

**Заключение диссертационного совета Д 212.223.03
на базе Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет» Министерства образования и науки Российской
Федерации по диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 22 декабря 2015 года, протокол № 12

О присуждении Яо Вэю, гражданину Китайской Народной Республики, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и расчет узловых соединений несущих пространственных стержневых конструкций из бамбука» по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения принята к защите 15 октября 2015 г., протокол № 10 диссертационным советом Д 212.223.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2 ноября 2012 года № 714/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 февраля 2014 года №55/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 марта 2014 года №126/нк.

Соискатель Яо Вэй, 1978 года рождения, в 2009 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-

строительный университет» по специальности «Проектирование зданий». С 2010 по 2013 гг. обучался в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет». С 2013 года является соискателем ученой степени кандидата наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения на кафедре строительных конструкций ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет».

Диссертация «Разработка и расчет узловых соединений, несущих пространственных стержневых конструкций из бамбука» выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» на кафедре конструкций из дерева и пластмасс.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Шмидт Александр Борисович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, кафедра строительных конструкций, доцент.

Официальные оппоненты:

Лабудин Борис Васильевич, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова» (г. Архангельск), кафедра инженерных конструкций и архитектуры, профессор;

Крицин Алексей Владимирович, кандидат технических наук, ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный

университет», кафедра железобетонных, каменных и деревянных конструкций, заведующий;

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» (г. Красноярск) в своем положительном заключении, подписанном кандидатом технических наук, доцентом Деордиевым Сергеем Владимировичем, заведующим кафедрой «Строительные конструкции и управляемые системы» и доктором технических наук, профессором Инжутовым Иваном Семеновичем, профессором кафедры «Строительные конструкции и управляемые системы», утвержденном проректором по учебной работе, кандидатом философских наук, доцентом Румянцевым Максимом Валерьевичем, указала, что диссертация Яо Вэя соответствует критериям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 7 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 4 работы, общим объемом 1,32 п.л., лично автором – 0,88 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

публикации в периодических научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Яо Вэй Применение бамбука в строительстве [Текст] / Вэй Яо, А. Б. Шмидт // Вестник гражданских инженеров. – 2013. – №2 (37). – С. 71–75 (0,44/0,22 п. л.).

2. Яо Вэй Экспериментальные исследования элементов узлового соединения стержневой конструкции из бамбука [Текст] / Вэй Яо, А. Б. Шмидт // Вестник гражданских инженеров. – 2014. – №6 (47). – С. 77–83 (0,44 п. л./0,22 п. л.).

3. Яо Вэй Исследование узлов сопряжения элементов из бамбука в строительных стержневых конструкциях [Текст] / Вэй Яо // Вестник гражданских инженеров. – 2014. – №31 (50). – С. 70–75 (0,44 п. л.).

4. Яо Вэй Анализ принципов и способов современного проектирования архитектурных сооружений из бамбука [Текст] / Вэй Яо // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. URL: <http://www.science-education.ru/121-18197>.

публикации в других изданиях:

5. Яо Вэй Применение деревянных конструкций в строительстве зданий в современном Китае / Вэй Яо // Доклады: материалы 68-й Научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. / СПбГАСУ. – СПб, 2011. – С. 63–67 (0,19 п.л.).

6. Яо Вэй Развитие бамбука в качестве замены древесины в современных китайских домах / Вэй Яо // Актуальные проблемы современного строительства и пути их эффективного решения часть 1: Материалы международной научно-практической конференции 10–12 октября 2012г. СПбГАСУ. – СПб, 2012. – С. 147–150 (0,44 п. л.).

7. Яо Вэй Исследования узлов сопряжения элементов из бамбука в зданиях различного назначения / Вэй Яо // Актуальные проблемы строительства: материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов. СПбГАСУ. – СПб, 2013. – С. 227–230 (0,12 п.л.).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ФГБОУ ВО «Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин)», к.т.н., доцент **Шведов Владимир Николаевич**, заведующий секции «Конструкции из дерева и пластмасс», кафедры металлических и деревянных конструкций.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- не корректны фразы: «... стебли бамбука...», «...бамбуковые стебли...» (стр. 7, 8 и т.д.). Это, наверное, стержни, элементы...;
- в основных требованиях к моделированию при выборе материала следовало бы дать ссылку на нормативный документ (стр.15);
- на рис. 19, 21 надпись «Испытание конического стального элемента»- не корректна;
- необходимо понять рис. 22; по тексту – «перемещение составило 57 мм», на графике показано 37 мм.

2. «ООО "КитайСтрой"», заместитель генерального директора **Сунь Чуаньчэн.**

Отзыв положительный. Без замечаний.

3. ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», д.т.н., проф. **Жаданов Виктор Иванович**, заведующий кафедрой строительных конструкций; к.т.н. **Украинченко Дмитрий Александрович**, старший преподаватель кафедры строительных конструкций.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- по тексту автореферата и представленной конструкции узла не ясно рассматривалась ли возможность растрескивания бамбукового стебля в продольном направлении в зонах устройства пропилов;
- учитывалось ли влияние температурно-влажностных колебаний на несущую способность и деформативность разработанных узлов;
- отсутствуют данные по количеству выполненных испытаний;
- проводились ли длительные испытания разработанных узлов?

4. ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», к.т.н. **Офицерова Лидия Ивановна**, доцент кафедры металлических и деревянных конструкций.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- следует отметить высокую металлоемкость узла и сложность изготовления основных деталей. Возможно, необходимо было рассмотреть замену внутреннего полого конуса из стали на конус из древесного пластика по аналогии с решением узлов ферм из фанерных труб;

- аналитические расчеты носят очень приближенный характер. Давления на боковые поверхности конусов не будут распределенными. Как влияет разрезка бамбука на концентрацию напряжений в нем при растяжении? На рис.16 показаны стяжные хомуты, не совсем понятно остаются они в дальнейшем в конструкции узла или нет, если да, то как это учитывается при расчете конусов;

- на бамбук, как растительный материал влияет влажность. Каким образом усушка в процессе эксплуатации может повлиять на работу узла, в частности на податливость;

- одной из задач исследований, сформулированных в диссертации, указана разработка методики инженерного расчета структуры с новыми узлами. Объектом исследования выбраны «Структуры». В автореферате речь идет только об исследованиях элементов структурных конструкций с авторским решением узлового соединения.

5. ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технический университет им. В.Г. Шухова», к.т.н. **Малыхина Валентина Степановна**, доцент кафедры строительства и городского хозяйства.

Отзыв положительный. Без замечаний.

6. ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», д.т.н., проф. **Темнов Владимир Григорьевич**, профессор кафедры «Строительные конструкции».

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- в общих выводах не отражена полученная в процессе испытаний несущая способность узлового соединения;

- некоторые части автореферата можно было бы изложить короче, что придало бы автореферату более лаконичный вид;
- имеет место дублирование положений, выносимых на защиту (в разделах 1 и 2), а также описания предварительных вариантов узлов, расчетной модели, использованной в ANSYS, не имеющих первостепенного значения по сути исследования.

7. ЧОУ ВПО «Невский Институт Управления и Дизайна», к.арх., доцент
Пунтус Василий Анатольевич, доцент кафедры дизайна.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- не совсем понятно функциональное назначение зданий, для которых разработаны и предложены данные конструктивные решения;
- каковы же пролеты и, вообще габариты пространственных конструкций, обеспеченных данными узловыми соединениями;
- как же выглядят архитектурные конструкции со столь необычными, оригинальными узлами?

8. ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М.Кирова», д.т.н., проф. **Бирман Алексей Романович**,
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», д.т.н., доцент **Глухих Владимир Николаевич**, профессор кафедры механики.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- для исследований был выбран бамбук «Мосо», но в автореферате нет сравнительных данных его характеристик с другими видами бамбука, хотя ссылка на такое сравнение в диссертации приводится;
- на с. 15 указаны направления вдоль волокон и поперек волокон. Волокнистая структура бамбука принята гипотетически или бамбук «Мосо» имеет в действительности волокнистую структуру?

- непонятно, почему (п.6, с. 22) податливость нового узлового соединения при растяжении сравнивается с предельной продольной деформацией начальных соединений?

9. Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, д.т.н., проф. **Корсун Владимир Иванович**, заведующий кафедрой «Железобетонные конструкции».

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- формулировка научной новизны диссертационной работы на стр. 5 автореферата представляется неудачной. Изложенные 3 пункта отражают в большей мере практическое значение результатов работы. В то же время не представлены полученные автором новые данные об особенностях изменения характеристик НДС узлов соединения в зависимости от факторов влияния: конструктивных особенностей 3-х типов узлов, знака действующих усилий – сжатия или растяжения и др;

- для оценки прочности материалов в случае двухосного сжатия принят критерий Мизеса в форме выражения (7). При этом обоснование корректности применения указанного критерия применительно к бамбуку не представлено;

- опытные кривые на графиках «нагрузка-перемещение» на рисунках 21, 22 следовало бы дополнить теоретическими кривыми, полученными с применением разработанной расчетной модели;

- общие выводы следовало бы сформулировать более лаконично с акцентом на основные результаты исследований.

10. Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Академик Академии Строительства Украины, д.т.н., профессор **Фурсов Вадим Викторович**, заведующий кафедрой МДК.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- представляется рациональным проведение испытания фрагмента структуры, что могло бы дополнительно подтвердить работоспособность разработанных узлов, изготовление которых является весьма трудоёмким процессом;
- в работе отсутствуют ссылки на рекомендуемые системы каркасов и ограждающих элементов (кровля, стены);
- хотелось, чтобы в работе была оценена долговечность стержней из бамбука и вопросы реологии.

11. РУП «Институт БелНИИС» Научно-технический центр, д.т.н. **Найчук Анатолий Яковлевич**, директор филиала.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- как обосновывался выбор образцов узлов по экспериментальному определению их несущей способности?
- на основании каких критериев определялась несущая способность образцов узлов при проведении испытаний?

12. ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет» (г.Хабаровск), д.т.н., профессор **Кравчук Валерий Андреевич**, профессор кафедры «Строительные конструкции».

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- как обеспечивается минимальная податливость соединения, которая не должна превышать регламентируемую в нормах предельную податливость;
- нет оценки влияния податливости разных узлов на общее деформированное состояние всей структурной конструкции;
- недостаточно освещены вопросы длительной работы таких узлов в условиях колебания температурно-влажностных условий.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью в этой отрасли науки и способностью определить научную и практическую ценность диссертации, спецификой и актуальностью их основных научных работ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая конструкция узлового соединения бамбуковых стволов, позволяющая собирать пространственные каркасные строительные сооружения различного назначения. Новизна и преимущества нового соединения обусловлены анализом известных в мире систем узловых соединений бамбука с учётом их конструктивных и технологических достоинств и недостатков. Для защиты авторского права на новое соединение, названное авторами «Узлом СПбГАСУ», подана и принята на рассмотрение в Роспатент заявка на регистрацию патента «полезной модели»;

предложен нетрадиционный для строительных конструкций из бамбука принцип цангового соединения для закрепления бамбукового ствола в стальных полых конусных наконечниках. На основе исследований впервые предложен способ доработки концевой части ствола бамбука в виде 10-зубцовой коронки, что позволило придавать ему конусную форму и зажимать в стальных конусных наконечниках. Собранные таким образом бамбуковые стержневые элементы, имеют на противоположных концах выпуски болтов, через которые элементы крепятся в общий узел каркаса с помощью разработанного в России известного и легкодоступного шара-коннектора системы «МАРХИ». Для научного анализа предложенных новшеств в диссертации рассмотрено три варианта нового узла с различными по материалам и конструкционным свойствам комплектующими элементами (стальные хомуты, трубы из ПВХ и полиэтилена, сердечники из фибробетона и стали). По результатам проведенного анализа автору удалось найти наиболее рациональный вариант, предлагаемый в широкое применение;

доказана перспективность использования нового конструктивного решения, поскольку узел приобрел важные свойства сборно-разборности, ремонтпригодности и высокой несущей способности, что значительно

повысит эффективность применения бамбука в строительстве. Установлено, что из 360-ти известных видов бамбука, произрастающего в Китае, наиболее подходящим по размерам, конструкционным и технологическим свойствам является бамбук вида «Мосо»;

Разработанное в диссертации оригинальное конструктивное решение соединения бамбуковых стволов обусловило введение нового термина «узел СПбГАСУ» на который подана и принята в Роспатент заявка на регистрацию патента «Полезная модель».

Опытным путем получены оптимальные конструктивные параметры нового узлового соединения, на основе которых удалось унифицировать стальные элементы узла таким образом, что диаметр бамбукового стержня может колебаться от 70 до 150 мм. Это привело к созданию 3-х комплектов конструктивных элементов узла, для которых подходят любые размеры бамбука «Мосо» в указанном диапазоне.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что **доказана** применимость математических моделей и физических закономерностей механики твердого тела для исследования и проектирования совместной работы таких разнородных и анизотропных по свойствам и форме материалов, как бамбук и сталь. Получена возможность на основе методов статистической обработки опытных данных и численных методов расчета без проведения дорогостоящих натурных испытаний создавать строительные несущие конструкции из бамбука с прогнозируемой несущей способностью, надежностью и высокой эффективностью в районах, богатых бамбуковыми лесами.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс базовых методов исследования напряженно-деформированного состояния на основе математического моделирования с помощью современных методов МКЭ и численных экспериментов, также

опытных и экспериментальных данных хорошо апробированных мировым инженерным опытом;

изложены доказательства адекватности разработанного метода расчета, учитывающего специфику взаимодействия бамбука и стали в условиях задачи контактных нелинейных воздействий на всех стадиях напряженно-деформированного состояния;

раскрыто влияние вида и знака напряженно-деформированного состояния на местную и общую податливость как одного узлового соединения, так и деформативность всей каркасной конструкции со многими аналогичными узлами, а также выявлена проблема необходимости создания предварительно напряжения для повышения эффективности конструктивного решения узла;

изучено влияние факторов анизотропии и разномодульности бамбука на напряженно-деформированное состояние узлового соединения при контактных взаимодействиях металл-бамбук-металл с помощью известного и хорошо апробированного для таких сложных случаев напряженно-деформированного состояния комплекса МКЭ «Ansys-15»;

проведена модернизация (адаптация) существующего метода расчета по второй группе предельных состояний при необходимости создания контактных сил трения путем преднапряжения от обжатия конуса бамбука стальными конусами.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены метод и алгоритм расчета по несущей способности и деформативности с труктурных конструкций с применением новых узловых соединений;

определены пределы и области использования и применения как самих узловых соединений, так и конструкций с их применением, а так же примерные сроки службы сооружений с применением разработанных узловых соединений;

созданы практические рекомендации по проектированию решетчатых конструкций с применением новых узлов, оценке их податливости во времени;

представлены обоснованные практические рекомендации в виде таблицы формул по выбору параметров конструктивного решения проектируемых конструкций с применением предлагаемых узлов программных модулей в формате инженерного расчетного продукта MathCAD-15.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность результатов обеспечивается применением стандартных методов испытаний, с использованием метрологически аттестованного оборудования и приборов в Центре механических испытаний СПбГАСУ;

теория построена на известных гипотезах и допущениях механики твердого деформируемого тела. В частности, использована апробированная безмоментная теория оболочек для описания напряженного состояния узла и критерий прочности Мизеса для двухосного напряженного состояния стальных элементов узлового соединения, так как именно в них произошло разрушение узла при испытаниях. При всех испытаниях узловых соединений проведенных в рамках диссертационных исследований, бамбук разрушить не удалось. Бамбук неизменно показывал свои высокие прочностные свойства;

идея базируется на анализе практики использования бамбука в строительной отрасли, а так же на апробированных методах строительной механики и теории металлических и деревянных конструкций, обобщении

опыта российских и зарубежных ученых в области расчета комбинированных конструкций;

использовано сравнение авторских результатов с экспериментальными данными других ученых, опубликованных в открытой печати, занимающихся внедрением и изучением конструкций из бамбука и их качественное и количественное согласование;

установлено качественное превосходство разработанного в диссертации конструктивного решения узла над существующими конструктивными аналогами в части ремонтпригодности и сборно-разборности, а также количественное совпадение теоретических и экспериментальных результатов исследований, известных из независимых источников по строительству и применений бамбуковых элементов в каркасных сооружениях;

использованы современные методы поиска и обработки теоретических и экспериментальных данных, современные программно-вычислительные комплексы, современные методы проведения экспериментальных исследований растянутых и изгибаемых стальных и бамбуковых элементов узловых соединений. Все экспериментальные исследования проводились в СПбГАСУ на современном оборудовании известных в мире производителей, обновленном в 2014-2015г.г.

Личный вклад соискателя состоит в постановке целей и задач диссертационного исследования; в разработке метода расчета растянутых и сжатых бамбуковых элементов в разработанных узловых соединениях, в проведении экспериментальных исследований и обработке экспериментальных данных; в формулировке выводов и результатов проведенного исследования; в подготовке публикаций по теме исследования.

На заседании 22 декабря 2015 года диссертационный совет принял решение присудить Яо Вэю ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 14, против нет, недействительных бюллетеней нет.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА
Д 212.223.03,
доктор технических наук, профессор



МОРОЗОВ В.И.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
совета Д 212.223.03,
доктор технических наук, профессор

КОНДРАТЬЕВА Л.Н.

«22» декабря 2015 г.