

*Текст на английском языке, публикуется  
во второй части данного выпуска.*

*The text in English is published  
in the second part of the issue.*

DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2022-20-2-14>

**Маунг Маунг Вин Аунг. Рациональные конструктивно-технологические решения вантовых мостов с железобетонной балкой жёсткости для условий Мьянмы / Автореф. дис... канд. техн. наук. – М.: МАДИ, 2021. – 25 с.**

В последние годы в Мьянме значительный интерес уделяется вопросу применения вантовых мостов, в том числе с балкой жёсткости из железобетона, так как данный тип вантовых мостов по своим конструктивно-технологическим и экономическим показателям является наиболее рациональным решением для автодорожных мостов средних и больших пролётов.

В настоящее время в Мьянме отсутствуют конструктивно-технологические решения вантовых мостов с железобетонными балками жёсткости. Обоснование основных соотношений и генеральных размеров вантовых мостов, с учётом конструктивно-технологических факторов, а также исследование напряжённо-деформированного состояния их несущих элементов, позволило бы в полной мере учитывать все специфические особенности работы данных сооружений для условий Мьянмы.

Целью диссертационной работы является разработка рациональных конструктивно-технологических решений вантовых мостов с железобетонной балкой жёсткости применительно к условиям Мьянмы на основе широкого исследования напряжённо-деформированного состояния несущих элементов с учётом всех особенностей работы мостового сооружения.

В диссертационной работе поставлены и решены задачи, с использованием методов конечно-элементного анализа и компьютер-

ного моделирования с помощью программного комплекса Midas/Civil, по разработке рациональных конструктивно-технологических решений вантовых мостов с железобетонными балками жёсткости применительно к условиям Мьянмы. Предварительно проведён анализ наиболее широко применяемых конструктивно-технологических решений вантовых мостов в Юго-Восточной Азии и определены диапазоны геометрических параметров построенных и эксплуатируемых мостов. Также проанализированы наиболее применяемые технологии сооружения вантовых мостов в этом регионе.

В работе исследовано напряжённо-деформированное состояние вантовых мостов с железобетонной балкой жёсткости в упругой стадии от действия постоянных нагрузок и временной нагрузки, а также температурного и ветрового воздействия. Выполнен динамический анализ вантового моста с определением периода собственных колебаний, а также оценка живучести вантового моста при обрыве нескольких вант. В процессе исследования разработана конечно-элементная расчётная модель вантового моста для его детального анализа и определены наиболее рациональные геометрические параметры вантовых мостов и схем расположения вант на них для условий Мьянмы. С использованием российских, американских и европейских моделей выполнено исследование влияния длительных процессов в бетоне (усадки и ползучести) на поведение вантовых мостов при различных уровнях влажности окружающей среды. А также проведено сравнение различных технологий сооружения вантовых мостов и с использованием стадийного компьютерного анализа определена наиболее эффективная технология сооружения вантовых мостов в условиях Мьянмы.

Проведённые исследования позволили сформулировать следующие выводы:

- применение расчётных моделей на основе методов конечных элементов является эффективным средством проведения научного и инженерного анализа сооружений различных систем, с целью выбора наиболее рациональных для определённых условий строительства и эксплуатации. Сравнительный анализ результатов расчёта вантовых мостов с железобетонной балкой жёсткости с применением различных программных комплексов показывает, что расчёты с исполь-

зованием программного комплекса Midas/Civil дают достаточно надёжные результаты;

- проведённый обширный анализ существующих исследований и результаты компьютерного моделирования, позволили установить для условий Мьянмы наиболее рациональные соотношения основных параметров пролётных строений, железобетонной балки жёсткости, пилонов, которые приведены в работе (соотношение между пролётами  $L_j:L_{cp}:L_2 = (0,45-0,5):1:(0,45-0,5)$ , длина основных панелей 16–20 м, высота балки жёсткости  $(1/15-1/18) L_{cp}$ , длина крайних панелей  $\{1/4-1/2\}$  от длины основных панелей, высота пилонов  $(1/5-1/7) L_{cp}$ );

- для условий Мьянмы можно рекомендовать вантовые мосты с железобетонной балкой жёсткости пролётом от 100 до 500 м, как наиболее устойчивые к аэродинамическим и другим воздействиям. Также в результате анализа возникающих усилий и с учётом эстетического фактора установлено, что «веер» является наиболее рациональной схемой расположения вант. Кроме того, для вантовых мостов с одной плоскостью вант целесообразно принимать железобетонную балку жёсткости коробчатого сечения, а с двумя плоскостями вант – коробчатого и плитно-ребристого сечений. Проведённый сравнительный анализ пилонов различной формы позволяет рекомендовать для каждой из них наиболее рациональную область применения;

- проведённый анализ результатов компьютерного моделирования нагружения мостового сооружения по российским и американским нормам показал, что результаты расчёта довольно близки друг к другу, но в большинстве случаев, наибольшие значения получаются от российской временной нагрузки A14;

- при расчёте по российским (СП 35.13330.2011), европейским (CEB-FIP 1990) и американским (ACI) нормам при влажности 70 %, 80 % и 90 % значительно изменяются усилия в балке жёсткости и пилоне вантового моста. С увеличением влажности окружающей среды потеря усилий в вантах незначительно уменьшается. Для условий Мьянмы при проектировании рекомендуется принимать величину влажности не более 70 %;

- проведённый анализ результатов численного моделирования подтвердил, что для условий Мьянмы наиболее рациональным является технология строительства вантовых

мостов с железобетонными балками жёсткости и вантами по схеме «веер», с применением метода навесного уравновешенного монтажа. Причём, использование программного комплекса Midas/Civil позволяет моделировать напряжённо-деформированное состояние вантовых мостов в процессе их сооружения с учётом нелинейности на всех стадиях строительства.

*05.23.11 – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей.*

*Работа выполнена и защищена в Московском автомобильно-дорожном государственном техническом университете (МАДИ).*

**Парахненко И. Л. Исследование сил взаимодействия в контакте «колесо–рельс» при изменении трибологического состояния поверхности рельсов / Автореф. дис... канд. техн. наук. – СПб.: ПГУПС, 2021. – 25 с.**

Протяжённость кривых участков на сети железных дорог России составляет 33 % от общей длины, из них 13 % приходится на радиусы от 400 до 700 м. Фрикционное сопротивление, возникающее при прохождении экипажем кривых, особенно малого радиуса, вызывает рост энергопотребления, нарушение стабильности геометрии пути, интенсивный износ колёс и рельсов. Эти проблемы тесно связаны с продольными и боковыми силами, возникающими в контакте «колесо–рельс». На силовое взаимодействие влияет множество факторов, однако стоит выделить основные – динамические и триботехнические. Динамические зависят от конструкции, технического состояния пути и подвижного состава и условий их взаимодействия. Триботехнические факторы можно разделить на трибологические – величина коэффициента трения на контактирующих поверхностях и технические – состояние профилей пары «колесо–рельс». Изменение трибологического состояния поверхностей рельсовых нитей, то есть снижение коэффициента трения в зоне контакта колеса и рельса (лубрикация), является одним из основных мероприятий, в рамках комплексной программы по ресурсосбережению «План развития ОАО «РЖД» до 2030 года», направленным на уменьшение износа пары.



Применение ресурсосберегающих технологий особенно актуально при повышении осевых нагрузок и скоростей движения, ресурса элементов верхнего строения до 2,5 млрд тонн пропущенного груза, постоянном росте цен на энергоносители, элементы железнодорожного пути и колёсные пары. Снижение сопротивления движению поездов в кривых, увеличение стабильности железнодорожного пути, ресурса рельсов и колёс, а, следовательно, и экономия напрямую зависят от величины и постоянства коэффициента трения в контакте путь – подвижной состав.

Определение трибологического состояния поверхностей катания и боковой поверхности головки рельсов, обеспечивающее наилучшее взаимодействие колёс подвижного состава и рельсовой колеи, снижающее силовое воздействие и тем самым обеспечивающее устойчивость железнодорожного пути и снижение интенсивности бокового износа рельсов в кривых участках, актуально для всей сети железных дорог.

Разработка новых подходов к стратегии лубрикации зоны контакта «колесо–рельс» – востребованное направление последних лет. Представляемая работа является развитием научных исследований согласно «Стратегической программы обеспечения устойчивого взаимодействия в системе «колесо–рельс» ОАО «Российские железные дороги».

Цель диссертационной работы – определение влияния трибологического состояния поверхностей катания рельсовых нитей на силы взаимодействия в контакте «колесо–рельс» с различными параметрами движения (скорость, нагрузка на ось, режим ведения поезда) и очертаниями профилей колёсной пары и рельсов.

Выполнены экспериментальные измерения коэффициентов трения на боковой поверхности наружного рельса при различном трибологическом состоянии рельсовой колеи, произведён замер на поверхностях катания обеих нитей. Получены значения коэффициентов трения при сухом состоянии рельсовых нитей – 0,4 и с нанесённым смазочным материалом – 0,25.

Оценено влияние режима ведения грузового поезда на силы контактного взаимодействия. Установлено, что действие силы тяги влияет на изменение продольных сил в среднем на 6 %. Разница значений боковых сил составляет в среднем не более 7 %.

Выявлено существенное влияние трибологического состояния поверхности катания рельсовых нитей на продольные и боковые силы, возникающие в контакте «колесо–рельс» при движении грузового состава с нагрузкой 23,5 и 27 т/ось по кривым участкам железнодорожного пути.

Определены функциональные зависимости сил взаимодействия между колесом и рельсом в зависимости от трибологического состояния поверхностей рельсов, скорости движения грузового состава и радиуса кривых при новом и среднесетевом профиле трибопары. Полученные при теоретическом исследовании результаты подтверждены сравнением с экспериментальными данными. Сходимость результатов в пределах 15 % говорит об адекватности используемого математического аппарата.

Продольные силы, возникающие при движении грузового состава по кривым участкам железнодорожного пути, при нанесении «третьего тела» на поверхность катания обеих рельсовых нитей снижаются в 1,49 раза (на 5,7 кН) при скорости  $V = 40$  км/ч и в 2,21 раза (на 5,6 кН) при  $V = 80$  км/ч в кривой  $R = 380$  м. В пологих кривых сила снижается до 1,5 раз (до 4,9 кН). Износ профилей трибопары ведёт к увеличению продольных сил при всех рассматриваемых радиусах до 3,3 раз. Применение лубрикации на поверхности внутренней нити снижает силы в среднем на 11 % (3 кН), на наружном рельсе до 17 % (5 кН).

Боковое воздействие колёсной пары на путь, при неизношенном состоянии трибопары меньше в 1,37 (4,5 кН)–1,47 (8,55 кН) раза при уменьшении коэффициента трения на поверхности внутреннего рельса в кривых малого радиуса. Применение лубрикации поверхности катания рельсовых нитей для снижения боковых сил в кривых  $R > 700$  м нецелесообразно. Изменение профилей контактирующих поверхностей снижает боковое воздействие.

Установлено влияние коэффициента трения на продольные и поперечные колебания экипажа. Применение лубрикации на поверхности катания внутренней рельсовой нити увеличивает длину продольной волны до 30 %, поперечной до 22 %, что способствует повышению стабильности железнодорожного пути, уменьшению волнообразного и бокового износа рельсовой колеи.

Разработана методика выбора вариантов лубрикации поверхностей рельсов в зависимости от параметров кривых. Определены величины возвышения наружной рельсовой нити, обеспечивающие минимальное силовое взаимодействие.

Для обоснования возможности снижения коэффициента трения на поверхностях катания рельсов проведён расчёт основных критериев безопасности и бесперебойности движения – устойчивости колеса на рельсе и длины тормозного пути. Смазывание поверхности внутренней нити снижает возможность «вползания» до 1,87 раз в кривых малого радиуса. В пологих кривых при вариантах нанесения смазки, устойчивость колеса на рельсе увеличивается в 1,81 раза. Лубрикация увеличивает длину тормозного пути на подъёмах в среднем на 23 % (180 м).

Рассчитан экономический эффект от снижения коэффициента трения. Снижение топливно-энергетических затрат на тягу поездов составит от до 27,95 руб. на 1 км криволинейного участка в зависимости от скорости движения при лубрикации обеих нитей и 10,55 руб. при смазывании внутренней нити. Экономия на замену рельсов по достижению предельного износа – 99420 руб./км в год при смазывании внутреннего рельса и 88490 руб./км в год при уменьшении коэффициента трения на обеих рельсовых нитях.

Предложен вариант трибологического состояния рельсовых нитей, снижающий продольные и боковые силы – лубрикация поверхности катания внутренней рельсовой нити. Рекомендуется применение данного способа на затяжных подъёмах в кривых радиусом до 1200 м при тяжёлом движении и на прямых участках железнодорожного пути, из-за наличия отступления в плане профиля, для снижения вероятности возникновения колебаний состава.

Рассмотрены способы нанесения материала на поверхность катания рельса оборудованием, применяемым на передвижных средствах лубрикации, и разработанными смазочными материалами, обеспечивающих коэффициент трения 0,2–0,25. Применение данного способа рекомендуется после предварительной качественной шлифовки рельсов, для устранения дефектов поверхности рельсовых нитей, способствующих накоплению смазочного материала.

05.22.06 – Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог.

Работа выполнена в Уральском государственном университете путей сообщения,

защищена в Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I.

**Федотенков Г. В. Нестационарное контактное взаимодействие упругих оболочек и сплошных тел / Автореф. дис... докт. физ.-мат. наук. – М.: МАИ, 2021. – 38 с.**

Быстрые темпы развития современных видов транспорта, аэрокосмической, судостроительной, автомобильной и авиационной отраслей промышленности диктуют всё более высокие требования к точности расчётов напряжённо-деформированного состояния конструкции при различного рода нестационарных воздействиях в условиях контактного взаимодействия. Эта область в настоящее время относится к числу наименее исследованных. Решение подобного рода задач осложняется необходимостью учёта начальных условий, смешанным и нелинейным характером граничных условий, а также, в ряде случаев, неизвестностью заранее области контакта, которая зависит от времени. Повышенный интерес к этим вопросам объясняется с одной стороны достаточно широким крутом их практического приложения, а с другой – открытостью многих вопросов в теории контактных задач.

Целями работы являются разработка математических постановок нестационарных контактных задач для тонких оболочек и упругих тел, построение методов и подходов к решению, создание и реализация эффективных численно-аналитических алгоритмов решения новых нестационарных контактных задач, получение и анализ решений этих задач в плоской, осесимметричной и пространственной постановках.

Дана математическая постановка нестационарных контактных задач для тонких цилиндрических и сферических оболочек с заполнителем и без него и упругого полупространства при учёте подвижности границ и многосвязности области контакта.

Развит и обобщён метод решения таких контактных задач, основанный на использовании функций влияния, включающий итеративный процесс для определения области контакта. Доказана эффективность применяемого подхода к решению за счёт существенного снижения размерности исследуемых задач.



Построены и исследованы нестационарные двумерные и пространственные функции влияния для цилиндрических и сферических оболочек с заполнителем и без него.

Построено решение нестационарных двумерных контактных задач с подвижными границами для цилиндрических или сферических оболочек и упругого полупространства. Предложено и реализовано два подхода, справедливые на сверхзвуковом и произвольном этапе контактного взаимодействия. Проведено сравнение и показано совпадение результатов, полученных и использованием этих подходов.

Получены решения нестационарных контактных задач для двух цилиндрических или сферических оболочек с учётом упругого

заполнителя. Проведён анализ влияния наличия заполнителя на процесс контактного взаимодействия.

Для произвольного временного интервала разработан и реализован алгоритм решения пространственной нестационарной контактной задачи с подвижными границами для цилиндрической оболочки и абсолютно твёрдого ударника, ограниченного гладкой выпуклой поверхностью. Получены и проанализированы результаты расчётов.

*01.02.04 – Механика деформируемого твёрдого тела.*

*Работа выполнена и защищена в Московском авиационном институте (Национальный исследовательский университет).* ●

## НОВЫЕ КНИГИ О ТРАНСПОРТЕ

*Список на английском языке публикуется во второй части данного выпуска.*

*The list of titles in English is published in the second part of the issue.*

DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2022-20-2-15>

Англо-русский словарь терминов в области радиосвязи и телекоммуникации: (около 3000 терминов) / Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи; составитель С. А. Москаленко. – Ростов-на-Дону: РНИИРС, 2022. – 76 с. ISBN 978-5-6047139-0-7.

Бадецкий А. П., Коровяковский Е. К., Медведь О. А. [и др.]. Управление грузовой и коммерческой работой: Учеб. пособие. – СПб.: ПГУПС, 2022. – 65 с. ISBN 978-5-7641-1796-6.

Вегера Ж. Г., Слепцов В. В. Основы теории автоматического управления: Монография. – М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2022. – 95 с. ISBN 978-5-7339-1610-1.

Гиллер А. А., Омельченко Е. Я., Лымарь А. Б. [и др.]. Датчики и исполнительные устройства Arduino для мехатроники и робототехники: Учеб. пособие. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорского гос. тех. ун-та, 2022. – 182 с. ISBN 978-5-9967-2433-8.

Земенков Ю. Д., Исламов Р. Р., Курбанов Я. М. [и др.]. Эксплуатация объектов трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов: Учеб. пособие. – Т. 1. – Тюмень: ТИУ, 2022. – 312 с. ISBN 978-5-9961-2958-4.

Карманов А. В., Орлова К. П. Основы проектирования систем промышленной безопасности (в составе АСУ НП нефтегазовой отрасли): Учеб. пособие. – М.: РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина, 2022 (электронное издание).

Кореньков В. В., Ульянов С. В., Шевченко А. А., Шевченко А. В. Интеллектуальная когнитивная робототехника: Учебно-методическое пособие. – Ч. 1: Технологии квантовых когнитивных вычислений. – М.: Курс, 2022. – 555 с. ISBN 978-5-907352-51-3.

Кривко Е. В. Основы учёта нефти и газа при транспортировке в системе магистральных трубопроводов:

Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2022. – 142 с. ISBN 978-5-7389-3469-8.

Лисин В. А., Чебоксаров А. Н. Современные технологии ремонта автомобилей: Учеб. пособие. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 2022 (электронное издание).

Медведев В. М., Миронов П. Н., Симонов В. Л., Гаврилов А. В. Интегрированная среда разработки программного обеспечения для бортовых ЦВМ. Основы программирования и исследование модели объекта: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МАИ, 2022. – 75 с. ISBN 978-5-4316-0932-9.

Мороз С. М. Методология исследований в технической эксплуатации автомобилей: Учебник для вузов. – МАДИ. – М.: Юрайт, 2022. – 185 с. ISBN 978-5-534-14089-7.

Палицын А. В., Коротков А. Н., Иванов И. И. [и др.]. Энергетические установки с поршневым ДВС / Под общ. ред. д.т.н., проф. А. В. Лиханова. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА. – Ч. 2: Теория и практика. – 2022. – 283 с. ISBN 978-5-98076-359-6.

Пиковский Ю. И., Исмаилов Н. М., Дорохова М. Ф. Основы нефтегазовой геоэкологии: Учеб. пособие / Под науч. ред. д.г.н., проф. А. Н. Геннадиева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Инфра-М, 2022. – 412 с. ISBN 978-5-16-017124-1.

Ривз М., Фуллер Д. Машина воображения: искусство генерировать идеи и строить будущее вашей компании / Пер. с англ. А. Аксёновой [и др.]. – М.: Просвещение, 2022. – 207 с. ISBN 978-5-09-089348-0.

Сметанин В. Г. Конструкция и проектирование автотранспортных средств: Учебник. – Ч. 1: Особенности конструкций автотранспортной техники. – М.: Курс, 2022. – 295 с. ISBN 978-5-907352-44-5.

Тер-Мкртчян Г. Г. Менеджмент топливных испарений в автомобилях с бензиновыми двигателями: Учеб. пособие. – М.: ФГУП «НАМИ», 2022. – 190 с. ISBN 978-5-6045988-9-4.

Федорович В. О., Кубрак Н. А., Федорович Т. В. Организация и управление частным парком грузовых вагонов. Экономический подход: Монография / Под общ. ред. В. О. Федоровича. – М.: Инфра-М, 2022. – 172 с. ISBN 978-5-16-017546-1(print).

Чернова В. В. Эксплуатация дорожных машин, автомобилей и тракторов. – М.: Академия, 2022. – 223 с. ISBN 978-5-0054-0325-4.

Составила Н. ОЛЕЙНИК ●