

Это способствует взаимодействию продольной и сдвиговой волн на поверхностях упругого слоя и возникновению в нем полного набора незатухающих квазилэмбовских мод высокого порядка, дисперсионная картина и частотный спектр которых, несмотря на ряд различий, подобен волновому процессу в упругом слое, невзаимодействующем с жидкостью.

При взаимодействии упругого слоя из жесткого материала с идеальным сжимаемым жидким полупространством скорость волны звука в жидкости меньше скорости квазиповерхностной волны Рэлея в твердом слое ($\bar{a}_0 = 0,463021 < \bar{c}_R = 0,923008$). В работе [5] установлено, что при таком соотношении между механическими параметрами компонентов системы жидкость препятствует обмену волновой энергии между поверхностями упругого слоя. В этом случае в упругом слое не формируются квазилэмбовские моды высокого порядка. В гидроупругом волноводе возникает лишь одна квазиповерхностная волна, которая, распространяясь вдоль границы раздела сред, локализуется в приконтактной области жидкости.

Таким образом, показано, что основным критерием существования нормальных квазилэмбовских волн высокого порядка и распределения низших мод в средах является соотношение между величинами скоростей волны звука в полупространстве идеальной сжимаемой жидкости и квазирэлеевской волны, распространяющейся вдоль свободной поверхности упругого слоя.

Список литературы

- 1 **Guz, A. N.** Dynamics of elastic bodies, solid particles, and fluid parcels in a compressible viscous fluid (review) / A. N. Guz, A. P. Zhuk, A. M. Bagno // *Int. Appl. Mech.* – 2016. – Vol. 52 – No. 5. – P. 449–507.
- 2 **Гузь, А. Н.** Динамика сжимаемой вязкой жидкости / А. Н. Гузь // Киев : А.С.К., 1998. – 350 с.
- 3 **Гузь, А. Н.** Упругие волны в телах с начальными (остаточными) напряжениями: в двух частях. Ч. 1. Общие вопросы. Волны в бесконечных телах и поверхностные волны / А. Н. Гузь // Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 501 с.
- 4 **Гузь, А. Н.** Упругие волны в телах с начальными (остаточными) напряжениями : в 2 ч. Ч. 2. Волны в частичноограниченных телах / А. Н. Гузь // Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 505 с.
- 5 **Bagno, A. M.** Dispersion properties of Lamb waves in an elastic layer-ideal liquid half-space system / A. M. Bagno // *Int. Appl. Mech.* – 2017. – Vol. 53. – No. 6. – P. 609–616.

УДК 62.752, 621:534;833; 888.6, 629.4.015;02

ВОЗМОЖНЫЕ ПОДХОДЫ В ОСОБЕННОСТЯХ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В РЕЖИМАХ СОВМЕСТНОГО ДЕЙСТВИЯ ВНЕШНИХ СИЛ

Р. С. БОЛЬШАКОВ

Иркутский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. Механические колебательные системы являются наиболее распространёнными схемами технических объектов. В большинстве случаев для анализа их динамического состояния используются типовые параметры оценки, к которым можно отнести скорость, ускорение и смещение относительно положения статического равновесия. Однако для оценки динамического состояния также могут использоваться реакции связей, возникающие между элементами механических колебательных систем [1–3].

Рассмотрение особенностей параметров механических колебательных систем во многом определяется с учётом детализации представлений о действующих силах. Колебания механических систем при действии одиночного силового или кинематического возмущения достаточно хорошо изучены [4]. Менее проработанными остаются вопросы совместного действия двух возмущений, однако в этом направлении имеется некоторый задел [5]. Наличие двух возмущений в системе приводит к изменению параметров её динамического состояния, в том числе изменения динамической жёсткости (введение понятия), приведённых масс и т. д. Основным итогом исследований в названных направлениях стало развитие метода определения динамических реакций. Более детализированно представлено в [6].

В предлагаемом докладе рассматривается влияние совместного действия внешних возмущений на изменение динамических реакций связей на системе с двумя степенями свободы.

I. Общие положения метода определения динамических реакций. На рисунке 1, а приведена расчетная схема рассматриваемой механической колебательной системы с двумя степенями свободы, совершающая малые вертикальные колебания. Относительно приведённой схемы на основе системы дифференциальных уравнений и последующего их преобразования по Лапласу составлена структурная схема (рисунок 1, б), эквивалентная в динамическом отношении исходной расчётной схеме и имеющая возможность преобразования относительно объекта защита (рисунок 1, в).

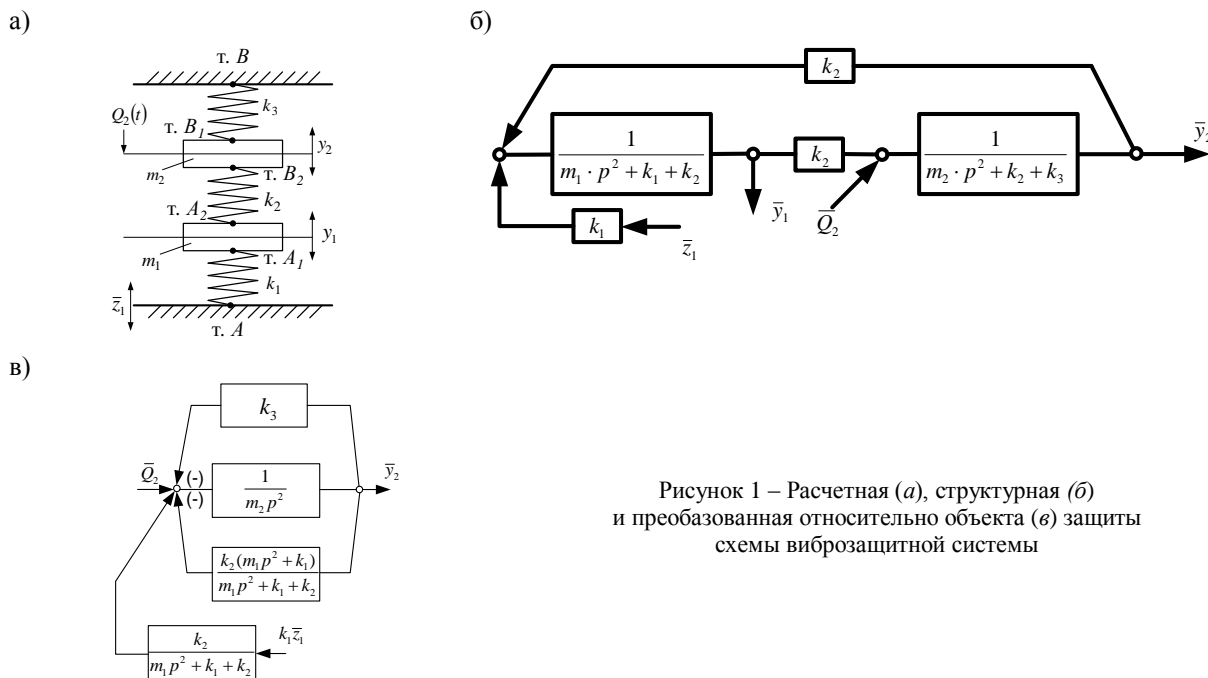


Рисунок 1 – Расчетная (а), структурная (б) и преобразованная относительно объекта защиты (в) схемы виброзащитной системы

II. Особенности амплитудно-частотных характеристик при совместном действии двух внешних возмущений (рисунок 2). Построение передаточных функций реакций связей при действии двух внешних возмущений имеет более сложный характер, поэтому соотношение между воздействиями определяет параметр б.

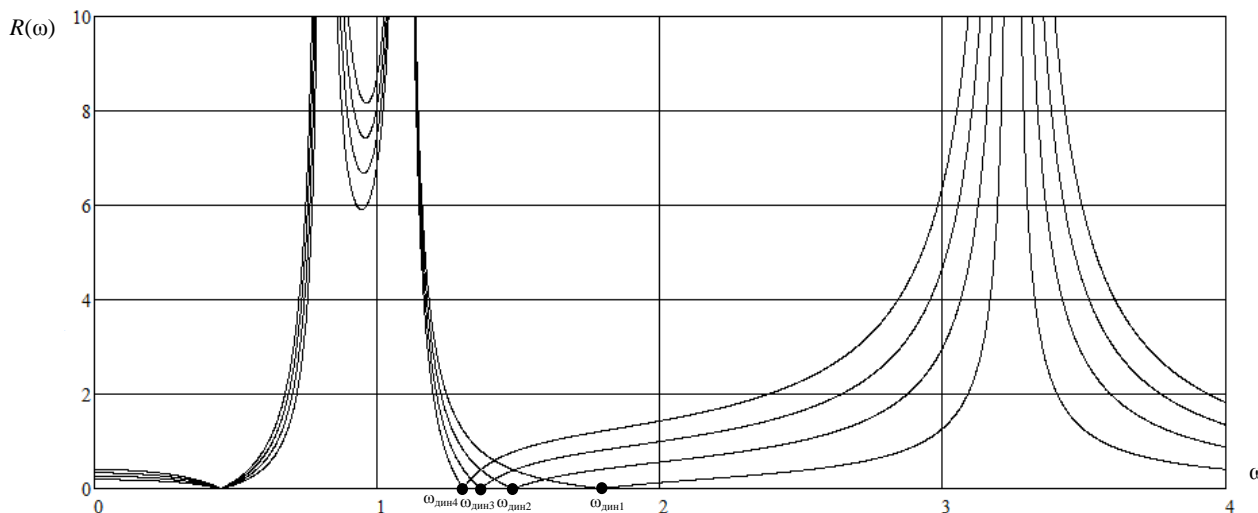


Рисунок 2 – Амплитудно-частотная характеристика динамической реакции в т. B_2 при действии двух внешних возмущений (\bar{Q}_2 и \bar{z}_1) и изменении параметра б: 0,5; 1; 1,5

Анализ амплитудно-частотных характеристик показывает, что влияние двух внешних воздействий на систему формирует амплитудно-частотные характеристики «нетрадиционного» вида, а параметр б влияет на смещение одной из частот динамического гашения на графике. Это связано

с тем, что чем интенсивнее силовое (или кинематическое) возмущение, приложенное к массоинерционному элементу, тем больше реакция на противоположном. Это показано изменением частот динамического гашения в зависимости от b .

Выводы. Динамическое состояние механических колебательных систем может оцениваться не только при действии одиночных возмущений, но и при совместном действии нескольких возмущений. Автором предлагается совместное действие внешних возмущений оценивать при помощи коэффициента связности. Амплитудно-частотные характеристики традиционного вида и реакций связей имеют различия. Физический смысл связан с детализацией представлений о динамических жесткостях системы, представляющими собой структурные образования из нескольких элементов различного типа и могут принимать различные значения (отрицательные, нулевые и положительные). Влияние связности внешних воздействий на динамическое состояние можно рассматривать как решение задач изменения коэффициента связности, что может достигаться через конструктивно-технические решения.

Список литературы

- 1 **Пановко, Я. Г.** Введение в теорию механических колебаний / Я. Г. Пановко. – М. : Наука, 1991. – 255 с.
- 2 **Тимошенко, С. П.** Теория колебаний в инженерном деле / С. П. Тимошенко, Д. Х. Янг, У. Уивер ; пер. с англ. Л. Г. Корнейчука ; под ред. Э. И. Григолюка. – М. : Машиностроение, 1985. – 472 с.
- 3 **Цзе, Ф. С.** Механические колебания / Ф. С. Цзе, И. Е. Морзе, Р. Т. Хинкл ; под ред. чл.-кор. АН СССР И. Ф. Образцова. – М. : Машиностроение, 1966. – 508 с.
- 4 **Кашуба, В. Б.** Динамические реакции в соединениях элементов механических колебательных систем / В. Б. Кашуба, С. В. Елисеев, Р. С. Большаков. – Новосибирск : Наука, 2016. – 331 с.
- 5 **Большаков, Р. С.** Система внешних воздействий. Возможные формы связности колебаний механических систем при действии нескольких внешних факторов / Р. С. Большаков // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2011. – № 8. – С. 5.
- 6 **Большаков, Р. С.** Реакция связи как параметр динамического состояния механической колебательной системы / Р. С. Большаков // Нелинейная динамика машин. School-NDM 2017 : сборник IV Международной Школы-конференции молодых ученых. – 2017. – С. 179–188.

УДК 624.13

ИССЛЕДОВАНИЕ НДС ИЗОЛИРОВАННОЙ ПЛИТЫ НА ТРЕХСЛОЙНОМ ОСНОВАНИИ

С. В. БОСАКОВ

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

О. В. КОЗУНОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Введение. Для расчета конструкций на упругом основании созданы различные модели основания [1–4], которые с разной степенью точности применимы к реальным основаниям в зависимости от диапазона изменения их свойств. Например, модель Винклера применяется для расчетов понтонов водных переправ, фундаментов на песчаных грунтах. Модели упругого основания в виде упругого слоя или полупространства рекомендованы существующими нормативными документами [5] для расчета фундаментных балок и плит.

В работе используется модель трехслойного основания, предложенная авторами ранее [6], для расчета дорожных плит и аэродромных покрытий. Верхний слой является основанием Винклера и расположен на двухслойном основании Когана [4]. Расчет изолированной плиты на этой модели упругого основания выполнен способом Жемочкина на центрально приложенную нагрузку с учетом собственного веса плиты. При определении коэффициентов канонических уравнений способа Жемочкина прогибы плиты с защемленной нормалью от действия единичной силы определяются по формуле, ранее полученной одним из авторов [1]. Приводятся графические результаты расчета для осадок прямоугольной плиты и распределения контактных напряжений под плитой.

Постановка задачи и алгоритм расчета. Рассмотрим прямоугольную плиту размерами $2a \times 2b$ и цилиндрической жесткостью D , лежащую на трехслойном основании под действием внешней нагрузки (рисунок 1). Требуется определить осадки плиты и распределение контактных