

УДК 69.059.3

## **УСИЛЕНИЕ ПЛИТ ПОКРЫТИЯ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ**

***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 плит покрытия из ячеистого бетона производственного здания. Представлено конструктивное решение усиления плит, заключающееся в подведении под них стальных балок. Приведена технология проведения ремонтных работ.

**Ключевые слова:** плиты из ячеистого бетона, коррозия арматуры, прогиб плит, аварийное состояние, методы усиления.

## **STRENGTHENING OF PLATES OF THE COVERING FROM CELLULAR CONCRETE OF THE PROCESS BUILDING**

***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 plates of a covering of cellular concrete of the process building. The constructive solution of strengthening of plates consisting in leading under them steel beams is submitted. The technology of carrying out repair work is given.

**Keywords:** plates from cellular concrete, corrosion of armature, deflection of plates, critical condition, strengthening methods.

Железобетонные плиты покрытия зданий (в том числе и выполненные из ячеистого бетона), являясь одними из наиболее ответственных несущих конструкций и работая в сложных условиях, могут получить различные повреждения (такие как опасные широко раскрытые трещины, коррозия рабочей арматуры, чрезмерный прогиб), грозящие их внезапным обрушением. Существующие традиционные способы усиления плит, как правило, весьма трудо- и материалозатратны и 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 плит покрытия из ячеистого бетона одного из производственных зданий Пензенской области.

Производственное здание построено в 1975 году по каркасной технологии. Покрытием здания служат железобетонные плиты сплошного сечения из ячеистого бетона марки ГКП-IV (серия ПК-01–92) размером 240×1490×5980 мм.

Обследование показало, что за время длительной эксплуатации в неблагоприятных условиях (образование конденсата, протечки кровли, перегрузка снегом) отдельные плиты покрытия получили существенные повреждения. К основным видам повреждений плит относятся отслоения (разрушения) защитного слоя бетона, обнажение и коррозия арматуры (с ослаблением сечения, местами, до 20%), прогибы отдельных плит (до 50 мм),

сколы углов и ребер, а также имеющиеся на потолочной поверхности отверстия с обнажением и коррозией арматуры.

Оценка прочности плит покрытия из ячеистого бетона с учетом имеющихся повреждений производилась в соответствии с нормативной литературой [1, 2]. Расчетная схема и расчетное сечение плиты покрытия приведены на рисунке 1.

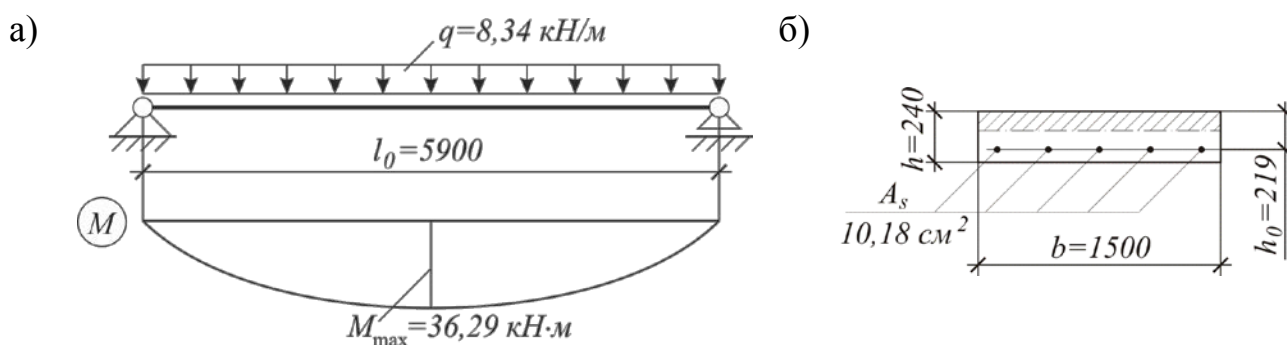


Рисунок 1 – Расчетная схема (а) и расчетное поперечное сечение (б) плиты

Погонная расчетная нагрузка на плиту покрытия  $q = 5,56 \cdot 1,5 = 8,34$  кН/м.

Максимальный изгибающий момент  $M_{\max} = \frac{q \cdot l_0^2}{8} = \frac{8,34 \cdot 5,9^2}{8} = 36,29$  кН·м.

Бетон автоклавного твердения марки М50 (класс В3,5) –  $R_b = 2,0$  МПа;  $R_{bt} = 0,27$  МПа;  $\rho = 700$  кг/м<sup>3</sup>  $\approx 7$  кН/м<sup>3</sup>. Рабочая арматура класса А-I (сталь Ст. 3) – 9Ø12А-I ( $A_s = 10,18$  см<sup>2</sup>;  $R_s = 210$  МПа). При этом нижние рабочие стержни отдельных плит покрытия примерно на 20% сечения повреждены коррозией и имеют фактическую площадь  $A_{s,f} \approx 10,18 \cdot 0,8 = 8,144$  см<sup>2</sup>.

Относительная высота сжатой зоны

$$\xi = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0} = \frac{210 \cdot 8,144}{2,0 \cdot 0,9 \cdot 150 \cdot 21,9} = 0,289; \alpha_m = 0,243.$$

Изгибающий момент, воспринимаемый сечением плиты покрытия,

$$M_u = \alpha_m \cdot R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2 = 0,243 \cdot 2,0 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 0,219^2 = 31,47 \text{ кН} \cdot \text{м} < M_{\max} = 36,29 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Таким образом, поверочный расчет прочности плит покрытия, имеющих значительные повреждения в виде чрезмерного прогиба, массовых отслоений защитного слоя бетона, обнажения и коррозии арматуры, показал, что прочность нормального сечения плит не достаточная и, следовательно, необходимо выполнить их усиление [3–5].

Для обеспечения надежной эксплуатации покрытия здания разработано эффективное техническое решение усиления плит покрытия из ячеистого бетона, заключающееся в подведении под них стальных балок Б-1 и Б-2. Схема распределения нагрузки на указанные балки усиления, а также расчетная схема балок усиления Б-1 приведены на рисунках 2 и 3.

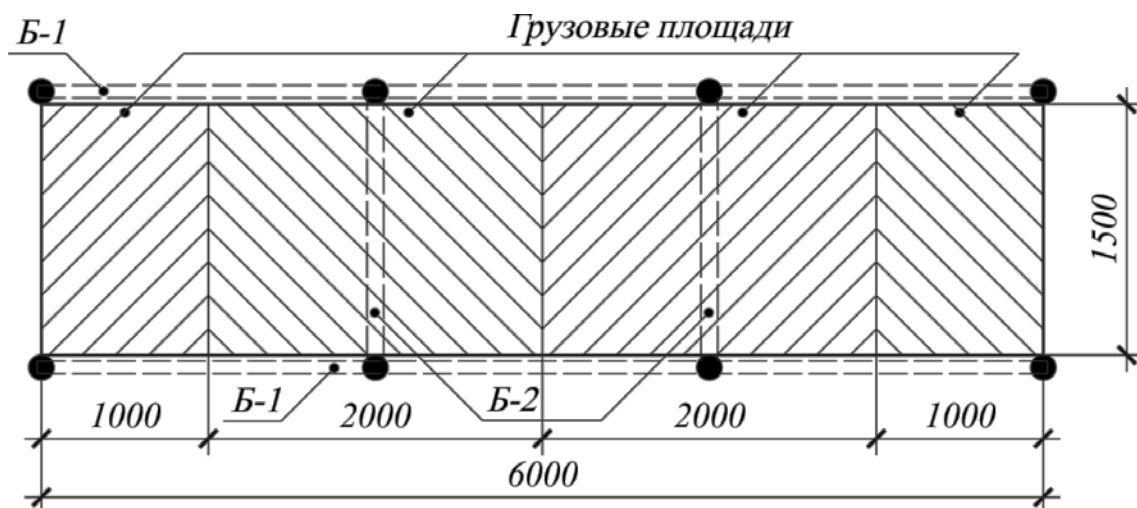


Рисунок 2 – Схема распределения нагрузки на балки усиления Б-1 и Б-2

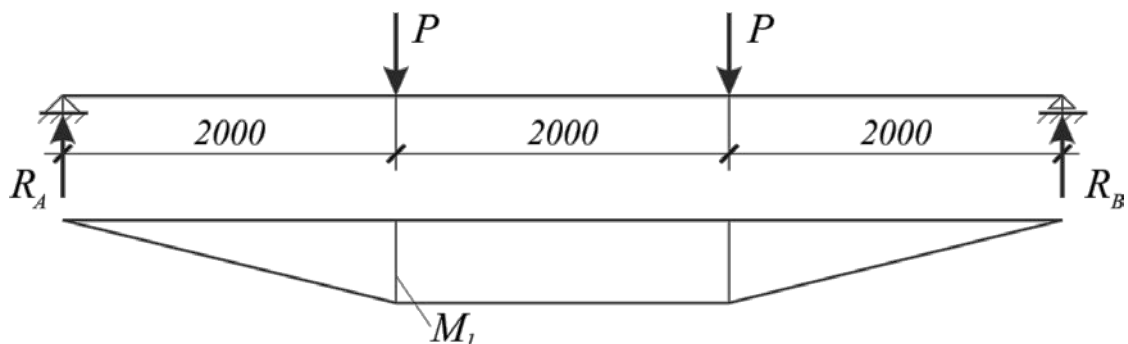


Рисунок 3 – Расчетная схема балок усиления Б-1

По результатам выполненных расчетов для усиления плиты покрытия из ячеистого бетона приняты две продольные балки Б-1 (пластины сечением  $240 \times 10$  мм, длиной  $l = 6000$  мм) и две поперечные балки Б-2 (швеллеры №10, длиной  $l = 1500$  мм). Конструкция усиления плит показана на рисунке 4.

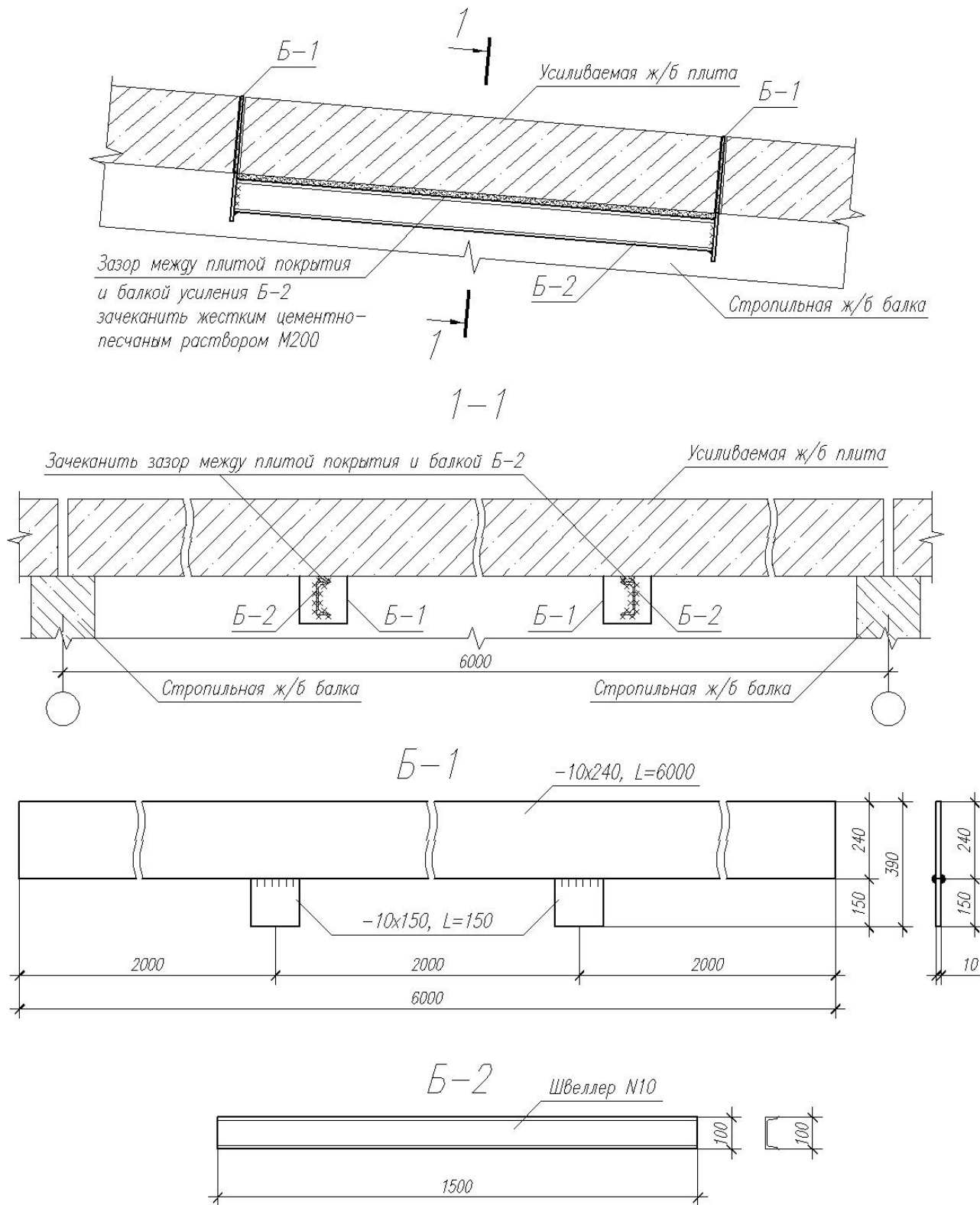


Рисунок 4 – Конструкция усиления плит покрытия из ячеистого бетона

Технология усиления плит покрытия из ячеистого бетона включает следующие этапы:

- ограждение зоны усиления от посторонних людей;
- очистка швов между смежными с усиливаемой плитой плитами покрытия в местах установки балок усиления Б-1 (предварительно локально вскрыв кровлю);
- установка в очищенные швы балок усиления Б-1;
- ремонт потолочной поверхности усиливаемой плиты;
- установка в проектное положение и закрепление с помощью сварки балок усиления Б-2;
- заделка зазора между плитой покрытия и балкой усиления Б-2 цементно-песчаным раствором;
- восстановление вскрытых участков кровли в местах установки балок усиления Б-1.

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

#### **Библиографический список:**

1. СНиП 2.03.01-84\*. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. М.: ФГУП ЦПП, 2000.
2. СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. М.: ФГУП ЦПП, 2004. 24 с.
3. 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.

4. Муленкова В.И., Артюшин Д.В. Расчет и конструирование усиления железобетонных и каменных конструкций: учебное пособие. Пенза: ПГУАС, 2014. 118 с.

5. 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.