СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ В АРКАХ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЙ СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ В НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТАХ РАЗЛИЧНОГО ГОДА ВЫПУСКА

А. С. Коваль, студентка,

e-mail: alinakoval0702@mail.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

И. В. Хомякова, кандидат техн. наук, доц.,

e-mail: irina.khomyakova@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Ж. Г. Концедаева, кандидат техн. наук, доц.,

e-mail: zhanna.kontsedaeva@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

В статье представлены результаты анализа зависимости внутренних усилий в сечениях параболических арок со стрелой подъема $l/5l$ с различным пролетом l от действия снеговой нагрузки, рассчитанной по нормативным документам разного года выпуска (СНиП 2.01.07-85* [1], СП 20.13330.2011 [2], СП 20.13330.2016) [3].

Ключевые слова: арки, расчет внутренних усилий, снеговая нагрузка, нормативные документы.

ВВЕДЕНИЕ

3 августа 1962 года был выпущен СНиП «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования». С тех пор строительные нормы и правила претерпели значительные изменения. За это время в разных регионах страны произошли заметные климатические изменения, поэтому в документ необходимо было внести климатические правки, помимо этого в своде правил изменились расчетные схемы приложения временных снеговых нагрузок, поменялись формулы их расчета, появились дополнительные коэффициенты. Все это в значительной мере усложнило статический расчет.

Так, например, СП 20.13330.2016 и 2011 «Нагрузки и воздействия» являются актуализированной редакцией СНиПа 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия».

Рисунок 1 – Схема распределения снеговой нагрузки: а) СНиП85*; б) СП2011 и СП2016

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являются параболические арки с различными стрелой подъема f и пролетом l .

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В связи с вышесказанным целью настоящей работы является сравнительный анализ внутренних усилий, полученных по различным формам загрузок с учетом изменений в нормативных документах.

Для реализации поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Произвести расчет внутренних усилий арки со стрелой подъема $f=(1/5)l$ различных пролетов.
2. Произвести сравнительный анализ полученных внутренних усилий (M , N , Q) по [1], [2], [3].
3. Определить зависимость изменения максимальных внутренних усилий от пролета арки и вида нагружения.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методы исследования: расчет, анализ, сравнение.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для выполнения поставленных задач были произведены расчеты внутренних усилий в арке для второго снегового района со стрелой подъема $1/5l$ пролетами $l = 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60$ м по нормативным документам: [1], [2], [3] для 6 снеговых районов.

В данной работе представлены данные расчета для арки пролетом 10 м, высотой 5 м, что составляет $1/5l$. Постоянная нагрузка принималась равной единице. Арка разбивалась на 10 расчетных сечений

Рисунок 2 – Геометрия принятой арки

Для определения и анализа внутренних усилий были рассмотрены следующие виды загрузжений снеговой нагрузкой:

1. Симметричное, распределенное по параболе.
2. Несимметричное, распределенное по треугольникам.
3. Симметричное равномерно распределенное по прямоугольнику.

Результаты полученных значений внутренних усилий представлены на *рис.3–8*.

Рисунок 3 – Значения изгибающих моментов для загрузки (1)

Рисунок 4 – Значения поперечных сил для загрузки (1)

Рисунок 5 – Значения продольных сил для загрузки (1)

Рисунок 6 – Значения изгибающих моментов для загрузки (2)

Рисунок 7 – Значения поперечных сил для загрузки (2)

Рисунок 8 – Значения продольных сил для загрузки (2)

Максимальные значения внутренних усилий (M, N, Q) приведены на рис. 9

Рисунок 9 – Значения максимальных усилий (M, Q, N) при загрузении (1)

Рисунок 10 – Значения максимальных усилий (M , Q , N) при загрузении (2)

Анализ данных показывает, что:

- 1) Соотношение максимальных моментов между вычисленными значениями для симметрично распределенной нагрузки, по нормативным документам [1] и [2] приблизительно составил 0,8, а между 2011 и 2016 г. – 1,2 *независимо от пролета арки.*

Для несимметрично распределенной – 1 и 1,2.

- 2) Соотношение максимальных поперечных сил – 1,6 и 1,2 для симметричной, а для несимметрично распределенной – 0,5 и 1,2, соответственно, *независимо от пролета арки.*
- 3) Соотношение максимальных продольных сил – 1 и 1,2 для симметричной, а для несимметрично распределенной – 0,5 и 1,2, соответственно, *независимо от пролета арки.*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- 1) Снеговая нагрузка, посчитанная по [3], увеличилась на 16-17% по сравнению с нагрузкой, посчитанной по [2] по всем климатическим районам.
- 2) Максимальное значение момента, посчитанного от симметричной параболической нагрузки, от СНиП85* к СП 20.13330.2011 изменилось на 25 %, а от несимметричной нагрузки, распределенной по треугольникам – на 1,6 %.

Максимальное значение момента, посчитанного от симметричной параболической нагрузки, от СП 20.13330.2011 к СП 20.13330.2016 изменилось на 16 %, а от несимметричной нагрузки, распределенной по треугольникам – на 16 %.

- 3) Максимальное значение поперечной силы, посчитанной от симметричной параболической нагрузки, от СНиП85* к СП 20.13330.2011 изменилось на 37 %, а от несимметричной нагрузки, распределенной по треугольникам – на 96 %.

Максимальное значение поперечной силы, посчитанной от симметричной параболической нагрузки, от СП 20.13330.2011 к СП 20.13330.2016 изменилось на 16 %, а от несимметричной нагрузки, распределенной по треугольникам – на 16 %.

- 4) Максимальное значение продольной силы, посчитанной от симметричной параболической нагрузки, от СНиП85* к СП 20.13330.2011 изменилось на 2 %, а от несимметричной нагрузки, распределенной по треугольникам – на 96 %;

Максимальное значение продольной силы, посчитанной от симметричной параболической нагрузки, от СП 20.13330.2011 к СП 20.13330.2016 изменилось на 16 %, а от несимметричной нагрузки, распределенной по треугольникам – на 16 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.01.07.85*. Строительные нормы и правила. Нагрузки и воздействия: утвержден постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 29 августа 1985 г. №135: введен 1987-01-01. – Москва: ФГУП ЦПП, 2005. – 44 с.
2. СП 20.13330.2011. Свод правил. Нагрузки и воздействия: актуализированная редакция СНиП 2.01.07.85*: утвержден Минрегион России от 27 декабря 2010 г. № 787 : введен 20.05.2011. – Москва: ФГУП ЦПП, 2011. – 79 с.
3. СП 20.13330.2016. Свод правил. Нагрузки и воздействия: актуализированная редакция СНиП 2.01.07.85*: утвержден Минрегион России от 3 декабря 2016 г. № 891/пр : введен 04.06.2017. – Москва: ФГУП ЦПП, 2017. – 95 с.

THE OPTIMIZATION OF THE CALCULATION OF ARCHES ON SNOW LOAD IMPACT BY USING EQUAL LOADING SYSTEMS

A. S. Koval, student,
e-mail: AlinaKoval0702@mail.ru
Kaliningrad State Technical University

I. V. Khomyakova, PhD, Associate Professor,
e-mail: irina.khomyakova@klgtu.ru
Kaliningrad State Technical University

J. G. Konzedaeva PhD, Associate Professor,
e-mail: zhanna.kontsedaeva@klgtu.ru
Kaliningrad State Technical University

The article presents the results of the analysis of the dependence of internal forces in the sections of parabolic arches with an arch camber $1/5l$ with a different chord (l) on the effect of the snow load calculated according to the normative documents of different years of release (SNiP 2.01.07-85*, SP 20.13330.2011, SP 20.13330.2016).

Key words: arches, calculation of internal forces, snow load, normative documents.