

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Рагеха Басема Осами Саида

«Численный энергетический метод в приложении к большепролетным вантовым мостам »,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика

Диссертационная работа посвящена использованию алгоритма поиска минимума потенциальной энергии применительно к вантовым мостам больших пролетов. В основе алгоритма лежит метод сопряженных градиентов. Работа изложена на 152 страницах, состоит из введения, четырёх глав и заключения. Список литературы содержит 121 позицию, в том числе 78 на иностранном языке.

Численный энергетический метод анализа поведения вантовых мостов, как в статической, так и в динамической постановке позволят эффективно решать ряд актуальных вопросов возникающих при расчете вантовых мостов. К таким вопросам можно отнести определение оптимального начального натяжения вант, определение частот колебаний при эскизном проектировании, определение динамического отклика сооружения при обрыве одной из вант. Также энергетический метод применим для решения актуального для вантовых мостов анализа взаимодействия сооружения с ветровым потоком.

Разработанный автором универсальный численный энергетический метод расчета вантовых мостов основан на методе сопряженных градиентов и методе конечных элементов. В рамках поставленной задачи соискателем приведены аналитические решения по определению шага и вектора спуска в методе сопряженных градиентов.

Достоверность полученных результатов и выводов подтверждается сопоставлением с результатами, полученными альтернативными алгоритмами. В работе обосновываются преимущества предлагаемого энергетического метода по сравнению с известными в литературе методами решения задачи определения начального натяжения вант.

Энергетический метод определения частотных характеристик с учетом влияния продольных сил подтвержден результатами расчета с использованием традиционного метода конечных элементов стержневых систем.

Численное решение динамической задачи по определению отклика конструкции на обрыв вант выполнено методом постоянных ускорений.

В диссертационном исследовании разработан новый численный универсальный алгоритм, позволяющий более эффективно выполнять оптимизационные расчеты вантовых мостов.

Разработанный соискателем новый алгоритм реализован на языке Фортран. Результаты работы алгоритма верифицированы сравнением с результатами работ других авторов и методом конечных элементов.

Следует отметить новизну постановки задачи по анализу живучести конструкции при обрыве ванты.

Полученные в работе новые универсальные зависимости для мостов с различной системой вант имеют практическую ценность и могут быть использованы при проектировании вантовых мостов больших пролетов.

Диссертационная работа содержит следующие основные выводы.

1) На основе нелинейного математического моделирования разработан энергетический численный метод определения оптимального натяжения вант, обеспечивающий минимальные деформации моста. Для реализации этого метода создан собственный алгоритм и программа на языке Фортран, более эффективный по сравнению с алгоритмами, предложенными другими авторами.

2) Исследована эффективность несущей способности трех систем вант: «арфа», «веер» и радиальная, показавшая, что по перемещениям радиальная схема является наиболее эффективной.

3) Выполнено специальное детальное сопоставление результатов предлагаемого метода с одной из последних работ по рассматриваемой теме, подтвердившее преимущество предлагаемого метода

4) Предложена новая универсальная зависимость между прогибами балки жесткости и пилонами, которую целесообразно использовать при предварительном проектировании моста.

5) Численно, по известной программе SAP 2000, исследованы частотные характеристики моста с представлением мультипликации. Исследование полностью выявило динамические характеристики моста, необходимые для динамического расчета.

6) Впервые аналитическим методом исследовано влияние продольных усилий в балке жесткости на значение частот свободных колебаний вантовых мостов. Вычисления выполнены для радиальной схемы вант с целью верификации результатов численного метода КЭ. Определены критические скорости ветра для вант и среднего пролета моста при ветровом резонансе.

7) Разработан новый специальный алгоритм нелинейного динамического расчета на языке Фортран для исследования живучести вантового моста при внезапном обрыве вант, выявлен динамический эффект этого воздействия.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации и дана общая характеристика работы, определены цели и задачи исследования.

В первой главе представлен краткий обзор развития вантовых мостов. Рассмотрены основные конструктивные схемы современных вантовых мостов. Проанализированы известные в литературе способы учета геометрической нелинейности мостов с кабельными и вантовыми элементами. Проведен обзор методов оценки оптимального натяжения вант. Особое внимание уделено алгоритму Хасана (2010г) по определению величины оптимального предварительного натяжения вант.

Подробно предоставлено обоснование предлагаемого энергетического метода с применением метода сопряженных градиентов для минимизации потенциальной энергии системы. Приведены аналитические выражения по определению шага и вектора спуска систем с вантовыми элементами.

Во второй главе предложен алгоритм определения оптимального предварительного натяжения вант при статических нагрузках. Предоставлена блок-схема предлагаемого алгоритма. Даны оценки сходимости алгоритма. Даны рекомендации по выбору начальных условий итерационной процедуры. Получены универсальные зависимости между прогибами балки жесткости и пилонами. Приведены примеры использования разработанного алгоритма. Проанализиро-

5) Численно, по известной программе SAP 2000, исследованы частотные характеристики моста с представлением мультипликации. Исследование полностью выявило динамические характеристики моста, необходимые для динамического расчета.

6) Впервые аналитическим методом исследовано влияние продольных усилий в балке жесткости на значение частот свободных колебаний вантовых мостов. Вычисления выполнены для радиальной схемы вант с целью верификации результатов численного метода КЭ. Определены критические скорости ветра для вант и среднего пролета моста при ветровом резонансе.

7) Разработан новый специальный алгоритм нелинейного динамического расчета на языке Фортран для исследования живучести вантового моста при внезапном обрыве вант, выявлен динамический эффект этого воздействия.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации и дана общая характеристика работы, определены цели и задачи исследования.

В первой главе представлен краткий обзор развития вантовых мостов. Рассмотрены основные конструктивные схемы современных вантовых мостов. Проанализированы известные в литературе способы учета геометрической нелинейности мостов с кабельными и вантовыми элементами. Проведен обзор методов оценки оптимального натяжения вант. Особое внимание уделено алгоритму Хасана (2010г) по определению величины оптимального предварительного натяжения вант.

Подробно предоставлено обоснование предлагаемого энергетического метода с применением метода сопряженных градиентов для минимизации потенциальной энергии системы. Приведены аналитические выражения по определению шага и вектора спуска систем с вантовыми элементами.

Во второй главе предложен алгоритм определения оптимального предварительного натяжения вант при статических нагрузках. Предоставлена блок-схема предлагаемого алгоритма. Даны оценки сходимости алгоритма. Даны рекомендации по выбору начальных условий итерационной процедуры. Получены универсальные зависимости между прогибами балки жесткости и пилонами. Приведены примеры использования разработанного алгоритма. Проанализиро-

ваны три традиционные системы вант: «арфа», «веер», радиальная. Верификация предложенного алгоритма выполнена путем сравнения полученных результатов с результатами, полученными по алгоритму Хасана (2010г).

В третьей главе приведена процедура расчета вант и балки жесткости на ветровой резонанс. Предложен энергетический метод определения частотных характеристик моста с учетом влияния продольных сил.

В четвертой главе приведен алгоритм предлагаемого энергетического метода для решения динамических задач. Рассмотрена актуальная задача о живучести вантового моста при внезапном обрыве ванты в динамической постановке. Определены динамические коэффициенты для смежных вант при обрыве одной из вант.

По диссертации имеются следующие замечания.

1) Оценку достоверности предлагаемого метода можно было бы расширить путем использования найденных решений по оптимальному предварительному натяжению вант в традиционной конечно-элементной модели моста. Оптимальность найденного решения следует оценивать не только по перемещениям, но и по усилиям.

2) В формуле 1.5 на стр.31 в выражении для полного удлинения ванты учет нелинейных членов выполнен приближенно. Точное выражение для нелинейных членов полного удлинения ванты можно найти в книге А.В. Перельмутер, В.И. Сливкер «Расчетные модели сооружения и возможность их анализа», Киев, 2002. Возможно, данное допущение сделано для упрощения дальнейших аналитических выражений.

3) В четвертой главе представляется интересным исследование величины времени обрыва ванты на динамический отклик.

Основные положения диссертации опубликованы в 11-ти печатных работах.

Результаты, полученные автором, являются новыми, обоснованными, представляющими значительную практическую ценность. Работу отличает высокий уровень апробации.

Сделанные замечания не имеют принципиального характера и не снижают общей положительной оценки работы. Нет сомнения в том, что диссертация Рагеха Басема Осами Саида является законченным научным исследованием в области строительной механики, её тема актуальна, а результаты представляют практический и теоретический интерес.

Автореферат и публикации объективно и с достаточной полнотой отражают содержание диссертации.

Считаю, что рецензируемая работа удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – «Строительная механика», а её автор Рагех Басема Осами Саид заслуживает присуждения ему искомой степени.

Представленная диссертация и автореферат соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842.

Начальнике расчетного отдела

ЗАО «Институт Гипростроймост

Санкт-Петербург»

Кандидат технических наук

Р.Н. Гузеев

01.12.14

Подпись руки Гузеева Романа Николаевича
завершено
инспектор комиссии ЗАО «Институт Гипростроймост»
Санкт-Петербург
/Борисина С.Ю./

197198 г. Санкт-Петербург, ул. Яблочкова,
д.7; (812) 498-09-25; E-mail:
roman.guzeevgpsm.ru