

## ВЫБОР ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ УСИЛЕНИЯ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТРОПИЛЬНЫХ БАЛОК

Валентина Владимировна Таран<sup>1</sup>, Максим Владимирович Мельник<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия

<sup>1</sup>taran\_v\_@mail.ru, <sup>2</sup>melnik.m.v-pgsu-75a@domasa.ru

**Аннотация.** Представлены существующие унифицированные конструктивные решения сборных железобетонных балок. Выполнен анализ наиболее часто встречающихся дефектов и повреждений в железобетонных балках. Описаны причины их образования. Рассмотрены публикации по усилению сборных железобетонных стропильных балок. Приведены основные способы усиления железобетонных балочных конструкций. Для определения рационального варианта ремонта железобетонных стропильных балок разработана схема выбора наиболее эффективного организационно-технологического решения выполнения работ при усилении железобетонных стропильных балок. Произведена систематизация основных технологических операций по выполнению работ для сравниваемых вариантов. Рассмотрены факторы, оказывающие влияние на организационно-технологические решения при выборе метода усиления сборных железобетонных балок. Описана последовательность выполнения работ по усилению стропильных балок покрытия. Представленные технико-экономические показатели позволяют провести сравнительный анализ по вариантам выполнения работ.

**Ключевые слова:** железобетонная балка, ремонт, усиление, дефект, трещина

**Для цитирования:** Таран В. В., Мельник М. В. Выбор организационно-технологического решения усиления сборных железобетонных стропильных балок // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2024. Выпуск 2024-6(170) Технология, организация, механизация и геодезическое обеспечение строительства. С. 30–39. doi: 10.71536/vd.2024.6c170.3. edn: uwoaxa.

### Original article

## CONSTRUCTION OF STEEL-REINFORCED CONCRETE COLUMNS IN THE CONSTRUCTION OF FRAME-MONOLITHIC MULTI-STOREY BUILDINGS

Valentina V. Taran<sup>1</sup>, Maxim V. Melnik<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia

<sup>1</sup>taran\_v\_@mail.ru, <sup>2</sup>melnik.m.v-pgsu-75a@domasa.ru

**Abstract.** The existing unified structural solutions of precast reinforced concrete beams are presented. The analysis of the most common defects and damages in reinforced concrete beams has been performed. The reasons for their formation are described. Publications on the reinforcement of precast reinforced concrete rafter beams are considered. The main ways of strengthening reinforced concrete girder structures are given. To determine the rational option for repairing reinforced concrete rafter beams, a scheme has been developed for choosing the most effective organizational and technological solution for performing work on strengthening reinforced concrete rafter beams. The systematization of the main technological operations for the execution of works for the compared options has been carried out. The factors influencing organizational and technological decisions when choosing the method of reinforcement of precast reinforced concrete beams are considered. The sequence of work on strengthening the roof beams of the coating is described. The presented technical and economic indicators allow for a comparative analysis of the work options.



**Keywords:** reinforced concrete beam, repair, reinforcement, defect, crack

**For citation:** Taran V. V., Melnik M. V. Construction of steel-reinforced concrete columns in the construction of frame-monolithic multi-storey buildings. *Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Technology, organization, mechanization and geodetic support of construction.* 2024;6(170):30–39. (In Russ.). doi: 10.71536/vd.2024.6c170.3. edn: uwoaxa.

## ВВЕДЕНИЕ

Любой строительный объект имеет свой жизненный цикл. В период эксплуатации здания или сооружения возникает необходимость ремонта или усиления несущих конструкций. Зачастую появление трещин, повреждений, недопустимых прогибов в железобетонных конструкциях вызвано возможными отклонениями как при изготовлении, транспортировании, монтаже, так и при эксплуатации [1]. Важно своевременно выявить и оценить состояние конструкции для принятия решения о рациональном способе ее усиления. На выбор способа ремонта и выполнения работ по усилению влияют причины, повлекшие повреждения, прочность, трещиностойкость и жесткость конструкции на момент обследования. В сборных железобетонных балках характерные дефекты и повреждения встречаются на опорных узлах, верхних и нижних поясах. Для принятия эффективного решения ремонта и усиления сборных железобетонных балок выполняется технико-экономическое сравнение показателей организационно-технологических решений.

На рисунке 1 представлены унифицированные конструкции сборных железобетонных балок.

## АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В работе Ю. А. Землякова и А. Ю. Кубасова рассмотрено технико-экономическое сравнение вариантов усиления железобетонных балок перекрытия [2]. В качестве вариантов для сравнения рассматривались способы усиления: стеклопластиком; жесткой опорой с дополнительными затяжками; подведением упругой опоры; композитным материалом.

Согласно проведенных авторами исследований, каждый из рассмотренных вариантов необходимо рассматривать с учетом дальнейшей эксплуатации здания. Усиление балки с устройством дополнительной центральной опоры с усилением стержнями целесообразно для зданий, где есть необходимость разделения общей площади на отдельные помещения. Усиление путем устройства дополнительных затяжек для растянутых элементов целесообразно при необходимости быстрого ввода конструкции в эксплуатацию и когда необходимо сохранить полезный объем здания [2].

В своих исследованиях А. В. Афанасьев [3] описывает усиление балок стальными пластинами и фиброармированным пластиком. При использовании этих способов увеличивается первоначальная несущая способность, конструкция не становится тяжелее, существенно сокращаются сроки проведения работ, сокращаются трудовые затраты, в том числе исключаются затраты на оплату использования тяжелой строительной техники ввиду ее ненадобности, появляется возможность проведения укрепляющих мероприятий без остановки производственных процессов или перекрытия транспортного потока.

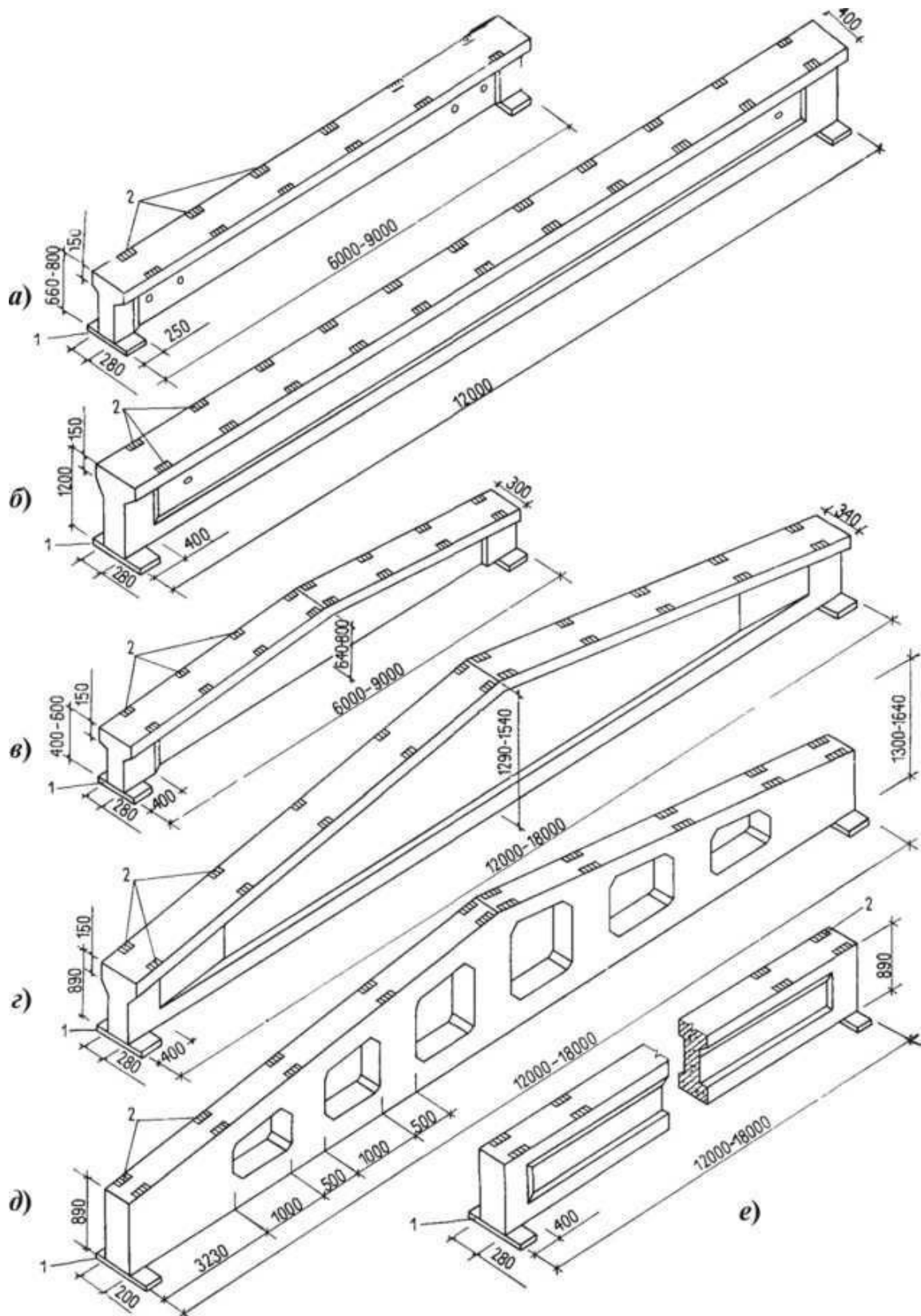
В СП 164.1325800.2014 «Усиление железобетонных конструкций композитными материалами» [4] приведены общие требования по проектированию усиления или восстановлению железобетонных конструкций, нормативные и расчетные характеристики композитных материалов, бетона и стальной арматуры.

В процессе проведения экспериментальных исследований авторами Д. Г. Неволин, Д. Н. Смердов, М. Н. Смердов [5] была выполнена оценка несущей способности полномасштабных моделей напряженных железобетонных колонн и балок, усиленных углеродными холстами FibARM Tape 530/300 и ламелями FibARM Lamel 14/100. Проведенный комплекс экспериментальных исследований несущей способности позволил изучить особенности работы композиционных материалов в качестве систем внешнего армирования на полномасштабных натуральных конструкциях, изгибаемых и сжимаемых железобетонных элементов, усиленных композиционными материалами на основе углеродного волокна.

**Целью** представленного материала является повышение эффективности усиления железобетонных стропильных балок промышленных зданий на основании технико-экономического сравнения показателей организационно-технологических решений.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Как описано выше, наиболее часто встречающимися дефектами в сборных железобетонных стропильных балках являются трещины. Так, например, если нарушена технология изготовления конструкции,



**Рисунок 1** – Железобетонные балки: а) односкатные таврового сечения; б) односкатные двутаврового сечения; в) двускатные (для пролетов 6...9 м); г) двускатные (для пролетов 12...18 м); д) решетчатые (для пролетов 12...18 м); е) с параллельными поясами; 1 – опорный стальной лист; 2 – закладные детали.

трещины появляются вследствие неправильного ухода за бетоном (пересыхание поверхности), при неравномерном прогреве или охлаждении бетона в период набора прочности, малого предварительного напряжения арматуры, низкого класса бетона, недостаточном армировании. Ошибки при монтаже, нарушение технологии выполнения работ, указанных в ППР, приводят к деформациям, что со временем влечет за собой разрушение конструкции (например, нарушения при соединении закладных деталей с другими конструкциями, при выполнении сварки). В процессе эксплуатации так же могут появиться трещины вследствие неравномерности осадки грунта, превышения эксплуатационных нагрузок, изменения среды (агрессивное воздействие производства) и пр.

В практике усиления балочных конструкций предусматривается два основных способа:

1. Без изменения конструктивной схемы:

- наращивание сборных железобетонных стропильных балок снизу;
- устройство железобетонной обоймы;
- установка внешней листовой арматуры на полимеррастворе;
- установка металлических уголков;
- установка дополнительной арматуры на полимеррастворе;
- применение полимерных композиционных материалов.

2. С изменением конструктивной схемы:

- установка шпренгельных затяжек;
- установка затяжек из арматурной стали;
- подведение разгружающих стоек;
- подведение разгружающих порталных рам;
- подведение разгружающих подкосов;
- подведение разгружающих кронштейнов;
- создание неразрезной системы.

В зависимости от ширины раскрытия трещин, определяется способ усиления конструкции или ее замена.

В настоящей работе рассмотрено сравнение организационно-технологических решений усиления сборных железобетонных стропильных балок без изменения конструктивной схемы. На рисунке 2 представлена схема выбора наиболее эффективного организационно-технологического решения выполнения работ при ремонте и усилении железобетонных стропильных балок (ферм).

Наиболее эффективное решение выполнения работ при усилении сборных железобетонных стропильных балок принимается на основании сравнения основных технико-экономических показателей (ТЭП).

Для дальнейших исследований приняты наиболее часто применяемые варианты усиления железобетонных балок без изменения первоначальной конструктивной схемы:

- устройство железобетонной обоймы;
- установка внешней листовой стали;
- установка металлических уголков;
- применение полимерных композиционных материалов.

При усилении сборных железобетонных стропильных балок необходимо соблюдать требования действующей нормативной литературы по технике безопасности и организации производства работ [6, 7]. Организация и технология выполнения ремонтно-восстановительных работ зависит от выбранного варианта ремонта железобетонных балок. Для каждого из рассматриваемых вариантов в таблице приведен перечень основных технологических операций по выполнению работ при усилении железобетонных стропильных балок (ферм).

Для безопасной работы на высоте применяются различные средства подмащивания: стационарные, передвижные и перемещаемые.

Факторы, оказывающие влияние на параметры организационно-технологического процесса при усилении железобетонных стропильных балок (ферм) приведены на схеме, рис. 3. Факторы поделены на группы: конструктивные, дефекты и повреждения, организационно-технологические, функциональные, технико-экономические. Каждая из групп в своем составе содержит характеризующие ее параметры, которые и оказывают влияние на выполнение ремонтно-восстановительных работ на строительной площадке.

При выборе способа усиления любых несущих конструкций должны быть учтены многие факторы, и прежде всего обеспечены:

- минимальная длительность остановки технологического процесса;
- максимальное выполнение подготовительных работ за пределами зоны ремонта;
- технологичность конструктивных решений усиления, серийность и простота изготовления новых конструкций;



**Рисунок 2** – Блок-схема выбора наиболее эффективного организационно-технологического решения выполнения работ при усилении железобетонных стропильных балок (ферм).

- необходимые монтажные средства;
- высокое качество ремонтных работ;
- ремонтпригодность новой конструкции.

Для описанных выше четырех вариантов выполнено определение экономической эффективности в разрезе ключевых показателей: трудоёмкость выполнения работ; себестоимость работ в целом и по отдельным составляющим – прямым затратам (стоимость материалов, заработная плата основных рабочих) и общепроизводственным расходам; продолжительность работ при фиксированном составе звена. Полученные результаты отражают наибольшую стоимость реализации при условии принятия в качестве основного варианта 4, предполагающего усиление существующих железобетонных балок композиционными материалами. С учетом специфики формирования сметной стоимости динамика ключевых показателей подтверждает максимальные затраты по варианту, предусматривающему усиление существующих железобетонных балок композиционными материалами. Представленные данные фиксируют максимальный уровень затрат труда при реализации варианта 4 – усиление существующих железобетонных балок композиционными материалами. Минимальные затраты труда отмечены при реализации варианта 2 (усиление существующих железобетонных балок листовой сталью).

Рассмотрим организационно-технологические особенности наиболее эффективного решения выполнения усиления железобетонных стропильных балок (ферм) – установки внешней листовой стали. В данном варианте применяются металлические листы с креплением к нижнему поясу посредством анкеров, вставляемых в предварительно высверленные гнезда, и использованием полимерраствора.

*Технология усиления стропильных железобетонных балок (двускатных решетчатых).*

Подготовительные работы:

- согласовать график ведения работ с графиком технологического процесса в здании;
- согласовать место крепления лебедок и отводных блоков, установки ножничных подъемников;
- подготовить переносные ограждающие и монтируемые конструкции;

**Таблица** – Основные технологические операции по выполнению работ при усилении железобетонных стропильных балок

Варианты усиления железобетонных балок без изменения первоначальной конструктивной схемы			
Вариант 1 – Устройство железобетонной обоймы	Вариант 2 – Установка внешней листовой стали	Вариант 3 – Установка металлических уголков	Вариант 4 – Применение полимерных композиционных материалов
Установка инвентарных лесов и подмостей, применение ножничных подъемников			
Установка защитного металлического листа			
Очистка поверхности балки от пыли и грязи			
Расчистка и удаление дефектных участков бетона			
Очистка усиливаемых поверхностей стропильной балки			
---	Изготовление металлоконструкций		---
Насечка бетона		---	
---	Выравнивание балки цементно-песчаным раствором		
---	Установка анкерных связей	Установка металлических пластин	Фрезерование затвердевшего бетонного покрытия
– Установка арматуры – Усиление балки цементно-песчаным раствором	Подъем и установка металлоконструкций		Оклейка поверхности балки углеволокном: – Обеспыливание – Разметка и раскрой материала. – Приготовление составов – Грунтовка поверхности. – Приклеивание углеволокна. – Нанесение покрывных слоев. – Контроль качества
Разборка лесов и подмостей			
Очистка рабочей площадки			

– произвести проверку, подготовку и подачу к месту производства работ необходимые механизмы и инвентарь;

– согласовать места подключения к сетям цеха и возможность проведения дополнительных систем (торкретирование).

Работы по подготовке участков балок покрытия к усилению:

- произвести разметку балок с целью обозначения проведения работ;
- очистить поверхность балки от пыли и грязи;
- очистить и удалить дефектные участки бетона;
- очистить усиливаемые поверхности балки пескоструйной обработкой;
- установить в проектное положение лебедки и отводные блоки;
- выполнить насечку поверхности балки для обеспечения лучшего сцепления слоя торкрета с бетоном.

*Нанесение слоя бетона торкретированием.* Торкретирование заключается в нанесении на поверхности одного или нескольких защитных слоев цементно-песчаного раствора (торкрета) при помощи цемент-пушки.

Для торкретирования применяют высокомарочные цементы. Для омоноличивания, создания водонепроницаемых облицовок и ремонта применяется быстротвердеющий цемент. Для ускорения схватывания смеси в воду затвердения растворяют добавки. Комплект оборудования для торкретирования состоит из цемент-пушки, компрессора, бака для воды, воздушных и материальных шлангов и сопла.

После набора прочности бетона, нанесенного методом торкретирования, балку размечают для установки анкерных связей.

*Сверление отверстия.* Диаметр отверстия должен подходить под диаметр распорной части анкера. Глубина отверстия должна быть равной длине распорной части. Для измерения необходимых параметров (глубины и диаметра) применяется глубиномер.



**Рисунок 3** – Факторы, оказывающие влияние на параметры организационно-технологического процесса усиления железобетонных стропильных балок (ферм).

В очищенное от пыли отверстие устанавливается распорная часть анкера.

Доставка конструкций предусматривается автомобильным транспортом. Укрупнительная сборка предусматривается вне зоны монтажа. Сборочный стенд устанавливают, выверяют, затем укладывают на него отправочные марки и собирают их в проектное положение. Монтаж ведут при помощи лебедок и отводных блоков.

Подъем металлического листа усиления осуществляется при помощи лебедок и систем отводных блоков, установленных на балке подлежащей усилению. Нижнюю часть балки покрывают адгезионной обмазкой из защитно-конструкционного полимерного раствора по подготовленной поверхности.

Отводные блоки устанавливаются на боковой части балки по 3 с каждой стороны, что обеспечивает поднятие листа металла без перекосов и прижать конструкцию усиления к балке для дальнейшего крепления анкерами.

Проектное закрепление конструкций, установленных в проектное положение следует выполнять сразу после инструментальной проверки точности положения и выверки конструкций.

Анкера устанавливаются параллельно с двух сторон (от края к середине (попарно) в заготовленные отверстия. Затем устанавливают наклонные тяги (рис. 4).

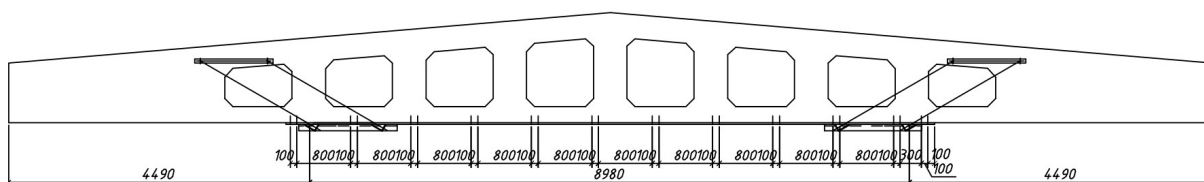


Рисунок 4 – Схема усиленной двускатной решетчатой железобетонной балки.

После полного закрепления листа снимают строповку. Лебедки и отводные блоки снимают и переносят на следующую конструкцию, подлежащую усилению.

После ведения работ необходимо очистить средства подмащивания, рабочую площадку.

Подъемники отводят в оговоренное проектом место либо полностью выводят из здания.

Качество выполнения монтажных работ определяют по результатам производственного контроля и оценивают в соответствии со специальной инструкцией по оценке качества работ.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

В статье приведен анализ наиболее часто встречающихся дефектов и повреждений в железобетонных балках промышленных зданий, выделены основные: трещины в нижней части конструкции; сколы бетона; отслоения защитного слоя бетона; сколы бетона по углам; трещины в теле бетона; трещины в приопорных зонах; коррозия закладных деталей и арматуры.

На технологию усиления конструкций стропильных балок имеют влияние основные факторы: высота здания, температура внутри помещения, возможность выполнения подготовительных работ за пределами зоны ремонта, наличие и простота изготовления конструкций для усиления.

Исследования показали, что для сокращения продолжительности, трудоемкости и повышения качества выполнения работ необходимо максимально заменить ручной труд, используя средства малой механизации: штроборез; гидроструйный и пескоструйный аппараты; применять торкрет установки. В качестве средств подмащивания при работах на высоте следует использовать самоходный ножничный подъемник.

Сравнение технико-экономических показателей при одинаковых объемах и условиях выполнения работ позволили определить, что наименьшие показатели у варианта 2 – усиление существующих железобетонных балок листовой сталью. Дополнительно выполнена оценка результатов расчета по составляющим – прямые затраты, заработная плата, общепроизводственные расходы. Сметная стоимость сокращается на 25...65% в сравнении с вариантами 1, 3, 4.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Таран, В. В. Анализ конструктивно-технологических решений возведения монолитных перекрытий при реконструкции бескаркасных зданий / В. В. Таран, Т. Н. Куценко, М. Г. Батарон. – Текст : электронный // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2023. – Выпуск 2023-6(164). – С. 44–54. – URL: [https://donnasa.ru/publish\\_house/journals/vestnik/2023/2023-6\(164\)/st\\_06\\_taran\\_kutsenko\\_bataron.pdf](https://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2023/2023-6(164)/st_06_taran_kutsenko_bataron.pdf) (дата обращения: 14.10.2024). – ISSN 2519-2817.
2. Земляков, Ю. А. Техничко-экономическое сравнение вариантов усиления железобетонных балок перекрытия / Ю. А. Земляков, А. Ю. Кубасов. – Текст : электронный // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 1(48). – 11 с. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehniko-ekonomicheskoe-sravnienie-variantov-usileniya-zhelezobetonnyh-balok-perekrytiya> (дата обращения: 14.10.2024).



3. Афанасьев, А. В. Усиление железобетонных балок / А. В. Афанасьев. – Текст : электронный // arasy.pf : [сайт]. – [Москва]. – С. 66–68. – URL: [https://arasy.pf/images/nauka/nnpk/nnpk\\_66-68.pdf](https://arasy.pf/images/nauka/nnpk/nnpk_66-68.pdf) (дата обращения: 14.10.2024).
4. СП 164.1325800.2014. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования = Strengthening of reinforced concrete structures by FRP composites Regulation of design : издание официальное : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 8 августа 2014 г. № 452/пр и введен в действие с 1 сентября 2014 г. : введен впервые : дата введения 2014-09-01 / исполнители ОАО «НИЦ "Строительство"» [и др.]. – Москва : Минстрой России, 2014. – 47 с. – Текст : непосредственный.
5. Неволин, Д. Г. Усиление железобетонных конструкций зданий и сооружений различного назначения полимерными композиционными материалами : монография / Д. Г. Неволин, Д. Н. Смердов, М. Н. Смердов. – Екатеринбург : УрГУПС, 2017. – 151 с. – ISBN 978-5-94614-399-8. – Текст : непосредственный.
6. СП 49.13330.2010. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования : издание официальное : утвержден и введен в действие постановлением Госстроя РФ от 23.07 г. № 80-ст : дата актуализации 2021-01-01 (СНиП 12-03-2001 зарегистрирован в Минюсте РФ 09.08.2001 рег. № 2862, а 24.12.2010 зарегистрирован в качестве СП 49.13330) : дата введения 2001-09-01 / разработаны Федеральным государственным учреждением «Центр охраны труда в строительстве» Госстроя России (ФГУ ЦОТС), Аналитическим информационным центром «Строитрудобезопасность». – Москва : ГУП ЦПП, 2001. – 42 с. – Текст : непосредственный.
7. СП 48.13330.2019. Организация строительства = Organization of construction : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 декабря 2019 г. № 861/пр-ст : дата актуализации 2021-01-01 : дата введения 2020-06-25 / исполнители АО "Научно-исследовательский центр «Строительство» (АО «НИЦ "Строительство"») [и др.]. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 61 с. – Текст : непосредственный.
8. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19 декабря 2018 г. № 832/пр-ст : пересмотр СП 63.13330.2012 : дата введения 2019-06-20 / исполнитель АО «НИЦ "Строительство"» – НИИЖБ им. А. А. Гвоздева. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 4 с. – Текст : непосредственный.
9. СП 70.13330.2011. Несущие и ограждающие конструкции : издание официальное : утвержден приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой) от 25 декабря 2012 г. № 109/ГС и введен в действие с 1 июля 2013 г. : актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с изменением № 1, № 3) : дата введения 2013-07-01 / исполнители ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова» [и др.]. – Москва : Госстрой, 2013. – 158 с. – Текст : непосредственный.
10. Stressing State Analysis of Reinforcement Concrete Beams Strengthened with Carbon Fiber Reinforced Plastic / J. Huang, J. Shi, H. Xiao [et al.]. – Текст : непосредственный // International Journal of Concrete Structures and Materials Published. – 2020. – Volume 14(1):38. – P. 1–22. – DOI: 10.1186/s40069-020-00417-w.
11. Time-dependent reliability analyses of prestressed concrete girders strengthened with CFRP laminates / D. Dias-da-Costa, L. A. C. Neves, S. Gomes [et al.]. – Текст : непосредственный // Engineering structures journal. – 2019. – Volume 196. – P. 1–30. – DOI: 10.1016/j.engstruct.2019.109297.
12. Stressing stat characteristics of reinforcement concrete box-girders strengthened with carbon fiber reinforced plastic / H. Xiao, J. Shi, J. Liu [et al.]. – Текст : непосредственный // Journal of Civil Engineering and Management. – 2019. – Issue 6. – P. 1–13. – DOI: 10.3846/jcem.2019.11518. – ISSN 1392-3730 / eISSN 1822-3605.

### Информация об авторе

**Таран Валентина Владимировна** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: повышение эффективности конструктивно-технологических решений при возведении монолитных каркасных гражданских зданий, путем снижения энергоемкости, материалоемкости, трудоемкости и стоимости строительной продукции.

**Мельник Максим Владимирович** – магистрант кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: технологический процесс усиления сборных железобетонных стропильных балок.

### Information about the author

**Taran Valentina V.** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: improving the effectiveness of the constructive-technological solutions at erection of monolithic wireframe civil buildings, reducing energy consumption, material, labor and cost of construction products.

**Melnik Maxim V.** – master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: technological process of reinforcement of precast reinforced concrete rafter beams.

*Статья поступила в редакцию 06.11.2024; одобрена после рецензирования 22.11.2024; принята к публикации 29.11.2024.*

*The article was submitted 06.11.2024; approved after reviewing 22.11.2024; accepted for publication 29.11.2024.*