

Дубінін Євген Олександрович, докт. техн. наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, dubinini-rmn@ukr.net
Клец Дмитро Михайлович, докт. техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, d.m.klets@gmail.com
Полянський Олександр Сергійович, докт. техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, khadi.pas@gmail.com

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СТАТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ ПОЛОЖЕННЯ ШАРНІРНО-ЗЧЛЕНОВАНИХ КОЛІСНИХ МАШИН

Ряд авторів [1, 2] підкреслює, що процес бічного перекидання шарнірно-зчленованих машин характеризується не тільки взаємодією коліс із опорною поверхнею, але й взаємним розташуванням секцій. При цьому вплив горизонтального шарніра рами на поперечну стійкість вивчений недостатньо. Найбільша ймовірність перекидання в поперечному напрямку для таких машин існує при знаходженні на граничному ухилі з максимально складеною рамою щодо осі перекидання, що проходить через характерні точки конструкції, паралельної горизонтальній утворюючій ухилу (спеціального стенда).

При складанні секцій одна відносно другої центри мас секцій зміщуються в бік осі перекидання. При цьому конфігурація опорних контурів шарнірно-зчленованої машини залежить також і від кута складання $\delta_{1,2}$. При балансірному з'єднанні секцій між собою опорні контури таких машин при $0^{\circ} < \delta_{1,2} < 90^{\circ}$ являють собою для балансірної частини – рівнобічний трикутник з вершиною в точці перетинання продовження осі балансіра з вертикальною площиною, що проходить через вісь коліс небалансірної частини, і з основою, що проходить через центри майданчиків контакту коліс балансірної частини машини; для небалансірної частини – неправильний трикутник з вершиною в точці перетинання осі балансіра з вертикальною площиною, що проходить через вісь коліс балансірної частини, і з основою, що проходить через центри майданчиків контакту коліс небалансірної частини машини [3]. Після замикання балансіра обидві секції будуть мати загальний опорний контур, вісь перекидання машини в цьому випадку буде являти собою відрізок, що з'єднує між собою центри майданчиків контакту коліс балансірної й небалансірної частин машини.

У результаті проведених досліджень розроблено удосконалений метод оцінювання кутів статичної стійкості, адаптований для шарнірно-зчленованих колісних машин з урахуванням особливостей їх конструкції (урахування взаємного складування секцій). Для таких машин рекомендується перевірка стійкості найменш стійкої секції та при блокуванні шарніра. Також необхідно враховувати зсув секцій внаслідок деформації шин. Встановлено, що врахування розроблених рекомендацій для оцінювання статичної стійкості шарнірно-зчленованих колісних машин дозволяє суттєво підвищити точність

такого оцінювання. Для обраних параметрів шарнірно-зчленованого трактора з номінальним тяговим зусиллям 30 кН встановлено, що кут статичної стійкості передньої секції знижується на 15–30%, при цьому аналогічний параметр задньої секції зменшується не більше ніж на 8–10%, порівняно з відомим підходом. Це пов'язано, насамперед, з конструктивними особливостями машини та розташуванням горизонтального шарніра. Врахування кутів повороту секцій в площині дороги $\delta_1 = \delta_2$ в межах до 15° дозволяє уточнити кути статичної стійкості до 5° .

Практичне втілення методу запропоноване у вигляді розробленого програмного забезпечення SPSAV (Static Position Stability of Articulated Vehicles). Зовнішній вигляд екранної форми програми представлений на рисунку 1.

The screenshot shows the 'Static Position Stability of Articulated Vehicles (SPSAV)' software window. It contains a form for entering input data and displaying results. The input data section includes fields for wheel width, center of mass heights, articulation distances, steering angles, and wheel radii. The results section shows the calculated lateral static stability angles for the front and rear sections.

Введення вихідних даних:	
Колія В, м	1,86
Висота центру мас hc1, м	1,04
Висота центру мас hc2, м	0,75
Кут повороту δ_1 , град	15,0
Кут повороту δ_2 , град	15,0
Радіус колеса статичний Rст, м	0,6
Радіус колеса вільний Rв, м	0,8
Відстань від передньої вісі до шарніру L1, м	1,48
Відстань від задньої вісі до шарніру L2, м	1,38
Відстань від центру мас передньої секції до шарніру l1, м	1,25
Відстань від центру мас задньої секції до шарніру l2, м	1,1

ПОЗНАЧЕННЯ:

Результати розрахунка:	
Кут поперечної статичної стійкості передньої секції α_1 , град	32
Кут поперечної статичної стійкості задньої секції α_2 , град	46

Рисунок 1 – Зовнішній вигляд екранної форми програми SPSAV

Програма призначена для попереднього оцінювання статичної стійкості шарнірно-зчленованих колісних машин без використання високовартісного устаткування. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні та сертифікації шарнірно-зчленованих машин.

Література

1. Маршак С. Ф. Статическая и динамическая устойчивость одноосных тягачей с полуприцепами: автореф. дисс. на соиск. степени канд. техн. наук / С. Ф. Маршак. – М., 1966. – 20 с.
2. Поспелов Ю. А. Устойчивость трактора / Поспелов Ю. А. – М.: Машиностроение, 1966. – 248 с.
3. Надежность в технике. Оценка параметров безопасности колесных и гусеничных машин по опрокидыванию. Характеристики динамической и статической устойчивости: РД 50-233-81. – [Введ. в действие 1981-01-28]. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 62 с.