

УДК 624.072.22

СИСТЕМЫ ПЕРЕКРЕСТНЫХ БАЛОК

Городнов Игорь Игорьевич,

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,

г. Пенза,

аспирант.

Шейн Александр Иванович,

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,

г. Пенза,

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Механика».

Аннотация.

В статье представлены основные понятия и определения, связанные с системами перекрестных балок. Рассмотрено состояние вопроса рационального и оптимального проектирования перекрестных систем. Выявлены актуальные проблемы, связанные с оптимизацией перекрестных композитных систем.

Ключевые слова: балки, железобетон, фибробетон, перекрестные системы, арматура, фибра.

CROSS BEAM SYSTEMS

Gorodnov Igor Igorevich,

Penza state University of architecture and construction, Penza,

postgraduate student.

Shein Alexander Ivanovich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Doctor of Sciences, Professor, Head of the Department "Mechanics".

Abstract

The article presents the basic concepts and definitions related to cross-beam systems. The state of the issue of rational and optimal design of cross systems is

considered. Actual problems related to optimization of cross-composite systems are revealed.

Keywords: beams, reinforced concrete, fiber-reinforced concrete, cross systems, reinforcement, fiber.

Введение. Перекрестные перекрытия представляют собой системы балок или ферм с параллельными поясами, перекрещивающихся в двух направлениях (рис. 1).

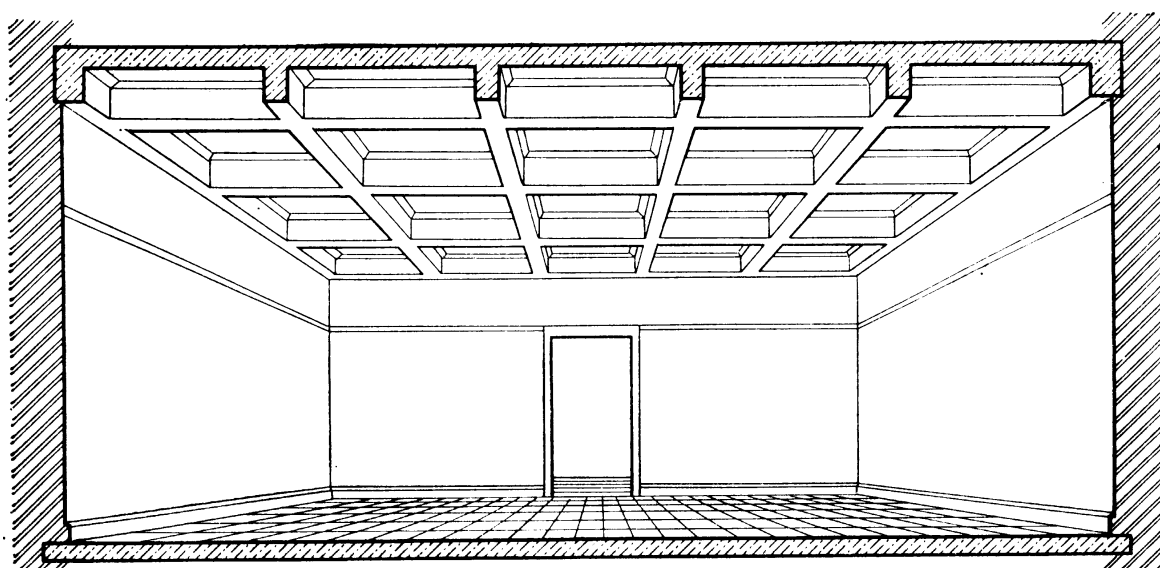


Рисунок 1 - Система перекрестных балок

По своей работе такое покрытие приближается к работе сплошной плиты. Конструкции, в которых применены балки, называют перекрестно-ребристыми. Использование перекрестно-ребристых систем, зачастую, позволяет решить задачу оптимального, рационального и логически обоснованного устройства перекрытий даже при достаточно сложных объемно-планировочных решениях зданий. Системы несущих перекрестных балок можно эффективно использовать для перекрытия целых зданий и сооружений (крупных общественных, спортивных, торговых) либо отдельных помещений при самых разнообразных очертаниях в плане. Перекрестными балкам перекрывают пролеты до 30 м, однако в одноэтажных облегченных перекрытиях величина

пролета может увеличиваться. Балки перекрестной системы, можно предусмотреть как в монолитном, так и в сборном варианте, поскольку каждый из них имеет и достоинства, и недостатки.

Перекрестные конструкции, используя пространственный характер работы, позволяют снизить общую строительную высоту перекрытия и сократить расход материалов. Пространственный характер работы балок, соединенных между собой в точках пересечения, заключается в том, что нагрузка, приложенная к любой из балок, вызывает деформирование, а следовательно, противодействие этой нагрузке, всей системы балок в целом. Наличие несущих пересекающихся элементов позволяет нагрузку на покрытие передавать на опоры не в одной вертикальной плоскости, как в плоскостных конструкциях, а сразу в двух и даже в трех вертикальных плоскостях. Перекрестные балочные системы часто выполняются из железобетона, но в настоящее время широкое распространение получает такой композитный материал, как фибробетон. Фибробетон — разновидность цементного бетона, в котором в качестве армирующего материала выступают фибры (волокна). Материалом для фибр может служить сталь, стекловолокно, углеволокно, волокна полипропилена, волокна базальта, волокна бора и т.п.

При строительстве и проектировании большую часть армирования (до 80% от общей массы армирования каркаса) включают в себя перекрытия. В связи с этим актуальной является проблема оптимального проектирования перекрытий зданий и сооружений, а, в частности, проблема оптимизации расходов арматуры или фибры. Ведь зачастую перекрытия выполняются значительно переармированными, что ведет к увеличению стоимости конструкции и ее собственного веса.

Степень изученности вопроса. В отношении вопроса «Системы перекрестных балок из композитных материалов» список научных работ и исследований практически отсутствует. Но рассматривая отдельные части данного вопроса, такие как «Расчеты систем перекрестных балок», «Конструирование и армирование балок», количество литературы значительно

увеличивается, что позволяет в той или иной степени, при изучении основного вопроса опираться на предыдущий опыт исследований.

Касаясь вопроса расчета систем перекрестных балок, стоит выделить несколько научных работ.

Создавали компьютерную программу статического расчета систем перекрестных балок методом конечных элементов с учетом упругой податливости присоединения элементов к узлам в [2] Игнатюк В. И. и Алексеев Т. Ю.

Определением прогибов и частот собственных колебаний систем перекрестных балок с учетом податливости узловых соединений занимались Турков А.В. и Макаров А.А. в [3].

В [4] Викулов М. А. разрабатывает эффективную методику оценки несущей способности перекрёстных стержневых систем численным методом предельного равновесия на основе комплексного использования статического и кинематического подходов с применением алгоритма линейного программирования, позволяющую устранить обычный для нелинейных задач недостаток множественности решений.

Касаясь вопроса конструирования и армирования, так же можно выделить ряд научных статей.

Авторами [5] Меньшиковой Н. С. и Коваленко Г. В. был проведен численный эксперимент с целью оценки напряженно-деформированного состояния железобетонных балок со смешанным армированием и выполнен анализ результатов.

Дау Тьеколо в [6] исследует влияние положения и интенсивности продольного армирования на несущую способность и характер разрушения наклонных сечений железобетонных балок при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы и на этой основе уточняет и совершенствует методики расчета.

В [7] Туркова А. В., Макарова А. А., Ветровой О. А. производится экспериментальное исследование системы перекрёстных балок на квадратном

плане с размером ячеек 0,4x0,4 м с покрытием, при изменении схемы опирания. В ходе эксперимента проводятся статистические и динамические испытания, в результате которых, находятся максимальный прогиб и частота собственных колебаний системы.

Винюкова И. Н. и Ходыкина И.В. в [8] решают задачу для дисперсно армированного материала в вариационной постановке. В качестве варьируемых параметров принимаются модули упругости композитного материала, зависящие от физических свойств матрицы и волокон, а также от длины и процента содержания последних.

Кодыш В. Э. в [9] разработал методики вероятностного оптимального проектирования строительных конструкций и, в частности, балочных элементов покрытий одноэтажных зданий.

Занимаются изучением эффективного практического использования современных эвристических алгоритмов оптимизации для расчета строительных конструкций на примере результатов применения алгоритма поиска гармонии (HS) для подбора сечения железобетонной балки по наибольшему изгибающему моменту и с учетом минимальной стоимости материалов в [10] Ильин М. А. Тамразян А. Г.

Сафронов В. С. Нгуен Динь Хоа ставят и решают задачу оптимизации размеров и армирования изгибаемой железобетонной балки с позиций теории риска с учетом зависящего от вероятности разрушения конструкции в [11].

Все приведенные выше работы являются важными и полезными при изучении вопроса рационального проектирования систем перекрестных балок, однако, вопрос оптимизации армирования остается малоизученным и интересным для дальнейших исследований.

Библиографический список:

1. Справочник по строительной механике корабля. /Бойцов Г. В., Палий О. М., Постнов В. А., Чувиковский В. С. – В трех томах. Том 1. Общие понятия. Стержни. Стержневые системы и перекрытия. – Л.: Судостроение, 1982, с. 376

2. Игнатюк В. И., Алексеев Т.Ю Автоматизированная система статического расчета систем перекрестных // Вестник Брестского Государственного технического. Физика, математика, информатика. 2015. № 5 (95). С. 48-54.

3. Турков А.В., Макаров А.А. Прогибы и частоты собственных колебаний систем перекрестных балок на квадратном плане с учетом податливости узловых соединений // Строительство и реконструкция. – 2013, №1. С. 33-36.

4. Викулов М. А. Развитие метода предельного равновесия для перекрестных систем из жестко-пластичного материала // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронежский государственный архитектурно-строительный университет. Воронеж. 2013.

5. Меньшикова Н. С. и Коваленко Г. В. Анализ результатов численного эксперимента по оценке напряженно-деформированного состояния железобетонных балок со смешанным армированием // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 5. С. 85-86.

6. Дау Тьеколо Влияние продольного армирования на несущую способность наклонных сечений железобетонных балок // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Рос. ун-т дружбы народов. Москва, 1998.

7. Турков А. В., Макаров А. А., Ветрова О. А. Экспериментальные исследования систем перекрестных балок на квадратном плане с размером ячеек 0,4x0,4 м с покрытием при различных схемах опирания на динамические и статические нагрузки // Строительство и реконструкция. 2017. № 1 (69). С. 82-89.

8. Винюкова И. Н., Ходыкина И.В. оптимизация структуры балки с использованием дисперсного армирования // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2016. С. 3127...3131.

9. Кодыш В. Э. Вероятностная оптимизация строительных конструкций // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / ордена Трудового Красного Знамени Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт комплексных проблем строительных конструкций и сооружений им. В. А. Кучеренко Госстроя России. Москва. 1993.

10. Ильин М. А. Тамразян А. Г. Применение методов эвристической оптимизации при подборе сечений железобетонных балок // Молодежные инновации Сборник материалов семинара молодых учёных XXII Международной научной конференции. 2019. С. 316-321.

11. Сафронов В. С. Нгуен Динь Хоа Оптимизация изгибаемых железобетонных балок по параметру риска // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики Сборник трудов Международной конференции. Воронежский государственный университет. 2010. С. 329-333.

12. Коробко В.И. Об одной "замечательной" закономерности в теории упругих пластинок // Изв. вузов. Строительство и архитектура. 1989, №11. С. 32-36.