

УДК 69.003.13

И. А. ЛАДНЫХ, аспирант кафедры «МДК», Белорусский национальный технический университет, г. Минск

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЭП МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ УСИЛЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ АРОК

Представлен новый способ усиления деревянных арочных конструкций с использованием композитных материалов. Разработаны калькуляции трудозатрат на усиление одной полуарки для нового и классического способов усиления на примере реального объекта в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами Беларуси. Проведен сравнительный технико-экономический анализ различных способов усиления, а также предложены варианты снижения себестоимости нового типа усиления.

Введение. В советское время было построено достаточно большое количество уникальных большепролетных зданий на основе деревянных арочных конструкций. Однако с течением времени они приходят в негодность и необходимо производить их усиление. В последние десятилетия появились новые методы усиления деревянных конструкций с использованием композитных материалов [1]. Для дальнейшего внедрения в массовое строительство новых технологий необходимо не только изучить несущую способность и деформативность новых методов усиления, но и оценить экономическую эффективность предлагаемых методов.

В данной статье рассматривается сравнение технико-экономических показателей двух методов усиления, которые были предложены для усиления деревянных арочных конструкций на складе мелкозернистого концентрата на втором рудоуправлении в городе Солигорске.

Первый классический метод усиления – обойма из металлических равнобоких уголков $125 \times 125 \times 8$ (рисунок 1, а). Второй способ усиления – обойма из углеродволоконных лент на основе эпоксидной смолы (рисунок 1, б).

Результаты исследования. Трудоемкость монтажа усиливающих элементов на одну полуарку для каждого способа определялась на основании действующих нормативов на территории Беларуси – сборников «Норм затрат труда (НЗТ)» [2]. Также определялась трудоемкость на устройство, перебазировку и снятие средств подмащивания для выполнения работ.

В таблице 1 приведена калькуляция трудоемкости усиления углеродволоконными лентами. Следует отметить, что прямой расценки на выполнения данных видов работ в сборниках НЗТ нет, поэтому подобрана расценка, которая может использоваться.



Рисунок 1 – Способы усиления деревянных арочных конструкций:

а – обоймы из стальных уголков; б – обоймы из углеродволокна

Для оценки трудоемкости усиления металлическими обоймами была составлена аналогичная калькуляция, приведенная в таблице 2. Стоимость изготовления металлоконструкций учтена в расчете материалов.

Стоимость человека-часа рабочих-строителей 4-го разряда за ноябрь 2017 года составляет 5,44 BYN.

Таблица 1 – Калькуляция трудозатрат усиления деревянных арок с использованием обойм из углеродволоконных лент

Состав работ	Ед. изм.	Кол-во	Норма времени, чел·ч		Шифр НЗТ	Состав звена
			на ед. изм.	на объем		
1 Нарезка полотниц, нанесение клеевого состава на поверхность, оклеивание поверхностей, промазывание наклеенных полотниц клеевым составом, разравнивание шпателем и снятие излишков клея	100 м ²	2,38 м ²	19	0,4522	8-1046 (применительно)	Средний разряд 3,5
2 Установка, перебазировка и снятие средств подмащивания	10 конструкций	10 конструкций	5	5	ПР-1 (применительно)	
ИТОГО				5,4522		
Расчет зарплаты: 5,4522 чел·ч × 5,44 BYN × 0,9299 = 27,58 BYN.						

Таблица 2 – Калькуляция трудозатрат усиления деревянных арок с использованием обойм из стальных уголков

Состав работ	Ед. изм.	Кол-во	Норма времени, чел·ч монтажников /машинистов		Шифр НЗТ	Состав звена
			на ед. изм	на объем		
1 Монтаж металлоконструкций (решетчатые конструкции)	1 конструктивный элемент	1	2,9 / 0,58	2,9 / 0,58	5-55 (применительно)	Средний разряд 4,4
2 Монтаж металлоконструкций (решетчатые конструкции)	Дополнительно на 1 т	1т	0,53 / 0,11	0,53 / 0,11	5-55	
3 Установка, перебазировка и снятие средств подмащивания	10 конструкций	10 конструкций	5	5	ПР-1 (применительно)	
ИТОГО				8,43 / 0,69		
Расчет зарплаты: 8,43 чел·ч × 5,44 BYN × 1,0408 = 47,73 BYN; 0,69 чел·ч × 5,44 BYN = 3,75 BYN.						

Стоимость материалов и конструкций была рассчитана на основании действующих цен на территории Беларуси и норм расхода в соответствии с технологической картой на усиление.

Углеродволоконные ленты были выбраны российского производства. Однако существуют аналоги как западного, так и белорусского производства. Однако не все производителю представлены на белорусском рынке, а также отсутствие информации по техническим характеристикам не позволили в настоящем расчете выбрать для сравнения другого производителя лент.

В таблице 3 представлен сравнительный анализ цен на усиление двумя способами и сопоставлена со стоимостью производства и монтажа одной новой полуарки. Ставка НДС принята 20 %.

Таблица 3 – Сравнительный анализ способов усиления

Показатель сравнения	Усиление с использованием обойм из стальных уголков	Второй способ. Усиление с использованием углеродволоконных лент
1 Стоимость работ усиления с НДС, BYN	6039,38	717,85
2 Отношение стоимости усиления к стоимости по изготовлению и монтажу новой арки, %	10,5	1,
3 Общая трудоемкость монтажников, чел·ч	8,43	5,45

Получено 09.11.2017

I. A. Ladnykh. Comparative analysis technical and economic indicators of methods of strengthening according the example of strengthening wooden arches.

The article presents a new method of strengthening wooden arched structures using composite materials. Cost estimate for the effort required to gain one semi arch-for the new and classical methods of amplification have been developed on the example of the real object in accordance with the applicable Belarusian legal acts. Comparative techno-economic analysis of different ways to enhance, and also the cost reduction options of a new type of amplification.

Основным недостатком первого способа усиления с использованием обойм из стальных уголков является не только относительно высокая стоимость, но также и низкая стойкость к воздействию химически агрессивных сред, что отрицательно сказывается при усилении деревянных конструкций, эксплуатируемых в условиях постоянного воздействия химически агрессивных веществ, в частности на складских комплексах Солигорского комбината по производству калийных удобрений.

Заключение. Предлагаемый новый способ усиления углеродволоконными лентами имеет сравнительно низкую стоимость по его устройству, однако недостаточная изученность работы усиливающих элементов ограничивает его применение. Следует отметить, что еще одним фактором, который позволит снизить стоимость усиления, является применение белорусских углеродволоконных лент производства Гродноазот или Светлогорскхимволоконно.

Автором планируется дальнейшее изучение прочностных и жесткостных характеристик усиления деревянных арок композитными материалами.

Список литературы

1 **Ладных, И. А.** Современные тенденции в области усиления деревянных конструкций / И. А. Ладных // Вестник СевКавГТИ. – 2017. – № 3(30). – С. 128–133.

2 НЗТ. Сборник 8.1. Отделочные покрытия строительных конструкций. Отделочные работы. – Минск : М-во стр-ва и архитектуры Респ. Беларусь, 2011. – 102 с.