

Висновок. Розрахунок випромінювання однорядних пучків можна з достатньою точністю здійснювати, не вдаючись до зональних методів. Розрахунок випромінювання пучків з кількістю рядів, що дорівнює двом і більше, за середнім кутовим коефіцієнтом може призвести до серйозного завищення результату, причому похибка тим більше, чим менше відносний поперечний крок $S_1/d \varepsilon_{\text{эф}}$.

Література

1. *Самородов А.В.* Исследование лучистого теплообмена одиночной ребристой трубы с окружающей средой / А.В. Самородов, С.П. Рошин, В.Б. Кунтыш // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: Сб. науч. тр. Архангельск, 1997. – Вып. 2. – С. 102-113.
2. *Блох А.Г.* Теплообмен излучением: Справочник. / А.Г. Блох, Ю.А. Журавлев, Л.Н. Рыжков – М.: Энерго-атомиздат, 1991. – 432 с.
3. Теплообменные аппараты, приборы автоматизации и испытания холодильных машин / под ред. А. В. Быкова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 248 с.
4. *Самородов А.В.* К расчету теплообмена излучением круглоребристых труб и пучков / А.В. Самородов // Труды лесинженерного факультета ПетрГУ. – Петрозаводск: ПетрГУ, 1999. Вып. 2. – С. 135-142.

РАСЧЕТ ЛУЧЕВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОДИНОЧНОЙ КРУГЛОРЕБРИСТОЙ ТРУБЫ

В.А. Самарин

Аннотация - проведено сравнение результатов расчётов излучения труб с круглыми ребрами и пучков из них в окружающую среду по среднему угловому коэффициенту по приведенной степени черноты и зональным методом.

CALCULATION OF RADIAL RADIATION OF THE SINGLE ROUND RIBBED PIPE

V. Samarina

Summary

УДК 514.18

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВАГОНА ЗАЛЕЖНО ВІД ЙОГО ШВИДКОСТІ

Сухарькова О.І.,

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

Руденко С.Ю., к.т.н.

Національний університет цивільного захисту України (м. Харків)

Тел. 067-64-87-899

Анотація – в роботі досліджено вплив швидкості на параметри математичної моделі вагона, складеної на основі диференціальних рівнянь для одноосової системи тіл з двома ступенями свободи із залученням методу фазових портретів у середовищі пакету Maple.

Ключові слова - фазова траєкторія, критичні значення швидкості, одноосова модель, два ступеня свободи.

Постановка проблеми. Розвиток залізничного транспорту породжує питання, пов'язані і безпекою перевезень вантажів і пасажирів за умови підвищення швидкостей. З'являються нові й розвиваються існуючі методи розрахунків динаміки рухомого складу в залежності від стану рейкового господарства [1,2]. Тому актуальним є удосконалення розрахунків динаміки вагонів з використанням математичних методів, здатних досліджувати параметри коливань вузлів вагона в залежності від швидкості його руху. До таких методів відноситься метод фазових портретів, за допомогою якого можна здійснити аналіз коливань елементів рухомого складу у тому числі і на якісному рівні [3].

Аналіз останніх досліджень. Питанням динаміки вагона присвячені роботи [4-7], де викладені основи теорії вільних і вимушених коливань вагона з урахуванням тертя в ресорному підвішуванні, явища резонансу при коливаннях вагона під дією періодичних нерівностей, а також коливання вагонів у системі потяга, що рухається по пружинному рейковому шляху. В існуючих моделях використовуються диференціальні рівняння переважно 4-ого або 5-ого

демпферів. Тому доцільно використати метод фазових портретів у середовищі математичного пакету високого рівня (наприклад, Maple).
Формулювання цілей статті. Дослідити вплив швидкості на вертикальні переміщення вантажів математичної моделі вагона, складеної на основі диференціальних рівнянь для одноосової системи тіл із двома степенями свободи із залученням методу фазових портретів у середовищі пакету Maple.

Основна частина. Існує значна кількість математичних моделей, відповідних типам вагонів, візків і систем підвісу, де враховуються динамічні взаємодії вагона й рейкового шляху. В конкретних випадках опис моделі матиме відмінні риси стосовно певної задачі. Але всі вони в рамках створення інженерної моделі оснований на типовій базовій моделі, зображеній на рис.1. При необхідності ця модель доповнюється елементами, які дозволяють дослідити вплив параметрів.

Приймемо в якості вхідних даних моделі вагона такі параметри: z_1, z_2 - координати вертикальних переміщень центрів мас кузовів і візка; маса візка $m_1=18,7$ т; маса кузова $m_2=53,2$ т; жорсткості буксової пружини ресорного підвішування $c_1=16120$ кН/м; жорсткості центральної пружини ресорного підвішування $c_2=10640$ кН/м; коефіцієнти відносного загасання демпферів $n_1=n_2=0,3$; демпфера буксового підвішування [5,7] коефіцієнт дисипації $b_2=2n_2\sqrt{m_2c_2}$. Підвішування $b_2=2n_2\sqrt{m_2c_2}$.

Параметр нерівності шляху обчислено за формулою:

$$\eta(t) = A \left(1 - \cos 2\pi \frac{V}{L} t \right), \quad (1)$$

де: довжина хвилі нерівності $L=5$ м; висота нерівності $A=0,005$ м; швидкість руху моделі по нерівності до $V=30$ м/с (тобто до 108 км/год).
 Для визначення коливальних динамічної моделі необхідно [5,7] розв'язати систему диференціальних рівнянь:

$$m_1 \ddot{z}_1 + (b_1 + b_2) \dot{z}_1 + (c_1 + c_2) z_1 - b_2 \ddot{z}_2 - c_2 z_2 = b_1 \dot{\eta} + c_1 \eta; \quad (2)$$

$$m_2 \ddot{z}_2 - b_2 \dot{z}_1 - c_2 z_1 + b_2 \dot{z}_2 + c_2 z_2 = 0. \quad (3)$$

Із системи рівнянь (2)-(3) видно, що коливання обох мас зв'язані, тому що до обох рівнянь входять узагальнені координати переміщень

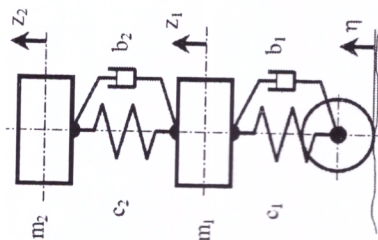


Рис. 1. Схема системи тіл із двома степенями свободи.

z , швидкостей \dot{z} і прискорень \ddot{z} відповідних вантажів. Між координатами цієї системи є пружно-дисипативний зв'язок.

Взаємозв'язок вертикальних коливальних двох мас можна показати на графіку вільного коливаль, для цього необхідно розв'язати рівняння (2) і (3) з нульовою правою частиною $b_1 \dot{\eta} + c_1 \eta = 0$, задати початкове переміщення або швидкість на одну із мас і побудувати графік.

Але більш цікавим є питання, пов'язане з визначенням критичних швидкостей, які «якісно» впливатимуть на вертикальні переміщення вантажів для обраних параметрів жорсткості буксової і центральної пружин ресорного підвішування та коефіцієнтів дисипації демпферів буксового й центральної пружин підвішування.

Для цього було складено Maple-програму побудови фазового портрету для обраних параметрів залежно від зміни швидкості у режимі комп'ютерної анімації. На рис. 2 наведено деякі анімаційні кадри фазових портретів коливальних кузовів на протязі 15 сек.

Критичними значеннями швидкості вважають такі, які викликають якісну зміну зображення фазового портрета. Наприклад, фазові портрети коливальних кузовів (рис. 2) для значень параметрів $V=10,17$ м/сек і $V=16$ м/сек будуть якісно різними. При дискретності анімації 100 кадрів на проміжку швидкостей від $V=2$ м/сек до $V=30$ м/сек було виявлено такі закономірності коливальних на основі аналізу зміни фазових портретів.

Щодо коливальних візка результати такі.

1. На інтервалі швидкостей від $V=2$ м/сек до $V=8$ м/сек амплітуда коливальних збільшується від 0,01 м до 0,015 м, а вертикальна швидкість – від 0,001 м/сек до 0,1 м/сек.

2. Починаючи зі швидкості $V=10$ м/сек амплітуда коливальних зменшується до 0,01 м, а вертикальна швидкість – до 0,07 м/сек.

3. Починаючи зі швидкості $V=13$ м/сек відбувається перебудова структури траєкторії фазового портрета: «навивка з середини» замінюється на «навивку ззовні» при попередніх (пункт 2) амплітудах коливальних та вертикальних швидкостях.

4. Починаючи зі швидкості $V=15$ м/сек до $V=30$ м/сек амплітуда коливальних збільшується до 0,01 м, а вертикальна швидкість – до 0,15 м/сек. При чому, центральна точка «навивки» фазової траєкторії має координати (0,005; 0), що вказує на встановлення режиму коливальних.

Більш цікавим є аналіз коливальних кортису вагона.

1. На інтервалі швидкостей від $V=2$ м/сек до $V=8$ м/сек амплітуда коливальних збільшується від 0,01 м до 0,02 м, а вертикальна швидкість – від 0,0001 м/сек до 0,15 м/сек.

2. Починаючи зі швидкості $V=10$ м/сек амплітуда коливальних зменшується до 0,015 м, а вертикальна швидкість – до 0,01 м/сек.

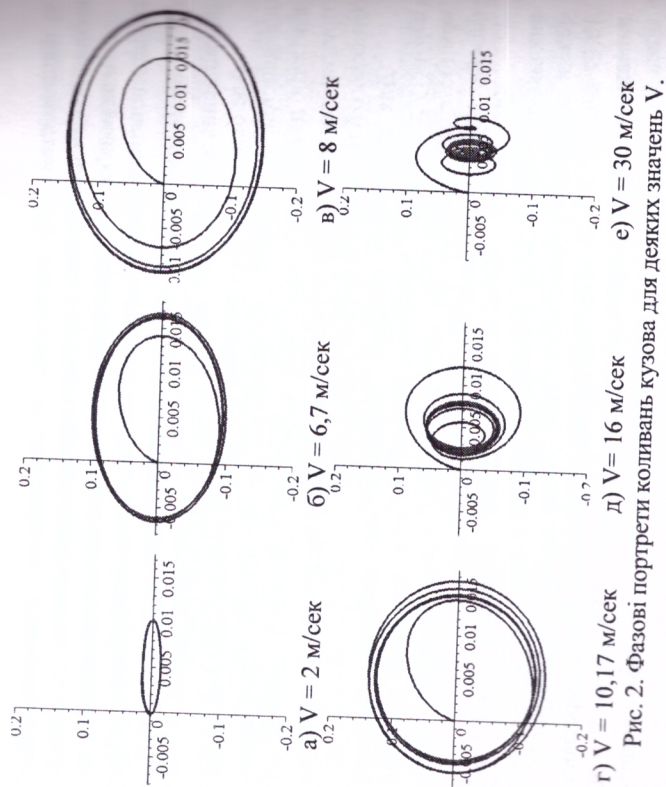


Рис. 2. Фазові портрети коливань кузова для деяких значень V .

3. Починаючи зі швидкості $V=15$ м/сек відбувається перебудова «навивки» структури траєкторії фазового портрета. «Навивка із зовні» (рис. 2д) відбувається до швидкості $V=17$ м/сек.

4. Починаючи зі швидкості $V=17$ м/сек до $V=30$ м/сек амплітуда коливань буде змінюватись у межах $0,01$ м, а вертикальна швидкість – у межах $0,1$ м/сек. (рис. 2е). Це вказує на вдалий підбір входних параметрів, що забезпечив режим коливань кузова вагона, амплітуда якого не зростає.

Висновки. На основі розробленої програми можна аналізувати вплив будь-якого параметра на коливання динамічної моделі із двома ступенями свободи, у тому числі і досліджувати вплив геометричних параметрів рейкового шляху з врахуванням при цьому його динамічної взаємодії з вагоном.

Література

1. Механическая часть тягового подвижного состава : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / И.В. Бирюков [и др.]; под ред. И.В. Бирюкова. – М.: Транспорт, 1992. – 440 с.
2. *Вершинский С.В.* Динамика вагона / С.В. Вершинский, В.Н. Данилов, В.Д. Хусидов; под ред. С.В. Вершинского. – М.: Транспорт, 1991. – 360 с.

3. *Голечков Ю.И.* О качественном исследовании движения некоторых технических объектов / Ю.И.Голечков // НТТ – наука и техника транспорта. 2002. №2. С. 21 – 25.
4. *Медель В.Б.* Подвижной состав электрических железных дорог. Конструкция и динамика / В.Б. Медель. – М.: Транспорт, 1974. – 232 с.
5. *Трофимович В.В.* Динамика электроподвижного состава / В.В. Трофимович. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2007, 120 с.
6. *Рубан В.Г.* Решение задач динамики железно-дорожных экипажей в пакете MathCad / В.Г. Рубан, А.М. Матва. – Ростов-на-Дону: Рост. гос. ун-т путей сообщения, 2009. – 99 с.
7. *Ушкалов В.Ф.* Статистическая динамика рельсовых экипажей / В.Ф. Ушкалов, Л.М. Резников, С.Ф. Редько. – К.: Наук. думка, 1982. – 360с.
8. *Камаев В.А.* Оптимизация параметров ходовых частей железнодорожного подвижного состава / В.А. Камаев. – М.: Машиностроение, 1980. – 215 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВАГОНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕГО СКОРОСТИ

Е.И. Сухарькова, С.Ю. Руденко

Аннотация – в работе исследовано влияние скорости на параметры математической модели вагона, составленной на основе дифференциальных уравнений для одноосной системы тел с двумя степенями свободы с привлечением метода фазовых портретов в среде пакета Maple.

RESEARCH DYNAMICS OF MATHEMATICAL MODEL CARRIAGE IN DEPENDENCE ON HIS SPEED

E. Suharcova, S. Rudenko

Summary

Influence of speed is Investigational on the parameters of the mathematical model of carriage, made on the basis of differential equalizations for the monaxonic system of bodies with two degrees of freedom with bringing in of method of phase portraits in the environment of package of Maple.