

дженого природного газу як моторного палива на залізничному транспорті (для роботи маневрових та магістральних тепловозів за газодизельним циклом), а також для позашляхових великовантажних транспортних засобів (таких, як кар'єрні автомобілі-самоскиди).

2. Дослідити джерела одержання зрідженого природного газу як моторного палива для транспортних засобів в Україні — насамперед за рахунок власного виробництва, а також за рахунок його імпорту у зрідженому стані з європейських LNG-терміналів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Правила ЕЭК ООН № 110-01 «Единые требования к оборудованию автотранспортных средств, двигатели которых работают на сжиженном природном газе (СПГ) и/или сжиженном природном газе (СПГ)»; II. Транспортных средств в отношении установки элементов специального оборудования официального утвержденного типа для использования в их двигателях компримированного природного газа (КПГ) и/или сжиженном природном газе (СПГ)».

2. NGVA Europe. Worldwide NGV statistics. [Електронний ресурс] // NGVA Europe. Електронний журнал. — Режим доступу к журн.: <http://www.ngvaeurope.eu/worldwide-ngv-statistics>. — Назва з екрану.

3. Всесвітній досвід використання стисненого природного та зрідженого нафтового газів як моторних палив на автомобільному транспорті / Редзюк А. М., Ковальов С. О. // Автошляховик України, 2009, № 2, с. 5 — 9.

4. Використання природного та зрідженого нафтового газів як моторних палив в Україні / Редзюк А. М., Ковальов С. О. // Діловий інформаційно-аналітичний журнал «ІНФОРМАЦІЯ та БЕЗПЕКА», 2010, № 3 (4), с. 36 — 39.

5. Комп'ютерна презентація «Position Paper: LNG, a Sustainable Fuel for all Transport Modes». A Position Paper of NGVA Europe prepared by: Dr. Antonio Nicotra, General Manager Gasfin Investment S. A., Managing Director Air-LNG GmbH.

6. ОАО НПО «Гелиймаш». Топливные баки для СПГ. Емкостное оборудование [Електронний ресурс] // ОАО НПО «Гелиймаш». — Режим доступу к журн.: <http://www.gelyimash.ru/products/111/524/>. — Назва з екрану.

7. Chart Industries. VehicleTanks [Електронний ресурс] // Chart Industries. — Режим доступу к журн.: http://files.chartindustries.com/10834738_VehicleTanks. — Назва з екрану.

УДК 629.113

© Сахно В. П., доктор техн. наук, професор, академік ТАУ;

© Єфіменко А. М., аспірант (ДЕТУТ)

ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ КРЕНУ МОНОРЕЙКОВОГО ВАГОНА ТА ПЕРЕРОЗПОДІЛУ РЕАКЦІЙ ОПОР У КРИВОЛІНІЙНИХ ДІЛЯНКАХ РУХУ

Анотація. Описано перерозподіл вертикальних та поперечних реакцій колісних опор монорейкового вагона. Досліджено характеристики силової взаємодії колісних опор монорейкового вагона з поверхнею естакади під час проходження криволінійних ділянок шляхопроводу. Визначено безпечні інтервали вертикальної жорсткості несучих коліс та поперечної жорсткості напрямних коліс, у межах яких гарантовано безпеку руху монорейкового вагона.

Ключові слова: монорейковий вагон, напрямний колісний модуль, несучі колеса, напрямні колеса, деформація, кут крена.

Аннотация. Описано перераспределение вертикальных и боковых реакций колесных опор монорельсового вагона. Исследованы характеристики силового взаимодействия колесных опор монорельсового вагона с поверхностью эстакады при прохождении криволинейных участков путепровода. Определены безопасные интервалы вертикальной жесткости несущих колес и боковой жесткости направляющих колес, в пределах которых обеспечена безопасность движения монорельсового вагона.

Ключевые слова: монорельсовый вагон, направляющий колесный модуль, несущие колеса, направляющие колеса, деформация, угол крена.

Abstract. To the question of assessing kren monorail wagon and redistribution reactions of supports in curved sections of movement. Determined the redistribution of the vertical and lateral reactions of monorail wagon. Investigated the characteristics of force interaction of supports wheel of the monorail wagon with the surface of the trestle when passing curved sections of the overpass. Defined safe intervals vertical stiffness of carrier wheels and lateral stiffness guides wheels within which is provided a safety movement monorail wagon.

Keywords: monorail wagon, guide wheel module, carrier wheels, guides wheels, deformation, angle of kren.

Вступ

Для поліпшення ситуації в галузі перевезення пасажирів, що останнім часом дуже напружена у зв'язку зі збільшенням транспортних засобів на дорогах мегаполісів, постає питання про її покращення, а саме — розвантаження

міських вулиць. Поява монорейкової системи у великих містах зможе налагодити систему переміщень пасажирів у передмісті, що насамперед зменшить час переміщення пасажирів зі спальних районів до центру міста. Цей вид транспорту є найперспективнішим на сьогодні, оскільки

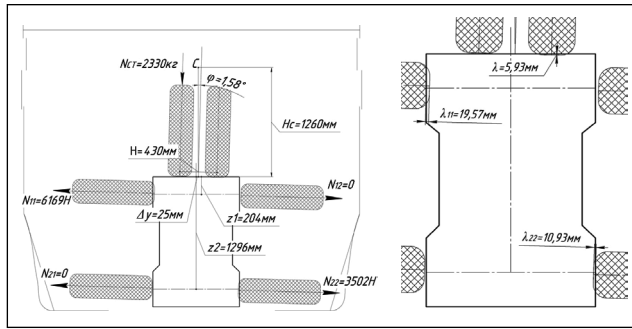


Рис. 3. Візуалізація монорейкового вагона у вертикальній площині

$H_c = 1,2$ м — відстань між центром мас вагона та опорною поверхнею естакади;

$H = 0,43$ м — відстань між повздовжніми площинами симетрії несучих коліс;

$z_1 = 0,204$ м — відстань між повздовжньою площиною симетрії напрямних коліс верхнього ряду та опорною поверхнею естакади;

$z_2 = 1,296$ м — відстань між повздовжньою площиною симетрії напрямних коліс нижнього ряду та опорною поверхнею естакади;

$R = 150$ м — радіус кривої.

На рис. 3 представлено положення динамічної рівноваги моделі монорейкового вагона в кривій з радіусом кривизни 150 м при швидкості 10 м/с, вертикальна жорсткість несучих коліс відповідає значенню $K_{z1} = 477700$ Н/м, поперечна жорсткість напрямних коліс становить $K_{z2} = 320000$ Н/м. Йому відповідає кут крену $\varphi = 1,58^\circ$ та поперечне відхилення $\Delta_y = 25$ мм; реакції несучих та напрямних коліс відповідно $\Delta N_{z1} = 2843$ Н (15%), $0,5 \cdot N_{11} = 6169$ Н, $0,5 \cdot N_{22} = 3502$ Н. Зазначимо, що відсутність контакту напрямних коліс ($N_{12} = 0$, $N_{21} = 0$) з бічною

поверхнею шляхопроводу перевірено за допомогою пакету КОМПАС-3D.

Розглянуто інтервал вертикальної жорсткості параметра K_{z1} несучих коліс від 377700 Н/м до 477700 Н/м (відповідає жорсткості одного несучого колеса). Тоді за умови максимальної жорсткості несучих коліс (у круговій кривій з $R = 150$ м, жорсткість напрямних коліс 250000 Н/м) перерозподіл вертикального навантаження несучих коліс візка становить: $\Delta N_{z1} = 914$ Н (5%), $\varphi = 0,5^\circ$; $\Delta N_{z1} = 3655$ Н (19%), $\varphi = 2^\circ$; $\Delta N_{z1} = 8223$ Н (42%), $\varphi = 5^\circ$, $\Delta N_{z1} = 14619$ Н (75%), $\varphi = 8^\circ$ відповідно при швидкостях 5 м/с; 10 м/с; 15 м/с та 20 м/с. Такий вибір жорсткості призводить до виникнення бічних реакцій на верхніх внутрішніх напрямних колесах і на нижніх зовнішніх (інша пара напрямних коліс не контактує з бічною поверхнею естакади). Далі наведено результати для бокових реакції напрямних коліс за умови максимальної вертикальної жорсткості $0,5 \cdot N_{11} = 1548$ Н, $0,5 \cdot N_{22} = 881$ Н, $0,5 \cdot N_{11} = 6191$ Н, $0,5 \cdot N_{22} = 3524$ Н, $0,5 \cdot N_{11} = 13929$ Н, $0,5 \cdot N_{22} = 7929$ Н, $0,5 \cdot N_{11} = 24762$ Н, $0,5 \cdot N_{22} = 14096$ Н при швидкостях 5 м/с; 10 м/с; 15 м/с та 20 м/с. Інтервал для параметра поперечної жорсткості напрямних коліс (відноситься до одного напрямного колеса) складає від 250000 Н/м до 320000 Н/м. Для максимального значення коефіцієнта пружності напрямних коліс при швидкості 20 м/с виникають такі значення реакцій несучих та напрямних коліс відповідно $\Delta N_{z1} = 11371$ Н (58%), $\varphi = 6,3^\circ$; $0,5 \cdot N_{11} = 24677$ Н, $0,5 \cdot N_{22} = 14011$ Н.

Висновки

Окреслені можливі інтервали для вибору значень параметрів радіальної жорсткості несучих та напрямних коліс, що гарантують безпеку руху монорейкового вагона (плавну зміну кута крену). Досліджено перерозподіл вертикальних та поперечних реакцій колісних опор монорейкового вагона під час проходження криволінійних ділянок шляхопроводу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коротенко М. Л. Устойчивость движения вагона монорельсовой эстакадной дороги [Текст] / М. Л. Коротенко, Н. В. Донцова // Межвуз. сб. науч. тр. / ДИИТ. — Днепропетровск, 1984. — Вып. 232: Проблемы динамики и прочности железнодорожного подвижного состава. — С. 53–58.
2. Донцова Н. В. Выбор параметров рессорного подвешивания вагона эстакадной монорельсовой дороги [Текст] / Н. В. Донцова // Межвуз. сб. науч. тр. / ДИИТ. — Днепропетровск, 1985. — Вып. 240: Динамика, нагруженность и надежность подвижного состава. — С. 94–102.
3. Халиков Т. М. Оценка влияния направляющих колес на динамику ходовой тележки монорельсового транспорта: диссертация кандидата технических наук: 01.02.06 / Т. М. Халиков; [Место защиты: Орлов. гос. техн. ун-т] Самара, 2010 129 с.: 61 11-5/189.
4. Вербицкий В. Г. К определению характеристик силового взаимодействия упругого пневматика с опорной поверхностью при постоянном угле увода (Обобщение на случай продольных сил, действующих в пятне контакта) / В. Г. Вербицкий, В. А. Банников, А. Н. Ефименко, А. Э. Даниленко // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 152/2014. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. — Севастополь, 2014. — С. 56–59.