

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Попова Александра Николаевича на тему «Моделирование и решение задачи контакта с трением как линейной задачи дополненности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9 — Строительная механика

Актуальность представленного исследования обусловлена фундаментальными трудностями, присущими моделированию контактных взаимодействий деформируемых тел с учетом трения Кулона. Базовые законы контактного взаимодействия, включая условия Синьорини и трение, являются негладкими, что значительно усложняет моделирования. При этом известно, что в общем случае контакта с трением (когда прижимающие усилия меняются) для квазистатической задачи отсутствует принцип минимума функционала энергии, также, при высоком коэффициенте трения могут возникать проблемы неединственности или даже несуществования решения.

В сложившейся ситуации традиционные численные подходы, такие как метод множителей Лагранжа или метод штрафных функций (активно применяемые в программных комплексах), требуют трудоемкой настройки множества вспомогательных параметров, что, в свою очередь, является источником проблем со сходимостью решения.

Убедительным достоинством работы является кардинальный методологический шаг: перевод задачи одностороннего контакта с трением в строгий алгебраический формат линейной задачи дополненности (ЛЗД). Постановка контактных задач в виде ЛЗД имеет давнюю историю, и доказала свою эффективность для идеального контакта. Соискатель в рамках метода перемещений строительной механики формулирует эвристическую постановку общего случая контакта с трением в виде ЛЗД, что позволяет обойти необходимость настройки параметров и оперировать только коэффициентом трения.

Научная новизна заключается в разработке двух новых алгоритмов решения на основе метода Лемке — с искусственным обжатием и с нарастающим параметром внешней нагрузки. Эти шаговые алгоритмы, в отличие от итерационных схем, гарантируют получение решения за конечное число шагов для дискретизованных задач, точно соблюдая при этом условия взаимонепроникновения.

Достоверность полученных результатов базируется на корректном использовании математических моделей и подтверждена верификацией на модельных задачах. Сравнение с результатами коммерческого комплекса ANSYS на сложных примерах показало, что разработанные методы, реализованные в авторской программе ContactLCP демонстрируют устойчивое решение. Объем диссертации (114 страниц, 54 рисунка, 28 таблиц, 161 источник) и публикации (5 BAK/RSCI, 2 Scopus) свидетельствуют о глубине проработки темы.

В качестве академического замечания, исходя из теоретических сложностей проблемы, следует отметить, что эвристический характер перехода от нелинейного контактного взаимодействия с трением к линейной постановке ЛЗД требует более явного теоретического обоснования. Кроме того, учитывая, что метод Лемке, основанный на прямых матричных операциях, имеет вычислительную сложность $O(n^2)$ и плохо масштабируется для огромного числа степеней свободы, следовало бы включить в диссертацию более детальный анализ масштабируемости предложенного алгоритма при росте числа контактных пар.

Высказанные замечания не ставят под сомнение значительную научную новизну и практическую ценность исследования. Диссертация Попова Александра Николаевича является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи, и полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.1.9. «Строительная механика». Ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Настоящим я, Соколов Геннадий Павлович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Доцент кафедры «Строительные конструкции здания и сооружения», Кандидат технических наук по специальности 05.23.17 — «Строительная механика», доцент. Тел. 8 _____ E-mail: gensok47@mail.ru


(подпись) _____ Соколов Геннадий Павлович

Личную подпись Г.П. Соколова удостоверяю:


(должность заверяющего лица)




(подпись)

Сведения об организации: Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей и сообщения»

Почтовый адрес: 680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, д. 47. Тел. +7(4212) 40-72-00

Факс: +7 (4212) 56-08-08 E-mail: root@festu.khv.ru