

УДК 624.07

А. В. Голиков, В. А. Терновой, П. В. Якимив, В. В. Габова

Волгоградский государственный технический университет

ПРИНЦИПЫ И КРИТЕРИИ РАЗРАБОТКИ РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ БАЛОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НЕТИПОВОЙ ГЕОМЕТРИИ

Балочные системы, несмотря на их простоту, являются наиболее распространенными типами систем строительных конструкций. Проектирование начинается с компоновки, в результате которой выбираются схема расположения ригелей (главных и рядовых), тип сопряжения (шарнирный или жесткий) и основной критерий назначения шага рядовых ригелей. Проектное обоснование назначаемой компоновочной конструктивной схемы и выбор наиболее рационального решения позволяет сократить расходы на этапах жизненного цикла здания, таких как строительство, эксплуатация, реконструкция или модернизация. Накопленный и проанализированный объем типов эксплуатируемых конструктивных решений покрытий гражданских зданий, множественные данные о характере развития и реализации повреждений в конструкциях данного типа позволяют сформулировать цель исследования, которая заключается в расчетном обосновании предложенных принципов и критериев разработки рациональной конструктивной схемы балочных покрытий. Для реализации указанной цели выполнены численные исследования с учетом варьирования наиболее значимых параметров, влияющих на результат поиска рациональных конструктивных схем балочных покрытий. Предложен алгоритм создания рационального конструктивного решения балочных покрытий нетиповой геометрии. Алгоритм апробирован при нахождении решения покрытия эксплуатируемого здания нетиповой формы размерами в плане 60,0×36,0 м.

К л ю ч е в ы е с л о в а: компоновка конструкций, конструктивная схема, расчетная схема, рациональное решение, типизация, принципы и критерии рационализации, редукция, индукция, идеализация, напряженно-деформированное состояние.

Введение

В отечественном и зарубежном строительстве покрытия с балочными системами нашли широкое применение. Балочные системы широко применяются при перекрытии технологических пространств общественных и промышленных зданий и сооружений. Несмотря на большое количество существующих архитектурных форм в современной литературе отсутствуют четко сформулированные принципы и критерии оценки рациональности применения конструктивных решений, позволяющих обеспечить требуемую надежность и архитектурную выразительность зданий и сооружений с перекрытиями балочной системы. Наиболее часто применяемый подход к применению одного из вариантов конструктивной схемы перекрытий и покрытий — назначение исходя из субъективного накопленного опыта. Указанный подход, как показано далее в статье, приводит к существенному перерасходу материала несущих и ограждающих строительных конструкций.

Цель исследования — предложить и расчетным путем обосновать принципы и критерии разработки рациональной конструктивной схемы балочных покрытий нетиповой геометрии.

Задачи:

- обзор типов покрытий балочной системы;
- анализ принятых подходов к разработке и назначению конструктивных схем покрытий;

- анализ достоинств и недостатков назначения конструктивной системы покрытий нетиповой геометрии на примере эксплуатируемого здания с учетом результатов обследования;
- предложение принципов и критериев разработки рациональной конструктивной схемы балочных покрытий;
- обоснование принципов и критериев разработки рациональной конструктивной схемы балочных покрытий нетиповой геометрии на примере;
- разработка пошагового алгоритма создания конструктивной схемы покрытия.

Объект исследования — несущие конструкции эксплуатируемого покрытия с балочными фермами перекрестной системы.

Рабочая модель исследования — укрепленная ребрами жесткости идеализированная пластина, моделирующая покрытие нетиповой геометрии.

Предмет исследования — конструктивная форма комбинированной пластины, укрепленной ребрами жесткости.

Пластина в данной работе представлена в виде сталежелезобетонной плиты, в качестве ребер применены стальные фермы покрытия.

Применимость и компоновка балочных систем

По своей сути перекрестные балочные системы состоят из линейных элементов балок или ферм. При больших пролетах целесообразно использовать в качестве несущих элементов фермы, в данном случае фермы выигрывают в металлоемкости.

О. В. Якуба, А. В. Овсянникова, В. З. Величкин, И. С. Птухина [1], S. V. S. Jaral [2] говорят о преимуществе использования плоских ферм для перекрытия больших пролетов. Перекрестные балочные системы с использованием ферм в качестве несущих элементов позволяют более эффективно использовать полезный объем здания в отличие от других типов конструктивного исполнения покрытий большепролетных зданий.

Анализируя труды советских ученых Н. С. Стрелецкого [3], Н. П. Мельникова [4], Е. И. Беленя, В. А. Балдина, Г. С. Веденикова и др. [5], можно выделить несколько типов компоновки балочных схем (рис. 1):

- нормальный тип, состоящий из несущих ферм или балок, а также прогонов;
- усложненный тип, помимо прогонов и главных несущих ферм или балок используются второстепенные;
- перекрестные системы с несущими фермами, которые целесообразно выполнять с жестким сопряжением ферм между собой, что позволяет применить развитые консольные участки.

По критерию несущей способности настила балочные системы можно разделить на балочные системы с применением неразрезных настилов (монолитная плита) и балочные системы с применением разрезных настилов (сборные железобетонные плиты).

В балочных системах, в которых в качестве несущих элементов применены фермы, их высота назначается, исходя из следующих факторов:

- выполнение требований второй группы предельных состояний (не превышение допустимых прогибов);

- технологические особенности (размещение оборудования и внутренних сетей);
- эксплуатационные требования (размещение технических и эксплуатируемых площадей в межферменном пространстве);
- экономические соображения, т. е. назначается наименьший вес конструкций (увеличение высоты фермы понижает металлоемкость поясов, но увеличивает металлоемкость решетки).

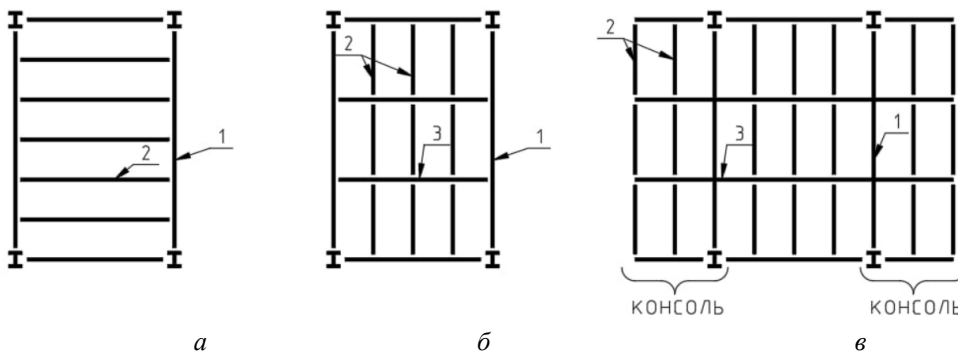


Рис. 1. Схема компоновки балочных систем: *a* — нормальный тип; *б* — усложненный тип; *в* — перекрестная система с консольными участками.
Условные обозначения: 1 — главная балка/ферма; 2 — прогон; 3 — второстепенная балка/ферма

Шаг ферм в балочных системах устанавливается аналитически, учитывая нагрузку от массы поддерживаемых конструкций кровли и подвешиваемых конструкций потолка. Нередко можно встретить примеры включения конструкции кровли в работу несущих элементов покрытия.

Исследование выполнено на примере находящегося в эксплуатации балочного покрытия общественного здания.

Характеристика конструктивных решений объекта исследования

По конструктивной схеме исследуемый участок представляет собой пространственный блок покрытия габаритными размерами 60,0×36,0 м. Блок состоит из балочных ферм перекрестной системы.

Схема расположения ферм блока покрытия и разрезы здания представлена на рис. 2—4.

Главные фермы предусмотрены вдоль осей В и Е. Пролет ферм составляет 21,25 м. Опирание главных ферм с одной стороны выполнено на центральный ствол кольцевого сечения внутренним диаметром 20800 мм, с другой стороны фермы марки Ф7-1 опираются на лестничный блок по оси 28, а фермы марки Ф7-2 — на колонны каркаса здания в пересечении осей 37/В и 37/Е.

Второстепенные фермы вдоль цифровых осей предусмотрены однопролетными с двумя консолями и установлены по цифровым осям. Пролет ферм $L = 18,0$ м, вылет консолей $l_k = 9,0$ м. Наиболее нагруженными являются второстепенные фермы, установленные вдоль осей 31, 34. Фермы марок Ф9-1 выполнены пролетом 18,0 м и, в свою очередь, являются опорными для однопролетных балочных ферм, установленных вдоль осей 32 и 33.

Тип решетки ферм — треугольная с дополнительными стойками. Высота ферм по обухам составляет 3300 мм. Сечения элементов ферм — пояса и

раскоса, выполнены из двух равнополочных уголков, расположенных тавром; для стоек применены сечения из уголков, расположенных крестом.

Фермы объединены в совместную работу системой вертикальных и горизонтальных связей сечением из уголков, расположенных крестом.

Железобетонный диск покрытия за счет наличия упоров включается в совместную работу с несущими фермами покрытия, компенсируя при этом нехватку несущей способности металлических уголков, и исключает возможность потери устойчивости верхних сжатых поясов главных ферм в направлении из плоскости фермы.

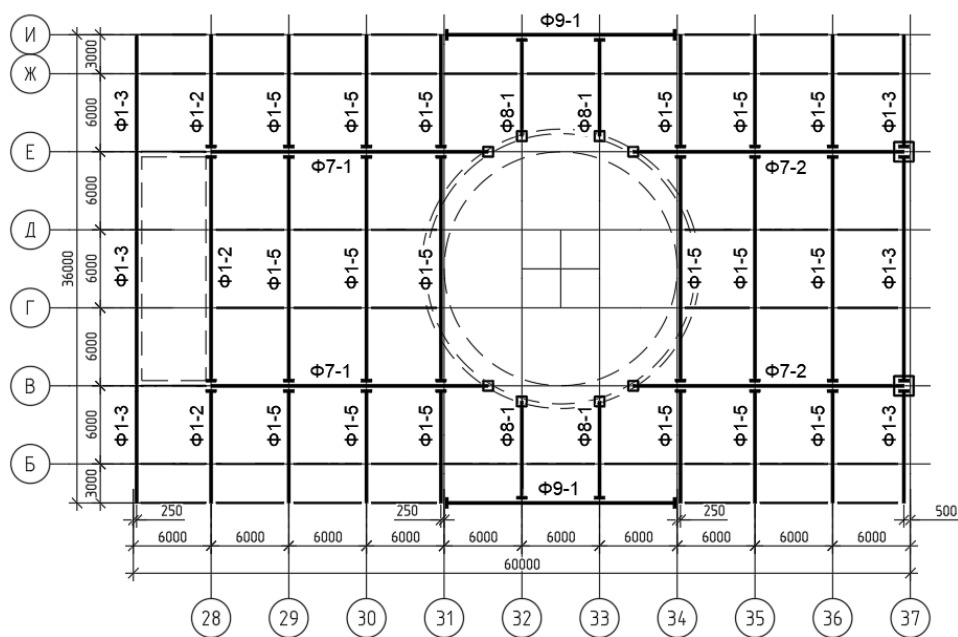


Рис. 2. Схема расположения ферм покрытия

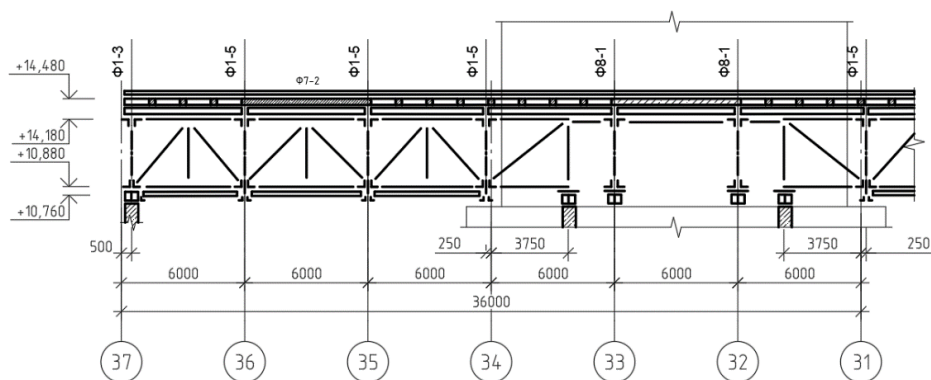


Рис. 3. Продольный разрез по блоку здания

Характер развития повреждений и дефектов, реализовавшихся в процессе эксплуатации, а также уровень напряженно-деформированного состояния (НДС) покрытия представлены в работах [6—8]. В зарубежной практике во-

просам исследования работы под нагрузкой конструкции стальных покрытий, в т. ч. с учетом реализовавшихся повреждений, посвящены исследования А. М. Johnson [9], L. Xiong [10], A. Formisano [11], S. H. Nguyen [12], M. A. Dar [13].

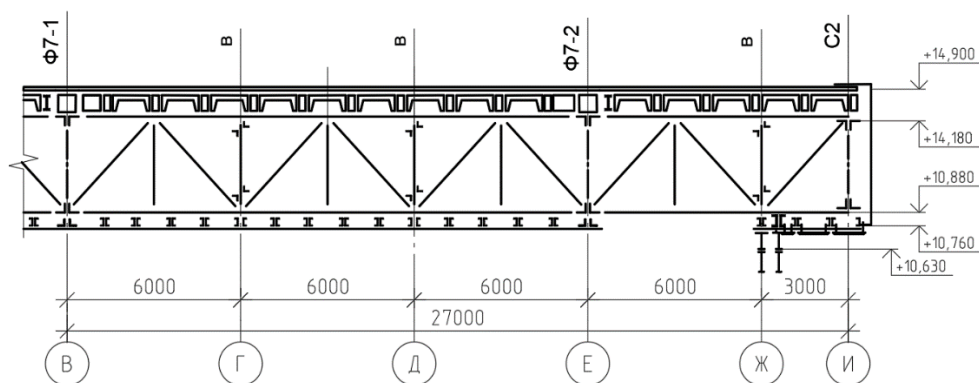


Рис. 4. Поперечный разрез по блоку здания

На основе анализа работы конструкции под нагрузкой и уровня распределения НДС можно сделать вывод, что примененное конструктивное решение имеет как ряд недостатков, так и преимуществ:

- при проектировании не учитывался характер распределение нагрузок и их интенсивность, присутствуют перегруженные и существенно недогруженные конструкции;
- консольные участки имеют значительный вылет и массу, что является причиной растяжения верхних поясов второстепенных ферм и сжатиям нижних поясов как в консольной, так и в пролетной части второстепенных ферм;
- проектом не предусмотрены горизонтальных связи в уровне нижних сжатых поясов консольной и пролетной частей второстепенных ферм;
- для уменьшения уровня НДС в главных, на текущий момент эксплуатации перегруженных фермах на стадии проектирования и строительства целесообразно рассмотреть возможность создания неразрезной трехпролетной фермы;
- в примененном конструктивном решении конструкции подвесного потолка помимо своей основной функции включаются в совместную работу с несущими фермами покрытия, позволяя перераспределить на себя часть усилий нижних поясов ферм;
- наличие железобетонных вставок в уровне диска покрытия позволяет уменьшить уровень напряжений верхних пасов ферм, а также исключить потерю устойчивости в направлении из плоскости фермы для сжатых верхних поясов главных ферм.

Формирование принципов и критериев рационализации конструктивной схемы

Создание и выбор наиболее рационального варианта конструктивной схемы должны базироваться на основе заранее определенных критериев. Вопросами разработки методов и подходов оптимизации и рационализации конструктивных решений в своих трудах занимались В. В. Трофимович,

В. А. Пермяков [14, 15], А. Г. Тамразян, А. В. Алексейцев [16, 17], Л. В. Разумец, А. Н. Леонова [18]. Вопросами оптимизации и поиска путей рационализации конструктивных решений покрытий зданий занимались В. Е. Перков, Ю. В. Наумкина [19], Н. Р. Проничкин [20], С. Ю. Беляева, В. М. Флавианов, Р. К. Шрамов [21], в зарубежной практике данным вопросом занимались Н. Cao, X. Qian, Z. Chen, H. Zhu [22], N. Jain, R. Saxena [23], H. Rahami, A. Kaveh [24].

На основе анализа существующих подходов и методов совершенствования конструктивных решений предлагается ввести общие принципы создания рационального конструктивного решения перекрытия балочной системы:

- соответствие требованиям предельных состояний (обеспечение несущей способности, жесткости);
- замкнутость цепи моделирования — от редукции (на стадии перехода от архитектурной схемы к простым расчетным моделям, способным реализовать архитектурную форму) до индукции (корректировка архитектурной модели по результатам разработки конструктивной схемы) вплоть до момента достижения цели разработки рациональной конструктивной схемы;
- идеализация конструктивной схемы с оценкой необходимой степени детализации расчетной модели;
- упрощение расчетных моделей на начальной стадии с целью обеспечения возможности направленной оптимизации формы элементов конструкций. Например, моделирование балочных ферм плоской системой балок, моделирование решетчатых конструкций условно-стержневыми.

Задача поиска наиболее рациональных параметров решается аналитически путем последовательного применения принятых критериев оценки. Применительно к разработке эффективной и рациональной конструктивной схемы балочных покрытий нетиповой геометрии, предложены следующие критерии:

- обеспечение требований, соответствующих достоинствам принятого материала (стали): легкости, надежности, индустриальности;
- минимизация ширины диапазона разброса пиковых напряжений или деформаций в контрольных точках ребристой пластины (в ребрах и плите);
- повышение доли однотипных конструкций в общем количестве. Эффективной являются конструктивная система со значительным количеством элементов, поддающихся типизации;
- снижение ширины диапазона варьирования жесткостных характеристик несущих конструкций. Эффективной являются конструктивная система с узким диапазоном варьирования;
- применение конструктивных элементов, совмещающих функции снижения материалоемкости несущих конструкций с функциями обеспечения живучести системы.

Разработку рациональной конструктивной схемы можно разбить на несколько этапов: поиск рациональной конструктивной схемы, предварительная проработка принятой конструктивной схемы и итоговое расчетное обоснование утвержденного конструктивного решения. Алгоритм создания рациональной конструктивной схемы покрытия балочной системы с применением ферм в качестве реберных конструкций представлен на рис. 5.

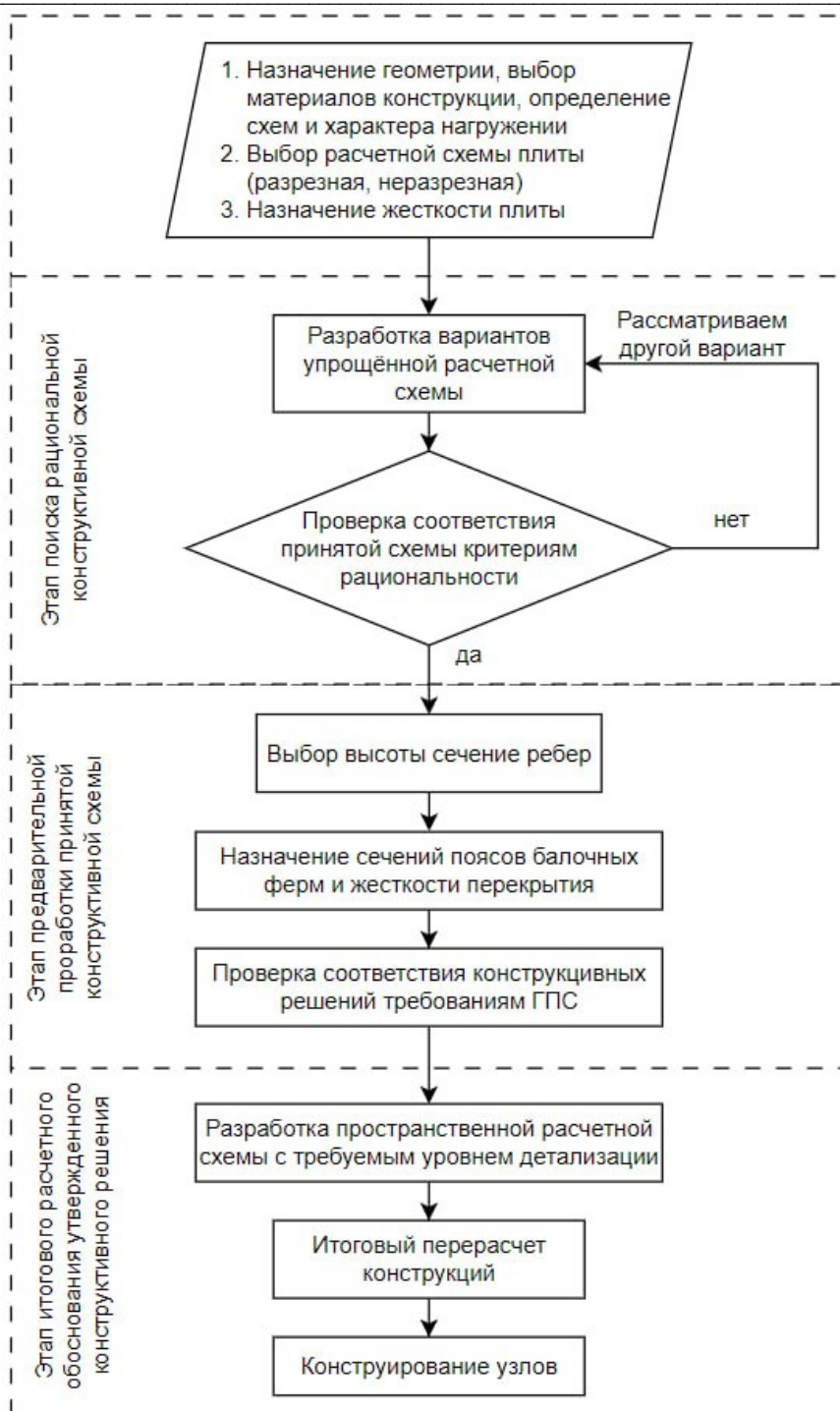


Рис. 5. Алгоритм создания рациональной схемы покрытия балочной системы

На основе полученных исходных данных, таких как геометрия, схемы и характер нагрузки, вид расчетной схемы настила и его жесткость, можно приступить к созданию рационального конструктивного решения.

Первый этап включает в себя формирование возможных вариантов конструктивной схемы в упрощенной виде — плоская схема, состоящая из пластины и ребер. Данный этап можно поделить на несколько операций:

- определение предварительной схемы опорных конструкций, задание типа опор (жесткие, шарнирные — подвижные, неподвижные);
- создание конструктивной схемы перекрытия в виде непрерывной пластины постоянной жесткости;
- задание требуемой погонной жесткости пластины в продольном и поперечном направлении (толщина, класс бетона железобетонной плиты);
- пошаговое введение ребер жесткости, имитирующих балки или фермы до момента стабилизации напряжений и деформаций до заданного диапазона (процентное превышение экстремумов относительно среднего значения);
- проверка соответствия варианта расчетной схемы критериям рациональности — правильность выбора схемы опорных конструкций и шага реберных конструкций.

Второй этап включает в себя начальную проработку принятой конструктивной схемы. Выполняется назначение высоты ферм, сечений поясов, производится проверка требований групп предельных состояний.

Третий этап включает создание пространственной расчетной схемы с заданным уровнем детализации, позволяющий в достаточной степени оценить НДС конструкций и начать конструирование узлов.

Пример рационализации конструктивного решения покрытия нетиповой формы

Рассмотрим первый этап создания рационализированной конструктивной схемы на примере покрытия эксплуатируемого здания нетиповой формы. Реализованные конструктивные решения в упрощенном виде, а также схема опорных конструкций представлены на рис. 6, 7. Для анализа НДС плоской схемы на конструкцию покрытия приложена равномерно распределенная эксплуатационная нагрузка, нормативное значение которой равно 4,0 кПа.

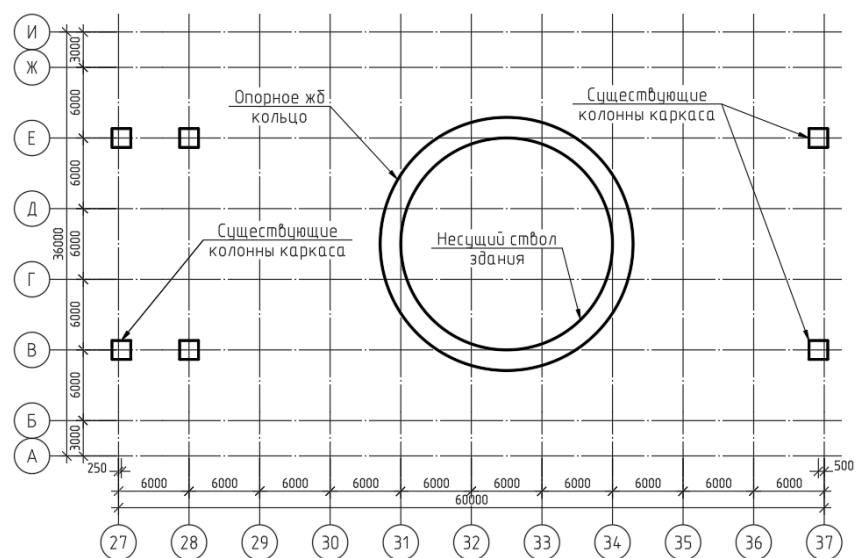


Рис. 6. Схема расположения существующих опорных конструкций покрытия

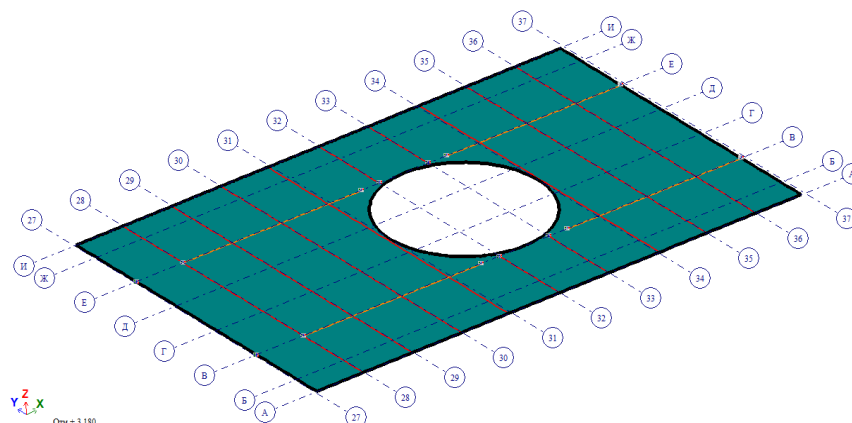


Рис. 7. Упрощенная расчетная схема существующего покрытия

Анализ примененных конструктивных решений на основе разработанной упрощенной схемы позволяет сделать вывод о возможности совершенствования данного конструктивного решения. Выявлена неравномерность вертикальных перемещений крайних участков (рис. 8), на которых перемещения достигают порядка 40 мм. При этом средние перемещения для центрального участка составляют около 15...20 мм. Таким образом, больше нагружены второстепенные фермы, расположенные около кольцевого выреза вдоль осей 31 и 34.

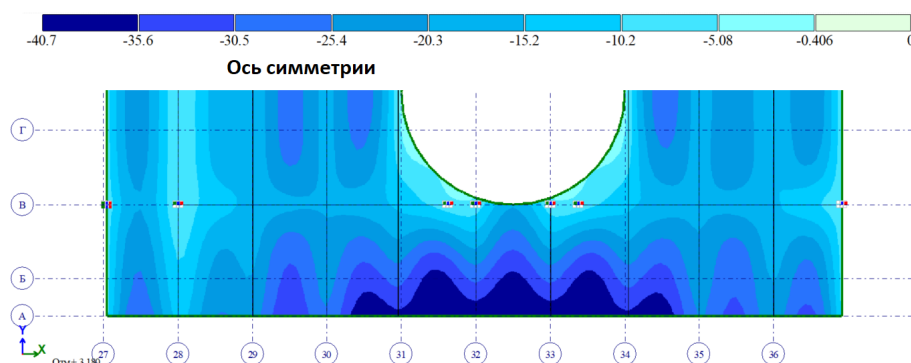


Рис. 8. Изополя вертикальных перемещений пластины покрытия

Проведем усовершенствование конструктивных решений покрытия общественного здания, опираясь на ранее изложенные принципы и критерии.

Характеристики пластины (толщина и класс бетона) оставлены без изменений. Приняты два варианта усовершенствованной схемы с различным расположением опорных конструкций:

- 1) схема опорных конструкций оставлена изначальной, изменена схема расстановки реберных конструкций;
- 2) измена схема опорных конструкций — опорное железобетонное кольцо заменено на колонны, изменена схема расстановки реберных конструкций.

Расчетная схема и изополя вертикальный перемещений для 1 варианта представлены на рис. 9, 10, для 2 варианта — на рис. 11, 12.

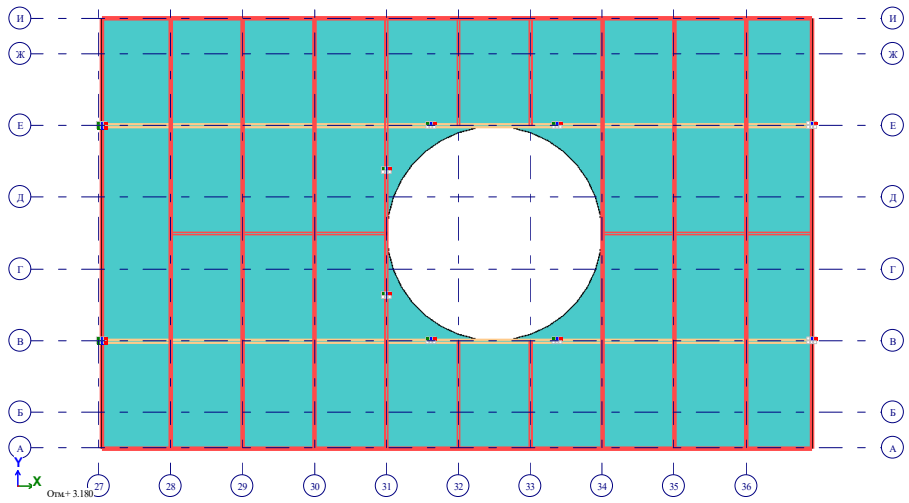


Рис. 9. Первый вариант усовершенствованной схемы. Расчетная схема

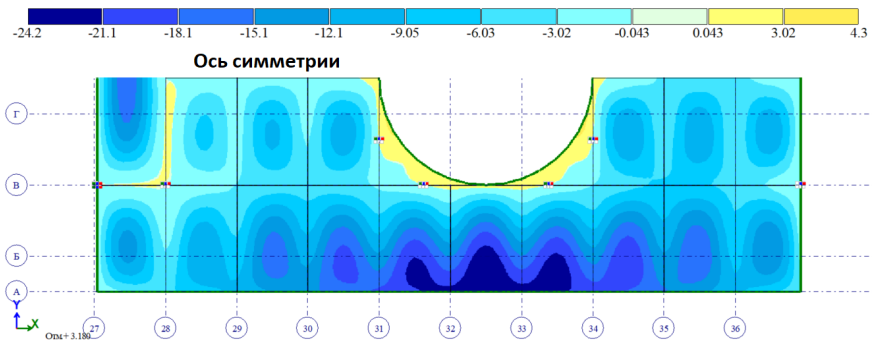


Рис. 10. Вариант 1. Изополя вертикальных перемещений пластины покрытия

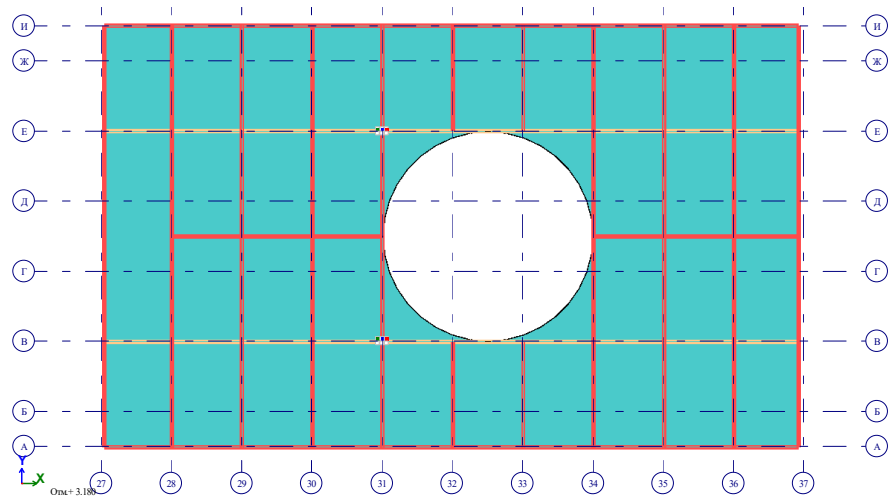


Рис. 11. Вариант 2. Расчетная схема

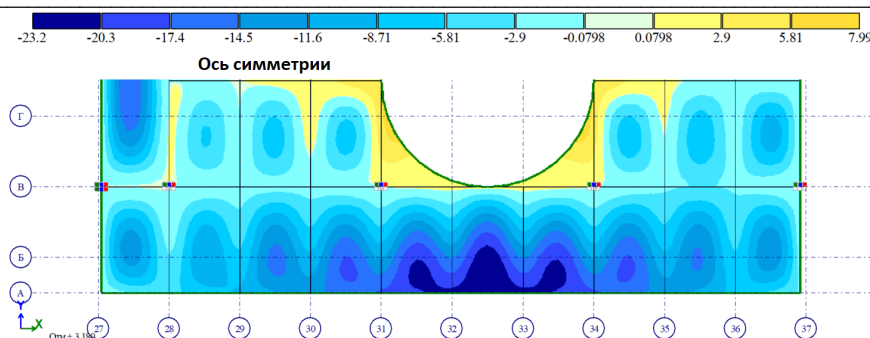


Рис. 12. Вариант 2. Изополю вертикальных перемещений пластины покрытия

Повышение жесткости, как одного из основных критериев совершенствования конструкции, достигается путем поэтапного введения реберных конструкций до момента стабилизации перемещений пластины, а также изменением месторасположения опорных точек. Параметры для сравнения конструктивных схем отражены в таблице.

Т а б л и ц а

Сравнительные показатели упрощенных расчетных схем

Вариант конструирования	Макс. перемещение вертикальных перемещение, мм	Макс. значение изгибающего момента в главных фермах, кН·м	Длина ребер в плане, м
Изначальный вариант	33,6	4819	555
Вариант 1	24,2	3336	636
Вариант 2	23,2	2093	636

Предложенные варианты совершенствования конструктивной схемы покрытия позволяют уменьшить перемещения плиты на 30 %.

За счет изменения схемы размещения опорных конструкций и расстановки реберных конструкций, обеспечения неразрезной работы несущих элементов покрытия (во втором варианте стержневые аналоги ферм испытывают меньший изгибающий момент, отсюда следует что усилия в поясах ферм будут меньше) требуются меньшие сечения элементов, а, следовательно, металлоемкость ферм будет понижена.

Выводы

1. Предложены и расчетным путем обоснованы принципы и критерии разработки рациональной конструктивной схемы балочного покрытия нетиповой геометрии. Экономический эффект в процессе совершенствования по предложенным принципам и критериям достигает 23,5 %.

2. Выполнен анализ типов покрытий зданий балочной системы, выполнена классификация по типам компоновки балочных систем, критерию несущей способности настила. Определены основные принципы компоновки балочных систем и назначения размеров реберных конструкций.

3. На основе анализа существующего опыта проектирования, характера работы под нагрузкой и механизмов развития повреждений в несущих конструкциях предложены принципы и критерии создания рациональной конструктивной системы покрытия балочного типа. Предложенные принципы можно экстраполировать на другие несущие системы при условии их корректировки и доработки с учетом индивидуальных особенностей объектов исследования.

4. Для обоснования предложенных принципов и критериев рационализации произведен расчетный анализ конструктивной системы эксплуатируемого здания на основе упрощенных расчетных схем. Рассмотрены два варианта совершенствования существующего покрытия. Основным критерием рационализации является равномерность вертикальных перемещений и уменьшение усилий в ферменных элементах. Удалось добиться уменьшения максимальных перемещений пластины на 30 %, а изгибающего момента в стержневых аналогах на 56 %.

5. Предложен алгоритм создания рационального конструктивного решения балочного покрытия, состоящий из трех этапов: поиск рациональной конструктивной схемы, предварительная проработка и итоговое расчетное обоснование утвержденного конструктивного решения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Якуба О. В., Овсянникова А. В., Величкин В. З., Птухина И. С. Выбор оптимальной конструкции перекрытия большепролетных зданий и сооружений // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2015. № 3(113). С. 102—107.
2. Jaral S. V. S., Singh M. Review on Emerging Trends and Future Perspectives of Green Roof Buildings // Recent Advances in Sustainable Technologies : Select Proceedings of ICAST 2020. Singapore : Springer, 2021. Pp. 165—181. DOI: 10.1007/978-981-16-0976-3_16.
3. Стрелецкий Н. С. Металлические конструкции. М. : Гостройиздат, 1962. 776 с.
4. Мельников Н. П. Металлические конструкции: современное состояние и перспективы развития. М. : Стройиздат, 1983. 543 с.
5. Беленя Е. И., Балдин В. А., Ведеников Г. С. Металлические конструкции. Общий курс: учебник для вузов. М.: Стройиздат, 1986 560 с.
6. Голиков А. В., Терновой В. А., Якимив П. В. Характер развития повреждений и распределения напряженно-деформированного состояния в несущих конструкциях эксплуатируемого покрытия с балочными фермами перекрестной системы // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2023. Вып. 3-4(92). С. 15—26.
7. Терновой В. А., Якимив П. В. Повышение несущей способности ферм покрытий включением в работу конструктивных элементов // XXVII региональная конференция молодых ученых и исследователей Волгоградской области : сб-к материалов конф. Волгоград : Изд-во ВолгГТУ, 2022. С. 292—293.
8. Терновой В. А., Якимив П. В. Принципы эффективной типизации несущих конструкций на примере покрытия здания // Конкурсе научно-исследовательских работ студентов Волгоградского государственного технического университета : тезисы докладов. Волгоград : Изд-во ВолгГТУ, 2023. С. 384—385.
9. Johnson A. M., Yu C., Smith B., Moen C. Experimental study on system reliability of cold-formed steel roof trusses // Proceedings of the Annual Stability Conference Structural Stability Research Council 2017. San Antonio : TX, 2017. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Experimental-Study-on-System-Reliability-of-Steel-Johnson-Smith/4acc1dc968ebfbceb8ba01951c01da1611100680>.
10. Xiong L., Fan W. Maintenance strategy for steel structures of large gantry crane based on fatigue reliability // Journal of Performance of Constructed Facilities. 2015. Vol. 29. No. 2. Pp. 04014046. DOI: 10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000497.

11. *Formisano A., Meglio E., Lorenzo G. D., Landolfo R.* Vulnerability Curves of Existing Italian Industrial Steel Buildings Designed Without Seismic Criteria // *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2022. Vol. 262 LNCE. Pp. 872—880.
12. Solutions for reinforcing steel structures of industrial plants without using welded bonding / S. H. Nguyen, A. T. Le, V. D. Vu, T.-P.-H. Tran, V.-H.-L. Phan // *Proceedings of 2020 Applying New Technology in Green Buildings*. 2020. Da Nang City, 2021. Pp. 31—38. DOI: 10.1109/ATiGB50996.2021.9423415.
13. *Dar M. A., Raju J., Subramanian N., Dar A. R.* Rehabilitation of a distressed steel roof truss-A study // *Structural Engineering and Mechanics*. 2017. Vol. 62. No. 5. Pp. 567—576.
14. *Трофимович В. В., Пермяков В. А.* Оптимизация металлических конструкций: учеб. пособие для вузов. Киев : Вища шк., 1983. 199 с.
15. *Трофимович В. В., Пермяков В. А.* Оптимальное проектирование металлических конструкций. Киев : Будівельник, 1981. 135 с.
16. *Алексейцев А. В.* Эволюционная оптимизация стальных ферм с учетом узловых соединений стержней // *Инженерно-строительный журнал*. 2013. № 5(40). С. 28—37.
17. *Тамразян А. Г., Алексейцев А. В.* Современные методы оптимизации конструктивных решений для несущих систем зданий и сооружений // *Вестник МГСУ*. 2020. Т. 15. № 1. С. 12—30.
18. *Разумец К. В., Леонова А. Н.* Оптимизация конструктивных решений каркасов промышленных зданий // *Научные труды КубГТУ*. 2020. № 8. С. 173—177.
19. *Перков В. Е., Наумкина Ю. В.* Оптимизация конструктивного решения металлической стропильной фермы по критерию массы // *Инженерный вестник Дона*. 2022. № 5(89). С. 771—785.
20. *Проничкин Н. Р.* Оптимизация конструктивного решения покрытия плавательного бассейна в Сочи // *Архитектон: Известия вузов*. 2019. № 4(68). С. 19.
21. *Беляева С. Ю., Флавианов В. М., Шрамов Р. К.* Оптимизация конструктивного решения трехгранного блока покрытия путем введения предварительно-напряженных элементов // *Строительная механика и конструкции*. 2019. № 2(21). С. 64—75.
22. *Cao H., Qian X., Chen Z., Zhu H.* Enhanced particle swarm optimization for size and shape optimization of truss structures // *Engineering Optimization*. 2017. Vol. 49. Iss. 11. Pp. 1939—1956.
23. *Jain N., Saxena R.* Effect of self-weight on topological optimization of static loading structures // *Alexandria Engineering Journal*. 2018. Vol. 57. Iss. 2. Pp. 527—535.
24. *Rahami H., Kaveh A., Gholipour Y.* Sizing, geometry and topology optimization of trusses via force method and genetic algorithm // *Engineering Structures*. 2008. Vol. 30. Iss. 9. Pp. 2360—2369.

© Голиков А. В., Терновой В. А., Якимив П. В., Габова В. В., 2024

Поступила в редакцию
в январе 2024 г.

Ссылка для цитирования:

Голиков А. В., Терновой В. А., Якимив П. В., Габова В. В. Принципы и критерии разработки рациональной конструктивной схемы балочных покрытий нетиповой геометрии // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета*. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Вып. 1(94). С. 19—32. DOI: 10.35211/18154360_2024_1_19.

Об авторах:

Голиков Александр Владимирович — канд. техн. наук, доц. каф. строительных конструкций, оснований и надежности сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; alexandr_golikov@mail.ru

Терновой Владислав Андреевич — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; v.ternovoy2014@yandex.ru

Якимив Павел Владимирович — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; ryakimiv02@gmail.com

Габова Виктория Викторовна — канд. техн. наук, доц. каф. строительных конструкций, оснований и надежности сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; gabovavv@yandex.ru

Aleksandr V. Golikov, Vladislav A. Ternovoy, Pavel V. Yakimiv, Viktoriya V. Gabova

Volgograd State Technical University

PRINCIPLES AND CRITERIA FOR THE DEVELOPMENT OF RATIONAL STRUCTURAL DESIGN OF NON-TYPE GEOMETRY BEAM PAVEMENTS

Girder systems, despite their simplicity, are the most common types of structural systems. The design starts with the layout, as a result of which the layout of the ledgers (main and ordinary), the type of coupling (hinged or rigid) and the main criterion for assigning the pitch of ordinary ledgers are selected. Design justification of the assigned layout structural scheme and selection of the most rational solution allows to reduce costs at the stages of the life cycle of the building such as construction, operation, reconstruction or modernization. The accumulated and analyzed volume of the types of applied operational structural solutions of civil building coverings, multiple data on the nature of the development and realization of damage in structures of this type, allows us to formulate the purpose of the study, which consists in the computational justification of the proposed principles and criteria for the development of rational structural scheme of beam coverings. In order to realize this goal, numerical studies have been carried out, considering the variation of the most significant parameters, the change of which affects the result of the search for rational structural schemes of beam covers. According to the results of systematization of the data of the performed work, the algorithm of creation of rational structural solution of beam coverings of non-type geometry is proposed. The algorithm is tested in finding a rational solution of the roofing of an operating building of non-typical shape with plan dimensions 60.0×36.0 m.

Key words: structural layout, structural scheme, calculation scheme, rational solution, typification, rationalization principles and criteria, reduction, induction, idealization, stress-strain state.

For citation:

Golikov A. V., Ternovoy V. A., Yakimiv P. V., Gabova V. V. [Principles and criteria for the development of rational structural design of non-type geometry beam pavements]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2024, iss. 1, pp. 19–32. DOI: 10.35211/18154360_2024_1_19.

About authors:

Aleksandr V. Golikov — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; alexandr_golikov@mail.ru

Vladislav A. Ternovoy — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; v.ternovoy2014@yandex.ru

Pavel V. Yakimiv — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; pyakimiv02@gmail.com

Viktoriya V. Gabova — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; gabovavv@yandex.ru