

УДК 692.232.2

В. А. МАЗУР, М. А. ЧАЙКА

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО МЕТОДА ВОЗВЕДЕНИЯ УТЕПЛЕННЫХ БЕСКАРКАСНЫХ АРОЧНЫХ АНГАРОВ

Аннотация. Работа посвящена определению рационального метода возведения утеплённых бескаркасных арочных ангаров путём использования теории математического моделирования в виде уравнений множественной регрессии. Доказана высокая технико-экономическая эффективность возведения ангара технологией монтажа укрупненными блоками – скорлупами, позволяющей сократить трудовые затраты по сравнению с существующим традиционным поэлементным методом возведения. Полученные данные могут послужить основанием для разработки нормативно-технической документации по возведению утепленных бескаркасных ангаров методом укрупнительной сборки.

Ключевые слова: утепленный бескаркасный арочный ангар, поэлементный монтаж, монтаж укрупненным методом, прогнозирование технико-экономических показателей.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время широко применяется технология бескаркасного арочного строительства, позволяющая в сжатые сроки возводить здания и сооружения различного назначения. Но отсутствуют методики, позволяющие выбрать рациональный конструктивно-технологический метод их возведения с учетом необходимости выполнения теплоизоляционных работ. Поэтому необходима разработка рационального метода возведения, при котором достигается снижение трудовых и материальных затрат учётом влияния организационных и конструктивно-технологических факторов.

Целью работы является определение рационального метода возведения утепленных бескаркасных арочных ангаров путём экспериментально-статического моделирования и создания уравнений регрессии, позволяющих прогнозировать основные технико-экономические показатели.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Исследования теплотехнических свойств ограждающих конструкций утепленных металлических бескаркасных арочных ангаров показывают, что самым энергоэффективным является вариант утепления с устройством вентиляционного зазора, так как значительно улучшает эксплуатационные параметры ограждающих конструкций за счет вывода влаги путем свободной конвекции потока воздуха [1-3]. Выполнение таких ангаров подразумевает монтаж двух слоев металлической арки, между которыми устраивают теплоизоляционный материал.

Можно выделить следующие основные методы возведения утепленных бескаркасных арочных ангаров:

- Поэлементный монтаж – данный метод является традиционным для бескаркасного арочного строительства, представляющий собой процесс послойной сборки конструкций ангара непосредственно на формируемой плоскости арочного покрытия и предусматривающий работу на высоте [4].
- Монтаж укрупненным методом. Укрупнительная сборка осуществляется в монтажной зоне на нулевых отметках. Вначале собирают нижнюю арочную секцию, а затем устанавливаются последующие элементы арочной скорлупы. Нижнюю и верхнюю секции соединяют при помощи прогонов и заклёпок. Готовую арочную скорлупу устанавливают в проектное положение с предварительной выверкой.

Для определения рациональной технологии устройства утепленных ангаров была использована теория математического моделирования. При этом рассмотрены экспериментально-статистические регрессионные модели. В качестве исследуемых показателей приняты основные технико-экономические показатели – трудоемкость и стоимость выполнения работ.

Исследования проводились по трехфакторному плану с восьмью экспериментальными строками для каждого метода возведения. Применение математического моделирования позволило получить адекватные модели при изменении факторов на двух уровнях: min и max.

Факторы и уровни их варьирования для поэлементного метода приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Факторы и уровни их варьирования для поэлементного метода монтажа

Уровни варьирования	Факторы		
	x_1 , м	x_2 , шт.	x_3 , шт.
–	10	3	1
+	100	5	3

- x_1 – длина ангара (м): минимальное значение «–» 10 м; максимальное значение «+» 100 м;
 - x_2 – количество холодногнутых профилей в секции при одном подъёме (шт.): минимальное значение «–» 1 шт.; максимальное значение «+» 5 шт.;
 - x_3 – количество арок (шт.): минимальное значение «–» 1 шт.; максимальное значение «+» 3 шт.;
- Факторы и уровни их варьирования для монтажа укрупненными блоками приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Факторы и уровни их варьирования для монтажа укрупненными блоками

Уровни варьирования	Факторы		
	x_1 , м	x_2 , шт.	x_3 , шт.
–	10	1,617	1
+	100	4,723	3

- x_1 – длина ангара (м): минимальное значение «–» 10 м; максимальное значение «+» 100 м;
- x_2 – масса скорлупы в зависимости от вида (т): минимальное значение «–» 1,617 т; максимальное значение «+» 4,723 т;
- x_3 – количество арок (шт.): минимальное значение «–» 1 шт.; максимальное значение «+» 3 шт.;

По полученным результатам на основе матрицы показателей корреляции были составлены уравнения линейной множественной регрессии для прогнозирования трудоемкости работ и стоимости исследуемых методов возведения (табл. 3, 4). Расчёт и построение этих вариантов осуществляли с помощью программного комплекса Microsoft Office Excel. После проверки моделей на адекватность по F-критерию Фишера при уровне значимости $\alpha = 0,05$ в модели оставались только значимые коэффициенты.

Таблица 3 – Многофакторные модели уравнений множественной регрессии для прогнозирования трудоемкости возведения утепленных бескаркасных арочных ангаров

Методы возведения	Факторы	Уравнение регрессии (Т – трудоёмкость, чел.-ч)
Поэлементный монтаж	x_1, x_2, x_3	$T = 269,11 + 140,47 \cdot x_1 - 349,89 \cdot x_2 + 379,99 \cdot x_3$
Монтаж укрупненными блоками	x_1, x_2, x_3	$T = -205,17 + 46,01 \cdot x_1 - 365,23 \cdot x_2 + 668,69 \cdot x_3$

Таблица 4 – Многофакторные модели уравнений множественной регрессии для прогнозирования стоимости возведения утепленных бескаркасных арочных ангаров

Методы возведения	Факторы	Уравнение регрессии (С – стоимость, руб.)
Поэлементный монтаж	x_1, x_2, x_3	$C = 10\,479,4 + 322\,944,7 \cdot x_1 - 24\,382 \cdot x_2 + 26\,858,87 \cdot x_3$
Монтаж укрупненными блоками	x_1, x_2, x_3	$C = -30\,853,8 + 331\,815,8 \cdot x_1 - 62\,783,7 \cdot x_2 + 107\,441,1 \cdot x_3$

Полученные данные (рисунок) показали, что метод возведения утепленных арочных ангаров укрупненными блоками – скорлупами является более рациональным, так как сокращает затраты труда, а значит и продолжительность выполнения работ почти в 3 раза. При этом изменение стоимости возведения подобных ангаров меняется незначительно за счет сокращения затрат на заработную плату.

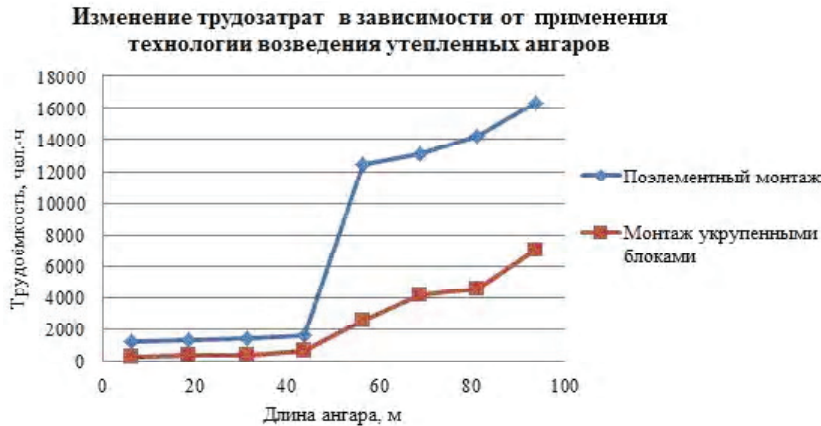


Рисунок – График нормального распределения трудозатрат при возведении утепленного ангара от применяемого метода монтажа.

ВЫВОДЫ

Методы экспериментально-статистического моделирования строительных процессов при возведении утепленных бескаркасных арочных ангаров позволили выявить основные факторы и закономерности, влияющие на технологию бескаркасного строительства. Доказана высокая технико-экономическая эффективность возведения ангара технологией монтажа укрупненными блоками – скорлупами, позволяющая сократить трудовые затраты, а значит и сократить продолжительность выполнения работ почти в три раза по сравнению с существующим сопоставимым традиционным поэлементным методом возведения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий [Текст] : актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 ; введ. 2013-07-01. – М. : Минрегион России, 2012. – 84 с.
2. Мазур, В. А. Анализ конструктивно-технологических особенностей, утепленных бескаркасных металлических ангаров [Текст] / В. А. Мазур, А. В. Мазур // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона : сб. научных тр. в 2 т. / под ред. Л. А. Скворцова. – Т. 2. – Саратов : СГТУ, 2018. – С. 240–244.
3. Мазур, В. А. Выбор рационального способа утепления бескаркасных металлических арочных ангаров для обслуживания и стоянки воздушных судов [Текст] / В. А. Мазур, М. А. Чайка // Инвестиции, строительство, недвижимость как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения : сб. научных тр. в 2 ч. / под ред. Т. Ю. Овсянниковой, И. Р. Салагор. – Ч. 2. – Томск : Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2019. – С. 689–695.
4. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ [Текст] / В. А. Вознесенский, Т. В. Ляшенко, Б. Л. Огарков. – Киев : Вища школа, 1989. – 328 с.

Получено 25.04.2019

В. О. МАЗУР, М. О. ЧАЙКА
 ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО МЕТОДУ ЗВЕДЕННЯ УТЕПЛЕНИХ
 БЕЗКАРКАСНИХ АРОЧНИХ АНГАРІВ
 ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Робота присвячена визначенню раціонального методу зведення утеплених бескаркасних арочних ангарів шляхом використання теорії математичного моделювання у вигляді рівнянь множинної регресії. Доведена висока техніко-економічна ефективність будівництва ангара технологією монтажу

укрупненными блоками – шарлуками, что позволяет сократить трудовые затраты в сравнении с существующим традиционным поэлементным методом зведения. Отримані дані можуть послужити підставою для розробки нормативно-технічної документації зі зведення утеплених бескаркасних ангарів методом укрупнювального складання.

Ключові слова: утеплений бескаркасний арочний ангар, поелементний монтаж, монтаж укрупненим методом, прогнозування техніко-економічних показників.

VICTORIA MAZUR, MARIIA CHAIKA
THE CHOICE OF A RATIONAL METHOD OF CONSTRUCTION OF
INSULATED FRAMELESS ARCH HANGARS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The work is devoted to the definition of a rational method of construction of insulated frameless arch hangars by using the theory of mathematical modeling in the form of multiple regression equations. The high technical and economic efficiency of the hangar construction by the technology of installation of enlarged blocks-shells, allowing to reduce labor costs in comparison with the existing traditional element – by-element method of construction, is proved. The obtained data can serve as the basis for the development of normative and technical documentation for the construction of insulated frameless hangars by the method of consolidation Assembly.

Key words: insulated frameless arched hangar, element-by-element installation, installation by the enlarged method, forecasting of technical and economic indicators.

Мазур Вікторія Александровна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ГОУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва та архітектури». Научні інтереси: ремонт та реконструкція кровель та фасадів цивільних та промислових будівель.

Чайка Марія Александровна – магістрант кафедри технології та організації будівництва ГОУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва та архітектури». Научні інтереси: технологія улаштування теплоізоляції огорожувальних конструкцій будівель та споруд.

Мазур Вікторія Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: ремонт та реконструкція покрівель та фасадів цивільних та промислових будівель.

Чайка Марія Олександрівна – магістрант кафедри технології та організації будівництва ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: технологія улаштування теплоізоляції огорожувальних конструкцій будівель та споруд.

Mazur Victoria – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Construction and Architecture. Scientific interests: repair and reconstruction of roofs and facades of civil and industrial buildings.

Chaika Mariia – Master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technology of thermal insulation of enclosing structures of buildings and structures.