

УДК 69.059.4

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
ЗДАНИЯ ПОСЛЕ МОНТАЖА К НИМ ПОДВЕСНОГО КРАНОВОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

Артюшин Дмитрий Викторович,

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

кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции».

Коновалов Павел Владимирович,

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

студент.

Аннотация

В статье рассматривается возможность безопасной эксплуатации несущих конструкций покрытия существующего производственного здания после монтажа подвешеного кранового оборудования. Дается оценка несущей способности стропильных балок покрытия под фактическую расчетную нагрузку с учетом дополнительного технологического оборудования.

Ключевые слова: исследование, производственное здание, несущие конструкции, безопасная эксплуатация.

**RESEARCH OF SAFE OPERATION OPPORTUNITIES
OF BEARING CONSTRUCTIONS OF COATING OF PRODUCTION
BUILDINGS AFTER INSTALLATION TO THE SUSPENSION
CRANE EQUIPMENT**

Artyushin Dmitriy Viktorovich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

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

Konovalov Pavel Vladimirovich,

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

Abstract

The article deals with the possibility of safe operation of bearing constructions of coating of the existing production building after installation of the suspended crane equipment. The estimation of load bearing capacity of rafter beams of coating for actual calculated load is given, taking into account additional technological equipment.

Keywords: research, production building, bearing constructions, safe exploitation.

При эксплуатации и реконструкции производственных зданий и сооружений достаточно актуальной является оценка возможности монтажа к существующим несущим конструкциям первоначально не предусмотренного проектом дополнительного технологического оборудования [1, 2]. В частности, нередко возникает вопрос о гарантии безопасной эксплуатации несущих конструкций покрытия (стропильных ферм либо балок) производственных зданий после монтажа к ним подвесного кранового оборудования.

В качестве примера рассмотрим производственное здание, расположенное в г. Пензе и построенное в 1990-91 гг. Здание каркасного типа, одноэтажное, двухпролетное, прямоугольное в плане с размерами 36,0×66,0 м, с совмещенным покрытием (рисунки 1 и 2). Ширина каждого из пролетов здания составляет 18 м, шаг колонн в продольном направлении – 6 м, а высота от пола до низа несущих стропильных балок – 7,15 м.

Каркас здания, базирующийся на отдельно стоящих фундаментах, смонтирован из сборных железобетонных колонн сечением 400×400 мм, стропильных железобетонных решетчатых балок пролетом 18 м и ребристых плит покрытия размерами 3,0×6,0 м. Наружное стеновое ограждение выполнено из керамзитобетонных панелей толщиной 300 мм.

Под нижними и верхними поясами стропильных балок (в осях 2-8/В-Г и 7-11/В-Г, соответственно) планируется выполнить монтаж подвешенного кранового оборудования грузоподъемностью 5 т. Схема его размещения к стропильной балке покрытия показана на рисунке 3.

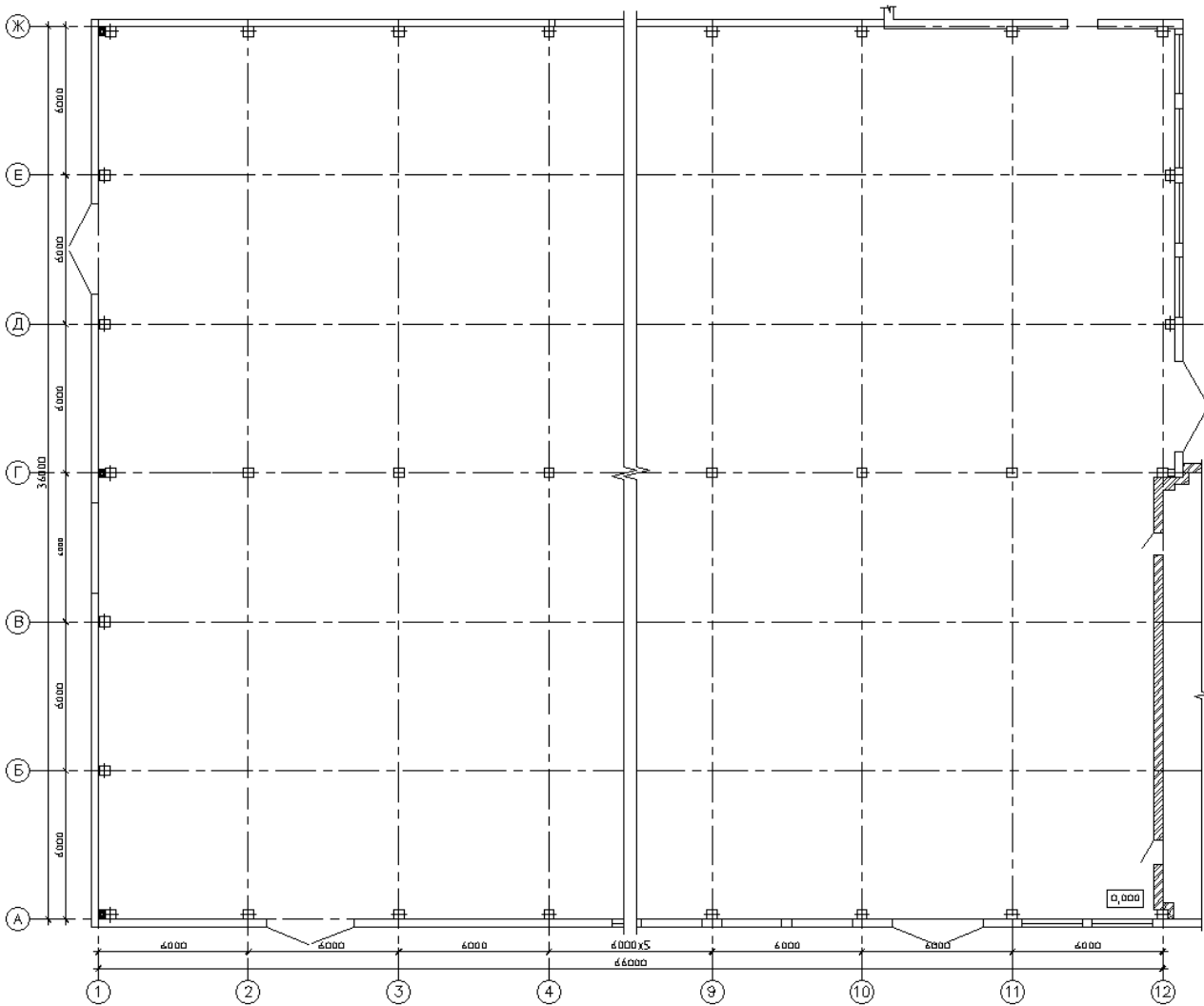


Рисунок 1 – План производственного здания



Рисунок 2 – Фрагмент здания до монтажа кранового оборудования

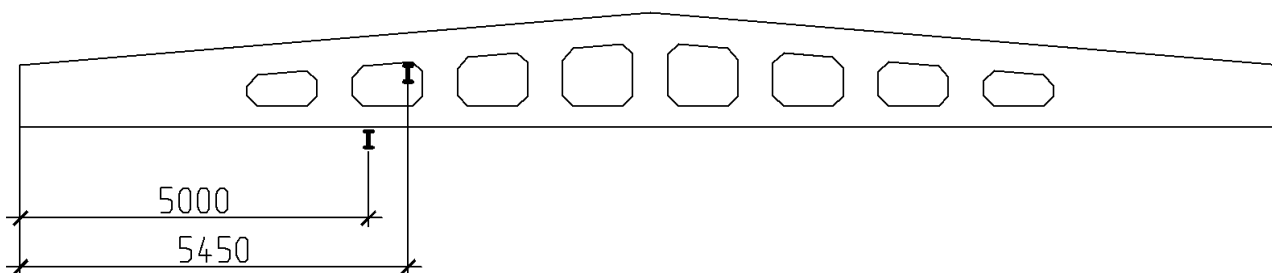


Рисунок 3 – Схема размещения подвесного кранового оборудования

По результатам анализа имеющейся проектной документации, проведенных обмерных работ и инструментально-визуального обследования кровли и несущих конструкций производственного здания был выявлен состав покрытия и установлено следующее:

- гидроизоляционный кровельный ковер, выполненный из рулонных наплавляемых материалов, в целом находится в работоспособном состоянии за исключением локальных участков;
- плиты покрытия ребристые марки ПГ-3А-III-вт, выполненные по серии 1.465-7 размерами 3,0×6,0 м из тяжелого бетона, не имеют существенных

повреждений и находятся в работоспособном состоянии;

- стропильные решетчатые двускатные балки (предположительно марок 2БДР-18-3П-А, 2БДР-18-3П-Б, 2БДР-18-4П-А), выполненные по серии 1.462.1-3/89 из тяжелого бетона, не имеют видимых повреждений и также находятся в работоспособном состоянии;

- величина прочности бетона железобетонных несущих конструкций покрытия по результатам неразрушающего контроля составила: в плитах покрытия – 265...287 кг/см² (класс В20), в стропильных балках – 386...442 кг/см² (класс В30).

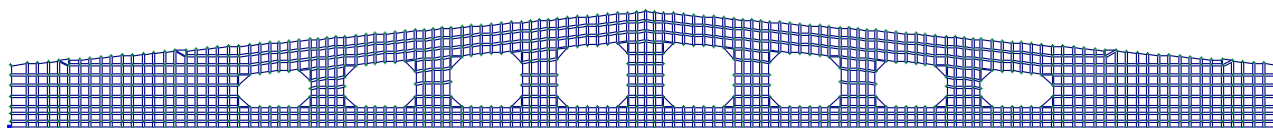
Для оценки несущей способности стропильной балки под фактическую расчетную нагрузку предварительно определялась величина максимального напряжения, воспринимаемого в нижнем поясе балки рабочей напрягаемой арматурой 8Ø20А-Шв,

$$\sigma_{\max} = \frac{R_s A_s}{bh} = \frac{490 \cdot 10^3 \cdot 2513 \cdot 10^{-6}}{0,24 \cdot 0,3} = 17102,36 \text{ кН/м}^2 = 1743,96 \text{ т/м}^2,$$

где $R_s = 490 \text{ МПа}$ – расчетное сопротивление арматуры класса А-Шв растяжению [3]; $A_s = 2513 \text{ мм}^2$ – площадь сечения напрягаемой арматуры (8Ø20А-Шв); $b = 0,24 \text{ м}$ и $h = 0,3 \text{ м}$ – ширина и высота поперечного сечения нижнего пояса балки, соответственно.

Расчет стропильных решетчатых балок покрытия в осях 2-11/В-Г на дополнительную нагрузку от подвешенного кранового оборудования грузоподъемностью 5 т производился в соответствии с существующими нормативными документами [4, 5] в программном комплексе ЛИРА 9.6 R9 в линейной постановке, рисунок 4. Размеры поперечных сечений элементов стропильных балок марки 2БДР-18-3П, а также армирование нижнего пояса (принималось в минимально возможном количестве из напрягаемой арматуры 8Ø20А-Шв) назначались в соответствии с чертежами серии 1.462.1-3/89.

а)



б)

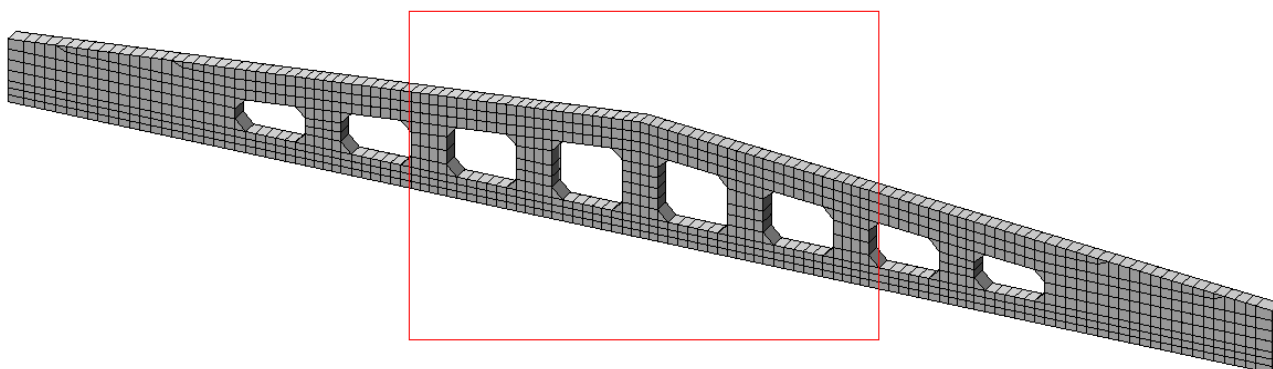


Рисунок 4 – Расчётная схема балки (а), общий вид (б)

Максимальные значения напряжений в нижнем поясе стропильной балки при ее загрузении фактической расчетной нагрузкой с учетом кранового оборудования по результатам расчета составляют (рисунок 5)

$$\sigma_x = 1610 \text{ т/м}^2 < \sigma_{max} = 1743,96 \text{ т/м}^2,$$

т.е. прочность нижнего пояса балки достаточная.

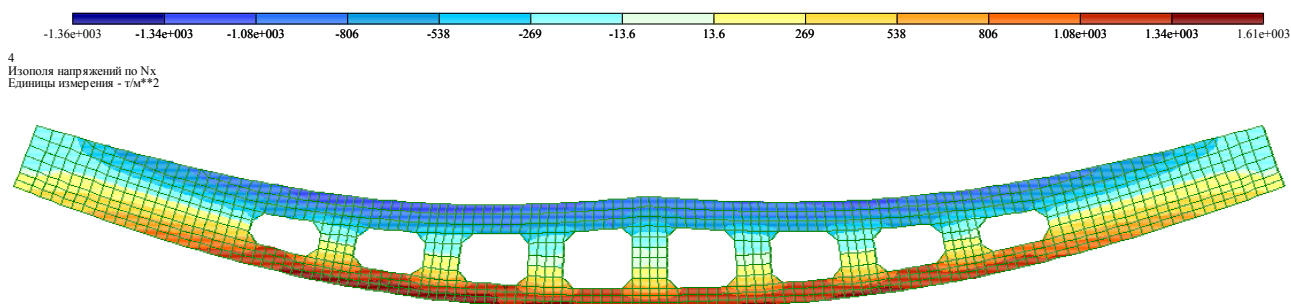


Рисунок 5 – Изополя напряжений σ_x

Расчетное значение прогиба балки от нормативной нагрузки (рисунок б) не превышает предельно допустимого значения [4]:

$$f = 26,9 \text{ мм} < \frac{1}{250} l = \frac{18000}{250} = 72,0 \text{ мм} .$$

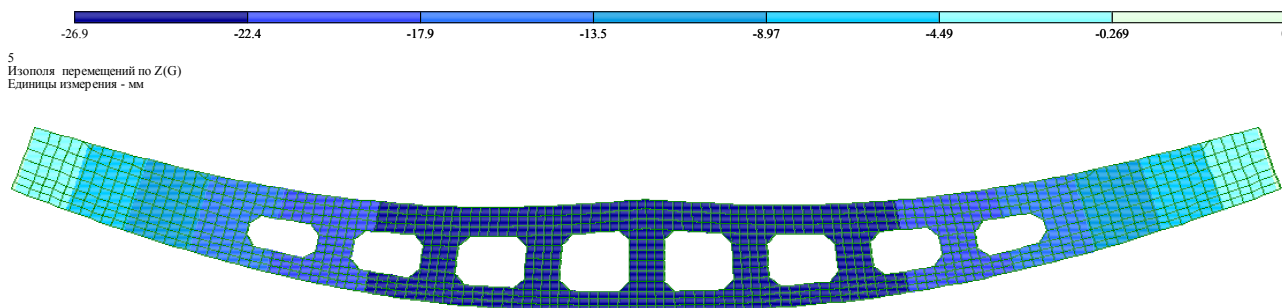


Рисунок 6 – Изополюса перемещений по оси Z

Таким образом, можно сделать следующие выводы о несущей способности стропильных балок покрытия производственного здания после монтажа к ним подвесного кранового оборудования грузоподъемностью 5 т:

- Прочность нижнего пояса балок при их загрузке постоянной (от собственного веса и веса покрытия) и временной (от снега и подвесного кранового оборудования грузоподъемностью 5 т) нагрузками достаточная.
- Расчетное значение прогиба балок от нормативной нагрузки с учетом кранового оборудования не превышает предельно допустимого значения.

Для гарантии безопасной эксплуатации несущих конструкций покрытия здания после монтажа дополнительного технологического оборудования рекомендуется провести пробное испытание стропильных балок нагрузкой 5,5 т, обращая особое внимание на возможное образование трещин в балках и их прогиб, а также не допускать чрезмерного скопления снега на крыше.

Библиографический список:

1. Муленкова В.И., Артюшин Д.В. Расчет и конструирование усиления железобетонных и каменных конструкций. Пенза: ПГУАС, 2014. 118 с.
2. Артюшин Д.В., Коновалов П.В. Исследование действительной работы несущих конструкций каркасных зданий на примере строящегося торгового

центра [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2017. №5. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no5/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/5.12/at_download/file.

3. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования / Госстрой России. М.: ФГУП ЦПП, 2000.

4. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. М.: Минстрой России, 2016.

5. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52.01-2003. М.: Минрегион России, 2012.