

ОБСЛЕДОВАНИЕ И УСИЛЕНИЕ ПЛИТ ПОКРЫТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО  
КОРПУСА ООО "РОССНАБ"

Богущий Ю.Г.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,  
Институт «Академия строительства и Архитектуры»,  
г. Симферополь, ул. Киевская, 181  
E-mail: bogutskiyyg@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлено обследование и техническое решение по усилению сборных железобетонных ребристых плит покрытия. Вследствие разрушения кровельного материала, атмосферные осадки беспрепятственно проникали во внутреннее пространство здания, и длительное время замачивали плиты покрытия. Постоянное замачивание плит покрытия вызвало развитие коррозионных процессов в рабочей и конструктивной арматуре, разрушению и отслоению защитного слоя бетона. Утяжеление состава кровли привело к появлению наклонных трещин в продольных ребрах отдельных плит. Анализ проявившихся дефектов в плитах показал, что некоторые плиты не способны воспринимать фактические величины нагрузок. Их состояние оценено как аварийное, эти плиты требуют усиления.

**Предмет исследования:** сборные железобетонные ребристые плиты покрытия.

**Материалы и методы:** материалы для данной статьи получены в ходе выполнения обследования сборных железобетонных ребристых плит покрытия производственного корпуса ООО "РОССНАБ". Общие параметры плит и видимые дефекты определяли визуальным освидетельствованием. При инструментальном обследовании выполняли вскрытия и обмеры плит покрытия, определяли прочностные и деформативные параметры конструкций.

**Результаты:** по результатам исследования получены данные для оценки технического состояния сборных железобетонных ребристых плит покрытия. Составлены ведомости дефектов и повреждений с описанием установленных параметров и их значений. Некоторые плиты не способны воспринимать фактические величины нагрузок. Их состояние оценено как аварийное, эти плиты требуют усиления.

**Выводы:** ввиду сложившейся аварийной ситуации и для недопущения развития последующих деформаций, влекущие за собой разрушения, было подготовлено инженерное решение по усилению плит покрытия. Рекомендуемый состав ремонтно-восстановительных работ и усиление предусматривает возможность дальнейшей безопасной эксплуатации производственного корпуса ООО "РОССНАБ".

**Ключевые слова:** усиление, плиты, авария, обрушение, бетон, обследование, дефекты.

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие и совершенствование усиления железобетонных ребристых плит покрытия может включать следующие аспекты:

1. Использование новых материалов: разработка и применение более прочных и долговечных материалов для арматуры и бетона. Например, использование высокопрочной арматуры или использование фиброармированного бетона.

2. Улучшение конструкции плит покрытия: оптимизация размеров и расположения ребер железобетонной плиты для повышения ее прочности и устойчивости.

3. Использование прогрессивных методов производства: разработка и внедрение новых технологий и методов производства, которые позволят улучшить качество и надежность плит покрытия. Например, использование префабрикации или автоматизации производства.

4. Разработка новых способов усиления: исследование и разработка новых методов усиления плит покрытия, которые помогут повысить их нагрузочную способность. Например, использование спиралей из высокопрочной стали или волоконного усиления.

5. Интеграция с другими технологиями: использование современных информационных технологий, моделирования и стимуляции для улучшения проектирования и производства плит покрытия.

6. Усовершенствование методов испытаний: разработка новых и более точных методов испытаний плит покрытия для оценки их прочности и устойчивости.

Все эти меры могут помочь повысить надежность и долговечность железобетонных ребристых плит покрытия, что в свою очередь приведет к сокращению затрат на обслуживание и увеличению их эксплуатационного срока.

## АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

В статье [2] Д.В. Артюшина, В.А. Шумихиной представлен один 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.

В статье [3] Д.О. Василенко, А.И. Бедова освещены вопросы усиления сборных

железобетонных ребристых плит. Описаны методы усиления традиционными способами и с использованием композитных материалов. Выделены преимущества последнего метода, такие как долговечность, стойкость к коррозии, высокие механические характеристики, что особенно важно при реконструкции промышленных зданий и сооружений.



**Рис. 1.** Фотография армирования сборных ребристых плит композитными материалами  
**Fig. 1.** Photo of reinforcement of prefabricated ribbed slabs with composite materials

В статье [4] И.Н. Гарькина рассматриваются актуальные вопросы о снижении опасности лавинообразного обрушения покрытия промышленного здания. Указываются причины возникновения аварийных ситуаций и меры по их предотвращению.

В статье [5] И.Н. Гарькина, Н.В. Агафонкиной приводится технология выполнения ремонтных работ промышленных зданий в части замены плит покрытий. Рассматриваются виды и способы проведения ремонтных и восстановительных работ в условиях городской застройки. Даются рекомендации по наиболее эффективному использованию материальных ресурсов. Разбирается алгоритм проведения ремонтных работ.

В статье [9] С.И. Евтушенко, Т.А. Крахмального описываются дефекты и повреждения производственных зданий, в ней приводится описание типовых дефектов конструкций покрытия – ферм и плит покрытия, причины появления дефектов, последствия к которым может привести развитие выявленного повреждения, рекомендации по оценке технического состояния и рекомендации по устранению выявленных повреждений. В статье так же выполнен обобщенный анализ причин образования дефектов и наиболее вероятные зоны образования повреждений.



**Рис. 2.** Механические повреждения продольных ребер плиты покрытия  
**Fig. 2.** Mechanical damage to the longitudinal ribs of the coating plate

В статье [10] К.К. Нежданова, Д.В. Артюшина приводится описание способа предотвращения зарождения прогрессирующего лавинообразного обрушения ребристых железобетонных плит покрытия путем создания жёсткого пространственного диска покрытия здания.

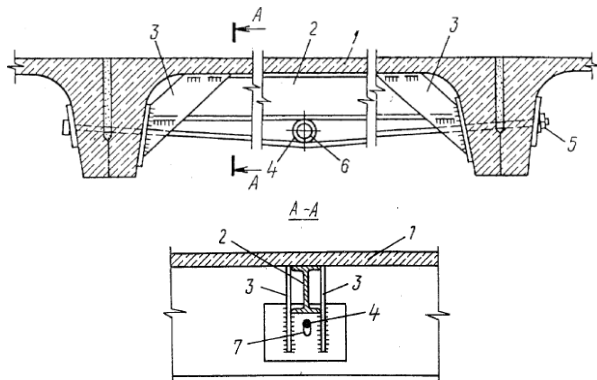


**Рис. 3.** Общий вид обрушения конструкций покрытия цеха литейно-арматурного завода в г. Пензе  
**Fig. 3.** General view of the collapse of the coating structures of the foundry and reinforcement plant in Penza

В статье [11] К.К. Нежданова, И.Н. Гарькина Рассматриваются метод замены покрытий в промышленных зданиях и сооружениях предложенный специалистами Пензенского государственного университета архитектуры и строительства. Предложенный способ имеет пример реальной реализации.

В статье [12] К.К. Нежданова, А.Н. Жукова на основе фактических данных по обрушению сооружений анализируются причины его возникновения, ошибки, допущенные при проектировании, строительстве и эксплуатации промышленных объектов. В статье предложен сценарий процесса коррозии опорных узлов ребристых плит покрытия и возникновения обрушений. Исследуются причины лавинообразного обрушения цеха литейно-арматурного завода ООО «Пензтяжпромарматура» (г. Пенза).

Изобретение [1] В.С. Конопленко относится к строительству и может быть использовано при усилении сборных железобетонных ребристых панелей перекрытия и покрытия при их ремонте, а также при необходимости увеличения на них эксплуатационной нагрузки в результате реконструкции сооружения. Цель изобретения – увеличение несущей способности, жесткости и трещиностойкости путем создания дополнительного поперечного ребра плиты.



**Рис. 4.** Железобетонная ребристая панель перекрытия и покрытия с размещенным на ней устройством для усиления

**Fig. 4.** Reinforced concrete ribbed floor and covering panel with a reinforcement device placed on it

В статье [18] Р.А. Петухова, А.Н. Селькова отмечено, что в период эксплуатации здания и сооружения промышленного предприятия подвергаются многочисленным природным и технологическим воздействиям, учитываемым в проекте при выборе материалов, конструкций и т. п. Однако на практике сочетание характеристик строительных материалов и конструкций может отличаться от установленных ГОСТом, и вследствие суммарного воздействия многочисленных факторов может происходить ускоренный износ зданий. Необходимость усиления конструкций производственного здания возникает в процессе эксплуатации, во время проведения ремонтов и реконструкций как основного технологического оборудования, так и строительных элементов конструкций.

В статье [19] А.А. Сморгачева, Д.А. Орлова рассматривается вопрос обследования, определения технического состояния плоских железобетонных плит покрытия производственного здания, а так же предлагается конструкция усиления, использующая для крепления существующие стальные конструкции подвесного кранового оборудования. Определение технического состояния проводится на основе неразрушающего и разрушающего исследования механических свойств бетона, исследования армирования, поверочных расчетов с учетом обнаруженных дефектов и повреждений, реальных свойств материалов и действующих нагрузок. Оценка технического состояния производится по авторской методике,

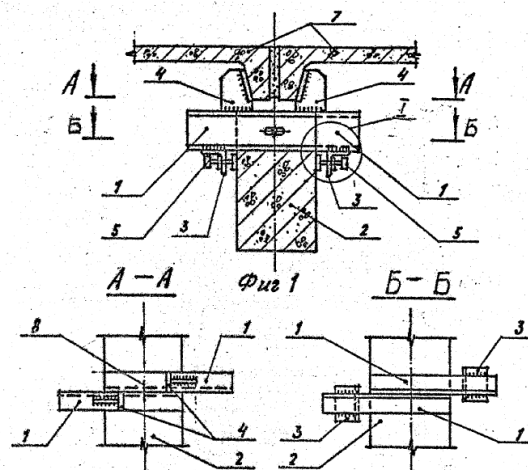
отличающейся от описанной в нормативных документах по обследованию конструкций.



**Рис. 5.** Внешний вид конструкции покрытия. Следы замачивания, прогиб плиты

**Fig. 5.** The appearance of the coating structure. Traces of soaking, deflection of the plate

Изобретение [13] Т.М. Богуславского, Б.Я. Белопольский используется для усиления покрытия здания или сооружения из железобетонных ребристых плит. Сущность изобретения в устройстве для усиления покрытия металлических балок усиления, расположенных на опорной конструкции, и поперечные траверсы, жестко соединенные с балками усиления. Между балкой усиления и плитой покрытия параллельно боковым граням поперечных ребер расположены упоры. Балки усиления расположены внахлест и соединены монтажным болтом. На траверсах установлены винты, взаимодействующие с боковыми гранями опорной конструкции.

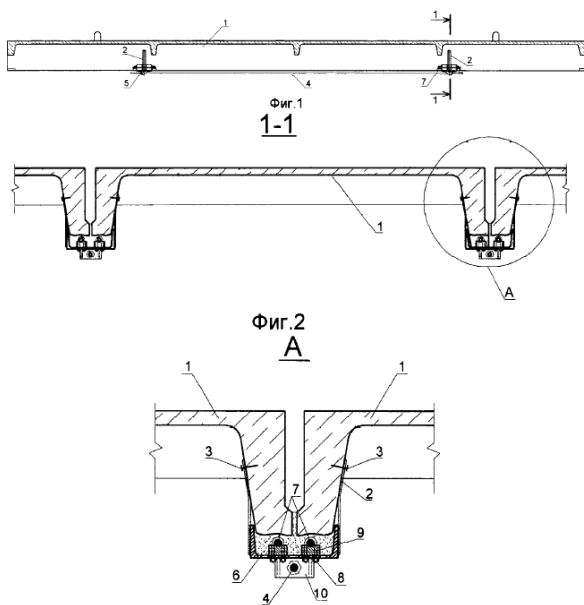


**Рис. 6.** Устройство для усиления покрытия из железобетонных ребристых плит

**Fig. 6.** A device for reinforcing the coating of reinforced concrete ribbed slabs

Изобретение [14] Э. Н. Кодыша, Н. Н. Трекина, А. Б. Чаганова относится к области строительства, в частности к устройствам для усиления и

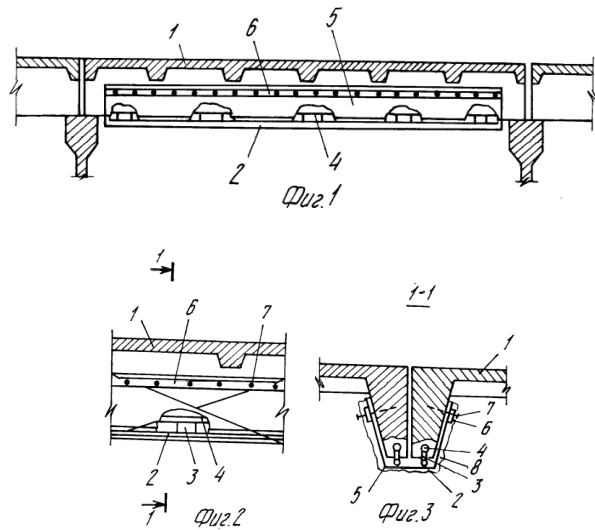
восстановления сборных ребристых плит перекрытия и покрытия. Технический результат изобретения заключается в повышении их несущей способности. Устройство включает элементы усиления, выполненные с упором в виде охватывающего продольные ребра смежных плит швеллера, полки которого связаны с пластинами, закрепленными в продольных ребрах плит анкерными болтами. Стенка швеллера жестко соединена с рабочей арматурой посредством прижимных хомутов, концы которых заведены в направляющие, установленные на одной стороне стенки швеллера, и жестко прикрепленных к другой стороне стенки консольной пластины с образованными отверстиями для пропуска дополнительной арматуры с винтовым натяжным устройством.



**Рис. 7.** Схема устройства для усиления железобетонных ребристых плит  
**Fig. 7.** Diagram of a device for reinforcing reinforced concrete ribbed slabs

Изобретение [15] С. К. Лапина относится к области строительства и может быть использовано при усилении ребер плит или тавровых балок. Цель изобретения – упрощение устройства и повышение эффективности. Устройство включает усиливаемую ребристую железобетонную плиту, арматуру усиления, приверенную через коротышки к рабочей арматуре. С наружной стороны усиливаемого участка вокруг боковых граней ребер установлена металлическая сетка, которая зафиксирована по длине боковых граней с их противоположных сторон в пределах зоны бетона ребер, где растягивающие напряжения не превышают по величине половины сопротивления бетона осевому растяжению, металлическими планками, прикрепленными к ребрам дюбелями. Участок усиления, ооконтуренный сеткой, защищен покрытием в виде торкрета или штукатурки. Крепление сетки дюбелями в сжатой зоне позволяет

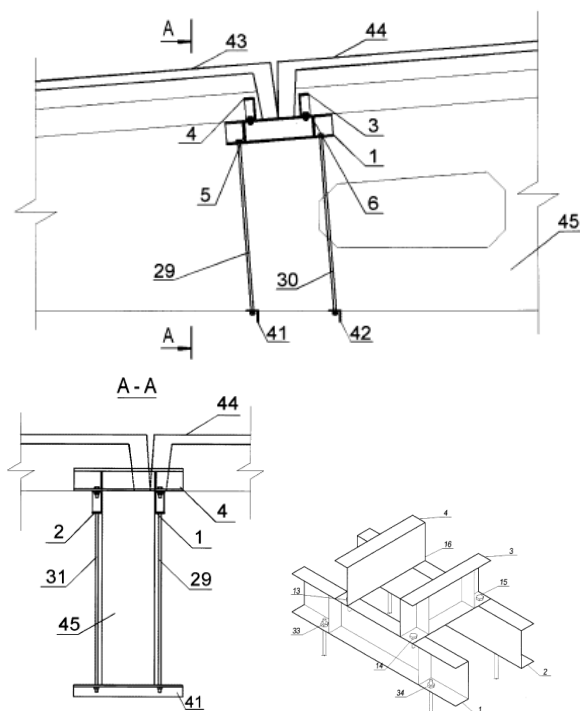
избежать появления новых трещин. Устройство защитного покрытия при наличии противоусадочной сетки позволяет повысить качество соединения защитного покрытия старым бетоном.



**Рис. 8.** Усиливаемая ребристая железобетонная конструкция  
**Fig. 8.** Reinforced ribbed reinforced concrete structure

Полезная модель [16] М. В. Чучалова, С. В. Романова, Р. А. Михайлова относится к области строительства, в частности к устройствам для усиления узлов строительных конструкций, и может быть использована при строительстве и реконструкции зданий и сооружений в случаях необходимости увеличения площади опирания при реконструкции или устранении последствий ошибок монтажа. В процессе строительства в случае ошибки при разбивке осей колонн может возникнуть ситуация, при которой площадь опирания плит покрытия может уменьшиться вследствие ошибки при геодезических измерениях. При воздействии кратковременных динамических нагрузок плиты покрытий и перекрытий могут быть смещены со своих опор, в результате чего площадь опирания их на балки покрытия может уменьшиться, что часто приводит к опасности обрушения плит. Технической проблемой заявленной полезной модели является создание устройства для усиления узла опирания ребристых железобетонных плит покрытия с повышенной надежностью с упрощением его конструкции. Технический результат заключается в повышении надежности заявляемой конструкции устройства вследствие упрощения конструкции. Технический результат в устройстве для усиления узла опирания ребристых железобетонных плит покрытия, содержащем швеллеры с ребрами жесткости, уголки, соединительные элементы, первые части которых закреплены со швеллерами, а вторые части закреплены с уголками, достигается тем, что в швеллерах выполнены отверстия, в которые вставлены первые части соединительных

элементов, имеющие наружную резьбу и закрепленные со швеллерами с помощью крепежных элементов.



**Рис. 9.** Пример реализации устройства для усиления узла опирания ребристых железобетонных плит покрытия  
**Fig. 9.** An example of the implementation of a device for strengthening the support unit of ribbed reinforced concrete slabs

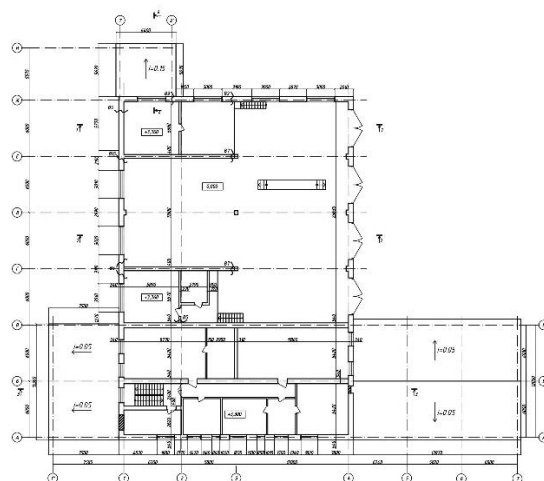
Изобретение [17] А. А. Шилина, Г. Н. Мосина, Д. В. Каргузова относится к области строительства, в частности к способу усиления железобетонной ребристой плиты перекрытия и винтовой полимерной стяжке. Технический результат заключается в снижении стоимости, сокращении сроков ремонта городских инженерных сооружений и повышении надежности сооружения после ремонта. Способ усиления заключается в удалении нарушенного бетона, восстановлении расчетного послеремонтного сечения плиты и усилении конструкции плиты. Восстановление расчетного послеремонтного сечения плиты осуществляют путем нанесения бетонного покрытия в местах удаления нарушенного бетона. Усиление конструкции плиты производят путем анкеровки в оппозитные стенки плиты, расположенные поперек ее ребра, двух винтовых полимерных тяг со встречной резьбой. Тяги имеют прочность не менее 500 МПа и связаны между собой винтовым талрепом. В последующем создают корректирующую сжимающую нагрузку на ребро плиты для восстановления несущей способности и уменьшения недопустимого прогиба конструкции.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основной целью данной научно-технической работы является обследование плит покрытия производственного корпуса ООО "РОСНАБ".

Начало строительства обследуемого здания относится к началу 1970-х г. Здание построенохозспособом, без исполнительной и проектной документации. За долгий срок эксплуатации проводились только локальные ремонты. На момент обследования здания планируется капитальный ремонт.

Здание простой прямоугольной формы в плане габаритными размерами в осях 1-4/А-Ж 24,0x36,0 м, без подвала (см. рис. 10). В осях 1-4/А-В здание состоит из двух этажей: высота помещений первого и второго этажей составляет 3,0 м. В осях 1-4/В-Ж здание состоит из одноэтажной и двухэтажной частей: высота помещений первого этажа составляет 3,54 м, высота одноэтажной части до низа стропильных балок покрытия переменная и изменяется от 5,3 до 6,0 м.



**Рис. 10.** Планировочное решение 2-го этажа  
**Fig. 10.** The planning solution of the 2nd floor

Оценка действительного технического состояния обследуемых плит покрытия выполнена в составе предусмотренным ГОСТ 31937-2011 [8].

Ультразвуковым импульсным методом по ГОСТ 17624-2021 [6] определяли прочность бетона.

Электромагнитным методом по ГОСТ 22904-93 [7] определяли армирование конструкций.

С помощью микроскопа МПБ-3 определяли ширину раскрытия трещин в конструкциях.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Плиты покрытия номинальным размером 3,0x6,0 м ребристые железобетонные, высота плит составляет 30 см. Толщина полки плит 30 мм. В плитах с шагом 1,0 м расположены поперечные ребра сечением 5x10 см. Толщина продольных ребер в нижней части плит составляет 75 мм.

Прочность бетона ребристых плит, определенная склерометрическим методом показала, что она соответствует классу бетона по прочности на сжатие В20...В25. Продольное армирование плит выполнено в количестве по 1Ø18 мм арматуры периодического профиля в каждом ребре. Поперечная и конструктивная арматура Ø6...8 мм гладкого профиля. Плиты идентифицированы как ЗПГ6-4АVI по серии 1.465.1-17 «Плиты железобетонные ребристые размерами 3х6 м для покрытий одноэтажных производственных зданий». Вследствие разрушения кровельного материала, атмосферные осадки беспрепятственно проникали во внутреннее пространство здания, и длительное время замачивали плиты покрытия и все ниже смонтированные конструкции. Постоянное замачивание плит покрытия вызвало развитие коррозионных процессов в рабочей и конструктивной арматуре, разрушению и отслоению защитного слоя бетона. Утяжеление состава кровли привело к появлению наклонных трещин в продольных ребрах отдельных плит. Анализ проявившихся дефектов в плитах показал, что некоторые плиты не способны воспринимать фактические величины нагрузок. Их состояние оценено как аварийное, эти плиты требуют усиления.

Остальные плиты покрытия находятся в ограниченно работоспособном состоянии.

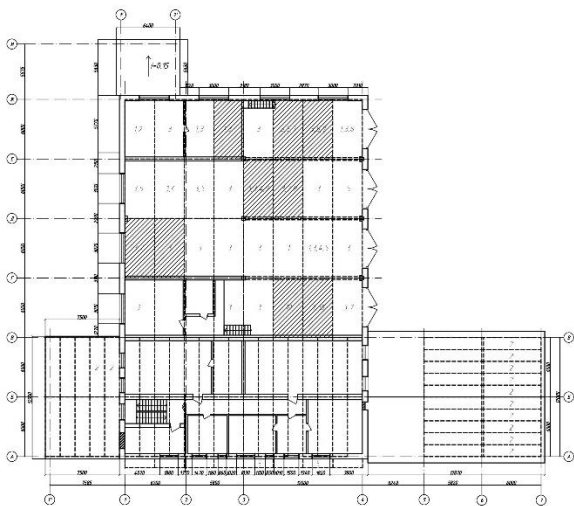


Рис. 11. Схема раскладки плит покрытия с выявленными дефектами

Fig. 11. The layout of the coating plates with identified defects

## ВЫВОДЫ

1. Состояние здания в целом оценено как ограниченно работоспособное, но необходимо выполнить капитальный ремонт с усилением аварийных мест в покрытии в осях 1-4/В-Ж.

2. Рекомендуется выполнить усиление плит покрытия стальными балками с подклиной (см. рис. 1). Усиление плит покрытия стальными балками восстановит несущую способность, утраченную в результате воздействия внешних нагрузок и влияния окружающей среды. Способ усиления плит состоит в подпружинивании их стальными прокатными балками (поз.4).

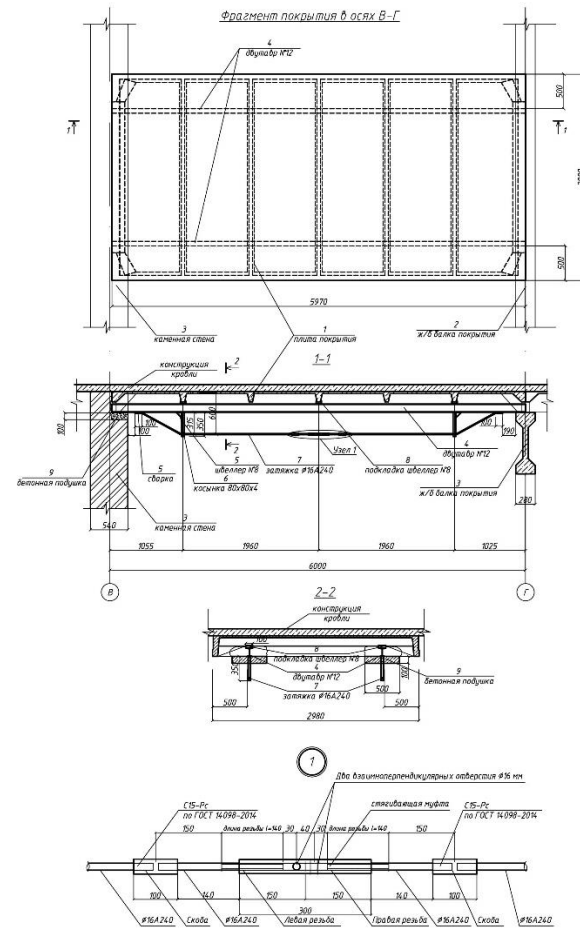


Рис. 12. Схема усиления плит покрытия размером 3х6 м  
Fig. 12. Scheme of reinforcement of roof slabs with a size of 3x6 m

Исходя из условий прочности при таком усилении, необходимы балки относительно небольшой высоты (двутавр №12) и значительно меньшей жесткости, чем усиливаемые плиты (поз.1). Поэтому для получения соответствующего эффекта от усиления необходимо, чтобы в местах подпирания возникли реальные разгружающие воздействия, направленные снизу вверх. Это достигается подведением под поперечные ребра подкладок из швеллеров №8 (поз.8), которые жестко закрепляются на стальной балке из двутавра №12 (поз.4) клиньями из стальных полос толщиной 6 мм, что создает подпирающим стальным балкам (поз.4) предварительный прогиб. Стремясь выпрямиться, они будут оказывать разгружающее давление на подпираемые ими более жесткие плиты (поз.1). В

усилении такого вида подклинка производится в трех местах с шагом 2 м, что удобно в конструктивном отношении, поскольку соответствует расположению поперечных ребер.

Стальная балка (поз.4) опирается на балку покрытия (поз.2) или на каменную стену (поз.3) через подготовленную бетонную подушку (поз.9), выполненную в нише каменной стены.

Предложенный способ усиления плит покрытия позволит восстановить их несущую способность без остановки производства участками с передвижных лесов в виде козел.

3. В остальных плитах рекомендуется выполнить ремонт дефектов бетона с оголением арматуры.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. № 1618855 СССР, МКИ 5E04G 23/02. Устройство для усиления сборных железобетонных ребристых панелей перекрытия и покрытия / В. С. Конопленко. — № 4449575/33 ; заявл. 29.06.1988 ; опубл. 07.01.1991, Бюл. № 1.
2. Артюшин Д.В., Шумихина В.А. Усиление плит покрытия из ячеистого бетона производственного здания [Текст] / Д.В. Артюшин, В.А. Шумихина // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2. С. 19.
3. Василенко Д.О., Бедов А.И. Методы усиления сборных железобетонных ребристых плит покрытия [Текст] / Д.О. Василенко, А.И. Бедов // Строительство - формирование среды жизнедеятельности. Электронный ресурс: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. 2017. С. 786-788.
4. Гарькин И.Н. Анализ причин обрушений промышленных зданий [Текст] / И.Н. Гарькин // «Технические науки: проблемы и перспективы». Санкт-Петербург, 2011 С. 27-29.
5. Гарькин И.Н., Агафонкина Н.В. Анализ причин обрушений промышленных зданий [Текст] / И.Н. Гарькин И.Н., Н.В. Агафонкина // Моделирование и механика конструкций. 2021. № 14. С. 115-121.
6. ГОСТ 17624-2021 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности [Текст] / НИИЖБ. - М.: Стандартинформ, 2021.
7. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля [Текст] / НИИЖБ.- М.: Стандартинформ, 2016.
8. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния [Текст].- М.: Стандартинформ, 2011.
9. Евтушенко С.И., Крахмальный Т.А. Дефекты и повреждения конструкций покрытия производственных зданий [Текст] / С.И. Евтушенко, Т.А. Крахмальный // Строительство и архитектура (2014). Том 2. Выпуск 2 (3). С. 70–72.
10. Нежданов, К.К., Артюшин Д.В. Предотвращение лавинообразного обрушения покрытий зданий из ребристых железобетонных плит [Текст] / К.К. Нежданов, Д.В. Артюшин // Региональная архитектура и строительство. 2011. № 2. С. 109-113.
11. Нежданов К.К., Гарькин И.Н. Способ замены плит покрытия промышленных зданий и сооружений [Текст] / К.К. Нежданов, И.Н. Гарькин // Аллея науки. 2017. Т. 2. № 14. С. 334-337.
12. Нежданов К.К., Жуков А.Н. Анализ состояния и причин обрушений строительных конструкций в промышленных зданиях [Текст] / К.К. Нежданов, А.Н. Жуков // Региональная архитектура и строительство. 2011. № 1. С. 80-84.
13. Пат. № 1813158 СССР, МПК E04G 23/02. Устройство для усиления покрытия из железобетонных ребристых плит / Т. М. Богуславский, Б. Я. Белопольский. — № заявки 4929486/33, 22.04.91 ; опубл. 30.04.93, Бюл. № 16.
14. Патент № 2321710 РФ, МПК E04G 23/02 (2006.01). Устройство для усиления сборных железобетонных ребристых плит / Э. Н. Кодыш, Н. Н. Трекин, А. Б. Чаганов. — № заявки 2006113574/03, 24.04.2006 ; опубл. 10.04.2008, Бюл. № 10.
15. Патент № 2106461 РФ, МПК E04G 23/02. Устройство для усиления ребер плит / С. К. Лапин. — № заявки 94029106/03, 02.08.1994 ; опубл. 10.03.1998.
16. Патент № 203316 РФ, МПК E04G 23/02 (2006.01). Устройство для усиления узла опирания ребристых железобетонных плит покрытия / М. В. Чучкалов, С. В. Романов, Р. А. Михайлов. — № заявки 2020127653, 18.08.2020 ; опубл. 31.03.2021, Бюл. № 10.
17. Патент № 2374409 РФ, МПК E04G 23/02 (2006.01). Способ усиления железобетонной ребристой плиты перекрытия и винтовая полимерная стяжка / А. А. Шилин, Г. Н. Мосин, Д. В. Каргузов. — № заявки 2008125552/03, 25.06.2008 ; опубл. 27.11.2009, Бюл. № 33.
18. Петухов Р.А., Сельков А.Н. Усиление ребристых железобетонных плит покрытия без вскрытия кровли [Текст] / Р.А. Петухов, А.Н. Сельков // Севергеозкотех-2016. Материалы XVII Международной молодежной научной конференции. В 6-ти частях. 2016. С. 190-192.
19. Сморгачев А.А., Орлов Д.А. Обследование и усиление конструкций плит покрытия главного производственного корпуса ООО "Свободинский электромеханический завод" [Текст] / А.А. Сморгачев, Д.А. Орлов // Архитектура, градостроительство, историко-культурная и экологическая среда городов центральной России, Украины и Беларуси. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного архитектора РФ В.Н. Городкова. Брянская государственная инженерно-технологическая академия. 2014. С. 186-191.

## REFERENCES

1. A.S. No. 1618855 USSR, MKL 5E04G 23/02. A device for strengthening precast reinforced concrete ribbed floor panels and coatings / V. S. Konoplenko. — No. 4449575/33 ; application. 06/29/1988 ; publ. 07.01.1991, Bul. No. 1.
2. Artyushin D.V., Shumikhina V.A. Reinforcement of cellular concrete coating plates of an industrial building [Text] / D.V. Artyushin, V.A. Shumikhina // Modeling and mechanics of structures. 2015. No. 2. p. 19.
3. Vasilenko D.O., Bedov A.I. Methods of reinforcement of precast reinforced concrete ribbed coating slabs [Text] / D.O. Vasilenko, A.I. Bedov // Construction - formation of the life environment. Electronic resource: proceedings of the XX International Interuniversity Scientific and Practical Conference of students, undergraduates, postgraduates and young scientists. 2017. pp. 786-788.
4. Garkin I.N. Analysis of the causes of collapses of industrial buildings [Text] / I.N. Garkin // "Technical sciences: problems and prospects". St. Petersburg, 2011 pp. 27-29.
5. Garkin I.N., Agafonkina N.V. Analysis of the causes of collapses of industrial buildings [Text] / I.N. Garkin I.N., N.V. Agafonkina // Modeling and mechanics of structures. 2021. No. 14. pp. 115-121.
6. GOST 17624-2021 Concretes. Ultrasonic method of strength determination [Text] / NIIZhB. - Moscow: Standardinform, 2021.
7. GOST 22690-2015. Concrete. Determination of strength by mechanical methods of non-destructive testing [Text] / NIIZhB.- M.: Standartinform, 2016.
8. GOST 31937-2011. Buildings and structures. Rules of inspection and monitoring of technical condition [Text].- M.: Standartinform, 2011.
9. Yevtushenko S.I., Krakhmalny T.A. Defects and damage to coating structures of industrial buildings [Text] / S.I. Yevtushenko, T.A. Krakhmalny // Construction and Architecture (2014). Volume 2. Issue 2 (3). pp. 70-72.
10. Nejdánov, K.K., Artyushin D.V. Prevention of avalanche-like collapse of building coverings made of ribbed reinforced concrete slabs [Text] / K.K. Nejdánov, D.V. Artyushin // Regional architecture and construction. 2011. No. 2. pp. 109-113.
11. Nejdánov K.K., Garkin I.N. A method for replacing coating plates of industrial buildings and structures [Text] / K.K. Nejdánov, I.N. Garkin // Alley of Science. 2017. Vol. 2. No. 14. pp. 334-337.
12. Nejdánov K.K., Zhukov A.N. Analysis of the state and causes of collapses of building structures in industrial buildings [Text] / K.K. Nejdánov, A.N. Zhukov // Regional architecture and construction. 2011. No. 1. pp. 80-84.
13. Patent № 1813158 RU, IPC E04G 23/02. A device for strengthening the coating of reinforced concrete ribbed slabs / T. M. Boguslavsky, B. Ya. Belopolsky. — Application no. 4929486/33, 04/22/91 ; publ. 30.04.93, Issue no. 16.
14. Patent № 2321710 RU, IPC E04G 23/02 (2006.01). Device for reinforcing precast reinforced concrete ribbed slabs / E. N. Kodysh, N. N. Trekin, A. B. Chaganov. — Application no. 2006113574/03, 04/24/2006 ; publ. 04/10/2008, Issue no. 10.
15. Patent № 2106461 RU, IPC E04G 23/02. A device for strengthening the edges of slabs / S. K. Lapin. — Application no. 94029106/03, 08/02/1994 ; publ. 03/10/1998.
16. Patent №. 203316 RU, IPC E04G 23/02 (2006.01). Device for strengthening the support node of ribbed reinforced concrete slabs / M. V. Chuchkalov, S. V. Romanov, R. A. Mikhailov. — Application no. 2020127653, 08/18/2020 ; publ. 03/31/2021, Issue no. 10.
17. Patent № 2374409 RU, IPC E04G 23/02 (2006.01). Method of reinforcement of reinforced concrete ribbed floor slab and screw polymer screed / A. A. Shilin, G. N. Mosin, D. V. Kartuzov. — Application no. 2008125552/03, 06/25/2008 ; publ. 11/27/2009, Issue no. 33.
18. Petukhov R.A., Selkov A.N. Reinforcement of ribbed reinforced concrete slabs without opening the roof [Text] / R.A. Petukhov, A.N. Selkov // Sevegeocotech-2016. Materials of the XVII International Youth Scientific Conference. In 6 parts. 2016. pp. 190-192.
19. Smorchkov A.A., Orlov D.A. Inspection and reinforcement of the structures of the coating plates of the main production building of Svobodinsky Electromechanical Plant LLC [Text] / A.A. Smorchkov, D.A. Orlov // Architecture, urban planning, historical, cultural and ecological environment of the cities of central Russia, Ukraine and Belarus. Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the memory of the Honored Architect of the Russian Federation V.N. Gorodkov. Bryansk State Academy of Engineering and Technology. 2014. pp. 186-191.



INSPECTION AND REINFORCEMENT OF THE COATING PLATES OF THE PRODUCTION  
BUILDING OF LLC ROSSNAB

Bogutskiy U.G.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,  
Institute "Academy of Construction and Architecture"  
181, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea  
E-mail: bogutskiyyg@mail.ru

**Abstract.** The article presents a survey and a technical solution for strengthening precast reinforced concrete ribbed coating slabs. Due to the destruction of the roofing material, precipitation freely penetrated into the interior of the building, and the coating plates were soaked for a long time. The constant soaking of the coating plates caused the development of corrosion processes in the working and structural fittings, destruction and detachment of the protective layer of concrete. The weighting of the roof composition led to the appearance of inclined cracks in the longitudinal ribs of individual slabs. The analysis of the defects in the plates showed that some plates are not able to perceive the actual values of loads. Their condition is assessed as emergency, these plates require reinforcement.

**Subject of research:** prefabricated reinforced concrete ribbed coating plates.

**Materials and methods:** The materials for this article were obtained during the survey of precast reinforced concrete ribbed slabs covering the production building of ROSSNAB LLC. The general parameters of the plates and visible defects were determined by visual inspection. During the instrumental examination, autopsies and measurements of the coating plates were performed, the strength and deformative parameters of the structures were determined.

**Results:** According to the results of the study, data were obtained to assess the technical condition of precast reinforced concrete ribbed coating slabs. Lists of defects and damages have been compiled with a description of the set parameters and their values. Some plates are not able to perceive the actual values of the loads. Their condition is assessed as emergency, these plates require reinforcement.

**Conclusions:** In view of the current emergency situation and to prevent the development of subsequent deformations, resulting in destruction, an engineering solution was prepared to strengthen the coating plates. The recommended composition of repair and restoration work and reinforcement provides for the possibility of further safe operation of the production building of ROSSNAB LLC.

**Key words:** reinforcement, plates, accident, collapse, concrete, inspection, defects.