

4. Смутьский И.И. Аэродинамика и процессы в вихревых камерах / И.И. Смутьский. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1992. – 301 с.
5. Митрофанова, О.В. Гидродинамика и теплообмен закрученных потоков в каналах ядерно-энергетических установок / О.В. Митрофанова. - М. : Физ-матлит, 2010. - 288 с.
6. Сьомін Д.О. Вплив закручення потоку, що перекачується, на енергетичні характеристики вихрекамерних насосів / Д.О. Сьомін, А.С. Роговий, А.М. Левашов. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2016. – № 20 (1192) – С. 68-71.
7. Роговий А. С. Розробка теорії та методів розрахунку вихорокамерних нагнітачів : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : спец. 05.05.17/ Андрій Сергійович Роговий; Харківський політехнічний ін-т, нац. техн. ун-т. – Харків, 2017. – 36 с.
8. Сёмин Д.А. Верификация расчетов течений в вихрекамерных устройствах. / Сёмин Д.А., Роговой А.С., Левашов А.М., Левашов Я.М. // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Машинобудування, 2016. – № 2 (77). – С. 71-78.
9. Rogovyi A.S. Verification of Fluid Flow Calculation in Vortex Chamber Superchargers/ A.S. Rogovyi // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. / МОН Украины, ХНАДУ. – Харьков, 2016. – Вып. 39. – С. 39-46.

Сахно Володимир Прохорович, д.т.н., професор, Національний транспортний університет, svp_40@ukr.net

Поляков Віктор Михайлович, к.т.н., професор, Національний транспортний університет

Місько Євген Михайлович, аспірант, Національний транспортний університет

ДО ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ ТРИЛАНКОВОГО АВТОБУСНОГО ПОЇЗДА

Безпечні системи громадського транспорту все більше розглядаються як важливий засіб безпечного підвищення мобільності населення, особливо в міських районах, які страждають від зростаючих транспортних заторів. У багатьох містах з високими доходами особливо акцентується політика скорочення використання особистого автомобільного транспорту за допомогою інвестицій в розвиток мереж громадського транспорту. Інвестиції в безпечний громадський транспорт розглядаються також як механізм, що стимулює зростання фізичної активності і, отже, сприяє зміцненню здоров'я населення

Метробус або нова система автобусного руху "Швидкісний автобусний транспорт" (Bus Rapid Transport, BRT) є результатом розвитку мережі автобусного суспільного транспорту. В порівнянні з метро цей проект володіє явними перевагами: менша вартість створення мережі, менша вартість рухомого складу, мобільність та ін. [1].

Система BRT має ряд незаперечних переваг [1]

- висока пасажиромісткість і ефективні платіжні системи забезпечують недорогий проїзд;

- висока швидкість пересування дозволяє метробусу перевозити вагому частку пасажиропотоку, що сприяє зменшенню кількості автомобілів на дорогах міста і, відповідно, зменшенню викидів відпрацьованих газів;

- розширена інформаційна система інформує пасажирів про розклад маршрутів.

Зручність, безпека і покращена організація дорожнього руху – це далеко не все, що зможе дати пасажиром система швидкісного автобусного транспорту. У цій системі пасажирські швидкісні автобуси пересуваються по спеціально виділених смугах. Вони відокремлені від проїжджої частини і обладнані закритими пасажирськими станціями з платформами на одному рівні і підземними переходами.

Отже, основними перевагами BRT-систем є порівняно невелика вартість будівництва, швидкість будівництва лінії, невелика вартість автобусів, можливість гнучко змінювати пасажиропотік за рахунок інтенсивності руху, можливість частково використовувати лінію BRT для іншого спецтранспорту. Може використовувати як окремі полоси, так і частково рухатись по існуючих дорогах. При відокремлених полосах може розвивати велику швидкість у місті. Може мати різні маршрути на одній лінії, на відміну від метрополітену. Зменшує використання приватного автотранспорту, поліпшує транспорту ситуацію та дає можливість повністю відмовитись від невеликих маршрутних автобусів у містах. Ці переваги проявляються, перш за все, при максимальному використанні пасажиромісткості метробусів, тобто при застосуванні триланкових метробусів.

Рухомий склад, що використовується в системі BRT, двох видів: перший - класичний, дволанковий метробус з двигуном, що працює як на дизельному, так і на газовому паливі; другий варіант- триланковий метробус нового покоління з гібридним електро-газовим двигуном. Ці два варіанти притаманні зчленованим автобусам, 18-ти і 24-х метрової довжини.

Особливістю проектування функціональних систем, забезпечуючих стійкість та керованість автопоїздів і метробусів (у подальшому АТЗ) є паралельні процеси їх конструювання, оптимізації і моделювання динаміки транспортного засобу в цілому при багатокритеріальності інколи протиречних задач.

Характеристики стійкості та керованості, як відомо, визначаються комбінацією експлуатаційних, масово-геометричних і конструктивних параметрів модулів АТЗ. У загальному випадку бажані сполучення вказаних параметрів з точки зору стійкості та керованості навіть для одного і того ж транспортного засобу в діапазоні експлуатаційних навантажень і швидкостей руху бувають різними. Як, наслідок, є складність отримання на ранніх стадіях створення АТЗ точних конструктивних параметрів і кількісних показників за критеріями стійкості та керованості руху.

При розгляді питань стійкості руху триланкових АТЗ вона розглядається для двох схем керування – розімкнутої і замкнутої. При розімкнутій схемі керування оцінюється потенційна стійкість руху самого АТЗ, при замкнутій – стійкість руху системи водій – АТЗ.

Теоретичні засади аналізу базуються на основі математичних моделей прямолінійного та керованого рухів автопоїзда, що розроблені для дво- та триланкових автопоїздів [2]. На їх основі отримані диференціальні рівняння збуреного руху АТЗ, рівняння границь стійкості прямолінійного руху, рішення яких дозволяє визначити критичну швидкість руху, за допомогою якої можливо прогнозувати поведінку як керованих, так і некерованих транспортних засобів.

При русі АТЗ по прямолінійним ділянкам доріг, особливо з нерівним зношеним покриттям, на нього діють збурюючі сили, які передаються через колеса окремих ланок автопоїзда. Ці зусилля обумовлюють випадкові стохастичні повороти керованих коліс тягача і возика напівпричепа навколо шворнів в межах зазорів між деталями рульового приводу та пружних деформацій. Крім того, вони можуть підсилюватися кінематичними розлагодженнями між підвіскою і рульовим приводом. Якщо транспортний засіб потенційно нестійкий, то після закінчення дії збурення з'являється ймовірність виникнення коливань модулів або зміни напрямку руху транспортного засобу, втрати стійкості.

Визначення основних характеристик і оціночних показників стійкості та керованості АТЗ було проведено шляхом моделювання руху транспортного засобу.

Критична швидкість і порогова швидкість початку коливальної нестійкості визначались на основі аналізу січення простору параметрів прямолінійного руху АТЗ. Показано, що в межах експлуатаційних швидкостей метробус як з керованими, так і не керованими причіпними ланками знаходиться в зоні асимптотичної стійкості.

Вибір та оптимізація конструктивних та масово-геометричних параметрів модулів АТЗ базується на аналізі характеристик стійкості та керованості і порівнянні оціночних показників з нормативними. Зважаючи на те, що показники та параметри стійкості і керованості як прямолінійного, так і керованого рухів, є майже протилежними критеріями цих властивостей, процес знаходження оптимального варіанту можна розділити на два етапи.

Оскільки аналіз прямолінійного руху дає більш однозначні результати, то на першому етапі потрібно визначитися з параметрами транспортного засобу при прямолінійному русі за величинами критичної швидкості і порогової швидкості початку коливальної нестійкості. На другому етапі проводиться перевірка раніше отриманих параметрів на предмет задоволення показників керованості та стійкості керованого руху в неусталеному русі.

Якщо якийсь з параметрів не задовольняє критеріям стійкості та керованості (автопоїзд з керованими причіпними ланками за параметрами «запізнення реакції», час перехідного процесу, статична траєкторна керованість), його оптимізують.

Незважаючи на велику кількість масово-геометричних і конструктивних параметрів модулів транспортного засобу, які впливають на стійкість і керованість, як правило, на практиці у розпорядженні проєктанта для оптимізації є обмежено їх число.

Для колісного модуля це кути встановлення коліс (нахилу шворня, розвалу та сходження), жорсткість рульового приводу, коефіцієнт в'язкого тертя в рульовому приводі, момент інерції керуючого колісного модуля і передаточне число рульового приводу. Для автомобіля це положення центра мас, положення опорно-зчіпного пристрою, співвідношення в кутах відведення коліс осей та закон їх зміни. Для причіпних ланок це їх база, положення точки зчепу з тягачем, тип системи керування, співвідношення в кутах відведення коліс осей та закон їх зміни. Вибору та оптимізації параметрів метробусів для всього спектру експлуатаційних швидкостей і навантажень з урахуванням їх можливих відхилень, обумовлених нестабільністю технологічного процесу масового виробництва або експлуатаційними факторами, будуть присвячені подальші дослідження.

Література

1. <https://econet.ru/articles/4435-metrobus-ili-novaya-sistema-avtobusnogo-dvizheniya>.

2. Сахно В.П. Рівняння руху моделі чотириланкового причіпного автопоїзда /В.П.Сахно, В.Г.Вербицький, А.Є.Бондаренко, О.А.Енглезі //Автошляховик України. Окремий випуск. Вісник Північного наукового центру ТАУ.–2007. Випуск 10.– С.117-120.

Филатов Сергей Валентинович, к.т.н., доцент кафедры ОТД Криворожского государственного педагогического университета

Торина Влада Николаевна, магистр кафедры ОТД Криворожского государственного педагогического университета

СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ БОЛЬШЕГРУЗНЫМИ КАРЬЕРНЫМИ АВТОСАМОСВАЛАМИ

Удельный вес транспортных расходов в общих расходах на добычу полезных ископаемых при глубине карьеров 50-70 м составляет 35-40%, а при глубине 250-300 м 50-65%. Еще большую стоимость транспортные расходы будут иметь в карьерах с проектной глубиной разработки 650-700 м. При этом транспортные расходы могут вырасти до 70% от общих расходов на добычу полезных ископаемых.

На сегодняшний день часть добычи полезных ископаемых открытым способом в черной металлургии превышает 80%, цветной – 70%, угольной промышленности – 50%, нерудной и неметаллорудной – почти 100%. Анализ