

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАМБУКА В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ КОЛУМБИИ

В.М. Шувалов, Й.М. Соланилья

Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

Рассмотрены вопросы использования экологически чистого, возобновляемого природного материала — бамбука — в архитектуре и строительстве зданий и сооружений. Главная цель — показать возможность применения бамбука в современной и традиционной архитектуре. Основные задачи исследования: продемонстрировать преимущества бамбука по сравнению с другими конструктивными материалами, определить технические характеристики бамбука, рассмотреть основные архитектурно-конструктивные узлы и детали сооружений из бамбука. Дан анализ творчества архитекторов Симона Велеса и Симона Осье Сампера, использующих компьютерное конструирование в строительстве зданий и сооружений из бамбука. В статье отмечается, что современный дизайн зданий и сооружений из бамбука изменился по сравнению с традиционными представлениями о форме. Применение новейших компьютерных технологий позволило осуществить сложнейшие вычисления и дало возможность проявлять гораздо больше свободы при создании оригинальных архитектурных форм.

Ключевые слова: бамбук, современная архитектура, Симон Велес, конструктивные системы, Колумбия

Строительство из бамбука известно человечеству с давних пор. Однако и сегодня этот материал широко применяется благодаря множеству своих преимуществ. Бамбук растет в основном во влажных тропиках и субтропиках в обоих полушариях, наиболее распространен в Азии и Южной Америке (рис. 1).



Рис. 1. Ареал распространения различных видов бамбука.
Темным фоном отмечено распространение бамбука

Исследования и положительные результаты, полученные при использовании бамбука в современной архитектуре, подтвердили преимущества этого материала. Это стало возможным также благодаря практическим работам известных архитекторов и конструкторов.

В Латинской Америке для несущих конструкций широко используется вид бамбука «гуадуа». Одним из его положительных отличий является менее выраженная по сравнению с другими видами конусность.

Преимущества конструкций из бамбука: легкость; пластичность; прочность; быстровозводимость; экономичность; экологичность; быстрая возобновляемость этого природного ресурса; долговечность; при соответствующем уходе конструкции из бамбука могут прослужить более 100 лет; сейсмостойкость.

В течение трех—шести лет бамбук набирает наибольшую прочность, одревесневает и становится пригодным для использования в качестве строительного материала и достигает примерно таких размеров: высота 18—30 м, диаметр 8—18 см, толщина стенок 20—25 мм в середине и 15 мм наверху стебля, расстояние между узлами стебля 7—10 см в основании и 25—35 см в середине.

Конструктивные характеристики бамбука

Важной особенностью бамбука является **сопротивление растяжению**. Бамбук обладает продольными волокнами, которые делают его очень прочным, за это он и получил название «растительная сталь».

Имеет **трубчатое сечение**, за счет чего сопротивляется усилиям кручения.

При сжатии конструктивных элементов длиной не больше 3 м **не происходит существенной деформации** относительно оси, проходящей через его центр.

Детали из бамбука активно **сохраняют и восстанавливают геометрические размеры** даже при нарушении устойчивого состояния этих деталей.

Сопротивление усилию сдвига: существует зависимость от того, куда направлена нагрузка в узле или в сегменте между узлами и его секции: чем меньше секция, тем она устойчивее к разрезу из-за того, что бамбук обладает большим количеством внешних волокон.

Типы конструктивных узлов

Соединение с помощью болтов используется при небольших нагрузках при этом не требуется использование бетона (рис. 2, а).

Соединения с помощью болтов и стальных пластин используются для угловых соединений и свесов. Такой вид узла разработал Симон Велес. Узел состоит из осевых или продольных винтов в зависимости от работы и пластин, соединяющих бамбук (рис. 2, б).

«**Рыбий рот**» используется, когда при перпендикулярном соединении «гуадуа» стыковочная сборка может быть выполнена вручную или с помощью сверла и электродрели (рис. 2, в).

Раскосы используются для соединения балок и колонн. Если силы переведены в очень высокие уровни конструкции, то раскосы вводят конкретно в перекладину (рис. 2, г).

Фронтальное стропильное соединение. Болт обеспечивает фиксацию и снижает усилие сдвига (рис. 2, *д*).

Колонна, состоящая из четырех столбов «гуадуа». Четыре (или более) столба могут быть соединены стальными стержнями с винтами. Промежутки между столбами заполняются бетоном (рис. 2, *е*).

Шарнирное соединение колонн осуществляется вставкой в «гуадуа» стального стержня, таким образом, чтобы он находился по центру, и заполняется раствором внутри. Раствор может быть введен до и после установки стержня (рис. 2, *ж*).

Механика **соединения «гуадуа-бетон»** была разработана Симоном Велесом для комбинированной конструкции. Такое соединение используется при больших пролетах для объединения бетонных колонн с диагональными конструкциями «гуадуа». Бетонная колонна и исходящие из нее стальные стержни вставляются в бамбук и заливаются раствором в соотношении 1 : 2, чтобы их зафиксировать. На концах бамбуковых диагоналей находится пустотелый металлический наколочник, который также заполняется раствором, придавая дополнительную прочность и особое эстетическое завершение узлу (рис. 2, *з*).

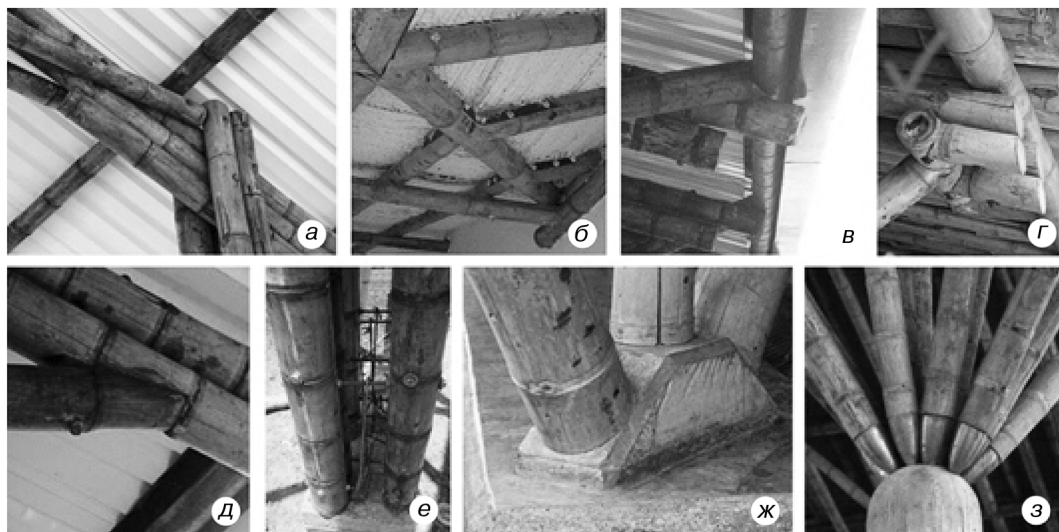


Рис. 2. Примеры конструктивных узлов: а) соединение с помощью болтов; б) соединение с помощью болтов и стальных пластин; в) «рыбий рот»; г) раскосы; д) фронтальное стропильное соединение; е) колонна, состоящая из четырех столбов «гуадуа»; ж) шарнирное соединение колонн; з) механика соединения бамбуковых диагоналей «гуадуа-бетон» для больших пролетов

При проектировании архитектор и конструктор должны гарантировать качество, безопасность, долговечность и экономичность конструкции и сооружения в целом. В пространственной конструкции используются совместно бамбук и бетон. Расчетная схема и точки приложения нагрузок к конструкциям, внутреннее сопротивление бамбука нагрузкам в конструктивных узлах и в элементах должны быть проверены и рассчитаны архитекторами с использованием технических, научных и технологических знаний о свойствах бамбука.

Долговечность конструкции из бамбука зависит от того, учитываются ли при возведении сооружений из бамбука физические и механические свойства мате-

риала. Среди основных факторов, которые необходимо учитывать, следующие физические свойства бамбука: объемный вес, влажность, возраст и качество материала. Все это является хорошим индикатором механических характеристик и тесно связано с прочностью, сжатием и многими другими показателями работы бамбука в конструкции.

Бамбук считается простым и экономически рациональным строительным материалом во многих регионах Колумбии. Поэтому он часто используется благодаря своей легкости и уникальным физическим и механическим свойствам. Необходимо уделять особое внимание правильному хранению бамбука, так как это существенно отражается на его конструктивных и механических параметрах.

Архитектор Симон Велес активно использует бамбук вида «гуадуа» при строительстве объектов в Колумбии. В течение последних двадцати лет он сумел использовать в каждом из своих строений преимущества этого материала — как в жилых, так и общественных зданиях.

Велес — один из немногих архитекторов в мире, кто рассматривает бамбук как конструктивно несущую основную часть здания в современной архитектуре.

В 2009 году Симон Велес стал лауреатом премии Prince Claus Award. Премия была учреждена в 1997 г. голландским фондом Prince Claus Fund. Этот фонд поддерживает и стимулирует развитие инновационных подходов в деле выстраивания гуманных форм взаимоотношений между цивилизацией и природой. Премия фонда ежегодно отмечает деятельность 11 архитекторов и интеллектуалов из различных социально-культурных групп стран Африки, Азии, Латинской Америки и стран Кариба [1].

Симон Велес спроектировал и построил много зданий и сооружений из бамбука по всему миру, но большую часть своих проектов он реализовал у себя на родине. В качестве наиболее характерных сооружений из бамбука, возведенных по его проектам, в современной архитектуре Колумбии можно указать следующие.

Жилой комплекс «Мерседес» в Перейре, 1985 г. Это один из первых проектов, который сделал имя Симона Велеса известным. Комплекс построен в сельской местности и относится к малоэтажной жилой архитектуре. Здесь впервые на практике Велес применил изученные им свойства бамбука и использовал его как основной и единственный материал. Он создал особый тип крепления бамбуковых конструкций с помощью болтов и бетона. Пролет здания равен 18,6 м, конструкция кровли, выполненная из бамбука, визуально расширяет пространство (рис. 3). Бамбук не случайно стал основным материалом для строительства данного жилого комплекса. Причиной тому послужили: низкая себестоимость проекта и большое количество закупленного государством для строительства бамбука.

Павильон ZERI в Манисалисе, 2000 г. Павильон является открытым пространством для выставки, имеет идеальную форму и инфраструктуру. По форме сооружение напоминает гриб, где кровля — это шляпка гриба, а вертикальные опоры — это его ножка. Пространственно павильон решен в виде многоугольника с десятью сторонами в плане, имеет два этажа. Общая площадь 2000 м². Кровля состоит из стропильных конструкций, прогонов и брусков, выполненных из бамбука, на нее уложен рулонный материал, сверху покрытый черепицей. Свесы кровли по всему периметру выполнены на 7,5 м (рис. 4).



Рис. 3. Интерьер жилого комплекса «Мерседес»



а)



б)

Рис. 4. Внешний вид павильон ZERI (а); детали колонны из бамбука (б)

Собор Девы Марии в г. Перейра, 2002 г. Ранее на этом месте располагалась церковь, которая была разрушена землетрясением. Чтобы доказать прочность и сейсмоустойчивость бамбука, Симон Велес построил здание целиком из «гуадуа».

Участок, где построен собор, расположен в центре г. Перейра. Главным при проектировании было создание запоминающегося уникального внутреннего пространства и монументальность — как главный элемент, характеризующий храмовую архитектуру. Здание храма имеет три нефа: пролет центрального шириной 14,50 м, пролет боковых 4,8 м. Общая длина храма 60 м, перекрытие пластически объединяет все элементы двухскатной криволинейной кровлей (рис. 5).

Мост «Дженни Гарсон» в Боготе, 2003 г. Мост Дженни Гарсон — это крытый пешеходный мост, расположенный в столице Колумбии г. Богота. Был построен для того, чтобы пешеходы могли перейти магистральную дорогу с большим транспортным потоком. Мост, таким образом, помог значительно снизить количество

несчастных случаев на этом переходе. Расстояние между опорами моста 45,60 м, расстояние от полотна магистрали до низа несущих конструкций моста в центральной его части около 5,80 м. Основные пролетные конструкции моста в виде пространственной фермы выполнены из бамбука, они с двух сторон опираются на эстакады. Конструкции и материал эстакад — монолитный железобетон (рис. 6).



а)



б)

Рис. 5. Интерьер собора Девы Марии (а); внешний вид собора Девы Марии (б)



а)



б)

Рис. 6. Общий вид «Дженни Гарсон» (а); фрагмент моста «Дженни Гарсон» (б)

Административное здание «Кардер» в Перейре, 2004 г. Конструктивно здание напоминает павильон ZERI. Два этажа здания объединены центральным коридором, который имеет световой фонарь в кровле. Административное здание «Кардер» прямоугольное в плане со скругленными торцами. Общие габариты по наружным стенам, включая все помещения, 87×16 м. Каркас и консольный этаж выполнены из бамбука. Каменная кладка стен между опорами выполняет только ограждающую функцию (рис. 7).



а)

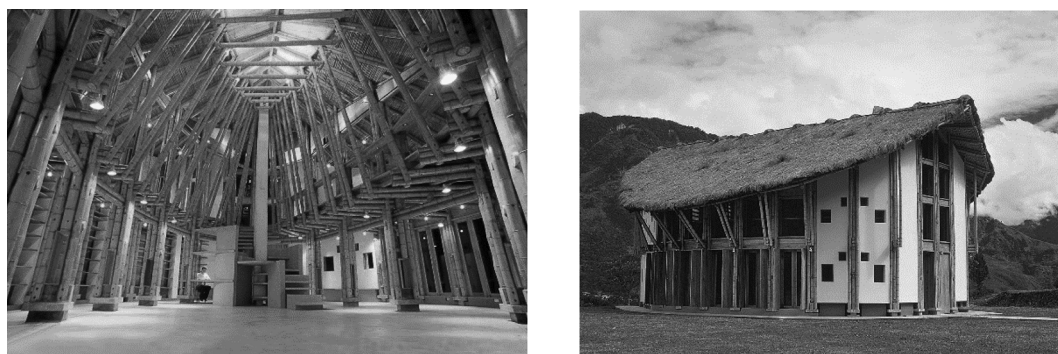
б)

Рис. 7. Общий вид административного здания (а); внешний вид административного здания (б)

Симон Велес называет бамбук растительной сталью. Архитектор-новатор работает над улучшением конструктивных систем и техник, применяемых в строительстве из бамбука. Бамбук необходимо хорошо защитить от атмосферных воздействий жарко-влажного климата Колумбии. Необходимо также создавать новый дизайн экологических зданий и сооружений, возводимых из бамбука, придавая им визуальную привлекательность.

Благодаря творческим работам Симона Велеса интерес к проектированию из бамбука возникает и у молодых архитекторов. Один из них — колумбийский архитектор Симон Осье Сампер, который получил национальную премию на Архитектурном биеннале 2004 г. за проект Публичной библиотеки.

Публичная библиотека Гуанака в Каука, 2004 г. Двухэтажное здание находится на юго-западе Колумбии. Окружающий ландшафт имеет довольно крутой уклон, но участок застройки расположен в плоской части рельефа. Здание овальное в плане. Каркас поперечной рамы конструкции состоит из двух рядов колонн, которые формируют его объем. Каркас здания опирается на железобетонный фундамент. Колонны поддерживают перекрытие антресольного этажа. Двухсветное пространство, созданное автором, открывает обзор на все основные видовые точки сооружения. Здание венчает экзотичная соломенная кровля по стропилам и прогонам, выполненным из бамбуковых элементов (рис. 8).



а)

б)

Рис. 8. Интерьер публичной библиотеки (а); внешний вид публичной библиотеки (б)

Следует отметить, что в крупных сооружениях, которые мы рассмотрели, вряд ли можно было бы использовать другой материал, кроме «гуадуа». Для защиты каркаса от атмосферных воздействий необходимо проектировать кровлю с большими свесами. Эта особенность организации крыш зданий из бамбука стала важным элементом в творчестве Симона Велеса и является одним из основных факторов, влияющих на результат архитектурного проектирования объекта. Физические и конструктивные свойства бамбука настолько необычны, что этот материал идеально подходит для выполнения основных несущих элементов зданий.

На основе опыта проектирования строительных конструкций большого размера Симоном Велесом спроектированы и построены такие объекты, как павильон ZERI в Манисалисе (2000 г.), Собор Девы Марии в Перейре (2002 г.), мост «Дженни Гарсон» в Боготе (2003 г.), административное здание «Кардер» в Перейре (2004 г.). Было доказано, что бамбук вида «гуадуа» — это материал с высокими механическими свойствами, который можно применять в большепролетных конструкциях.

Работы Симона Велеса нашли свое отражение в творчестве других современных архитекторов, которые используют техники соединения конструктивных деталей, разработанные архитектором-новатором.

Опираясь на передовые инновации в науке и технике, современная архитектура из бамбука развивается. Технология создания экологически чистых сооружений с использованием бамбука как основного строительного материала является одной из самых передовых. По сравнению с традиционными бамбуковыми постройками эта технология совершила огромный шаг в области создания конструктивных элементов и существенно расширила сферу применения бамбука. Современная архитектура из бамбука создается с использованием компьютерного конструирования и заимствования принципов строительства, применяемых в строительстве из металлических деталей. Современный дизайн зданий изменился по сравнению с традиционными формами. С помощью новейших компьютерных технологий, осуществляющих сложнейшие вычисления, стало возможным проявлять гораздо больше свободы при создании проекта.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Йор Майкол Соланилья Медина, Шувалов В.М.* Традиционное жилье в Колумбии — конструкция зданий из бамбука // Сб. трудов II Межрегиональной научно-практической конференции учащихся и студентов. «Профессионализм — основа успешной карьеры» 11 декабря 2015 г. М., 2015. С. 318—321.
- [2] *Йор Майкол Соланилья Медина, Шувалов В.М.* Сооружения из бамбука как отражение традиционного жилья Колумбии в творчестве архитектора Симона Велеса // Сб. тезисов Международной научно-практической конференции, профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов 4—8 апреля 2016 г. «Наука, образование и экспериментальное проектирование». Т. 2. М.: МАРХИ, 2016. С. 46—47.
- [3] *Яо Вэй.* Анализ принципов и способов современного проектирования архитектурных сооружений из бамбука // Современные проблемы науки и образования. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18197>
- [4] Журнал SALON-interior «За демаргинализацию бамбука». URL: http://www.salon.ru/news_one.plx?id=25060

- [5] *Pabellón Zeri*, ecoarquitectura en guadua, Manizales / Catedral alterna en guadua. Pereira. URL: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=251666>
- [6] *Simon Velez*. Simbolo y busqueda de lo primitivo. URL: http://www.academia.edu/8274736/SIMON_VELEZ_S%C3%ADmbolo_y_b%C3%BAsqueda_de_lo_primitivo_
- [7] Arias, Julia Baccifava, Sofía Bernardi, Marianela Lencina, María Ángeles Slingo, Andrés. Universidad nacional del rosario, monografía de análisis de autores Simon Velez. Colombia, 2011. 20 c.
- [8] La biblioteca que soñó Guanacas/Publicado en 20 agosto, 2014. URL: <https://luismino.wordpress.com/category/la-tierrita/page/2>
- [9] Pierre Frey, Deidi von Schaewen. Simon Velez architecte//la maitrese du bambou architect//mastering bamboo, Actes Sud, 2015. 256 p.
- [10] Construir con Bambú ‘Guadua angustifolia’ — Ciencia y Técnica. URL: <http://www.conbam.info/pagesES/detail.html>

THE USE OF BAMBOO IN MODERN ARCHITECTURE OF COLOMBIA

V.M. Shuvalov, Y.M. Solanilla

Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

In the article devoted to the use of environmental renewable natural material bamboo in the architecture and construction of buildings and structures. The main goal is to show architects the possibility of using bamboo in modern and traditional architecture. The main problem considered by the author: to show the advantages of bamboo compared with other structural materials defining the technical characteristics of the bamboo, to consider the basic architectural-constructional units and parts for structures made of bamboo. The author carries out an analysis of the work of architect Simon vélez and Simon Ocie Samper, which create the architecture by bamboo, with the use of computer aided design in construction. In the article notes that the modern design of the buildings and structures with bamboo has changed, in comparison with traditional notions of form. The application of new computer technologies allowed to carry out complex calculations and it was possible to exercise much more freedom in creating original forms.

Key words: bamboo, modern architecture, Simón Vélez, constructive systems, Colombia

REFERENCES

- [1] Yor Maikol Solanilla Medina, Shuvalov V.M. Tradicionnoe zhil'e v Kolumbii — konstrukcija zdaniy iz bambuka [Traditional housing in Colombia — design of a buildings from a bamboo (Collection of works II of Interregional scientific and practical conference of pupils and students. Professionalism — the Foundation of a successful career)]. 11 December, Moscow, 2015, 318—321 pp.
- [2] Yor Maikol Solanilla Medina, Shuvalov V.M. Sooruzhenija iz bambuka kak otrazhenie tradicionnogo zhil'ja Kolumbii v tvorchestve arhitekтора Simona Veleza [Constructions of bamboo as a reflection of traditional housing in Colombia work of architect Simon Velez (MARCHI scientific conference abstracts)]. Moscow, 2016, 46—47 pp.
- [3] Analiz principov i sposobov sovremennogo proektirovaniya arhitekturnyh sooruzhenij iz bambuka [An analysis on design method and design principle of modern bamboo construction]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18197>

- [4] Zhurnal SALON-interior «Za demarginalizaciju bambuka» [For a bamboo demarginalization]. URL: http://www.salon.ru/news_one.plx?id=25060
- [5] Pabellón Zeri, ecoarquitectura en guadua [Pavilion Zeri, eco-architecture in bamboo], Manizales/ Catedral alterna en guadua [Cathedral alterna bamboo], Pereira. URL: <https://luismino.wordpress.com/category/la-tierrita/page/2>
- [6] Simon Vélez. Símbolo y búsqueda de lo primitivo [Symbol and search of the primitive]. URL: http://www.academia.edu/8274736/SIMON_VELEZ_S%C3%ADmbolo_y_b%C3%BAsqueda_de_lo_primitivo_
- [7] ARIAS, Julia BACCIFAVA, Sofía BERNARDI, Marianela LENCINA, María Ángeles SLINGO, Andrés. Universidad nacional del rosario [National university of rosario], monografía de análisis de autores simon velez [monograph analysis of authors Simon Velez]. Colombia, 2011, 20 p.
- [8] La biblioteca que soñó Guanacas [The library that Guanacas dreamed] / Publicado en 20 agosto [Published in August 20], 2014. URL: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=251666>
- [9] Pierre Frey, Deidi von schawen. Simon Velez architecte//la maitrese du bambou architect// mastering bamboo, Actes Sud, 2015. 256 p.
- [10] Construir con Bambú ‘Guadua angustifolia’ — Ciencia y Técnica [Building with Bamboo ‘Guadua angustifolia’ — Science and Technical]. URL: <http://www.conbam.info/pagesES/detail.html>