

5 ЛИТЕРАТУРА

- [1] Парунакян В.Э. Оценка работоспособности серийных автопоездов на внешних перевозках металлопродукции / В.Э. Парунакян, А.А. Жилинков // Защита металлургических машин от поломок – Мариуполь, 2007. – Вып. № 10. – С. 220 – 226.
- [2] Жилинков А.А. Анализ отказов автопоездов на внешних перевозках металлопродукции / А.А. Жилинков // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: 36. наук. пр. – Мариуполь, 2008. – Вип. № 18. Ч.1. – С.241 – 243.
- [3] Тензометрия в машиностроении: Справочное пособие / Р.А. Макаров, А.Б. Ренский, Г.Х. Боркунский и др. – М., Машиностроение, 1975. – 288 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СКАТЫВАНИЯ ВАГОНА С ГОРКИ

Мягкова Алена Валерьевна

Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург, Россия

Представлена физическая модель скатывания вагона с горки, с помощью которой можно построить математическую модель процесса скатывания вагона и аналитически определить время скатывания по профилю горки.

Ключевые слова: модель скатывания вагона, горка, время скатывания, профиль горки.

1 ВВЕДЕНИЕ

Общеизвестно [1, 2], что для формирования и расформирования подвижного состава используют механизированные и немеханизированные горки. При горочном способе сортировочная работа на горке производится с использованием силы тяжести вагона.

Анализ литературных источников [1, 2] показывает, что известна динамическая модель скатывания вагона с горки без прямого учёта силы аэродинамического сопротивления. Однако, в настоящее время модели скатывания вагона с горки, представленной с точки зрения классических положений теоретической механики для расчета времени скатывания по профилю горки нет. Поэтому построение расчётной модели скатывания вагона с горки и нахождения времени скатывания по профилю горки всё ещё является актуальной задачей железнодорожного транспорта и транспортной науки.

Целью настоящей работы является построение динамической модели скатывания вагона с горки с учётом силы аэродинамического сопротивления.

2 МОДЕЛИРОВАНИЕ СКАТЫВАНИЯ ВАГОНА С ГОРКИ

Рассмотрим общие случаи, когда вагон с горки скатывается поступательно с заданной начальной скоростью v_0 (обычно 4–5 км/ч). При скатывании вагона с горки отцеп будет испытывать воздействие сил тяжести вагона с грузом

без груза) – \vec{G} и силы аэродинамического сопротивления – \vec{F}_B (где $\vec{F}_B \in \vec{F}'_{Bx}, \vec{F}'_{By}$). Распределение веса кузова вагона с грузом на перед-

нюю и заднюю тележки зависят от технологии размещения (симметрично или не симметрично относительно осей симметрии вагона) груза на вагоне [3 – 6]. Примем, что центр тяжести груза расположен симметрично относи-

тельно осей симметрии вагона, что позволяет считать равномерность распределения веса кузова вагона с грузом на переднюю и заднюю тележку. Допускаем, что колеса колёсной пары тележек по рельсовым нитям катятся без скольжения в случае отсутствия действия силы аэродинамического сопротивления с боковой стороны вагона (т. е. при $F'_{\text{в}y} = 0$) и при движении вагона за пределами тормозных позиций, а при изменении климатических условий (наличии мокрого или сухого снега и действия силы $F'_{\text{в}y}$) и в пределах тормозных позиций – со скольжением.

Общеизвестно [6], что сила тяжести \overline{G} является постоянной силой и согласно закону всемирного тяготения действует на любое тело, которое находится вблизи земной поверхности. Модуль силы тяжести равен весу тела (груза). Сила тяжести является активной силой, поскольку, начав действовать на покоящееся тело, согласно второму закону Ньютона может привести его в движение.

Сила аэродинамического сопротивления \overline{F}_B относится к классу реактивной силы, зависит от скорости и действует на объект, движущийся в такой, например, среде, как воздух. Сила аэродинамического сопротивления – это результат учёта отбрасываемой среды. Как и другая реакция, она препятствует движению, в данном случае относительно скорости движения воздушного потока \overline{V}_B . Вместе с тем, она может быть отнесена к числу активных сил, поскольку, начав действовать на объект, *может* привести его в движение, если направление скорости воздуха совпадает с направлением скорости вагона.

Силу \overline{F}_B определяют по аэродинамической формуле, кН [7]:

$$F_B = 0,5 \times 10^{-3} c_B \rho_B A v_B^2,$$

где c_B – безразмерный экспериментальный коэффициент сопротивления воздуха, зависящий от формы тела и от того, как оно ориентировано при движении (обычно принимают в зависимости от формы поверхности в пределах от 0,55 до 1,2, например, цилиндрические тела, имеющие в сечении круг (труба) $c_B = 0,6$; для плоской поверхности $c_B = 1,1$); ρ_B – средняя плотность воздуха (кг/м³) (обычно принимают 1,26–1,29); A – максимальная площадь сечения плоскости, перпендикулярной воздушному потоку (м²); \overline{V}_B – скорость воздуха относительно вагона с грузом (м/с).

Учитывая вышеизложенное, физическую модель скатывания вагона с горки можно представить так, как показано на рис. 1а и 1б.

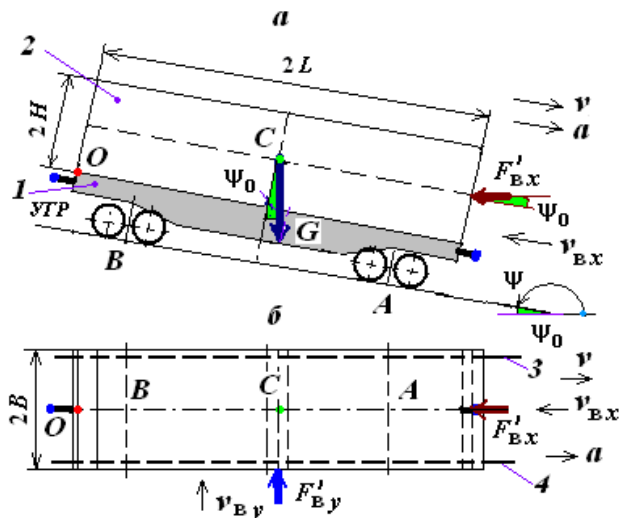


Рис. 1. Физическая модель скатывания вагона с горки:

1 – вагон; 2 – груз; 3 и 4 – наружные
и внутренние рельсовые нити;
а – вид с боку; б – вид сверху

На рис. 1а и 1б обозначены: \overline{G} – сила тяжести вагона с грузом (или без груза), кН; F'_{Bx} и F'_{By} – проекции силы аэродинамического сопротивления на продольную и поперечную оси вагона, кН; $2L$, $2B$ и $2H$ – соответственно длина, ширина и высота груза, м; ψ (или ψ_0) – уклон профиля горки относительно горизонтали, рад.

3 ВЫВОДЫ

С помощью представленной модели можно получить расчётные и математические модели скатывания вагона с горки с учётом аэродинамической силы и аналитически определить время скатывания вагона по профилю горки.

Данный подход в перспективе может быть применен для нахождения длины пути в любой момент времени скатывания вагона с горки.

4 ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Савченко И. Е., Земблинов С. В., Страковский И. И. Железнодорожные станции и узлы: учеб. для вузов ж. –д. трансп. – М: Транспорт, 2002. – 479 с.
- [2] Железнодорожные станции и узлы: учеб. для вузов ж. –д. трансп. / В. Г. Шубко, Н. В. Правдин, и др. – М: УМК МПС России, 2002. – 368 с.
- [3] Туранов Х. Т., Бондаренко А. Н. Теоретическая механика в задачах по грузки-выгрузки и перевозки грузов в вагонах. – Екатеринбург.: УрГУПС, 2006. – 453 с.

- [4] Turanov Kh. Analytical basis of technology asymmetrical allocation of cargo masses common centre in wagons // Transport Problems International Scientific Journal. Silesian University of Technology. Poland, 2009. Т. 4, № 1. – р. 77–86.
- [5] Туранов Х. Т. Теоретическая механика в задачах грузовых перевозок: монография. – Новосибирск: Наука СО РАН, 2009. – 377 с.
- [6] Туранов Х. Т. Взаимодействие открытого подвижного состава и твёрдого груза: монография. – М: Пиар-Пресс, 2010. – 448 с.
- [7] Комаров К. Л., Яшин А. Ф. Теоретическая механика в задачах железнодорожного транспорта. – Новосибирск: Наука, 2004. – 296 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ КОНВЕЄРІВ НА ПОВІТРЯНІЙ ПОДУШЦІ

Пронін Максим Олександрович

Науковий керівник Турушин Володимир Олександрович

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Шляхом математичного моделювання одержано аналітичну залежність, що визначає вплив параметрів проточної частини (кута нахилу, діаметра та відносної площі каналів) конвеєра на повітряній подушці з нахиленими каналами на енергоємність процесу переміщення вантажів.

Ключові слова – конвеєр, повітряна подушка, енергоефективність, енергоємність, енергія, потужність.

1 ВСТУП

Завдяки таким перевагам, як: простота конструкції, надійність, безшумність, безпека експлуатації у вибухонебезпечному середовищі, можливість поєднання процесів переміщення і теплової обробки вантажів, конвеєри на повітряній подушці з нахиленими каналами знаходять все більше розповсюдження в багатьох галузях вітчизняної та зарубіжної промисловості.

Як свідчить досвід, основним чинником, що стримує подальший розвиток цих конвеєрів, є їх низька енергоефективність, що має місце внаслідок відсутності рекомендацій відносно вибору параметрів проточної частини (кута нахилу, діаметра та відносної площі каналів), які були б оптимальними з точки зору енергоефективності конвеєра, що в свою чергу пов'язано з відсутністю математичних моделей, які визначають вплив параметрів проточної частини конвеєра на його енергоефективність.

2 ЕНЕРГОЄМНІСТЬ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ ЯК ПОКАЗНИК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ КОНВЕЄРІВ

У відповідності до [1] показником енергоефективності конвеєрів є енергоємність процесу переміщення вантажів, тобто витрати енергії, що необхідні для переміщення 1 т вантажу на відстань 1 м :

$$E_{ПП} = E/ML, \quad (1)$$

де E - витрата енергії для переміщення вантажу конвеєром, кВт·год ;

M - маса переміщеного вантажу, т ;

L - відстань переміщення вантажу, м.