

УДК 69.057:69.059.7

ТЕХНОЛОГИЯ УСИЛЕНИЯ ШЕСТИМЕТРОВЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕБРИСТЫХ ПЛИТ ПОКРЫТИЯ СТАЛЬНЫМИ БАЛКАМИ-ШПРЕНГЕЛЯМИ ОРИГИНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Богущая А.Ю.¹, Чаплыгин В.А.², Шаленный В.Т.³^{1, 2, 3} Институт «Академия строительства и Архитектуры», ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»

адрес: 295493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181,

E-mail: ¹abogutskaya2004@mail.ru; ²akvamarin.simf@mail.ru; ³v_shalennyj@mail.ru,

Аннотация. В работе получила дальнейшее развитие технология усиления ребристых железобетонных плит покрытия подкладочными стальными балками-шпренгелями. Ссылаясь на ранее опубликованные материалы по результатам обследования конструкций покрытия производственного корпуса ООО «РОССНАБ», а также предложенного там способа усиления отобранных плит, описывается запатентованная конструкция стальных элементов усиления. Обосновывается целесообразность, рассматриваются варианты и предлагаются рекомендуемые организационно-технологические схемы производства работ по восстановлению указанного объекта с использованием инновационных элементов усиления.

Предмет исследования: конструкция, технология и организация производства работ по усилению шестиметровых железобетонных ребристых плит покрытия производственного корпуса ООО «РОССНАБ».

Материалы и методы: анализ состояния вопроса по литературным и патентным источникам, обоснование целесообразности и моделирование конструкции, технологии и организации реконструкционных работ на конкретном объекте, оценка социально-экономической эффективности и производственной безопасности предлагаемых инноваций.

Результаты: обоснованно представлены конструкция и организационно-технологические схемы усиления шестиметровых ребристых железобетонных плит покрытия стальными подкладочными балками-шпренгелями.

Выводы: Показана целесообразность и обоснованное направление совершенствования технологии усиления железобетонных плит покрытия пролетом 6 м; представлена конструкция, технология и организация работ по усилению указанных конструкций покрытия на конкретном строительном объекте - производственном корпусе ООО «РОССНАБ». Спрогнозированы возможные способы механизации монтажа шпренгельных конструкций усиления с размещением инновационных механизмов на средствах подмащивания – вышках-турах.

Ключевые слова: железобетонная ребристая плита, усиление, стальная балка-шпренгель, технология и организация производства работ.

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа содержит развитие ранее опубликованной статьи [1]. В ней, с учетом состояния вопроса и возможностей реализации известной конструктивно-технологической системы усиления стальными балками-шпренгелями со стяжными муфтами [2, с. 285], обоснованно излагается ее запатентованное совершенствование и возможное использование на конкретном строительном объекте - производственном корпусе ООО «РОССНАБ».

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА, ПОСТАНОВКА ЦЕЛИ И ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Кроме обзора, приведенного в указанной статье, а также изложенных там же результатов обследования конструкций покрытия указанного в названии объекта, дополнительно отметим позже опубликованные или обнаруженные разработки. Из таких, прежде всего, отмечаем запатентованные способы усиления многопустотных железобетонных плит перекрытий путем устройства шпренгельных затяжек, наклонно проходящих через тело и пустоты в таких плитах [3 и 4].

Появились публикации и патенты, предлагающие усиление изгибаемых железобетонных элементов и композитными

материалами. К последним из которых отнесем и патент, полученный учеными Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева. Согласно описанию к этому патенту, после устройства отверстий в многопустотной плите, на нижнюю поверхность каждой ее пустоты нагнетают клеевой состав с последующим его распределением по поверхности с помощью эллипсоидного валика, и, путем попеременного натяжения и отпускания троса, производят разравнивание клеевого состава. После этого, к одному из концов троса прикрепляют элемент усиления, выполненный в виде композиционной ламели, вынимают эллипсоидный валик из пустоты и осуществляют протягивание композиционной ламели по всей длине пустоты, опускают ее на клеевой состав и прикатывают к нижней поверхности пустоты эллипсоидным валиком, аналогично процессу выравнивания клеевого состава. Затем в отверстия пустот вставляют кронштейны с опиранием их на композиционную ламель, а по периметру верха кронштейна наносят герметик и заделывают отверстия быстротвердеющим бетоном [5].

Специалисты Казанского государственного архитектурно-строительного университета (КазГАСУ), для усиления продольных несущих ребер железобетонных плит покрытия, предложили усиление указанных ребер при помощи полимер композитного корытообразного профиля, монтируемого под этими ребрами [6]. Технология предполагает обнажение рабочей арматуры

продольных ребер, приварку к ней попарных коротышей, к которым на болтах закрепляют корытообразный профиль. Этот профиль заполняют специальным раствором, после твердения которого несущую систему перекрытия или покрытия можно загружать проектной нагрузкой.

Известно также множество подобных способов и устройств для усиления железобетонных и стальных балок, а также ребристых плит, реализующих принцип создания предварительного напряжения и связанного с ним обратного выгиба этих элементов за счет монтажа и включения в работу специальных шпренгелей со стальными затяжками. Например, в полезной модели по патенту RU № 130333U1, представлен шпренгель, состоящий из двух симметричных стержневых ветвей, закрепленных между собой в верхней части железобетонного элемента через сжатые элементы, а в нижней части - через опорный стержень, установленный по низу железобетонного элемента в месте перегиба ветвей. Причем ветви шпренгеля выполнены трапецевидными и снабжены дополнительным опорным стержнем, расположенным по низу балки в месте второго перегиба ветвей. Кроме этого, каждая ветвь дополнительно содержит натяжные устройства, например, в виде муфт или талрепов, а наклонные стороны ветвей выполнены из двух стержней и соединены между собой с помощью указанных натяжных устройств [7]. Однако такая шпренгельная система достаточно сложна в подготовке и монтаже хотя бы потому, что предполагает использование нескольких (но не менее двух) натяжных устройств.

Известен также способ усиления стальной балки дополнительным предварительно напряженным стальным шпренгелем, временно монтируемом на вертикальных стойках, через которые устанавливают постоянную и временную затяжки обоих шпренгелей по патенту на изобретение RU № 2209278C1 [8]. При этом усилие натяжения во временной затяжке создается за счет подвешивания к ней дополнительного груза. Такая система усиления также является достаточно громоздкой в монтаже и демонтаже ее съемной части, но метод создания усилия предварительного напряжения в затяжке путем приложения к горизонтальной ее части вертикально направленного усилия, представляется нам достаточно перспективным и эффективным.

А в качестве прототипа при патентовании принята полезная модель № 155488U1 того же КазГАСУ, включающая двутавр цельного или составного сечения, приваренные к нему поперечные стержни и пропущенные через них преднапрягающие продольные стержни. Их концы попарно закреплены в торцевых частях балки, а также вертикально размещенные в средней зоне балки резьбовые натяжители продольных стержней. Здесь натяжители и создают вертикально направленное воздействие на горизонтальную часть затяжек, как и в нашем, ниже представленном

предложении. Поэтому именно эта полезная модель выбрана нами в качестве прототипа. Но такая балка должна иметь, и очевидно имеет большую рабочую высоту двутавра по сравнению с его длиной, что и позволяет разместить преднапрягаемые стержни и их натяжители внутри пространства двутавра, с двух сторон от его вертикальной стенки [9].

Недостатком такой преднапряженной сталебетонной балки является не возможность применить ее для усиления существующих конструкций, работающих на изгиб. Общепринято называть такие конструкции усиления шпренгельными. Определенные трудности могут возникнуть и при изготовлении известной винтовой муфты и тяжей с правой и левой резьбой М16, используемых при устройстве усиления железобетонных плит покрытия производственного корпуса, представленные в [1]. Не представлена там и предпочтительная технология производства работ, контроль и фиксация натяжения шпренгельной системы.

Цель данной статьи – обоснованно предложить и описать новую конструкцию и базирующуюся на ней, технологию усиления конструкций покрытия, учитывающую отмеченные недостатки, их фактическое состояние и возможности устройства на конкретном строительном объекте.

Задачи:

- Анализ состояния вопроса с обоснованием целесообразности, направления и эффективности применения элементов усиления шестиметровых ребристых плит покрытия в виде подкладочных стальных балок шпренгельного типа;
- Разработка, описание и патентование разработанной конструкции усиления в виде стальных подкладочных балок шпренгельного типа;
- Разработка и предварительная оценка ожидаемой эффективности и безопасности производства работ по предложенной их технологии и организации.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗРАБОТКИ

Следует признать, что теоретической основой излагаемых ниже конструктивно-технологических решений, послужил опыт усиления предварительно напряженных железобетонных ферм, осуществленный при строительстве еще в 70-х годах, спортивного зала бывшего Днепропетровского инженерно-строительного института, освещенный в «грифованном» учебном пособии, изданном еще в 2010г. [10, с.125]. Произведенное без разгрузки конструкций, усиление ферм с повышением их трещиностойкости осуществлялось с помощью винтового распорного приспособления, конструкция которого представлена на Рис.1. Настолько нам известно, отбракованные еще на заводе-изготовителе и усиленные на месте установленным способом, стропильные железобетонные фермы эксплуатируются там и до настоящего времени.

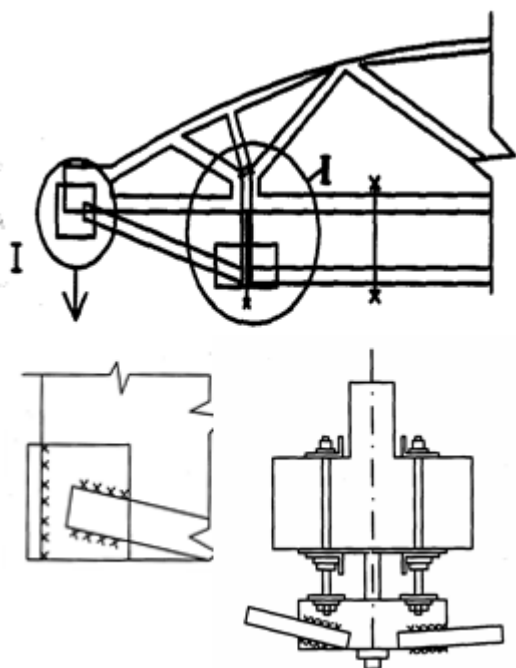


Рис. 1. Конструктивная схема усиления стропильной железобетонной фермы стальными шпренгельными затяжками с созданием в них натяжения распорными усилиями

Fig. 1. A constructive scheme for strengthening a rafter reinforced concrete truss with steel sprenkel puffs with the creation of tension in them by spacer forces

Учитывая представленный опыт и проанализированные патентные источники, а также выбранный прототип, для решения одной из поставленных задач, нами предложены ниже следующие его совершенствования. В преднапряжённой стальной балке-шпренгеле, включающей двутавр цельного или составного сечения, приваренные к нему поперечные стержни и пропущенный через них преднапрягающий продольный стержень, концы которого закреплены в торцевых частях балки, а также вертикально размещенный в средней зоне балки резьбовой натяжитель продольного стержня, предложено преднапрягающий продольный стержень и натяжитель смонтировать под двутавром, а натяжитель выполнить в виде скобы, дугообразной своей частью размещенной в отверстии стенки двутавра.

Как вариант конструктивного исполнения, для перераспределения сминающих усилий в стенке двутавра, предложено отверстие под скобу просверлить в зоне нулевых нормальных напряжений его вертикальной стенки (в центре его симметрии) и обрамить, например, двухсторонними шайбами [11].

Предлагаемая конструкция стальной балки усиления с перечисленными отличительными признаками поясняется графическими материалами, представленными на Рис.2 - ее общий вид сбоку, а ниже – разрез 1-1.

В разработанном и реализованном проектом решении, балка усиления представляет собой прокатный двутавр 1 по сортаменту №12, а по его краям снизу приварены поперечные стержни 2 из швеллеров №6,5, через которые (в углублениях) пропущен продольный стержень-затяжка 3. Она закреплена на торцевых частях двутавра 1 электросваркой к его нижней полке. В центре двутавра 1 просверлено отверстие 4, обрамленное шайбами 5, приваренными с двух сторон от двутавра 1. В это отверстие 4 вставлена скоба 6 с резьбой на обоих концах. Ветви скобы 6 охватывают затяжку 3, а под ней на скобу 6 одета горизонтальная планка 7, затянутая гайками 8.

Установка и включение в работу предлагаемой балки усиления шпренгельной затяжкой заключается в нижеследующем. Под усиливаемой конструкцией (на ранее представленной схеме Рис.2 не показана) устраиваются узлы опирания и освобождается пространство для подведения, собранного двутавра 1, вместе со швеллерами 2 и затяжкой 3. В отверстие 4, обрамленное приваренными шайбами 5, вставляют скобу 6 так, чтобы затяжка 3 оказалась внутри скобы 6. На скобу 6 наживляют планку 7 при помощи гаек 8. В таком, подготовленном к установке состоянии, балка монтируется под усиливаемой конструкцией. При необходимости (больших зазорах), сверху двутавра 1 ставят подкладки, ликвидирующие этот зазор. В системе, закручиванием гаек 8 через скобу 6 и затяжку 3, создается выгиб вверх двутавра 1 в вертикальном направлении. Таким образом балка-шпренгель включается в работу для совместного восприятия нагрузок после реконструкции.

Следовательно, по сравнению со всеми проанализированными аналогами, включая обоснованно выбранный прототип, предлагаемая конструкция балки-шпренгеля отличается признаками новизны и многократной применимости, а также, связанным с этими признаками, положительным эффектом. Он заключается в возможности применения предложений в качестве подкладочной под основную усиливаемую плитную или балочную железобетонную конструкцию при ее модернизации, что позволит произвести работы по монтажу и включению в работу предлагаемой балки-шпренгеля без привлечения громоздкого подъемно-транспортного оборудования.

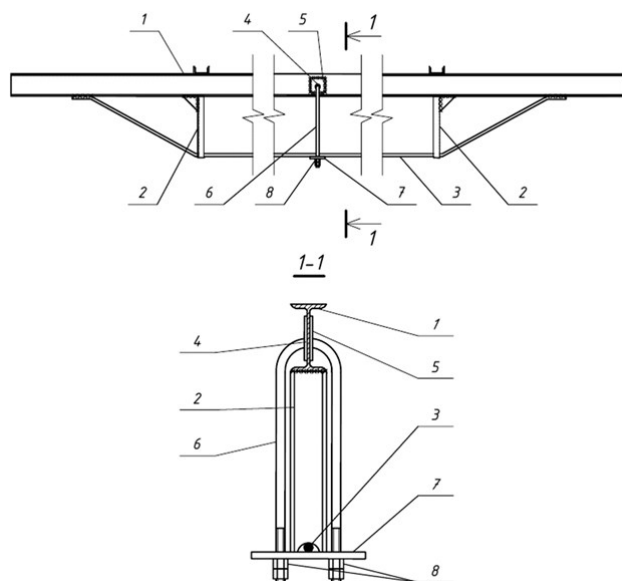


Рис. 2. Конструкция инновационной стальной балки-шпренгеля для усиления шестиметровых ребристых плит покрытия

Fig. 2. The design of an innovative steel sprengel beam to strengthen six-meter ribbed coating plates

Согласно предварительным прикидочным расчетам и рабочего проектирования, максимальный вес монтируемой системы усиления железобетонной ребристой плиты покрытия размером 3х6 м не должен превысить 80 кг. В связи с чем, прорабатывались ниже следующие варианты организации производства работ (Рис. 3). Прежде всего, возможно произвести подготовку и монтаж предложенных элементов усиления вручную двумя монтажниками, размещенными на средствах подмащивания, например, передвижных вышках-турах производства «Строймастер» с максимальной нагрузкой на настил в 200 кг/кв. м.

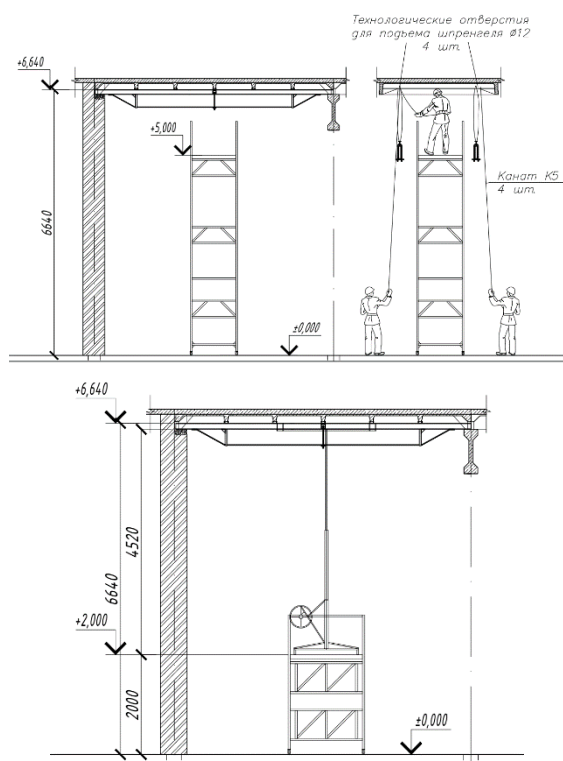


Рис. 3. Рассмотренные организационно-технологические схемы монтажа подкладочной стальной балки-шпренгеля под усиливаемой ребристой плитой покрытия

Fig. 3. The considered organizational and technological schemes of installation of a lining steel sprengel beam under a reinforced ribbed coating plate

По первой схеме, находясь на рабочем настиле, рабочие подготавливают площадки опирания под балку-шпренгель, а для ее подъема, в поперечных ребрах плиты покрытия пробуривают отверстия диаметром 12 мм. Через пропущенный в них стальной или капроновый канат осуществляется подъем и ориентация собранной балки-шпренгеля. Поворотом и наклоном, она заводится в подготовленные посадочные места и, после проверки положения, ее включают в работу путем расклинки в зазорах между поперечными ребрами железобетонной плиты и верхним поясом стальной балки. Под каждую усиливаемую плиту необходимо установить две подкладочные балки усиления. Чтобы отверстиями не повреждать ребра плиты, как вариант, возможно на них смонтировать струбцины,

через которые запасовывать тросы для подъема конструкции балки усиления.

В последнее время, появились видеоролики, а в торговых сетях продаются специальные подъемники для монтажа листов гипсокартона на потолочные несущие профили, например, марки DLT Panel Lifter [12]. Взяв за основу механизм подъема и стойки указанного подъемника, предлагаем приспособить его и для механизированного монтажа наших элементов усиления. Кроме этого, уже многократно апробированного китайского решения, наши умельцы-«самоучки» с той же целью – механизации подъема и фиксации перед постоянным закреплением листов гипсокартона на потолочном каркасе, предлагают использование как ручных лебедок [13], так и оригинальных домкратов-толкателей выдвижной трубы-держателя [14]. Поэтому, в дальнейших научно-проектных изысканиях, возможна разработка и оригинального технологического оснащения монтажа предложенной системы усиления.

Так как производство работ возможно без полной разгрузки конструкций покрытия, предлагаемый способ восстановления несущей способности железобетонных плит покрытия нам представляется экономичным и безопасным, не требующим полной и длительной остановки производственных процессов внутри объекта реконструкции.

ВЫВОДЫ

Показана целесообразность и обоснованное направление совершенствования технологии усиления железобетонных плит покрытия пролетом 6 м; представлена конструкция, технология и организация работ по усилению указанных конструкций покрытия на конкретном строительном объекте - производственном корпусе ООО «РОССНАБ». Спрогнозированы возможные способы механизации монтажа шпренгельных конструкций усиления с размещением инновационных механизмов на средствах подмащивания – вышках-турах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богущкий, Ю. Г. Обследование и усиление плит покрытия производственного корпуса ООО "РОССНАБ" / Ю. Г. Богущкий // Строительство и техногенная безопасность. – 2024. – № 33(85). – С. 31-39. – DOI 10.29039/2413-1873-2024-33-31-39. – EDN AEYNJX.
2. Абрамян, С. Г. Технология и организация реконструкции и капитального ремонта зданий и сооружений: Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 08.05.01 - "Строительство уникальных зданий и сооружений" / С. Г. Абрамян, О. В. Бурлаченко. – Волгоград: Волгоградский

государственный технический университет, 2022. – 303 с. – ISBN 978-5-9948-4356-7. – EDN BGLFCO.

3. Патент на полезную модель № 190212 U1 Российская Федерация, МПК E04G 23/02, E04C 5/08. Конструкция усиления сборной железобетонной многпустотной плиты перекрытия: № 2019111368: заявл. 16.04.2019: опубл. 24.06.2019 / Д. Р. Маилян, П. А. Сербиновский, А. В. Сербиновский; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный технический университет" (ДГТУ). – EDN TNLPZI.

4. Патент на полезную модель № 190218 U1 Российская Федерация, МПК E04C 5/08, E04G 23/02. Конструкция усиления железобетонной многпустотной плиты перекрытия: № 2019111513: заявл. 17.04.2019: опубл. 24.06.2019 / Д. Р. Маилян, П. А. Сербиновский, А. В. Сербиновский; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный технический университет" (ДГТУ). – EDN KLXFAX.

5. Патент № 2822894 C1 Российская Федерация, МПК E04G 23/02. Способ усиления сборных железобетонных многпустотных плит перекрытий композитными материалами: № 2023128160: заявл. 30.10.2023: опубл. 16.07.2024 / А. А. Хлыстунов, Ю. А. Бирюков, А. Н. Бирюков [и др.]; заявитель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования "Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева" Министерства обороны Российской Федерации. – EDN OEYFNO.

6. Патент № 2827598 C1 Российская Федерация, МПК E04G 23/00. Способ усиления железобетонных балок при помощи полимеркомпозитного профиля: № 2024107425: заявл. 21.03.2024: опубл. 30.09.2024 / Зиннуров Тагир Альмирович (RU), Еремеев Даниил Валерьевич (RU) – 5 с., заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный архитектурно-строительный университет" (КазГАСУ) (RU)

7. Патент на полезную модель № 130333 U1 Российская Федерация, МПК E04G 23/02. Шпренгель для усиления и обеспечения живучести изгибаемого железобетонного элемента: № 2013105508/03: заявл. 08.02.2013: опубл. 20.07.2013 / В. С. Плевков, Г. И. Однокопылов, И. В. Богатырева; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Томский государственный архитектурно-строительный университет" (ТГАСУ). – EDN EPWXVW.

8. Патент № 2209278 C1 Российская Федерация, МПК E04C 3/10. Способ усиления балки предварительно напряженным шпренгелем: № 2002122068/03: заявл. 12.08.2002: опубл. 27.07.2003

/ В. В. Егоров, Е. Н. Алексашкин, М. П. Забродин, М. И. Голоскок; заявитель Петербургский государственный университет путей сообщения. – EDN MRBPEH.

9. Патент на полезную модель № 155488 U1 Российская Федерация, МПК E04G 23/02. преднапряженная сталебетонная балка: № 2015102306/03: заявл. 26.01.2015: опубл. 10.10.2015 / Ф. С. Замалиев, Э. Ф. Замалиев; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный архитектурно-строительный университет" КГАСУ. – EDN UCMIBN.

10. Реконструкція промислових та цивільних будівель: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів будівельних спеціальностей / А. М. Березюк, В. Т. Шаленний, К. Б. Дикарев, А. А. Кириченко. – Дніпропетровськ: ТОВ "ЕНЕМ", 2010. – 184 с. – ISBN 978-966-8911-23-1. – EDN ZWSDAV.

11. Патент №229723 U1 Российской Федерация, МПК E04C 3/10; E04G 23/02. Преднапряжённая стальная балка-шпренгель: № 202412160: заявл. 29.07.2024: опубл. 23.10.2024 / Богуцкая Анна Юрьевна (RU), Богуцкий Юрий Григорьевич (RU), Шаленный Василий Тимофеевич (RU), Чаплыгин Владимир Анатольевич (RU), Кондратьев Алексей Владимирович (RU) – 5 с., заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского" (RU)

12. Подъемник для гипсокартона! Применение! Обзор! Режим доступа: [youtu.be URL: https://youtu.be/eLiUr8d7TyY?si=HiOM2AYtspWl6oUz](https://youtu.be/eLiUr8d7TyY?si=HiOM2AYtspWl6oUz) (дата обращения: 20.10.2024г).

13. Подъемник для гипсокартона DRIVE2 Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/560949667966223745/>. (Дата обращения: 09.10.2024г).

14. Секрет монтажа гипсокартона! Подъемник для плитных материалов, гипсокартона и OSB листов своими руками. Режим доступа: <https://rutube.ru/video/8f845b123e9931ae3e05ab6842755c3e/>. Дата обращения: 09.10.2024г.

REFERENCES

1. Bogutsky, Y. G. Inspection and reinforcement of the coating plates of the production building of ROSSNAB LLC / Y. G. Bogutsky // Construction and technogenic safety. – 2024. – № 33(85). – Pp. 31-39. – DOI 10.29039/2413-1873-2024-33-31-39. – EDN AEYNJX.

2. Abrahamyan, S. G. Technology and organization of reconstruction and capital repairs of buildings and structures: Textbook for students of higher educational institutions studying in the specialty 08.05.01 - "Construction of unique buildings and structures" / S. G. Abrahamyan, O. V. Burlachenko. – Volgograd: Volgograd State Technical University, 2022. – 303 p. – ISBN 978-5-9948-4356-7. – EDN BGLFCO.

3. Utility Model Patent No. 190212 U1 Russian Federation, IPC E04G 23/02, E04C 5/08. Reinforcement structure of a prefabricated reinforced concrete multi-cavity floor slab: No. 2019111368: application. 04/16/2019: publ. 06/24/2019 / D. R. Mailyan, P. A. Serbinovsky, A.V. Serbinovsky; applicant Federal State budgetary educational institution of Higher education "Don State Technical University" (DSTU). – EDN TNLPZI.

4. Utility Model Patent No.190218 U1 Russian Federation, IPC E04C 5/08, E04G 23/02. Reinforcement structure of reinforced concrete multi-cavity floor slab: No.2019111513: application 17.04.2019: publ. 24.06.2019 / D. R. Mailyan, P. A. Serbinovsky, A.V. Serbinovsky; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Don State Technical University" (DSTU). – EDN KLXFAX.

5. Patent No. 2822894 C1 Russian Federation, IPC E04G 23/02. Method of reinforcement of precast reinforced concrete multi-hollow floor slabs with composite materials: No. 2023128160: application 30.10.2023: publ. 16.07.2024 / A. A. Khlystunov, Yu. A. Biryukov, A. N. Biryukov [et al.]; the applicant is the Federal State State-owned Military Educational Institution of Higher Education "Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev" of the Ministry of Defense of the Russian Federation. – EDN OEYFNO.

6. Patent No.2827598 C1 Russian Federation, IPC E04G 23/00. Method of reinforcing reinforced concrete beams using a polymer composite profile: No. 2024107425: application 03/21/2024: publ. 30.09.2024 / Zinnurov Tagir Almirovich (RU), Yermeev Daniil Valerievich (RU) – 5 p., applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kazan State University of Architecture and Civil Engineering" (KazGASU) (RU)

7. Patent for utility model No. 130333 U1 Russian Federation, IPC E04G 23/02. Sprengel for strengthening and ensuring the survivability of a bent reinforced concrete element: No. 2013105508/03: application 08.02.2013: publ. 20.07.2013 / V. S. Plevkov, G. I. Odnokopylov, I. V. Bogatyreva; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering" (TSASU). – EDN EPWXVW.

8. Patent No. 2209278 C1 Russian Federation, IPC E04C 3/10. Method of reinforcing a beam with a prestressed sprengel: No. 2002122068/03: application 12.08.2002: publ. 27.07.2003 / V. V. Egorov, E. N. Aleksashkin, M. P. Zabrodin, M. I. Goloskok; applicant St. Petersburg State University of Railway Engineering. – EDN MRBPEH.

9. Utility model patent No. 155488 U1 Russian Federation, IPC E04G 23/02. prestressed steel concrete beam: No. 2015102306/03: application 26.01.2015: publ. 10.10.2015 / F. S. Zamaliev, E. F. Zamaliev; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Kazan

State University of Architecture and Civil Engineering" KGASU. – EDN UCMIBN.

10. Reconstruction of the promislovikh of the civil budivel: A comprehensive textbook for students of the higher educational institutions / A.M. Berezyuk, V. T. Shalennyj, K. B. Dikarev, A. A. Kirichenko. – Dnepropetrovsk: TOV "ENEM", 2010. – 184 p. – ISBN 978-966-8911-23-1. – EDN ZWSDAV.

11. Patent No.229723 U1 Russian Federation, IPC E04C 3/10; E04G 23/02. Prestressed steel beam-sprengel: No. 202412160: application. 07/29/2024: publ. 10/23/2024 / Bogutskaya Anna Yuryevna (RU), Bogutsky Yuri Grigorievich (RU), Shalenny Vasily Timofeevich (RU), Chaplygin Vladimir Anatolyevich (RU), Kondratiev Alexey Vladimirovich (RU) – 5 p., applicant Federal State Autonomous Educational

Institution Higher education institution "V.I. Vernadsky Crimean Federal University" (RU)

12. Drywall lift! Application! Overview! Access mode: youtu.be URL: <https://youtu.be/eLiUr8d7TyY?si=HiOM2AYtspWl6oUz> (date of application: 10/20/2024).

13. Drywall lift DRIVE2 Access mode: <https://www.drive2.ru/b/560949667966223745/> . (Date of application: 09.10.2024).

14. The secret of drywall installation! A lift for slab materials, drywall and OSB sheets with your own hands. Access mode: <https://rutube.ru/video/8f845b123e9931ae3e05ab6842755c3e/> . Date of application: 09.10.2024

TECHNOLOGY OF REINFORCEMENT OF SIX-METER REINFORCED CONCRETE RIBBED SLABS WITH STEEL BEAMS-SPANGLES OF THE ORIGINAL DESIGN

Bogutskaya A.Y.¹, Chaplygin V.A.², Shalenny V.T.³

^{1, 2, 3} Academy of Construction and Architecture, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Address: 295943, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya str., 181
E-mail: ¹abogutskaya2004@mail.ru; ²akvamarin.simf@mail.ru; ³v_shalennyj@mail.ru,

Abstract. The work has further developed the technology of reinforcing ribbed reinforced concrete slabs with lining steel girders. Referring to previously published materials based on the results of a survey of the coating structures of the production building of ROSSNAB LLC, as well as the method proposed there for reinforcing selected plates, the patented design of steel reinforcement elements is described. The expediency is justified, options are considered and recommended organizational and technological schemes for the restoration of the specified object using innovative reinforcement elements are proposed.

Subject of research: design, technology and organization of work on strengthening six-meter reinforced concrete ribbed slabs covering the production building of ROSSNAB LLC.

Materials and methods: analysis of the status of the issue according to literary and patent sources, justification of expediency and modeling of the design, technology and organization of reconstruction work at a specific facility, assessment of socio-economic efficiency and industrial safety of the proposed innovations.

Results: the design and organizational and technological schemes of reinforcement of six-meter ribbed reinforced concrete slabs with steel lining beams-sprengels are reasonably presented.

Conclusions: The expediency and justified direction of improving the technology of reinforcing reinforced concrete slabs with a span of 6 m is shown; the design, technology and organization of work to strengthen these coating structures at a specific construction facility - the production building of ROSSNAB LLC is presented. The possible ways of mechanization of the installation of spangled reinforcement structures with the placement of innovative mechanisms on lifting equipment – towers-tours are predicted.

Key words: reinforced concrete ribbed plate, reinforcement, steel sprengel beam, technology and organization of work.