

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук, доцента

Сорокиной Галины Вячеславовны

на диссертационную работу Нго Хыу Хиеу

«Метод сил в задачах статики, динамики и устойчивости стержневых систем», представленную в диссертационный совет 24.2.380.01 при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика

Актуальность темы диссертации

Метод конечных элементов в форме метода перемещений реализован в настоящее время во всех программных комплексах по расчету строительных конструкций. Это связано с его следующими положительными свойствами: ленточный характер и слабая заполненность матрицы жесткости конструкции, а также однозначная структура этой матрицы после нумерации узлов и элементов системы. Второй основной метод строительной механики – метод сил – не используется в программных комплексах даже для стержневых систем, несмотря на его преимущества при решении некоторых задач (расчет на заданные деформации, на неравномерную осадку опор и др.). Это вызвано неоднозначностью матрицы разрешающей системы уравнений – матрицы податливости конструкции, а также трудностью обеспечения слабой заполненности этой матрицы.

Таким образом, проблема построения алгоритма метода сил, сравнимого по сложности с методом перемещений, является актуальной задачей строительной механики. Исследования диссертанта направлены на развитие метода сил в форме метода конечных элементов в усилиях. Это и определяет актуальность работы.

Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, основных выводов, списка использованной литературы, включающей 107 позиций, в том числе 83 на иностранных языках. Работа изложена на 154 страницах машинописного текста, включает 58 рисунков, 69 таблиц и 3 приложения.

В первой главе приведен обзор существующих методов расчета стержневых систем, в которых разрешающая система уравнений формируется относительно усилий. В частности, соискатель показал недостатки «интегрального метода сил» (the integrated force method) и «силового метода» (force based method). Далее соискатель рассматривает проблемы алгоритмизации метода сил. На основе этого формулируется цель и метод исследований.

Вторая глава содержит вывод в явном виде невырожденных матриц податливости и жесткости для всех типов стержневых элементов с произвольной ориентацией относительно глобальной системы координат, как для плоских, так и для пространственных задач статики. Сформулирован алгоритм метода сил, который назван методом контурных усилий, сравнимый по структуре и свойствам матрицы разрешающей системы уравнений с методом перемещений.

Третья глава содержит постановки и примеры решения задач динамики стержневых систем в усилиях с помощью предложенного метода конечных элементов в усилиях. Представляют интерес разработанные в диссертации постановки в усилиях для сейсмического расчета стержневых конструкций. Полученные автором результаты сравниваются с аналитическими решениями, а также с результатами, полученными в программном комплексе SCAD, в котором реализован метод конечных элементов в перемещениях.

Четвертая глава посвящена постановкам и примерам решения задач устойчивости стержневых систем в усилиях. Проведено исследование точности предложенного подхода. Выполнен расчет металлического каркаса жилого здания в Социалистической Республике Вьетнам.

В приложении к диссертации приведены две Справки о внедрении результатов работы.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций.

В качестве результатов, имеющих научную новизну, можно отметить:

1. Для задач статики получены явные выражения для матриц жесткости и податливости, которые являются не особенными, даже для элементов, не закрепленных от жестких перемещений.

2. Представлены новые постановки задач динамики и сейсмостойкости стержневых систем в усилиях.

3. Представлены новые постановки задач устойчивости стержневых систем в усилиях.

4. На основе предложенных вариационных постановок построены новые конечные элементы и создана программа в пакете MATLAB для решения задач статики, динамики и устойчивости стержневых систем в усилиях.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

Достоверность полученных результатов определяется корректным применением математических моделей строительной механики и основных положений метода конечных элементов. Автор провел тщательное сопоставление полученных результатов с известными решениями. Результаты выполненных расчетов на основе метода конечных элементов в усилиях согласуются с данными других подходов (аналитические решения, метод конечных элементов в перемещениях).

Теоретическая и практическая значимость работы.

Разработанные в диссертации новые постановки в усилиях задач статики, динамики и устойчивости стержневых систем являются вкладом в теорию методов расчета строительных конструкций.

Практическая значимость работы заключается в возможности непосредственного использования построенных конечных элементов при совершенствовании существующих программных комплексов по расчету строительных конструкций.

Практическая значимость диссертации подтверждается двумя Справками о внедрении результатов работы, приведенными в приложении к диссертации.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Автором сформулировано 4 основных вывода. По содержанию выводов можно сказать следующее:

1. Первый вывод относится к постановке проблемы и справедливо отмечает недостаточную проработку метода конечных элементов в усилиях стержневых систем для решения задач строительной механики. Отмечается трудность алгоритмизации метода сил и ограниченное применение в задачах динамики и устойчивости. Вывод не вызывает возражений и обоснован в диссертации.

2. Второй вывод констатирующий и отражает существо выполненной работы. Диссертант действительно разработал алгоритм статического расчета сооружений методом сил, сравнимый по сложности программирования с методом перемещений и обладающий явными положительными свойствами (простая структура, ленточный характер и слабая заполненность матрицы податливости конструкции). Данный результат имеет безусловную научную новизну и практическую значимость.

3. Третий вывод также констатирующий. В диссертации действительно сформулированы дифференциальная и вариационная постановки задач динамики стержневых систем в усилиях и на основе вариационной постановки построены новые конечные элементы в усилиях для решения динамических задач. Выполнены расчеты стержневых систем на

гармоническую нагрузку, а также на сейсмические воздействия. Соискатель проиллюстрировал высокую точность определения усилий по сравнению с методом перемещений.

4. Четвертый вывод отмечает, что в диссертации предложен подход к исследованию устойчивости стержневых систем методом конечных элементов в усилиях. Соискатель доказал, что метод конечных элементов в усилиях позволяет получить достаточно точные результаты при существенном сокращении количества конечных элементов по сравнению с методом конечных элементов в перемещениях. С этим выводом также можно согласиться.

По работе имеется ряд замечаний:

1. Обзор и анализ отечественных и зарубежных источников мог быть значительно большим и глубоким.

2. При решении задач методом контурных усилий требуется выбрать произвольную точку, к которой проводятся консоли из узлов конечного элемента. При этом будет меняться обусловленность матрицы податливости конструкции. В диссертации не даны рекомендации по оптимальному выбору такой точки.

3. При расчете строительных конструкций по II-му предельному состоянию требуется определение максимальных перемещений. Каким образом можно искать перемещения при использовании метода контурных усилий?

4. В параграфе 3.10 на стр.93 представлен расчет рамы на сейсмическое воздействие. Непонятно, из каких соображений автор выбирал расчетную акселерограмму?

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

**Заключение о соответствии диссертации критериям,
установленным Положением ВАК**

Диссертация Нго Хью Хиеу «Метод сил в задачах статики, динамики и устойчивости стержневых систем», выполнена на достаточно высоком научном уровне и содержит важные для науки и практики результаты. Она является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, в которой получены научно обоснованные результаты и решены важные задачи в области строительной механики.

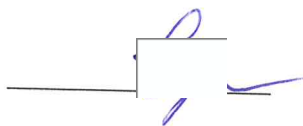
Считаю, что диссертационная работа Нго Хью Хиеу соответствует критериям, установленным в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Нго Хью Хиеу, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Я, **Сорокина Галина Вячеславовна**, даю согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя учёной степени кандидата технических наук Нго Хью Хиеу и дальнейшую их обработку.

Официальный оппонент:

доцент кафедры «Механика и прочность материалов и конструкций»
ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей
сообщения Императора Александра I»,
к.т.н, доцент

20 мая 2025 г.



Сорокина Галина Вячеславовна

Сведения о лице, подписавшем отзыв:

Сорокина Галина Вячеславовна,

ученая степень: кандидат технических наук,

должность: доцент кафедры «Механика и прочность материалов и конструкций»,

место работы: ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет
путей сообщения Императора Александра I»,
адрес: 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9 ауд. 3-309,
тел.: +7(812)-457-82-34
e-mail: ooofy@yandex.ru

Подпись Сорокиной Г.В. заверяю

