DOI: 10.17117/na.2015.09.745

Поступила (Received): 24.09.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.09.745.pdf>

**Косарева К.А., Бобров Д.Н.,
Фурсова Н.А., Моисеенко М.О.
Расчет рамно-арочных конструкций
переменного сечения**

**Kosareva K.A., Bobrov D.N., Fursova N.A. , Moiseenko M.O.
Calculation of frame and arch constructions of variable section**

В статье рассмотрен вопрос определения внутренних усилий (нормальных сил, поперечных сил и изгибающих моментов) при действии неравномерно распределенных нагрузок и их сочетаний в симметричной арке.

Проанализировано неблагоприятное сочетание нагрузок

Ключевые слова: арка, рама, конструкции

In article the question of definition of internal efforts (normal forces, cross forces and the bending moments) at action of unevenly distributed loadings and their combinations in a symmetric arch is considered. The adverse combination of loadings is analysed

Key words: arch, frame, constructions

Косарева Ксения Александровна

Студент

Томский Государственный Архитектурно
Строительный Университет

г. Томск, пл. Соляная, 2

Kosareva Kseniya Aleksandrovna

Student

Tomsk State University of Architecture and Building
Tomsk, Solyanaya sq., 2

Бобров Денис Николаевич

Студент

Томский Государственный Архитектурно
Строительный Университет

г. Томск, пл. Соляная, 2

Bobrov Denis Nikolaevich

Student

Tomsk State University of Architecture and Building
Tomsk, Solyanaya sq., 2

Фурсова Наталия Александровна

Кандидат технических наук, доцент

Томский Государственный Архитектурно
Строительный Университет

г. Томск, пл. Соляная, 2

Fursova Nataliya Aleksandrovna

Candidate of Technical Sciences, associate Professor

Tomsk State University of Architecture and Building
Tomsk, Solyanaya sq., 2

Моисеенко Маргарита Олеговна

Кандидат технических наук, доцент

Томский Государственный Архитектурно
Строительный Университет

г. Томск, пл. Соляная, 2

Moiseenko Margarita Olegovna

Candidate of Technical Sciences, associate Professor

Tomsk State University of Architecture and Building
Tomsk, Solyanaya sq., 2

Впервые аровая система для перекрытия большого пролета была предложена известным русским механиком И. П. Кулибиным в 1776 г. – почти за 100 лет до создания строительной механики как науки. Используя законы об-

щей механики, И.П.Кулибин сделал расчеты и разработал проект однопролетного арочного деревянного моста пролетом 300м через р. Неву в Санкт-Петербурге. [1]

В последнее время рамно-арочные конструкции широко применяются не только для складских помещений, но также при строительстве спортивно-развлекательных сооружений, цехов производственного назначения, выставочных павильонов, а также в малоэтажном строительстве.

Рамно-арочные конструкции, кроме своей архитектурной выразительности, обладают преимуществом перед балочными конструкциями из-за возникновения в них значительно меньших изгибающих моментов.

Как известно, изгибающий момент в арочной конструкции определяется по формуле (1):

$$M_x = M_c^o - H \cdot y \quad (1)$$

Приведенная формула для момента в арке показывает уменьшение изгибающего момента в арке по сравнению с балкой, что подтверждает экономичность арочной конструкции по сравнению с балочной. Аналогичные выводы можно сделать, подсчитав продольные и поперечные усилия в балке и в арке и сравнив их. С увеличением пролета экономичность арок возрастает.

Актуальным будет вопрос: какое будет самое неблагоприятное сочетание внешней нагрузки и насколько изменятся внутренние усилия в арочных конструкциях, если нагружение будет несимметричным?

Согласно действующего СП по нагрузкам [3], существуют четыре схемы приложения снеговой нагрузки на арочную или близкую к ней по очертанию конструкцию.

Рис. 1. Схемы приложения нагрузки на арочную конструкцию

В статье Липленко М.А. [2] рассматривает методы нагружений арочной конструкции при испытаниях. Проведенные расчеты Липленко М.А. показывают, что в большинстве случаев наиболее невыгодной схемой приложения нагрузки задается схема, имитирующая неравномерное распределение снега на одной из половин пролета (Вариант 4, рис. 1).

Поэтому такая схема снеговой нагрузки является предпочтительной в качестве кривой давления в эксперименте.

В статье [2] представляется метод нагружения, позволяющий точно реализовать кривую давления от снеговой нагрузки на арочную конструкцию.

Согласно предоставленным данным были произведены расчеты и построены эпюры внутренних усилий от некоторых видов нагрузок, а именно:

Эпюра моментов от равномерно распределенной нагрузки, приложенной к полуарке

Эпюры внутренних усилий от неравномерного распределения снега на одной из половин пролета

Эпюры внутренних усилий от ветровой нагрузки

Для того чтобы исследовать влияние схемы приложения нагрузки на изменения внутренних усилий (нормальные силы, поперечные силы и изгибающие моменты) были построены эпюры внутренних сил. Так как система является статически неопределимой, при расчете внутренних усилий используем метод сил:

- 1) Выбираем статически определимую основную систему путем отбрасывания лишних связей;
- 2) Действие отброшенных связей заменяем неизвестными усилиями;
- 3) Составляем канонические уравнения, которые описывают то условие, что полные перемещения по направлению отброшенных связей равны нулю;
- 4) Строим единичные эпюры и грузовую эпюру
- 5) Перемножением эпюр находим коэффициенты канонических уравнений, в результате решения которых находятся значения неизвестных усилий;
- 6) Строим окончательную эпюру изгибающих моментов путем домножения единичных эпюр на найденные коэффициенты и суммируя все это с грузовой эпюрой моментов.

Учет переменного по высоте сечения ведется с учетом жесткости конструкций $1/(EY)$. Так как коэффициенты при неизвестных и свободные члены системы канонических уравнений зависят от момента инерции поперечного сечения и его площади.

Учитывая, что величины площади и момента инерции входят под знак интегрирования формулы перемещений, при помощи которой определяются коэффициенты и свободные члены системы канонических уравнений, целесообразно составлять для этих величин аналитические выражения, устанавливающие закон их изменения по длине арки.

Рассматриваемая для расчетов конструкция изготовлена с использованием клееной древесины. Клееные конструкции имеют малый вес при значительной прочности. Это позволяет снизить нагрузку на фундаменты и стены. Древесина оказывается более надежной при покрытии залов с повышенным

содержанием влаги (бассейны, аквапарки и др.), в условиях агрессивных сред (склады удобрений, химикатов и т. п.).

Несущие большепролетные конструкции из клееной древесины – это возможность сооружать перекрытия больших пролетов для мостов, самых различных зданий и сооружений (торговых и спортивно-развлекательных комплексов, аквапарков, бассейнов, ангаров, складов). Как видим, у клееной древесины очень широкий спектр возможностей [4,5].

Список используемых источников:

1. Дарков А. В. Строительная механика. СПб.: Лань, 2008.
2. Липленко М.А. Метод нагружения арочной конструкции при испытаниях // Строит. механика и расчет сооружений. М. 2014. № 3. С. 57-61.
3. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП. 2.01.07-85*, 2011.
4. Щуко В.Ю. Клееные армированные деревянные конструкции: учеб.пособие к курсовому и дипломированному проектированию / В.Ю. Щуко, С.И. Рощина. Владимир, 2008. 68 с.
5. Ковальчук Л.М. Деревянные конструкции – проблемы и решения // Промышленное и гражданское строительство. 2001. №10. С. 13-14.

© 2015, Косарева К.А., Бобров Д.Н., Фурсова Н.А.,
Моисеенко М.О.

Расчет рамно-арочных конструкций переменного
сечения

© 2015, Kosareva K.A., Bobrov D.N., Fursova N.A.,
Moiseenko M.O.

Calculation of frame and arch constructions of
variable section