

УТВЕРЖДАЮ

Исполняющий обязанности



Генерального директора Акционерного
Общества «Научно-исследовательский

центр «Строительство», доктор
технических наук профессор

А.И.Звездов
2019г.

ОТЗЫВ

Ведущей организацией

Акционерного общества «Научно-исследовательский центр «Строительство»
на диссертационную работу Шепитько Елены Сергеевны «Модель нелокального
демпфирования материала при расчёте стержневых элементов»,, представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 -
Строительная механика.

Диссертация Шепитько Елены Сергеевны посвящена исследованию вопросов
демпфирования при колебаниях строительных конструкций.

Актуальность темы диссертационного исследования.

Актуальность темы исследования определяется тем, что учет демпфирования
оказывает существенное влияние на результаты расчетов конструкций при динамических
воздействиях. Такие конструкции широко распространены. Это элементы транспортных
сооружений, фундаменты энергоагрегатов, опоры различных машин и механизмов и т.п, в том
числе из новых композитных материалов. В тоже время, сейчас нет единой общепризнанной
теории учета демпфирования.

Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной
литературы и трех приложений. Диссертация изложена на 119 страницах. Список
использованной литературы составляет 104 пункта.

В введении приводится обоснование выбора предмета исследования,
сформулирована цель работы, перечислены задачи, решенные в ходе выполнения работы.

В первой главе представлен обзор экспериментальных и теоретических исследований,
посвящённых вопросам исследования внутреннего трения в конструктивных материалах, а
также приведены основные теоретические и расчётные положения, используемые в
диссертационном исследовании.

Рассмотрена модель демпфирования Фойгта, названная в дальнейшем моделью локального демпфирования, а также модель демпфирования, колебаний в данной точке с учётом демпфирования в прилегающей области. Такая модель в дальнейшем именуется моделью нелокального демпфирования. Рассмотрены разные виды ядер модели нелокального демпфирования. Исследованы свойства параметров, входящих в упомянутые ядра.

Во второй главе Получено основное расчётное уравнение для стержневого элемента с учётом нелокального демпфирования. Решение полученного уравнения выполнено методом Бубнова-Галёркина. Форма колеблющегося стержня представляется в виде обобщенного ряда Фурье по функциям, соответствующим формам колебания стержня без демпфирования. Функции, определяющие изменение перемещений во времени определяются из основного уравнения после подстановки в него предполагаемого решения и дальнейшего выполнения скалярных произведений базисных функций и правой и левой частей уравнения.

После преобразований автор приходит к системе интегрально-дифференциальных уравнений, из которой определяются искомые неизвестные функции.

Далее автор исследует вопрос колебаний стержня с нелокальным демпфированием под действием детерминированной нагрузки. Исследуются требуемая длина ряда в принятом решении задачи, обеспечивающая необходимую точность. Исследуется влияние параметров ядра оператора демпфирования на получаемые результаты расчетов. Показана связь исследуемой модели демпфирования с моделью Фойгта.

Далее автор переходит к вопросу исследования колебаний стержневого элемента под действием стохастической стационарной нагрузки. Смоделированы 10 реализаций таких случайных колебаний. Исследованы характеристики случайного колебательного процесса, при этом подтверждено, что смоделированный процесс является стационарным.

Автор исследует вероятности попадания прогибов в средней части колеблющегося стержня в заданный интервал значений в зависимости от параметров, характеризующего ядра демпфирования. Результаты представлены в виде формул, гистограмм и таблиц.

В третьей главе рассматривается задача о колебаниях пологой арки с учетом демпфирования и с учетом потери устойчивости в процессе колебаний. Для решения данной задачи используется метод, описанный выше.

Перед исследованием процесса колебаний, автор рассматривает поведение арки под действием статической нагрузки, выделяя два случая ее работы – обычное демпфирование и демпфирование с потерей устойчивости в виде характерного «хлопка».

Переходя к исследованию колебательных процессов, автор в начале рассматривает колебания под действием детерминированных нагрузок. Результаты представлены в виде графиков фазовых траекторий

В начале рассматриваемой задачи о колебаниях под действием внезапно приложенной постоянной нагрузки. Характер полученного графика подтверждает правильность предложенного автором метода и основных расчетных результатов.

Далее автор переходит к рассмотрению колебаний арки под действием циклической нагрузки. При этом задача решается для двух диапазонов изменения амплитуды нагрузки. При этом показано, что для одного диапазона нагрузок колебания совершаются около одного положения равновесия, а для другого диапазона нагрузок – около двух положений равновесия. Показано, что при нелокальном демпфировании колебания качественно отличается от колебаний с демпфированием по модели Фойгта.

Затем автор приходит к рассмотрению задачи о колебаниях арки под действием стохастической стационарной нагрузки. Проанализирован результат с колебаниями арки около двух положений равновесия. Показано, что при таких колебаниях около каждого положения равновесия с высокой степенью вероятности перемещения средней точки арки распределены по нормальному закону.

Проанализирована разница, которую дает учет нелокального демпфирования по сравнению с локальным.

В четвертой главе выполнено сравнение математической модели автора с результатами расчета объемной конечно-элементной модели в программном комплексе «Abaqus». Поскольку колебания и демпфирования в объемной модели и в одномерной модели происходят с некоторыми различиями, то автор выполнил калибровку своей модели, так, чтобы результаты соответствовали колебаниям объемных тел. В диссертации показано, что калибровка для тел конкретных размеров не снижает общность результатов и может быть распространена на конструкции других размеров.

В целом диссертация написана в классическом стиле работ по строительной механике. Приводится постановка задачи, основные расчетные предпосылки, основные уравнения, их решения, приложение методики к расчету конструкций и анализ результатов. Диссертация написана хорошим языком. Материал изложен ясно и логично. Все расчетные допущения строго обоснованы и подкреплены соответствующими расчетами. Содержание диссертации полностью соответствует ее теме.

Соответствие содержания автореферата содержанию работы

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Автореферат содержит основные результаты и выводы, раскрывает основное содержание работы.

Публикации по теме диссертации

Результаты диссертации опубликованы в 7 научных работах, из которых одна статья – в иностранном издании, входящем в международную базу *Web of Science*, две статьи в изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК.

Личный вклад соискателя в получении результатов исследования

Все основные результаты получены автором самостоятельно. Решения уравнений и написание компьютерных программ также выполнены автором самостоятельно.

Обоснованность и достоверность основных положений

Результаты, полученные автором являются достоверными. Это обеспечивается использованием обоснованных расчетных предпосылок, соблюдением принципов строительной механики и сопротивления материалов, соответствием поведения математической модели автора и численной модели, разработанной с использованием метода конечных элементов. Все расчётные предпосылки являются обоснованными и подкреплены соответствующими расчётами

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов состоит в том, что разработана методика расчёта стержневых элементов строительных конструкций на динамические воздействия с использованием модели нелокального демпфирования материала; разработана методика подбора параметров нелокальной модели демпфирования по результатам численного или физического эксперимента для широкого класса материалов; обоснована возможность применения предложенной математической модели к расчёту широкого класса конструкций

Результаты автора могут быть использованы при расчете конструкций, подвергающихся динамическим воздействиям разного рода, в том числе конструкций из новых композитных материалов.

Основные результаты и научная новизна

Научная новизна результатов состоит в следующем.

Разработана математическая модель колебательного процесса в стержневых элементах с учётом демпфирования, которая может гибко адаптироваться к различным материалам, в том числе ортотропным и анизотропным; исследованы и установлены закономерности динамического поведения стержневых элементов при учёте нелокального демпфирования под

действием детерминированных и стохастических динамических нагрузок; установлено, что разработанные в диссертации методики позволяют достичь удовлетворительной точности моделирования колебаний стержневых элементов, выполненных из композитных материалов

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Стр. 53. Автор пренебрегает продольными колебаниями в арке и в формуле (3.2), не учитывает соответствующий вид демпфирования. Но продольные усилия в пологих арках и оболочках от поперечных нагрузок могут быть большими. Напряжение от них могут быть одного порядка с напряжениями от моментов. Поэтому данное допущение не очевидно.

2. стр. 58, формула (3.22). Строго говоря, уравнение не является геометрически линейным. Это линейное дифференциальное уравнение. В механике под геометрической нелинейностью обычно понимается случай, когда используется точное (нелинейное выражение для кривизны). В данном случае выражение для кривизны приближенное (линейное). Правильно было бы назвать это расчетом по деформированной схеме.

3. Стр.66, конец п.3.3. Не ясно, какой колебательный процесс ближе к истине – около одного положения равновесия их около двух при данной величине нагрузки.

4. Стр. 89. Пояснение в тексте ниже рис.4.8. Данное объяснение увеличенного периода колебаний с уменьшенной амплитудой для объемного стержня по сравнению с одномерным представляется не вполне конкретным. Скорее всего, это связано с тем, что в объемном стержне относительные деформации при колебаниях происходят не только вдоль стержня, но и поперек за счет коэффициента Пуассона в отличии от одномерного стержня. Это создает дополнительное рассеивание энергии, создает дополнительное сопротивление. Вследствие этого увеличивается период и уменьшается амплитуда колебаний.

5. Стр. 92, рис. 4.1.1. Сравнение с результатами, соответствующими модели Фойгта следовало бы сделать в более «мягкой» форме. Вероятно, что при тщательном подборе параметров в модели Фойгта погрешности можно было бы значительно уменьшить.

Данные замечания не являются принципиальными и не снижают достоверность и значимость работы.

Рассмотрение данной диссертационной работы позволяет заключить следующее. Диссертация Шепитько Елены Сергеевны на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи о колебаниях стержневых элементов при учёте нелокального демпфирования, имеющей существенное значение для развития строительной механики и практики расчёта конструкций из однородных и композитных материалов, что соответствует требованиям п. 9

Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 «Строительная механика»

Заключение рассмотрено на заседании лаборатории Механики железобетона №8 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство» 23.09.2019, протокол № 3/08.

Заключение составлено:

Крылов Сергей Борисович,
доктор технических наук,
заведующий лабораторией
Механики железобетона №8

НИИЖБ им. А.А. Гвоздева
АО «НИЦ «Строительство».

05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения
г. Москва, 2-я Институтская ул. дом 6,
Тел. 8-499-174-74-07
niizhb_lab8@mail.ru

 Крылов Сергей Борисович

24.09.2019

Акционерное Общество «Научно-исследовательский центр «Строительство»
(АО «НИЦ «Строительство»),
109428, г. Москва, 2-я Институтская ул., д.6, к. 1, +7 (495) 602-00-70, inf@cstroy.ru.

