнянням (4),

$$J_{gz}^* = A_2 m_g L L_G + \Delta m l_z^2 \quad (7)$$

Розрахунок моментів інерції кузова навколо поперечної й поздовжньої осей.

При вирішенні інженерних завдань, пов'язаних із проблемами поздовжніх коливань кузова (галоупування), які проявляються при переїзді нерівностей дороги (синусоїдальний профіль), поряд із частотою власних коливань підвіски важливо знати і момент інерції кузова навколо поперечної осі Y. Крім того, при цьому повинні бути відомі величини не підресорених мас передньої m_1 і задньої m_2 осей. Розрахунок проводять за методом Б.

Рівняння для визначення наближеного значення моменту інерції навколо вертикальної осі J_{W_y} мають вигляд:

$$J_{W_y} = m_w i_{W_y}^2 \quad (8)$$

$$\text{де } m_w = m_g - (m_1 - m_2)$$

Наближене визначення моменту інерції кузова навколо поздовжньої осі X , необхідного для дослідження опору кренам при змінному за напрямком поперечним прискоренням, визначаємо також способом Б:

$$J_{W_x} = m_w i_{W_x}^2 \quad (9)$$

Значення радіусів інерції i_{W_x} і i_{W_y} для автомобілів середнього класу наведені в табл. 1.

Методики Б и В є спрощеним способом розрахунку. Більш точних методів розрахунку моментів інерції дотепер не відомо.

Окремо виділимо метод розрахунку радіусів інерції оснований на використанні статистичних методів [3]. В основу одного з таких методів покладено наступні припущення: моменти інерції автомобіля залежать від закону розподілу його ваги в межах колії, бази та габаритної висоти; щільність розподілу моменту інерції підпорядкована нормальному закону. Як зазначають автори роботи [3] запропонована ними методика була перевірена на обмеженому об'єму виборки з монографії Д.Е.Еліса "Керованість автомобіля", за 1975 рік [4] в якій приймали участь тільки легкові автомобілі. Отримані значення мають похибку від 3,6 % до 8,5%, а максимальне значення в деяких випадках досягало 22,4%. Всі ці зауваження обмежують область застосування зазначеної методики.

В роботі запропоновані наступні формули для визначення радіусів інерції: відносно вертикальної осі

$$i_z = \sqrt{\frac{1}{2}ab + \frac{B^2}{12} \pm \frac{1}{6}ab} \quad (10)$$

де a – координата центру ваги по горизонталі від передньої осі до центру ваги; b – координата центру ваги по горизонталі від центру ваги до задньої осі; B – коліс передніх та задніх коліс.

відповідно відносно поздовжньої та поперечної осей автомобіля

$$i_x = \sqrt{\frac{1}{2}(H-h)h + \frac{B^2}{12} \pm \frac{1}{6}(H-h)h} \quad (11)$$

$$i_y = \sqrt{\frac{1}{2}ab + \frac{1}{3}(H-h)h \pm \frac{1}{6}ab} \quad (12)$$

де h – відстань від центра ваги до опорної площини по вертикалі; H – габаритна висота автомобіля.

Висновки. Проведений огляд способів визначення величини моментів інерції автомобіля на стадії проектування дозволяє зробити наступні висновки.

➤ Сьогодні відсутні загальноприйняті аналітичні методи розрахунку значення моментів інерції автомобілів на стадії проектування.

Застосовність сьогодні існуючих методів які розроблені наприкінці 80-х років, що перевірялись на морально застарілих конструкціях автомобілів, які сильно відрізняються від сучасних, потребує комплексної перевірки на адекватність.

В подальшому буде розроблений стенд для експериментального визначення моментів інерції та проведена перевірка існуючих аналітичних методів визначення моментів інерції автомобілів.

Література

1. *Пройкшат А.* Шасси автомобиля: Типы приводов/ Под ред. И. Раймпеля; Пер. с нем. В. И.

Губы; Под ред. А.К.Миллера.– М.: Машиностроение, 1989.– 232 с.

2. *Цыви́льский В.Л.* Теоретическая механика: Учебник для технических вузов Изд. 2-е, перераб., доп. – М: Высшая Школа, 2004.– 343 с.

3. *Подригало М.А., Волков В.П.* Определение радиусов инерции автомобиля на стадии его проектирования, – Автомобильная промышленность, 2003, №6, – С.19-22.

4. *Эллис Д.Э.* Управляемость автомобиля. Пер. с англ. – М., "М

УДК 658.631.3

УЗГОДЖЕННЯ ЗАГОТІВЕЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ РОБІТ В ІНТЕГРОВАНІХ ПРОЕКТАХ МОЛОЧАРСТВА

Тригуба А.М., кандидат технічних наук

Рудинець М.В.

Макарчук Р.В.

Скібчик В.І.

Жуль С.Г.

Вступ

На даний час молокопереробні підприємства України повинні вирішувати ряд задач щодо ефективної заготівлі та переробки молока-сировини [1]. Однією із таких задач є щодобове узгодження обсягів заготівлі молока із змістом та часом виконання заготівельно-транспортних робіт. Для її вирішення слід створити множину методів, алгоритмів та моделей, які б враховували всі головні характеристики проектного середовища.

Аналіз публікацій та постановка завдання

Аналіз існуючих методів, моделей та методик свідчить про те, що питанням дослідження проблем управління змістом та часом у проектах технологічних систем приділяється достатньо багато уваги [4,5]. Виконані дослідження стосуються як різних сфер матеріального виробництва, так і загальних теоретичних засад управління. Зокрема, досліджено процеси управління формуванням транспортних ланцюгів [2,3]. Однак, питання управління змістом та часом в інтегрованих проектах молочарства є специфічними і недослідженими.

Мета статті - розкриття системних підстав узгодження заготівельно-транспортних робіт в інтегрованих проектах молочарства.

Основна частина

В системі молочарства реалізуються такі технологічно інтегровані проекти: 1) виробництва молока-сировини кожним підприємством, що реалізує його певному молокопереробному заводу; 2) централізованої заготівлі молока; 3) переробки молока-сировини. Кожен з цих проектів видозмінюється, характеризується початком та завершенням. Відомо [6], що мінливий характер характеристик проектного середовища унеможливорює побудову однозначної ієрархічної структури робіт, що є підставою для вибору статистичних імітаційних моделей для узгодження робіт в інтегрованих проектах молочарства. У проектах заготівлі молока щодоби слід виконувати множину робіт, які стосуються прийому та зберігання молока-сировини на пунктах його заготівлі та первинної обробки (ПЗПО), завантаження транспортних засобів (ТЗ) у ПЗПО, транспортування молока-сировини від ПЗПО до молокопереробного підприємства (МПП), розвантаження ТЗ у МПП. Для підвищення ефективності виконання цих робіт слід узгоджувати їх зміст та час із добовими обсягами надходження молока-сировини на ПЗПО. Обсяги заготівлі молока-сировини від окремих господарств його виробників є мінливими як впродовж окремого сезону, так і в розрізі окремих діб сезону заготівлі молока-сировини [4]. Вони залежать від часу, обсягів та якості робіт у проектах виробництва молока.

Узгодження заготівельно-транспортних робіт з добовими обсягами надходження молока на ПЗПО пропонується здійснювати на підставі імітаційного моделювання виконання транспортно-заготівельних робіт за заданих характеристик проектного середовища на підставі розробленого нами алгоритму (рис. 1). База даних про характеристики проектного середовища формується як із зовнішніх, так і внутрішніх його складових. До характеристик зовнішнього проектного середовища належать: чинні регламенти на заготівлю молока; природно-кліматичні умови зони заготівлі молока;