

УДК 699.841

КОНСТРУКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ГАШЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Шеин Александр Иванович,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза,*

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Механика».

Чуманов Александр Васильевич,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза,*

аспирант.

Аннотация

Здания и сооружения в процессе их эксплуатации подвержены различным видам воздействий, некоторые из которых могут вызывать колебательные движения. К таким нагрузкам относятся ветровые, сейсмические нагрузки, нагрузки от машин и механизмов и т.д. При больших размахах колебательных движений элементы зданий и сооружений находятся в сложном напряженно-деформированном состоянии, возникают внутренние усилия большой величины. Для защиты конструкций зданий и сооружений от колебательных воздействий устанавливают различные виды гасителей колебаний и устраивают различные мероприятия по гашению, рассеиванию энергии колебаний. В данной работе рассмотрен опыт применения различных конструктивных способов гашения колебаний и принципов их работы.

Ключевые слова: гасители колебаний, сейсмические воздействия, колебания

CONSTRUCTIVE METHODS OF VIBRATIONS DAMPING OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Shein Alexander Ivanovich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Doctor of Sciences, Professor, Head of the department "Mechanics".

Chumanov Alexander Vasilevich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Post-graduate student of the department "Mechanics".

Abstract

Various kinds of influences operate on buildings and structures in the course of their operation, some kinds of influences can cause oscillatory movements. Such loads include wind, seismic loads, loads from machinery and mechanisms, etc. Elements of buildings and structures are in a complex stress-strain state at large swings of oscillatory movements, internal forces of great magnitude arise. To protect the structures of buildings and structures from vibrational effects, various types of vibration dampers are installed and various measures are taken to extinguish, dissipate the energy of oscillations. In this work, we consider the experience of using various constructive ways of damping vibrations and the principles of their operation.

Key words: vibration damper, seismic loads, vibration.

Введение. Довольно часто при проектировании новых зданий и сооружений, и при реконструкции уже действующих, в сейсмических районах предусматривают мероприятия по защите конструкций от динамических воздействий, которые позволяли бы несущему каркасу здания эффективно воспринимать боковые изгибающие нагрузки, возникающие при землетрясении.

В последнее время разработано много новых конструктивных систем с использованием современных технологий и новых методов расчета. Однако большинство этих разработок основаны на прежних технологиях, дополненных новыми способами увеличения эффективности конструкций, что позволяет

находить экономически эффективные решения. Конструкционные способы демпфирования колебаний, которые используют в современном проектировании, основаны на применении: а) безизгибных элементов связи, б) постнапрягаемых несущих каркасов, в) сейсмоизолированных опор.

Безизгибные элементы связи. Также их называют изгибоустойчивыми связями. Они представляют собой стальные конструктивные элементы, которые благодаря определенным конструктивным мероприятиям позволяют создавать жесткие конструкции, устойчивые к местному изгибу под действием сжимающих сил. Безизгибные элементы связи представляют собой стальной сердечник внутри стальной обоймы, заполняемой бетоном. Стальным сердечником является обычно конструкция с крестовидным поперечным сечением, равнопрочным в обоих направлениях. Оба конца стального сердечника выпускают за пределы стальной обоймы, что позволяет изгибоустойчивые связи закреплять к нижним и верхним элементам каркаса при помощи болтовых соединений.



Рисунок 1 – Безизгибный элемент связи

При сжатии стальная обойма сердечника, заполненная бетоном, препятствует продольному изгибу сердечника. При растяжении стальной сердечник беспрепятственно может удлиняться из-за отсутствия сцепления поверхностей сердечника и окружающего бетона.

Жесткая безизгибная конструктивная система успешно использовалась в Японии в течение последних 15 лет.

Постнапрягаемые несущие каркасы. Представляют собой изгибаемые рамные каркасы с введением растянутых стержней в необходимых местах. Исследования по работе таких каркасов проводились в США в г. Сан-Диего штата Калифорния. Испытания крупномасштабных моделей каркасов на вибростоле показали надежность работы постнапрягаемых изгибаемых рам и надежность сварных соединений при сейсмическом воздействии.

Сейсмоизолированные опоры. Главной целью таких опор является обеспечение независимых перемещений друг относительно друга фундамента и колонн каркаса. Данный способ защиты зданий от сейсмических воздействий наиболее эффективен при слабо развитом фундаменте в плане. На данный момент разработано большое количество таких опор. Одна из таких опор представлена на рисунках 2, 3.

Сейсмоизолирующая опора состоит из нижней части 1 с несущей обоймой 4, верхней части 2, состоящей из опорной плиты, жесткой рамы 5 и камеры 6, гибкой подвески 3, которая крепится к несущей обойме 4 и через поршень 3 и упругого элемента 7, который обеспечивает силовую связь между верхней и нижней частями опоры.

Сейсмоизолирующая опора работает следующим образом: статические нагрузки от здания «К» через верхнюю часть 2 опоры передаются на гибкую подвеску. От гибкой подвески нагрузка через нижнюю часть 1 передается на фундамент «Ф».

От горизонтальных составляющих сейсмических толчков фундамент «Ф» и связанная с ней нижняя часть опоры 1 перемещаются горизонтально, а верхняя часть опоры 2 и связанное с ней здание «К» изолируются гибкой подвеской 3 и упругим элементом 7.

От вертикальных составляющих сейсмических толчков срабатывают упругие элементы 7, гася вертикальные сейсмические толчки.

Опора сконструирована так, что нижняя часть 1 опоры с фундаментом при землетрясении может одновременно перемещаться по горизонтали и вертикали относительно верхней части 2 и связанного с ней здания, что обеспечивает сейсмозащиту от горизонтальных и вертикальных сейсмических толчков одновременно. [Патент RU 2423580]

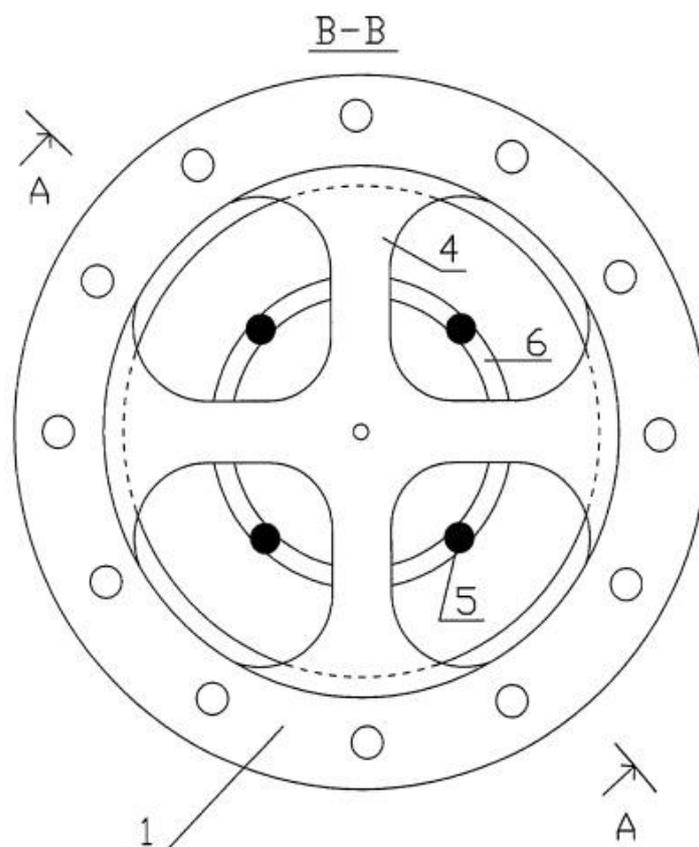


Рисунок 3

В качестве гасителей колебаний можно применять композитные системы «упругий – пластический» (рисунок 4). К упругому несущему ядру конструкции привариваются или наклеиваются накладки из материала, отличающегося высокой пластичностью (к примеру, алюминий или медь). Принцип гашения колебания основан на идее пластического торможения [2]: при наступлении пластической стадии работы накладок часть энергии колебательного движения данной упругопластической системы затрачивается на изгиб разгиб пластических накладок, что и вызывает эффект «торможения». В работе [2] описана методика расчета таких систем, показана динамическая работа системы. Силы демпфирования (рисунок 5) препятствуют резонансным воздействиям, быстро снижают достигнутый уровень перемещений после прекращения сейсмического воздействия. При расчетах системы «упругий сердечник – пластические накладки» в качестве накладок принимают модель жестко-пластического материала. Данный способ гашения колебаний эффективен и достаточно легко реализуем при решении задач расчета МКЭ.

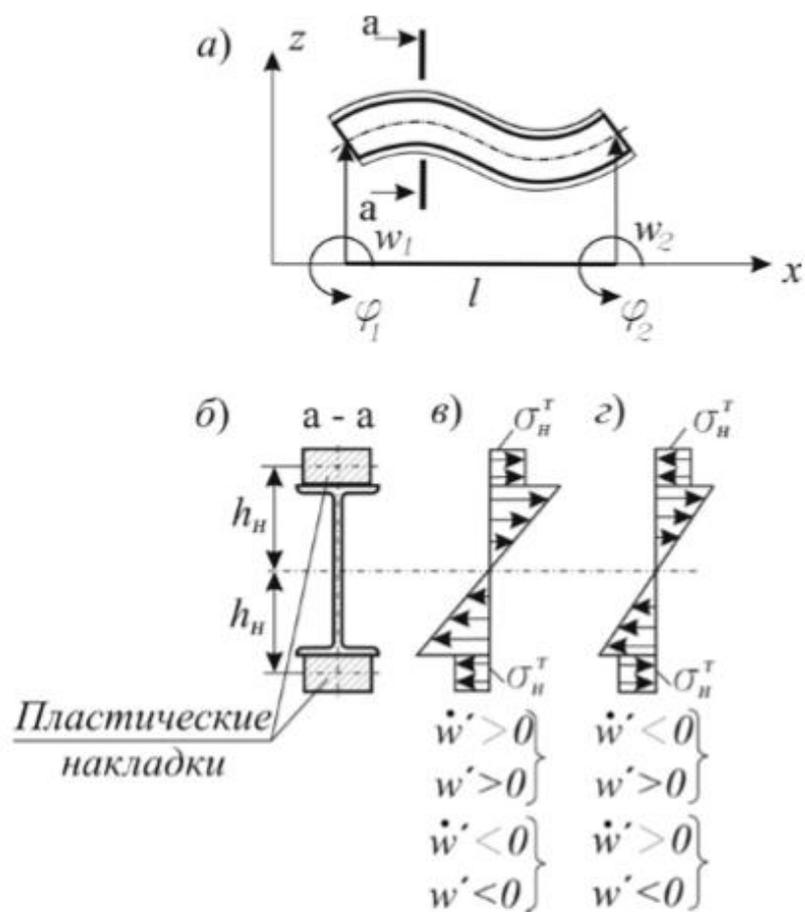


Рисунок 4 – Композитное сечение «упругий – пластический»

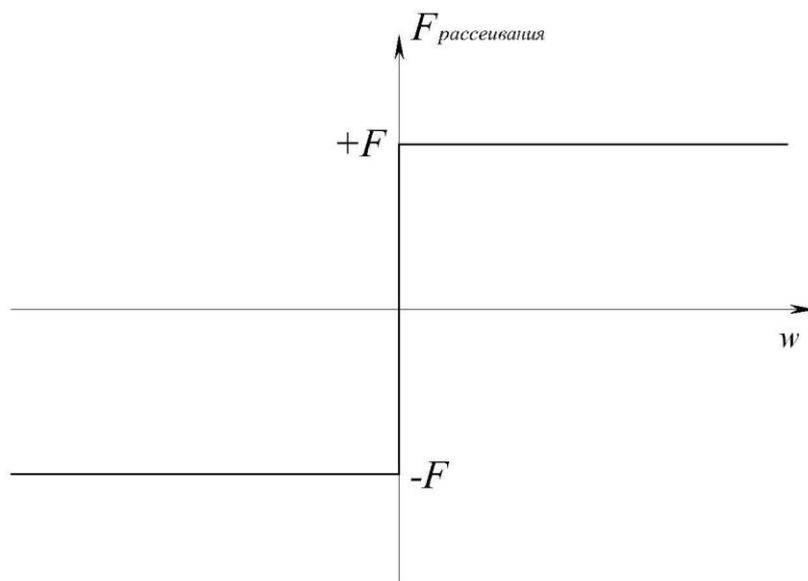


Рисунок 5 – График зависимости демпфирующего воздействия от перемещений

Библиографический список:

1. Гашение колебаний высотных сооружений: в 3-х ч. Ч.1. Современное состояние проблемы : монография / Шеин А.И., Бакушев С.В., Зайцев М.Б. и др. Пенза: ПГУАС, 2011г. 235с.

2. Шеин А.И., Бочкарев Р.В. Использование композитных систем типа «упругий – пластический» для гашения колебаний конструкций [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2015. №2. Системные требования: Adobe Acrobat Reader. URL: http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no2/stroitel'naya-mehanika/2.4/at_download/file

3. Bordenaro M. Both new and improved advances in seismic technologies promise safer buildings // Architectural Record. 2002. №10. P. 185-194

4. Джинчвелашвили Г.А., Мкртычев О.В. Эффективность применения сейсмоизолирующих опор при строительстве зданий и сооружений // Транспортное строительство. 2003. №9. С. 15-19.

5. Черепинский Ю.Д., Гусев М.Н. Проблемы сейсмостойкости зданий с использованием сейсмоизолирующих конструктивных решений // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2006. №5. С.53-55

6. Богданова Е.Н. Конструктивные антисейсмические мероприятия в строительстве каркасных зданий // Зарубежный и отечественный опыт в строительстве: экспресс-информация. М.: ВНИИТПИ, 2003. Вып. №3. С. 28-31.