

Секция «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДОЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ КАНАТА ГРУЗОПОДЪЁМНОЙ УСТАНОВКИ

Научный руководитель – Анисимов Валерий Николаевич

Литвинов Владислав Львович

Студент (бакалавр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра математического анализа, Москва,
Россия

E-mail: smirnov7777@rambler.ru

В статье исследуются резонансные свойства каната грузоподъёмной установки. Объект исследования относится к широкому кругу колеблющихся одномерных объектов переменной длины. При решении использовался метод Канторовича-Галёркина. В отличие от асимптотических методов решение имеет модовую структуру, что позволяет анализировать резонансные свойства каната. Пренебрежение малыми величинами позволило получить сравнительно простое выражение для амплитуды резонансных колебаний. С помощью полученного выражения проанализированы явления установившегося резонанса и прохождения через резонанс

The resonance properties of the rope hoisting installations are investigated in the article. The object of study refers to a wide range of vibrating one-dimensional objects of variable length. Kantorovich-Galerkin method was used in the solution. The solution has a mode structure, unlike the asymptotic methods, allowing you to analyze the resonance properties of the rope. Neglecting small quantities provides a relatively simple expression for the amplitude of resonance oscillations. The phenomena of resonance and the steady passage through resonance analyzed using the resulting expression.

Ключевые слова: колебания объектов с движущимися границами, краевые задачи, математические модели, резонансные свойства.

Key-words: fluctuations objects with moving boundaries, value problems, mathematical models, resonance properties.

В статье исследуются резонансные свойства каната грузоподъёмной установки. Объект исследования относится к широкому кругу колеблющихся одномерных объектов переменной длины [1-12]. Для описания колебаний использована классическая математическая модель. При решении использовался метод Канторовича-Галёркина [5,6,11]. В отличие от асимптотических методов [3,7] решение имеет модовую структуру, что позволяет анализировать резонансные свойства каната. Пренебрежение малыми величинами позволило получить сравнительно простое выражение для амплитуды резонансных колебаний. С помощью полученного выражения проанализированы явления установившегося и прохождения через резонанс.

Явление прохождения через резонанс наблюдается при внешнем возмущении постоянной частоты .

Таким образом, в отличие от асимптотических методов, использование метода Канторовича-Галёркина позволило для изучения колебаний получить решение, имеющее модовую структуру. Пренебрежение малыми величинами позволило получить сравнительно простое выражение для амплитуды резонансных колебаний, что упрощает анализ резонансных свойств объекта.

Источники и литература

- 1) Весницкий А.И., Потапов А.И. Поперечные колебания канатов в шахтных подъемниках // Динамика систем. Горький: Горьк. ун-т, 1975. №7. С. 84–89. 2. Анисимов В.Н., Литвинов В.Л. Продольные колебания вязкоупругого каната переменной длины // Тр. 4-ой Всерос. научн. конф. «Математические модели механики, прочности и надежности элементов конструкций. Математическое моделирование и краевые задачи». Самара: СамГТУ, 2007. Ч. 1. С. 25–27. 3. Горошко О.А., Савин Г.Н. Введение в механику деформируемых одномерных тел переменной длины. Киев: Наук. думка, 1971. 290 с. 4. Литвинов В.Л., Анисимов В.Н. Поперечные колебания каната, движущегося в продольном направлении // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19. № 4. – С.161–165. 5. Анисимов В.Н., Литвинов В.Л. Исследование резонансных свойств механических объектов с движущимися границами при помощи метода Канторовича-Галеркина // Вестн. СамГТУ. Сер. Физ.-мат. науки. 2009. № 1. С. 149–158. 6. Литвинов В.Л., Анисимов В.Н. Математическое моделирование и исследование колебаний одномерных механических систем с движущимися границами: монография / В. Л. Литвинов, В. Н. Анисимов – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2017. – 149 с. 7. Литвинов В.Л. Исследование свободных колебаний механических объектов с движущимися границами при помощи асимптотического метода // Журн. Средневолжского математического общества. 2014. Т. 16. № 1. С.83–88. 8. Литвинов В.Л. Поперечные колебания вязкоупругого каната переменной длины, обладающего изгибной жесткостью с учетом влияния сил сопротивления среды. // Современные проблемы теории функций и их приложения. Воронеж: Изд-во Научная книга. 2014. С. 153–157. 9. Анисимов В.Н., Литвинов В.Л. Вычисление собственных частот поперечных колебаний вязкоупругого каната, движущегося в продольном направлении и имеющего изгибную жесткость // Тр. 5-й Всерос. науч. конф. «Математическое моделирование и краевые задачи». Математические модели механики, прочности и надежности элементов конструкций. Самара: СамГТУ, 2008. Ч. 1. С. 38–42. 10. Анисимов В.Н., Корпен И.В., Литвинов В.Л. Резонансные свойства каната переменной длины, обладающего изгибной жесткостью с учетом действия демпфирующих сил // Тр. 8-й Всерос. науч. конф. «Математическое моделирование и краевые задачи». Математические модели механики, прочности и надежности элементов конструкций. Самара: СамГТУ, 2011. С. 15–20. 11. Литвинов В.Л., Анисимов В.Н. Применение метода Канторовича – Галеркина для решения краевых задач с условиями на движущихся границах // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 2018. №2. С. 70–77. 12. Литвинов В.Л. Нелинейные математические модели продольно-поперечных колебаний одномерных механических объектов с движущимися границами. В сб.: Современные проблемы математики и механики. Материалы международной конференции, посвященной 80-летию академика РАН В. А. Садовниченко, (Москва, 12–16 мая 2019 г.), М.: МАКС Пресс, 2019. С. 739–742.