

УДК 69.059.3

**СПОСОБ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕБРИСТЫХ ПЛИТ  
ПОКРЫТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ  
ПОДВЕДЕНИЕМ ПОД НИХ СТАЛЬНЫХ БАЛОК**

*Артюшин Дмитрий Викторович,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции».*

*Шумихина Виктория Андреевна,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*магистрант.*

**Аннотация**

Статья посвящена одному из способов усиления предварительно напряженных ребристых плит покрытия производственного здания. Представлено конструктивное решение усиления плит, заключающееся в подведении под них стальных балок. Приведена технология проведения ремонтных работ.

**Ключевые слова:** железобетонные ребристые плиты, коррозия арматуры, опасная наклонная трещина, аварийное состояние, методы усиления.

**THE WAY OF STRENGTHENING OF REINFORCED CONCRETE SLABS  
COVERINGS OF THE PROCESS BUILDING  
LEADING UNDER THEM STEEL BEAMS**

*Artyushin Dmitriy Viktorovich,*

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Candidate of Sciences, Associate Professor of the department «Building constructions».*

*Shumikhina Victoria Andreevna,*

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza, undergraduate.*

## **Abstract**

Article is devoted to one of ways of strengthening of previously reinforced concrete slabs of a covering of the process building. The constructive solution of strengthening of slabs consisting in leading under them steel beams is submitted. The technology of carrying out repair work is given.

**Keywords:** reinforced concrete slabs, corrosion of armature, dangerous inclined crack, critical condition, strengthening methods.

Железобетонные плиты покрытий производственных зданий являются одними из наиболее ответственных несущих конструкций, поскольку, работая в сложных условиях, часто получают различные повреждения (такие как опасные нормальные или наклонные трещины, коррозия рабочей арматуры, чрезмерный прогиб), грозящие их внезапным обрушением. Существующие традиционные способы усиления предварительно напряженных плит, как правило, весьма трудо- и материалозатратны и обычно сопряжены с остановкой производства. С целью решения актуальной проблемы дальнейшей безопасной эксплуатации поврежденных плит была разработана и в дальнейшем реализована на практике эффективная конструкция усиления ребристых железобетонных плит покрытия одного из производственных зданий Пензенской области.

Одноэтажный производственный корпус размерами в плане 36×48 м, построенный по каркасной технологии, эксплуатируется с 1980 года. Покрытие здания выполнено из сборных ребристых железобетонных предварительно напряженных плит, соответствующих серии 1.465-7, по двухскатным решетчатым железобетонным балкам длиной 11960 мм. Размеры плит в плане составляют 5970×1490 мм, высота 300 мм. Прочность тяжелого бетона плит покрытия по результатам неразрушающего контроля в целом соответствует классу В25 (марке М300).

Инструментальное обследование показало, что за время длительной эксплуатации в неблагоприятных условиях (протечки кровли, образование конденсата, перегрузка снегом) при малой толщине защитного слоя арматуры, отдельные элементы железобетонных плит покрытия получили существенные повреждения. К основным видам повреждений относятся трещины на потолочной поверхности плит шириной раскрытия до 1,5 мм, а также отслоения защитного слоя бетона и коррозия арматуры полки, поперечных или продольных ребер. Такие плиты покрытия с отмеченными повреждениями требуют ремонта. В одной из плит в продольном ребре вблизи опоры выявлена опасная наклонная трещина (рисунок 1), грозящая внезапным обрушением плиты. Поэтому необходимость усиления указанной плиты покрытия очевидна [1–5].



Рисунок 1 – Фрагмент требующей усиления плиты покрытия.

Обнажение и коррозия рабочей арматуры продольного ребра.

Опасная наклонная трещина вблизи опоры в продольном ребре плиты

Для обеспечения надежной эксплуатации покрытия здания разработано эффективное техническое решение усиления предварительно напряженной

ребристой плиты покрытия, имеющей опасную наклонную трещину вблизи опоры в продольном ребре, заключающееся в подведении под нее двух стальных балок.

Нагрузки, действующие на усиливаемую плиту покрытия, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Нагрузки на 1 м<sup>2</sup> плиты покрытия

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кг/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	Расчетная нагрузка, кг/м <sup>2</sup>
<u>Постоянная:</u>			
1. От массы плиты (с учетом заполнения швов между плитами)	167+21=188	1,1	207
2. От кровли			
– минераловатная плита ППЖ-200	24	1,2	28,8
( $\delta = 0,12 \text{ м}$ ; $\rho = 200 \text{ кг/м}^3$ )			
– (3 слоя рулонного материала)	12	1,3	15,6
<u>Временная:</u>			
Снег (III район)	126	1,43	180
<u>Всего:</u>	<b>350</b>		<b>431,4</b>

Схема распределения нагрузки на балки усиления и их расчетная схема приведены на рисунках 2 и 3.

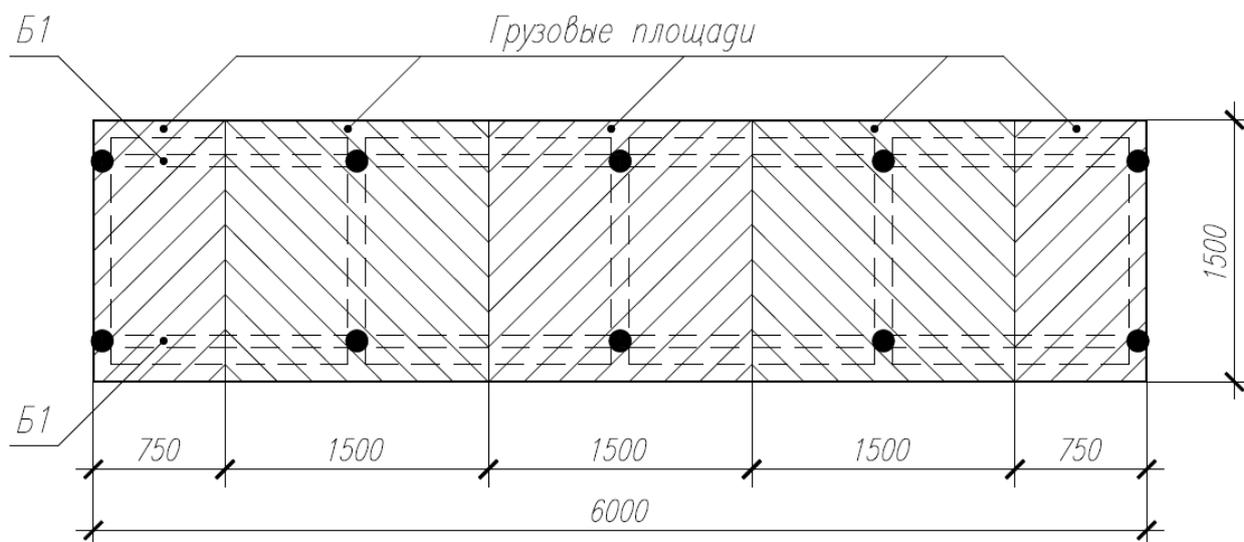


Рисунок 2 – Схема распределения нагрузки на балки усиления Б1

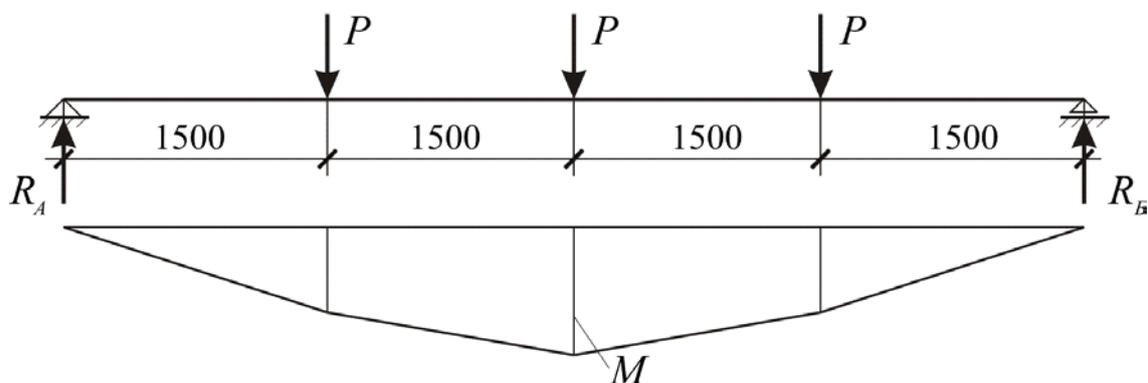


Рисунок 3 – Расчетная схема балок усиления Б1

Погонная расчетная нагрузка на продольные ребра плиты

$$q_p = 431,4 \cdot 1,5 = 647,1 \text{ кг/м.}$$

Расчетные нагрузки на балки усиления Б1

$$P = q_p \cdot 1,5 = 647,1 \cdot 1,5 = 970,65 \text{ кг.}$$

Опорные реакции

$$R_A = R_B = 3P \cdot 0,5 = 3 \cdot 970,65 \cdot 0,5 = 1455,98 \text{ кг.}$$

Расчетный момент в середине пролета

$$M = 1455,98 \cdot 3 - 970,65 \cdot 1,5 = 2911,96 \text{ кг} \cdot \text{м.}$$

Требуемый момент сопротивления двух балок усиления Б1 с учетом развития пластических деформаций

$$W_{mp} = \frac{M}{1,12R} = \frac{291196}{1,12 \cdot 2100} = 123,81 \text{ см}^3.$$

Принимаем два швеллера №18 ( $W_x = 121 \cdot 2 = 242 \text{ см}^3$ ,  
 $J_x = 1090 \cdot 2 = 2180 \text{ см}^4$ ).

Проверка прогиба двух принятых балок усиления

$$f = \frac{M \cdot l}{10E \cdot J_x} = \frac{291196 \cdot 600}{10 \cdot 2,06 \cdot 10^6 \cdot 2180} = 0,004 \text{ см};$$

$$\frac{f}{l} = \frac{0,004}{600} = \frac{1}{150000} < \left[ \frac{f}{l} = \frac{1}{250} \right] \text{ — жесткость достаточная.}$$

Конструкция усиления плиты покрытия показана на рисунке 4.

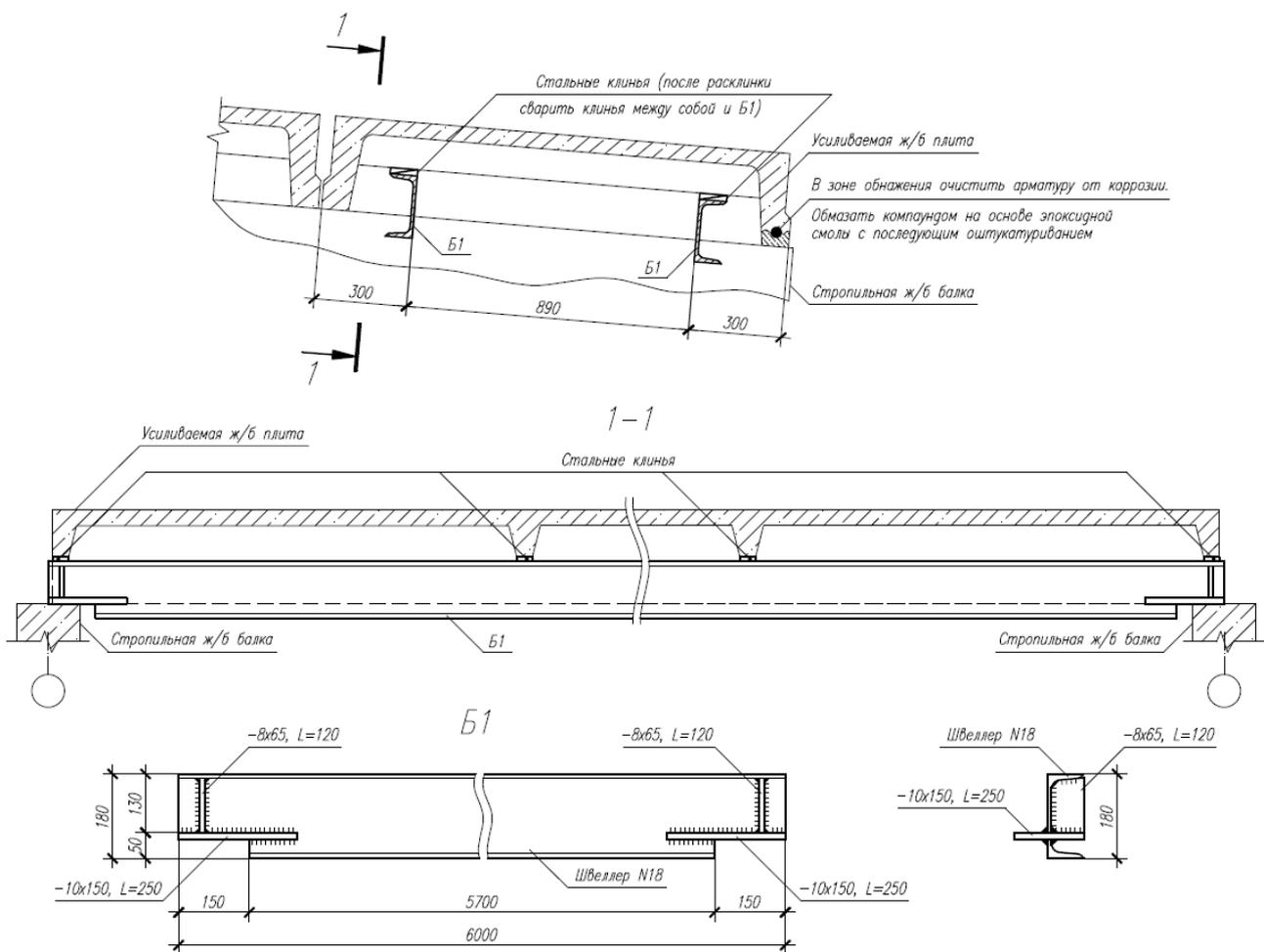


Рисунок 4 – Конструкция усиления предварительно напряженной ребристой плиты покрытия

Технология усиления предварительно напряженной ребристой плиты покрытия включает следующие этапы:

- ограждение зоны усиления от посторонних людей;
- установка в проектное положение стальных балок усиления Б1;
- включение в работу балок усиления Б1 путем их подклинивания стальными клиньями под поперечными ребрами усиливаемой плиты;
- ремонт поврежденного продольного ребра усиливаемой плиты;
- выполнение антикоррозионного покрытия металлических деталей усиления.

Выполнение комплекса вышеперечисленных мероприятий гарантирует дальнейшую безопасную работу покрытия здания в соответствии с требованиями действующих Норм. В отличие от большинства существующих отечественных аналогов усиление предварительно напряженной ребристой плиты выполняется без остановки производственного цикла, обеспечивая лишь обязательное проведение страховочных мероприятий, ограничивающих доступ людей в опасную зону.

#### **Библиографический список:**

1. Гучкин И.С. Техническая эксплуатация и реконструкция зданий: Учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во АСВ, 2013. 295 с.
2. Муленкова В.И., Артюшин Д.В. Расчет и конструирование усиления железобетонных и каменных конструкций: Учебное пособие. Пенза: ПГУАС, 2014. 118 с.
3. Баранова Т.И., Гучкин И.С., Артюшин Д.В., Попов Д.В. Инженерные методы восстановления поврежденных конструкций в период строительства железобетонных каркасных зданий // Региональная архитектура и строительство. 2008. №2. С. 32-34.

4. Гучкин И.С., Артюшин Д.В., Ласьков Н.Н. Усиление железобетонных ребристых плит покрытия производственного корпуса // Региональная архитектура и строительство. 2015. №4-1 (25). С. 93-97.

5. Артюшин Д.В., Шумихина В.А. Усиление плит покрытия из ячеистого бетона производственного здания [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2015. №2. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: [http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no2/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/2.19/at\\_download/file](http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no2/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/2.19/at_download/file)