

ВІДГУК
ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

**доктора технічних наук, доцента, професора кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту Вінницького національного
технічного університету**

Макарова Володимира Андрійовича

на дисертацію **Омельницького Олега Євгеновича**
«Поліпшення маневреності та стійкості руху метробусів», що
представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних
наук за спеціальністю 05.22.02 – «Автомобілі та трактори»

На рецензію одержано текст дисертації обсягом 176 аркушів та автореферат обсягом 20 аркушів. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновку, списку використаних джерел із 144 найменувань та додатку.

Актуальність теми дослідження

Економічно розвинені країни, де автомобіль є суттєвим фактором прогресу, повинні підтримувати високий рівень мобільності населення при одночасному збереженні клімату та зниженню рівня аварійності на дорогах. ФРН планує зміну напрямку автомобілізації на вагоме посилення використання автобусів. Однією з головних проблем сучасного великого міста є криза нормального функціонування міського середовища внаслідок перенасичення дорожньо-вуличної мережі транспортними потоками. Означене приводить до вагомого погіршення показників транспортного обслуговування населення, зростання аварійності на дорогах та забруднення довкілля. Одним із шляхів вирішення наведеної проблеми є застосування метробусів, ефективність використання яких залежить від їх здатності вписуватися в необхідну смугу руху і можливості не створювати небезпеку для транспортного потоку. Розв'язання означеного завдання реалізується за рахунок вибору відповідних компоновальних схем триланкового метробусу та конструктивних параметрів



його причіпних ланок. Вибір, аналіз і обґрунтування раціональних компоновальних схем метробусів та параметрів їх причіпних секцій, є першочерговими науково–технічними етапами при створенні раціональної стійкості руху та маневреності зчленованих міських автобусів. Тому тема дослідження є актуальною.

Дисертаційна робота безпосередньо пов'язана з науково-дослідною роботою “Дослідження механіки та енергетики автомобілів і автопоїздів” № держреєстрації 0104U003346 та “Теоретичні основи та практичні методи комплексного вирішення проблеми раціонального вибору дво - та триланкових автопоїздів для міжміських та міжнародних перевезень вантажів” № РК 0104U003341, що виконується кафедрою «Автомобілі» Національного транспортного університету.

Мета дослідження випливає з актуальності тематики досліджень кафедри автомобілів і є відповідною темі дисертаційної роботи, виокремлені завдання дають можливість реалізувати поставлену мету.

Вірно визначені об'єкт дослідження – маневреність і стійкість руху триланкових метробусів та предмет дослідження – вплив компоновальних і конструктивних параметрів на означені властивості метробусів.

Наукова цінність дослідження й отриманих результатів полягає у вирішенні важливої науково-практичної задачі підвищення показників маневреності і стійкості руху метробусів за рахунок:

- отримання якісних і кількісних оцінок ступеня впливу різних конструктивних і експлуатаційних факторів на показники маневреності і стійкості руху триланкових метробусів різних компоновальних схем (вперше);
- удосконалення багатомасової нелінійної математичної моделі динаміки керованого руху триланкових метробусів різних компоновальних схем, на основі якої визначені показники їх маневреності, критичної швидкості і швидкості появи коливальної нестійкості;

- подальшого розвитку питання порівняльної оцінки показників маневреності триланкових метробусів на жорстких і еластичних у бічному напрямку колесах.

Практичну цінність результатів дослідження складають: математична модель керованого руху триланкових метробусів, методика і програма розрахунків оціночних показників і характеристик маневреності і стійкості руху таких транспортних засобів, а також результати розрахунково-теоретичних досліджень, що можуть бути використані заводами і проектними організаціями автомобільної промисловості при їх створенні як на стадії проектування, так і при їх доводці. Тому, матеріали дисертації прийняті до використання ТОВ «Чернігівський автозавод», Автомобільною компанією «Богдан Моторс» та відділом конструкторських розробок та науково-технічних експертиз ДП «ДержавтотрансНДІпроект».

Важливими є рекомендації щодо покращання показників маневреності і стійкості руху триланкових метробусів, що можуть бути використані підприємствами автомобільного транспорту при оцінці можливості їх експлуатації та виборі раціонального складу.

Структура, зміст й оформлення дисертації

У *вступі* подано загальну характеристику роботи, обґрунтована тема дисертації та проблеми функціональної стабільності руху автомобіля, вірно сформувано мету, задачі, об'єкт та предмет дослідження, розкривається сутність та стан проблеми, що розв'язується, описані застосовані методи дослідження та зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; визначається наукова новизна та практичне значення отриманих результатів, надано інформацію про публікації результатів досліджень, а також особистий внесок автора у надрукованих роботах, інформацію відносно апробації проведених досліджень.

Перший розділ присвячений аналізу літературних джерел, наведених в дисертації і обґрунтуванню обраного напрямку роботи. Здійснено аналітичне дослідження наукових робіт з маневреності та стійкості руху автомобілів,

показників і критеріїв їх оцінки; відомих та перспективних способів виконання маневру автомобілями.

У *другому* розділі визначені показники маневреності, зокрема габаритної смуги руху (ГСР) метробуса, на жорстких і еластичних у бічному напрямку колесах. Важливою є розроблена методика розрахунку ГСР на жорстких у бічному напрямку колесах, яка базується на визначенні кутів складання ланок автопоїзда і зміщення траєкторій ведених ланок щодо траєкторії ведучої.

Для визначення показників маневреності метробуса на еластичних у бічному напрямку колесах розглянута загальна компоновальна схема, з якої можна отримати усі інші компоновальні схеми, що розглядаються. Сформована система рівнянь плоскопаралельного руху.

Після визначення усіх складових системи рівнянь її інтегрування здійснено за допомогою програмного забезпечення Maple. При цьому, кожний з режимів моделювався тим чи іншим законом повороту рульового колеса тягача.

У *третьому* розділі розглянуто вплив конструктивних та експлуатаційних факторів на стійкість руху метробуса.

У результаті проведених розрахунків встановлено, що на підвищення критичної швидкості руху метробуса позитивно позначається зменшення коефіцієнта опору відведенню коліс керованих осей автобуса і другого причепа, підвищення коефіцієнта опору відведення коліс некерованих осей причепів, зменшення відстані між центром мас автобуса і точкою його зчипки з першим причепом.

Отримані залежності кутів відведення першого і другого некерованого причепів, а також кутової і бічної швидкості центра мас автобуса. Показано, що за швидкості $v=5$ м/с змінні бічна і кутова швидкості центра мас автобуса, кути відведення коліс причепів з плином часу стабілізуються, чим забезпечується стійкість його руху.

У *четвертому* розділі наведені результати експериментальних досліджень маневреності моделі триланкового метробуса, перевірена адекватність

розробленої математичної моделі і вихідних положень, покладених в основу розрахунку показників маневреності триланкових метробусів.

Отриманими результатами експериментальних досліджень доведена адекватність розробленої математичної моделі для визначення показників маневреності метробуса на жорстких у бічному напрямку колесах. Максимальні відхилення траєкторії другого причепа щодо траєкторії автобуса не перевищили 8,5% при коловому русі, 6,1% - при повороті на 90° , 7,2% - при виконанні маневру «переставка» і 3,5% - при прямолінійному русі.

Основні наукові положення і висновки дисертації

Основним науковим положенням дисертації є системний підхід до оцінки маневреності і стійкості руху триланкового метробусу з урахуванням особливостей його конструкції і специфіки умов експлуатації.

Основні висновки дисертації логічно випливають із результатів проведених досліджень і достатньо обґрунтовані ними.

Висновок перший констатує вирішення важливої науково-практичної задачі покращення показників маневреності і стійкості руху триланкового метробусу шляхом вибору та обґрунтування раціональної компоувальної схеми та конструктивних параметрів його причіпних ланок.

Висновок вагомий і підтверджує актуальність наукової проблеми.

Висновком другим визначається, що за допомогою розробленої математичної моделі плоскопаралельного руху триланкового метробуса знайдені показники маневреності і стійкості руху. Також викликає зацікавленість наведений висновок про встановлення габаритної смуги руху при переміщенні за коловою траєкторією з керованим другим причепом складає 6,78 м, а з некерованим 7,43 м, що на 7,65 і 5,21 % відповідно менше, ніж для метробуса на жорстких у бічному напрямку колесах.

Висновок інформує про нові результати, що отримані автором.

Висновком третім визначається критична швидкість руху триланкових метробусів з керованим і некерованим другим причепом та проаналізовані фактори, що впливають на її чисельне значення. Встановлено, що для

метробуса з некерованим причепом до швидкості 32,2 м/с, а для метробуса з керованим причепом до швидкості 29,0 м/с усі дійсні власні значення коренів характеристичного рівняння є від'ємними, тобто такий режим руху є стійким.

Висновок третій констатує наявність стійких режимів руху.

Висновком четвертим отримуються залежності кутів відведення першого і другого некерованого причепів, а також кутової і бічної швидкості центра мас автобуса. Показано, що за швидкості $v=5$ м/с змінні бічна і кутова швидкості центра мас автобуса, кути відведення коліс причепів з плином часу стабілізуються, чим забезпечується стійкість його руху.

Висновок цілком конкретний, має практичне значення.

Висновком п'ятим встановлюється, що режим руху вважався стійким, якщо прискорення будь-якої ланки метробуса не перевищували $4,5 \text{ м/с}^2$. Також, констатується, що при виконанні маневру „ривок рульового колеса” за швидкості 10 м/с обидва варіанти метробуса не забезпечують стійкість руху.

Важливий для безпеки руху.

Висновком шостим показується, що при аналізі стійкості руху більш інформативним, ніж бічні прискорення, є коефіцієнт посилення бічного прискорення останнього причепа. За показниками стійкості у неусталених режимах перевагу слід віддати метробусу з некерованим другим причепом.

Висновок інформативний.

Висновком сьомим доводиться адекватність розробленої математичної моделі для визначення показників маневреності метробуса на жорстких у бічному напрямку колесах.

Висновок підтверджує отримані теоретичні результати.

Автореферат не містить положень, які відсутні у тексті дисертації, достатньо повною мірою відображає зміст дисертаційної роботи, відповідає її розділам. Загальні висновки дисертації та автореферату ідентичні.

Зауваження до роботи

1. При аналізі конструкції метробусів та їх класифікації (підпункт 1.1.3, стор. 35) бажано розглянути шляхи підвищення маневреності метробусів.

2. У висновку до розділу 2 згадується про автопоїзд № 2 та автопоїзд № 3, але немає пояснень про особливості їх компоновальних схем (стор. 94). Таке ж саме стосується і автопоїзда № 1 та автопоїзда № 2 в розділі 3 (стор. 120 - 124).

3. Якщо при розгляді питань маневреності метробуса використання рівнянь плоскопаралельного руху доречно, то при дослідженні стійкості, особливо у неусталених режимах руху, слід було б враховувати перерозподіл навантажень по його бортах і колесах.

4. Не зрозуміло, чому при дослідженні стійкості метробуса у неусталених режимах руху розрахунки параметрів (бічної швидкості і бічного прискорення центрів мас ланок метробуса) для автопоїзда № 2 проводяться при виконанні різних маневрів за швидкості 10 м/с і 15 м/с (рис. 3.13 - 3.18), а для автопоїзда №1 - тільки за швидкості 10 м/с (рис. 3.19 - 3.20)?

5. У результатах дослідження, викладених у розділі 3, мало приділено уваги впливу системи управління причіпними ланками на показники стійкості метробуса.

6. У підписах до рисунків 3.19 - 3.21 немає інформації, до яких саме автопоїздів надані відомості результатів розрахунку.

7. Треба пояснити рекомендацію, що наведена в практичних значеннях одержаних результатів, згідно до якої підприємство автомобільного транспорту (ПАТ) при внесенні необхідних змін у конструкцію окремих ланок метробусу може використати матеріали роботи. Чи має права ПАТ, в діючій практиці своєї роботи, безпосередньо вносити конструктивні зміни в свій рухомий склад?

8. Не зрозуміло, чи застосовуються результати роботи в навчальному процесі НТУ?

Загальні зауваження по оформленню дисертації

Дисертація, в цілому, оформлена згідно вимог ВАК України.

Публікації

Матеріали дисертації висвітлені у 12 роботах, зокрема 5 - у фахових виданнях; 1 – у науковому фаховому виданні, індексованому у Scopus; 1 - у закордонному виданні та 5 – у матеріалах міжнародних конференцій.

Апробація результатів роботи

Основні результати досліджень доповідались на LXXIII науковій конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету у 2018 р.; на II Всеукраїнській науково-технічній конференції «Створення, експлуатація і ремонт автомобільного транспорту та будівельної техніки» (25 – 26 квітня 2018 року, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, м. Полтава); на VI міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту». 12-13 квітня 2018 р. – Вінниця, Вінницький національний технічний університет; на 9-ій Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування». – Херсон: Херсонська державна морська академія, 13-14 вересня 2018; на IV Всеукраїнській науково-практичній конференції «Новітні шляхи створення, експлуатації, ремонту і сервісу автомобілів. Миколаїв-Коблево, 20-22 вересня 2018 року; на міжнародній науково-практичній конференції «Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych» (Польща, Жешув, 2018 р.); на Міжнародній науково-практичній конференції "Новітні технології розвитку автомобільного транспорту". – Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України. – 2018.

Результати дисертаційної роботи є достатньо повно апробованими та оприлюдненими.

Загальні висновки по дисертаційній роботі

Аналізуючи зміст дисертації в цілому, можна відзначити наступне.

Робота присвячена вирішенню актуальної науково – практичної задачі,

пов'язаної з підвищенням показників маневреності і стійкості руху триланкового метробусу шляхом вибору раціональної компоувальної схеми та конструктивних параметрів його причіпних ланок.

На основі дослідження визначені показники маневреності і стійкості руху триланкового метробусу з керованим і некерованим другим причепом, отримані необхідні залежності їх кутів відведення, а також кутової і бічної швидкостей центра мас для якого визначені бічні прискорення.

Дисертація є закінченою науковою працею, що виконана з використанням сучасних методів дослідження, містить нові результати, впровадження яких сприяє прискоренню науково-технічного прогресу в автомобілебудуванні.

Автореферат і публікації достатньо повно відтворюють зміст і основні результати виконаного дослідження.

Відзначені у відгуку зауваження не ставлять під сумнів вихідні наукові положення й основні результати дослідження, що одержали достатню апробацію.

Дисертаційна робота відповідає вимогам п. п 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання наукового співробітника», які пред'являються до дисертацій, поданих на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, відповідає спеціальності 05.22.02 – «Автомобілі та трактори», а її автор Омельницький Олег Євгенович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент:

професор кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту Вінницького
національного технічного університету,
доктор технічних наук, доцент



Макаров В.А.