

УДК 624.011.78:629.5.018.4

Статические испытания опорных элементов для защиты от вибрации стальных конструкций

Селютин Ю.В., Стрелкова А.Ю.

ДонЦТБ ООО «Укринсталькон им. В.Н. Шимановского», Украина

Аннотация. Выполнено теоретическое и экспериментальное обоснование применения полимерных (композитных) материалов для разработки проектных решений по защите конструкций от действия технологической вибрации.

Анотація. Виконано теоретичні та експериментальні обґрунтування використання полімерних (композитних) матеріалів для розробки проектних рішень щодо захисту конструкцій від впливу технологічної вібрації.

Summary. Theoretical and experimental basis of application for design solutions of polymer (composite) materials to protect structures under technological vibrations is performed.

Ключевые слова: средства виброзащиты, композиционные материалы, полиуретановые образцы, статические испытания, модуль упругости опорных элементов.

Актуальность проблемы. Производственное оборудование, вызывающее периодические динамические или ударные (импульсные) нагрузки, является источником технологической вибрации. В соответствии с классификацией, установленной в ГОСТ 26568-85*, проектирование виброизоляции и конструктивных элементов для динамического виброгашения производится по рекомендациям ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко [3, 5].

Проблема обеспечения надежности строительных конструкций при действии динамических нагрузок связана с совершенствованием принципов формообразования, включающих использование материалов с заданными свойствами. Среди средств виброизоляции, вибродемпфирования и динамического виброгашения наибольшее распространение получают проектные решения с использованием композиционных материалов. За последнее десятилетие в строительной индустрии наметилась тенденция увеличения объемов использования конструкционных пластиков, которые находят широкое применение в промышленном, транспортном и гражданском строительстве.

Широкие возможности задания требуемых свойств полимерных материалов и композитов на их основе позволяют решать вопросы

разработки средств виброзащиты для обеспечения качества, надежности и долговечности конструкций зданий и сооружений.

Целью данной статьи является сравнительный анализ эффективности опорных элементов конструкций, выполненных с использованием композитных материалов, на основе статических испытаний.

Особенности деформирования и разрушения полимерных материалов требуют разработки инженерных методов расчета, основанных на неклассических подходах к определению характеристик сопротивления материалов. В соответствии с современными представлениями работа под нагрузкой полимерного или полимерного композитного материала может быть представлена структурной моделью изотропного или анизотропного линейного вязкоупругого тела [1]. По характеру изменения механических и физических свойств полимера выделяются следующие три фазовых состояния: стеклоподобное или кристаллическое, высокоэластичное, и вязкотекучее.

Композитный материал включает две или более фаз (компонентов). Матрица (связующее) придает необходимую форму, обеспечивает несущую способность и предохраняет материал наполнителя от механических и химических воздействий. Наполнитель используется в виде дисперсной фазы или армирующей структуры.

В строительстве получили распространение композиты с волокнистой структурой, в частности, армированные непрерывными волокнами. В качестве примера можно привести сталежелезобетонные конструкции с элементами стекловолоконного армирования. Применение конструктивных решений сталежелезобетонных конструкций с использованием стекло-, базальтопластиковой арматуры повышает трещиностойкость, коррозионностойкость и долговечность конструкций при агрессивных воздействиях в 1,5–1,7 раза [2].

Большой класс представляют композиты, армированные стеклотканью. Защитные покрытия для изоляции, ремонтного восстановления эксплуатационных свойств и противокоррозионной защиты стальных листовых конструкций на основе материалов «ТехноПласт» содержат полимерную основу и армирующие упрочняющие волокна [4].

При армировании слоистыми материалами композит получает структуру, обладающую трансверсальной анизотропией свойств. Слоистые полимерные композиты обладают повышенной жесткостью на изгиб и кручение. Указанные преимущества позволяют рассматривать слоистые композиционные материалы в качестве конструктивных элементов опорных конструкций.

Рассмотрим работу опорного конструктивного элемента в условиях всестороннего сжатия полимерного (композитного) материала в замкнутом пространстве. Для моделирования напряженно-деформированного состояния рассмотрены различные варианты компоновки конструктивных элементов опорной конструкции (табл. 1).

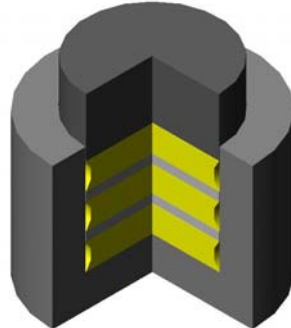


Рис.1. Образец опорной конструкции

Образцы опорной конструкции представляют собой стальной стакан диаметром $d_{\text{вн}} = 80$ мм и толщиной стенки $\delta_{\text{ст}} = 20$ мм, в который помещали слои полимерного (композитного) материала различной толщины. Полиуретановые образцы диаметром $d = 80$ мм изготавливались из материала Adiprene L167. Стальные образцы для образования слоистой структуры выполнены из стали ВСтЗкп2 диаметром $d_c = 80$ мм и толщиной $\delta_c = 15$ мм. Испытания проводились на установке МИ-40КУ путем ступенчатого приложения нагрузки (максимальная нагрузка $P = 40$ кН) с помощью стального плунжера (1).



Рис.2. Установка МИ-40КУ

Таблиця 1

Варианти компоновки конструктивных элементов опорной конструкции

Вариант опорной конструкции	Состав конструктивных элементов	Схема опорной конструкции
1	В стальном стакане (2) два полиуретановых образца (3) толщиной по 20 мм	
2	В стальном стакане (2) три (3) полиуретановых образца толщиной по 15 мм	
3	В стальном стакане (2) слоистая структура: 1-й и 3-й слои – сталь $\delta = 5$ мм (4), 2-й и 4-й – полиуретан $\delta = 20$ мм (3)	
4	В стальном стакане (2) слоистая структура: 1-й и 3-й слои – сталь $\delta = 5$ мм (4); 2-й и 4-й – полиуретан $\delta = 15$ мм (3)	

Диаграммы работы опорных конструкций для вариантов 1–4 представлены на рис. 1–4.

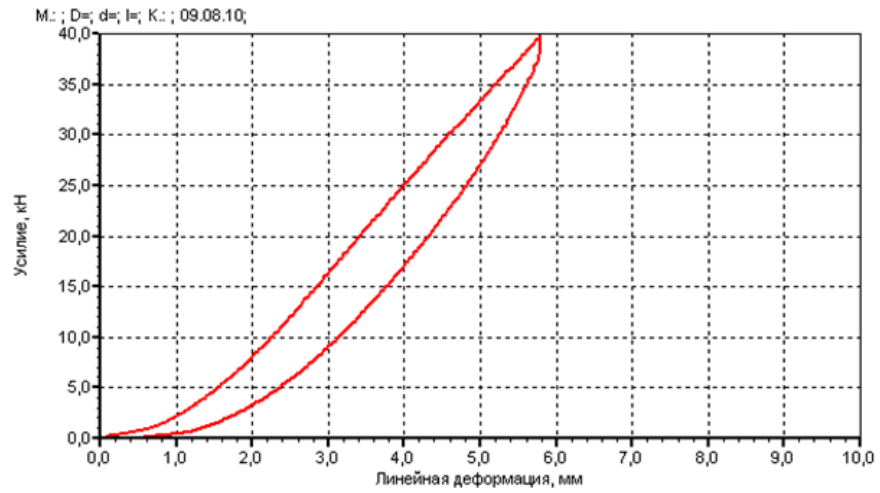


Рис.3. Диаграмма: усилие (P, кН) – линейная деформация (δ, мм) для опорного элемента (вариант 1)

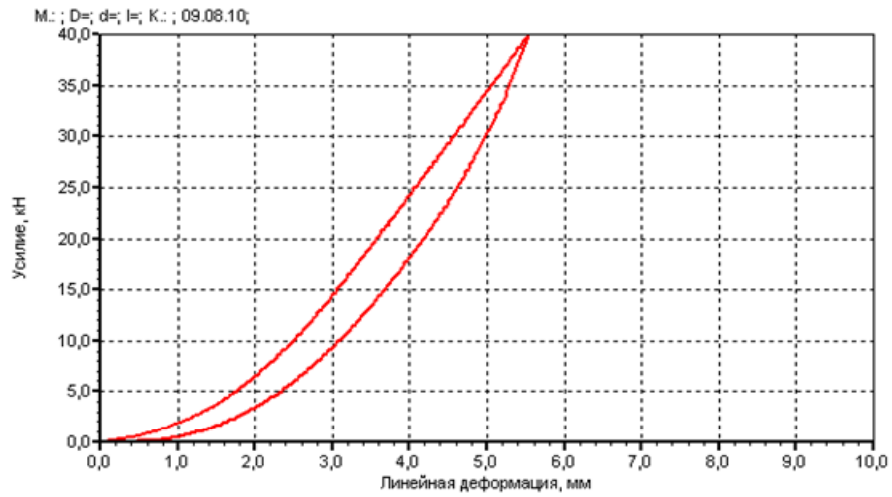


Рис.4. Диаграмма: усилие (P, кН) – линейная деформация (δ, мм) для опорного элемента (вариант 2)

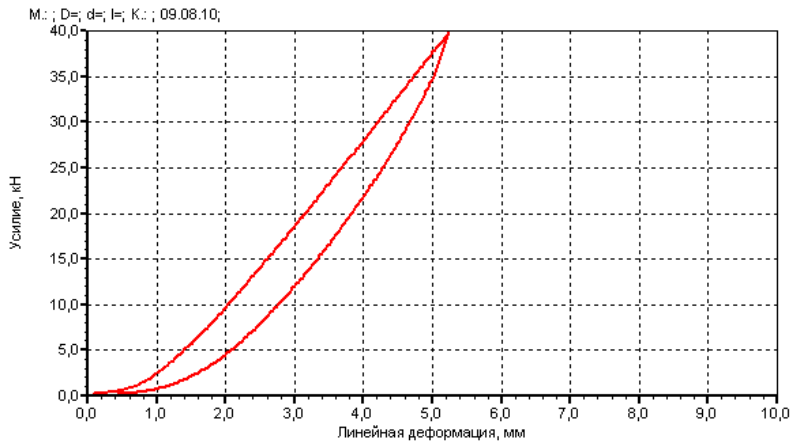


Рис.5. Диаграмма: усилие (P, кН) – линейная деформация (δ, мм) для опорного элемента (вариант 3)

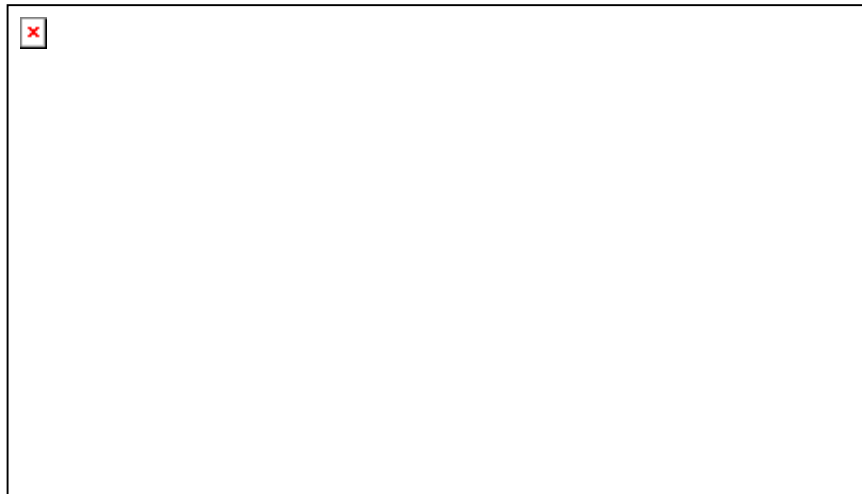


Рис.6. Диаграмма: усилие (P, кН) – линейная деформация (δ, мм) для опорного элемента (вариант 4)

По каждому графику проведены расчёты и определён модуль упругости для каждого вида опор.

Выводы. Результаты выполненных теоретических и экспериментальных работ позволяют выполнять статический расчет элементов опорных конструкций с применением полимерных (композитных) материалов для разработки проектных решений по защите конструкций и сооружений от действия технологической вибрации.

Литература

- [1]** Каминский А. А. Неклассические проблемы механики разрушения / А. А. Каминский, Д. А. Гаврилов. – К.: Наукова думка, 1993. – Т.3: Длительное разрушение полимерных и композитных материалов с трещинами. – С. 248.
- [2]** Селютин Ю. В. Довговічність бетонних конструкцій з елементами скло- і базальтопластикового армування / Ю. В. Селютин // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. пр. – Рівне: НУВГтаП, 2008. – Вип. 17. – С. 241–246.
- [3]** Каталог средств защиты от вибраций строительных конструкций прецизионного оборудования и приборов. – М.: ЦНИИСК им. Кучеренко, 1977. – С. 39.
- [4]** Рекомендации по применению фотополимерных волоконно-армированных материалов «ТехноПласт» при ремонтно-восстановительных работах и защите от коррозии листовых металлоконструкций. – К.: УкрНИИпроектстальконструкция им. В.Н. Шимановского, 2006. – С. 48.
- [5]** Руководство по проектированию виброизоляции машин и оборудования. – М. : Стройиздат, 1972. – С. 159.