



УДК 692.4+624.016

*Кандидаты техн. наук А.О. Исмаилов,  
И.В. Подтележникова,  
д-р техн. наук А.А. Плугин*

## МЕТАЛЛОДЕРЕВЯННАЯ КРИВОЛИНЕЙНАЯ КРОВЛЯ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

**Постановка задачи.** В современных условиях индивидуальные застройщики все чаще стремятся придать зданиям неповторимый облик, используя обширный арсенал архитектурных конструкций, в т.ч. башен, эркеров. Кровли башен и эркеров могут быть коническими, шатровыми в виде многогранных пирамид (чаще восьми- и четырехгранных), купольными в виде поверхности вращения с выгнутой кверху образующей, шпилевидными в виде остроконечных конусов и пирамид. Такие конструкции кровли помимо основного назначения – защиты от атмосферных

воздействий – несут декоративную функцию, подчеркивая на фоне традиционных скатных кровель выступающие части зданий – башни, эркеры. Кроме того, на них могут устанавливаться флюгерные механизмы для указания направления ветра, молниеприемники системы молниезащиты здания.

Однако такие конструкции традиционно применялись преимущественно при строительстве уникальных культовых, фортификационных, дворцовых комплексов и для массовой

індивідуальної застройки являються конструктивно і технологічно складними і дорогостоячими.

**Целью работы** является разработка архитектурно выразительного и одновременно доступного конструктивно-технологического решения кровли для башен и эркеров индивидуальных домов.

### **Обзор литературных данных.**

Наиболее оригинально рассматриваемые конструкции покрытий представлены в готической архитектуре XII–XV ст. (рис. 1) [1, 2]. В XVIII в. готика была возрождена под названием неоготика английским писателем Хорасом Уолполом – автором первого романа ужасов «Замок Отранто», перестроившим в 1746–90 гг. в готическом стиле свою виллу Струберри-хилл [3]. По его мнению, замок в готическом стиле был не только замечательным украшением

пейзажного парка, но и навевал исторические ассоциации, заставляя зрителя воображать себя участником давних событий. Схожими соображениями руководствовался и король Баварии Людвиг II, по заказу которого в 1869–83 гг. был построен замок Нойшванштайн (рис. 2), а также авторы сказочного замка Спящей красавицы в современном детском развлекательном центре – Парижском Диснейленде (рис. 3), прототипом которому послужил Нойшванштайн.

Показанные на рис. 1, 2 конструкции кровель башен – каркасные деревянные, собранные и обшитые на высоте, замка в Парижском Диснейленде (рис. 3) – аналогичные, но устроенные из современных материалов с помощью современных строительных технологий.



Рис.1. Храм Девы Марии перед Тыном, Прага, XIV–XVI вв.



Рис. 2. Замок Нойшванштайн, Германия, 1869–1883 гг.



Рис. 3. Замок Спящей красавицы в Парижском Диснейленде, 1990-е гг.

**Результаты разработки.** На основании анализа архитектурных и конструктивных особенностей покрытий башен готической архитектуры и неоготики, а также [4, 5] была разработана конструкция покрытия в виде фигуры вращения с криволинейной вогнутой образующей. Уравнение криволинейной образующей купола относительно вертикальной оси симметрии имеет вид

$$Y=0,0238X^3-0,1168X^2+0,4383X-0,0217, (1)$$

где  $X$  и  $Y$  – координаты образующей относительно оси вращения по вертикали и горизонтали соответственно.

Конструкция металлодеревянная с несущей частью в виде металлической многогранной башенной конструкции из прямоугольных труб (рис. 4, 5,а). Соединения элементов каркаса – сварные. Опираение и закрепление каркаса осуществляется на кольцевой опорный контур – монолитный железобетонный пояс (рис. 4), предназначенный для

восприятия распорных усилий от элементов кровли и распределения давления от его опорных частей на кладку стен башни.

С целью обеспечения пространственной жесткости каркас усилен связевыми дисками, также выполненными из прямоугольных металлических труб и расположенными в вертикальных плоскостях (рис. 5, а).

Криволинейный сплошной настил выполнен по деревянным прогонам двухслойным из хорошо поддающейся пилению и гнутью древесностружечной плиты QSB (construction board) толщиной 6 мм, покрытой с двух сторон водоотталкивающим лаком (рис. 5,б). Крепление обшивки к деревянным элементам каркаса – с помощью металлических винтов-саморезов.

Покрытие выполнено из битумной черепицы, укладываемой с учетом изменения сечения кровли по высоте (рис. 5,в). Для этого гонты битумной черепицы нарезаются на отдельные элементы, подгоняемые при укладке под

размер специальной подрезкой. Битумная черепица закрепляется к настилу с помощью ершенных гвоздей и холодной битумной мастики.

Учитывая пространственный характер работы конструкции, ее расчетную схему приняли также пространственной, практически полностью повторяющей конструктивную схему. Расчет сооружения выполнили с помощью вычислительного комплекса SCAD [6]. В статических расчетах учитывали различные схемы загрузки кровли, в т.ч. неравномерное загрузку снеговой нагрузкой ее свесов. Для выполнения детализированных чертежей использовали трехмерную компьютерную модель конструкции.

Запроектированная криволинейная кровля является технологически сложной

конструкцией. Трудозатраты на ее изготовление и, в конечном счете, себестоимость предложено уменьшить за счет использования блочного монтажа. Блоки конструкции изготавливаются на специально организованной площадке вблизи возводимого объекта с последующим монтажом в проектное положение с помощью кранового оборудования (рис. 6). В стесненных условиях монтаж блоков предложено проводить на перекрытии возводимого здания (рис. 5, а).

Разработанное конструктивно-технологическое решение реализовано при реконструкции индивидуального дома (рис. 7). Основные технико-экономические характеристики возведенной кровли представлены в таблице.

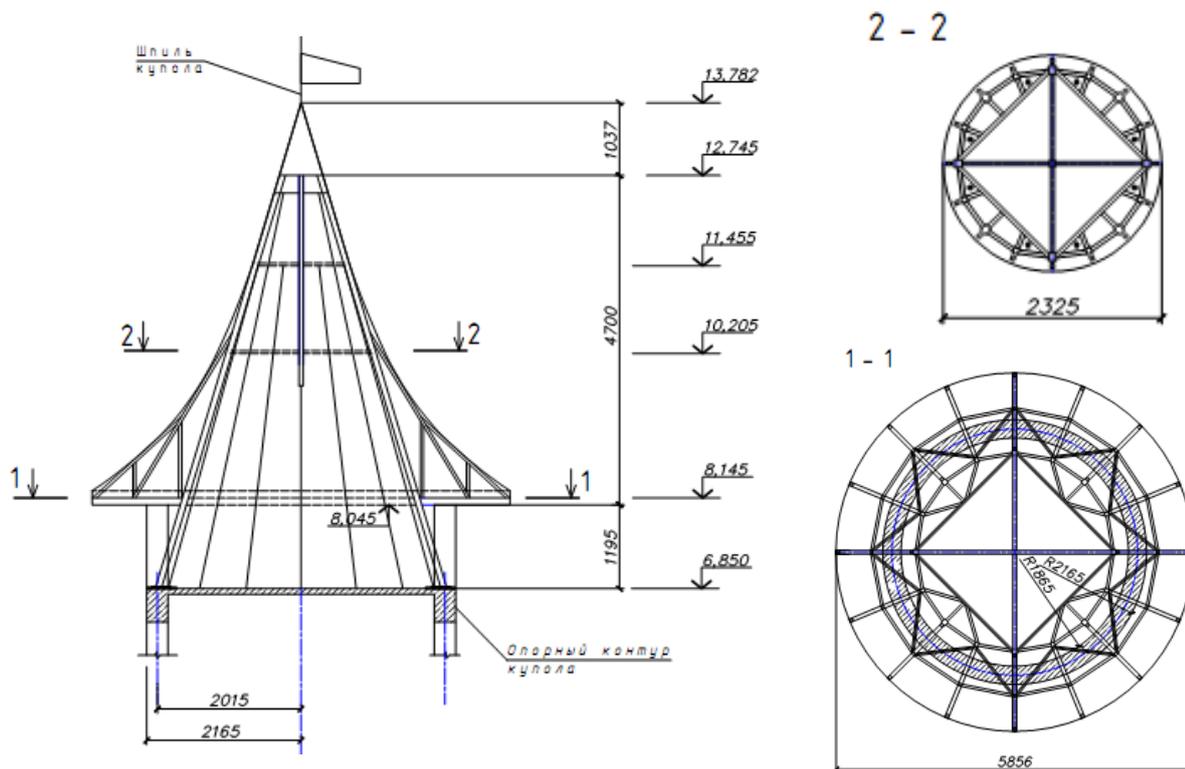


Рис. 4. Металлический каркас металлодеревянной конструкции кровли

а)



б)



в)



Рис. 5. Конструкция криволинейной кровли: *а* – общий вид металлического каркаса; *б* – купол на стадии обшивки QSB плитами; *в* – монтаж кровельного покрытия из битумной черепицы

а)



б)



Рис. 6. Блочный монтаж кровли: *а* – монтаж нижней части кровли; *б* – монтаж верхней части кровли с флюгером

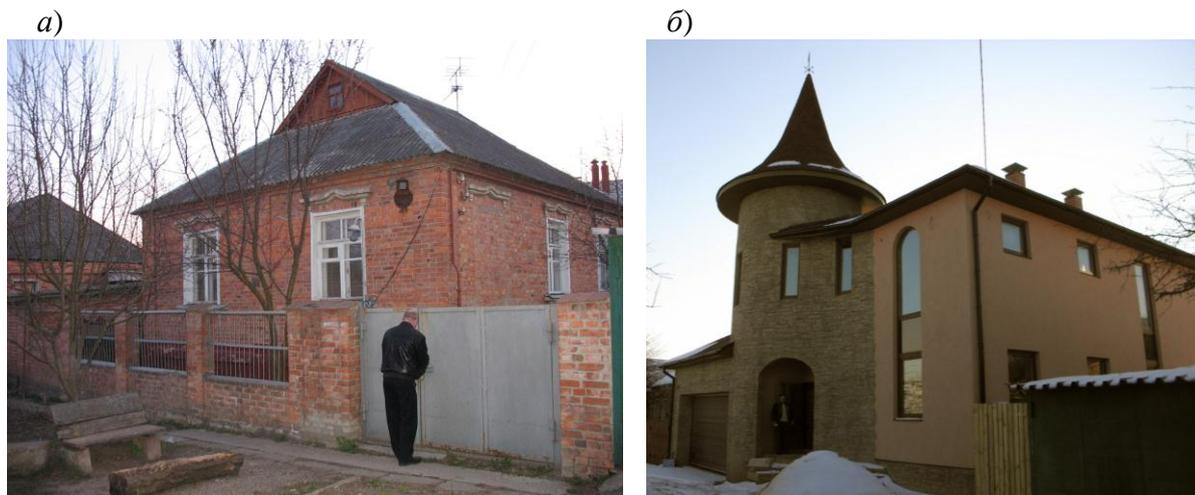


Рис. 7. Общий вид здания: а – до реконструкции; б – после реконструкции

Таблица

Технико-экономические показатели конструкции кровли

№ п/п	Характеристика конструкции	Ед. измер.	Величина
1	Высота несущей конструкции кровли (без флюгера)	м	6,93
2	Высота флюгера	м	1,0
3	Высота части конструкции с покрытием	м	5,75
4	Относительная отметка верха кровли (без флюгера) относительно уровня пола 1-го этажа	м	13,75
5	Площадь поверхности покрытия	м <sup>2</sup>	63,1
6	Металлоемкость конструкции	т	1,95
7	Расход древесины	м <sup>3</sup>	0,73
8	Вес конструкции	т	3,04
9	Фактическая трудоемкость изготовления и монтажа	чел. смен	85,0
10	Фактическая машиноемкость изготовления и монтажа	маш. смен	2,0

### Выводы и рекомендации

1. Как показал практический опыт, для устройства криволинейных кровель выступающих частей зданий – башен, эркеров в условиях индивидуального строительства целесообразно использовать комплексные металлодеревянные конструкции.

2. С целью снижения трудоемкости возведения подобных конструкций рекомендуется применять блочный монтаж. В стесненных условиях строительства изготовление блоков рекомендуется производить на перекрытии возводимого здания.

### Список литературы

1. Уайт, Э. Архитектура. Формы. Конструкции. Детали [Текст] / Э.Уайт, Б.Робертсон. – М.: АСТ Астрель, 2005. – 110 с.

2. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ru.wikipedia.org>
3. Готическое возрождение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.2uk.ru/culture/kulture12>
4. Тур, В.И. Купольные конструкции: формирование, расчет, конструирование, повышение эффективности [Текст]: учеб. Пособие / В.И. Тур. - М.: ЛСВ, 2004. – 96 с.
5. Металлические конструкции. Справочник проектировщика [Текст] / под ред. В.В.Кузнецова. – М., 1998. Т.1 – 3.
6. Вычислительный комплекс SCAD [Текст] / В.С. Карпиловский, Э.З. Криксунов, А.А. Маляренко [и др.]. – М.: АСВ, 2004. – 592 с.

**Ключевые слова:** кровля, металлодеревянная конструкция, блочный монтаж.

### *Аннотации*

Розглянуті питання архітектурного, конструктивного і технологічного проектування криволінійних покрівель для індивідуального будівництва. Розроблено конструктивно-технологічне рішення, що полягає у виготовленні металодерев'яної конструкції та її блочному монтажі.

Рассмотрены вопросы архитектурного, конструктивного и технологического проектирования криволинейных кровель для индивидуального строительства. Разработано конструктивно-технологическое решение, заключающееся в изготовлении металлодеревянной конструкции и ее блочном монтаже.

Questions of architectural, structural and technological design of curved roofs for individual building. Developed design and technological solution, which consists in making metalloderevyanny design and installation of a block.