

Л.А. Бохоева, д-р техн. наук, проф.

А.Б. Балданов, аспирант

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

УДК 728:621.763:004.9

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАРКАСА ЮРТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье представлена компьютерная модель усовершенствованного каркаса юрты из композиционного материала с крышей зонтичного типа (с учетом климатических особенностей Бурятии).

Ключевые слова: юрта, композиционный материал, компьютерная модель, проект.

L.A. Bokhoeva, D. Sc. Engineering, Prof.

A.B. Baldanov, P.G.

COMPUTER MODELING OF YURTA FRAME USING COMPOSITE MATERIALS

The article presents a computer model of an improved yurta frame with umbrella type roof made from composite material (considering climatic characteristics of the Republic of Buryatia).

Key words: yurta, composite materials, computer model, project.

Для применения в туристическом бизнесе идеальным вариантом жилья является юрта.

Многовековая эволюция кочевой юрты выработала ее четкие пропорции, правила сборки и разборки, формы и способы украшения и мебелировки [1]. Со временем юрта все более увеличивается в размерах и улучшается по форме. Она становится обтекаемой, приземистой, более устойчивой против сильных ветров. Но в ее конструкции, безупречной для своего времени, имеются определенные недостатки, которые можно усовершенствовать.

При разработке усовершенствованной юрты мы учитывали положительные свойства и пытались повысить качественные характеристики за счет применения современных материалов, чтобы юрта отвечала всем требованиям, предъявляемым к современному жилищу, и не теряла своих достоинств: мобильность, практичность, удобство при транспортировке, сейсмобезопасность, всесезонность, поскольку современные технологии позволяют реализовывать сложнейшие проекты, отвечающие требованиям, предъявляемым к современному жилищу, в том числе и к юрте.

С появлением новых материалов и технологий актуальной является задача создания конкурентоспособной конструкции модели юрты путем усовершенствования ее отдельных элементов на основе использования композиционных материалов (КМ).

Для усовершенствования нами был выбран более приспособленный для нашего региона монгольский тип юрты. При выборе формы юрты также учитывались климатические характеристики Бурятии.

В ходе проектных работ исследовали нагрузки на юрту. Было определено, что на юрту действуют два вида нагрузок:

а) постоянная – от собственного веса;

б) временные климатические: снеговая, ветровая, которые можно отнести только к кратковременной, с полным нормативным ее значением.

Максимальная скорость ветра в Бурятии, по данным Метеостатистики РБ, достигает 23 м/с [2].

Юрта обладает низким лобовым сопротивлением и высокими аэродинамическими качествами (наличие криволинейных обтекаемых поверхностей) по сравнению с современным жильем.

Непосредственное влияние на конструкцию юрты может оказывать снег и осадки вместе с ветром. По строительным нормам и правилам нагрузки и воздействия [3] при проектировании и строительстве крыш, расчет снеговой нагрузки обязателен, причем с учетом географических особенностей региона и с запасом прочности. В соответствии с картой снеговых районов Республика Бурятия относится к первому снеговому району, в котором снеговая нагрузка равна 0,8 кПа.

К постоянной нагрузке отнесли массу войлока, уложенного в два слоя, как зимний вариант. Данные по войлоку взяты по техническим условиям ГОСТ 16221-79. С учетом этих факторов произведены расчеты в программных комплексах SolidWorks Premium 2011 и Ansys 11 (рис. 1).

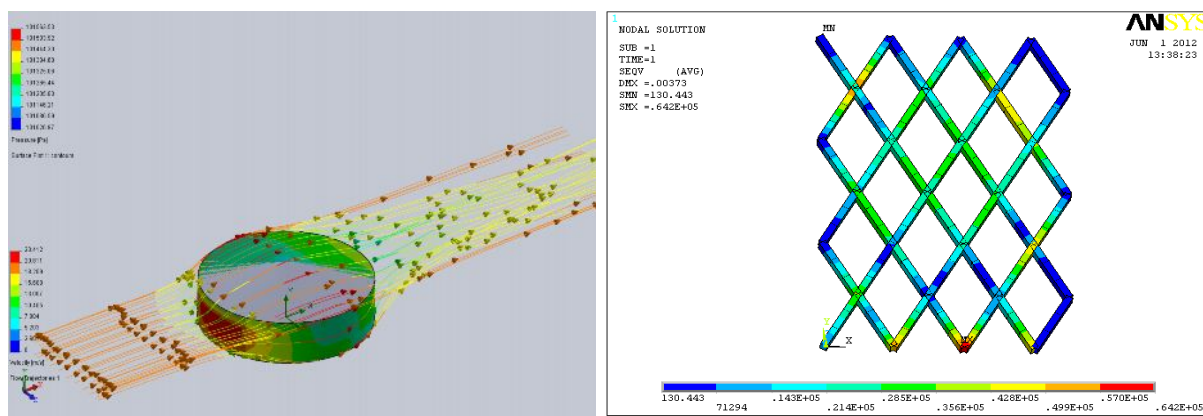


Рис. 1. Программные комплексы *SolidWorks Premium 2011* и *Ansys 11*

Как показали результаты расчета напряженно-деформированного состояния, юрта выдержит ветровую и снеговую нагрузку для нашего региона даже при максимальном ветре и нормированной снеговой нагрузке. По результатам численного расчета ясно, что смоделированная нами юрта из КМ удовлетворяет климатическим условиям Республики Бурятия.

Для каркаса одной юрты из КМ требуется 64 рейки, 16 шестов и 16 подпорок для шестов. Для них не требуется дорогая технология, так как они не имеют углублений и сложных изгибов, т.е. просты в изготовлении. Это облегчает серийное производство. Обзор литературы показал, что среди известных вариантов изготовления изделий из КМ метод пултрузии является наиболее оптимальным.

Проведенный анализ размеров юрт показал, что востребованным является диаметр 6 м при высоте стены 1,5 м и осевой высоте 2,5 м. Угол, образуемый крышей юрты, равен 20 градусам и более и меняется по желанию возводящего, что позволяет приспособлять жилище к различным климатическим условиям. Оптимальный угол наклона реек решетчатой стены равен 45 градусам и образует правильный квадрат.

Основная часть высоты юрты соответствует среднему росту человека – 170 см. Внутренний объем – 67 м³.

С целью улучшения конструкции традиционной бурятской юрты разработали модель ее каркаса с применением современных CAD/CAE систем (рис. 2).

Раньше рейки в традиционной юрте соединялись друг с другом заклепками из шкуры, которые в настоящее время заменены металлическими болтами, которые прочны и долговечны. Данная замена позволяет при необходимости менять количество реек и полностью разбирать или заменять старые рейки новыми. Рейки из КМ, в отличие от деревянных, можно без опаски устанавливать на земле, ведь раньше концы деревянных реек на земле быстро изнашивались.



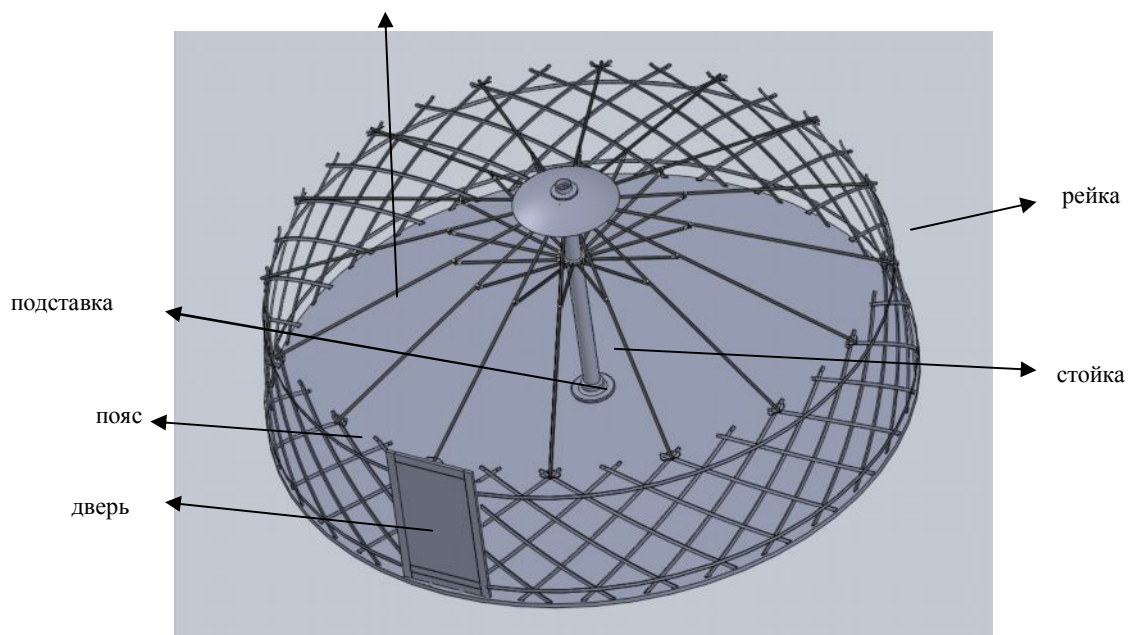


Рис. 2. Общий вид модели юрты из КМ

Одна из конструктивных особенностей традиционной войлочной юрты – это деревянный решетчатый каркас с войлочным покрытием, который собран в виде цилиндра из отдельных раздвижных секций, изготовленных из деревянных планок (чаще всего из ивняка) в количестве 4–12 шт. в зависимости от размеров юрты. Это конструктивное решение мы решили улучшить путем замены деревянных реек на рейки из КМ, обладающие более прочными физическими характеристиками во всех параметрах.



Рис. 3. Каркас крыши зонтичного типа

Также внесены усовершенствования в крышу традиционной войлочной юрты, так как сборка требовала участия нескольких человек и больших временных затрат [3]. Крыша юрты образует свод, состоящий из выструганных жердей гибких пород дерева, которые втыкаются наверху в специальный круг диаметром около 1 м. Крыша каркаса состояла из деревянного массивного круга, обычно изготавливаемого из березы, с несколькими выгнутыми наружу перекладинами. Поэтому был разработан проект крыши зонтичного типа. В модернизации крыши юрты применили технологию «раскрытия зонта». Достоинство проекта заключается в том, что создана единая сплошная конструкция, которая будет раскрываться и закрываться, как зонт (рис. 3). Это создает удобство при сборке и разборке юрты, экономит время. Затем юрта накрывается войлоком.

Каркас юрты, изготовленный из КМ, лишен тех недостатков, которыми обладали деревянные юрты. Это объясняется тем, что конструкции из КМ имеют волокнистую структуру, но волокна в них изолированы друг от друга связующим составом, одновременно соединя-

ющим их между собой. Таким образом, для конструкций из КМ в меньшей степени опасны концентраторы напряжений: если в процессе эксплуатации произойдет разрушение одного или нескольких волокон КМ, то нагрузка и напряжения перераспределятся между оставшимися слоями, лишь ненамного увеличив напряжения в конструкции в целом.

Достоинства каркаса юрты из КМ:

- прочнее деревянной в 3 раза;
- срок службы – с гарантией 50 лет;
- легче в 2 раза;
- мобильность;
- зонтичный тип крыши ускоряет установку.

Таким образом, производство каркаса юрт из КМ является актуальным, своевременным, высокоэффективным, рентабельным и перспективным проектом, хотя более подробный анализ стоит проводить после тщательных конструкторских и технологических расчетов. Однако стоимость усовершенствованной юрты достаточно высока, что обусловлено дороговизной изготовления КМ и высокотехнологичным оборудованием. Но расходы компенсируются за счет легкости, долговечности, прочности юрты и быстроты в установке.

В последнее время юрта становится популярной во всем мире. Удобство сборки и мобильность традиционного бурятского дома привлекают покупателей, которые готовы установить юрту и на даче, и на природе. Не только в России, но и в Европе и в США множество фирм занимается производством и эксплуатацией юрт. В связи с возрастающим развитием туризма в Республике Бурятия юрта, являющаяся национальным атрибутом бурятской культуры, становится более востребованной. Современный дизайн жилища должен быть уютным, надежным и просторным. В число основных требований к современному жилищу входят прочность, экологичность, компактность, мобильность. Этим требованиям отвечает юрта улучшенной конструкции из КМ.

Библиография

1. *Майдар Д., Пюрвеев Д.Б.* От кочевой до мобильной архитектуры. – М., 1980.
2. URL: <http://buriatia-meteo.ru>
3. Нагрузки и воздействия. СНиП 2.01.07-85*. – М., 1996.
4. [СНиП II-25-80. Деревянные конструкции.](#) – М., 2011.

Bibliography

1. *Maydar D., Pyurveev D.B.* From nomadic to mobile architecture. – M., 1980.
2. URL: <http://buriatia-meteo.ru>
3. Loads and effects. Construction Norms and Regulations 2.01.07-85*. – M., 1996.
4. Construction Norms and Regulations II-25-80. Wooden designs. – M., 2011.