

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПЕРЕКРЕСТНО-СТЕРЖНЕВЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация: В статье затрагивается тема пространственных перекрестно-стержневых металлических конструкций как одного из эффективных и универсальных решений в строительстве. Уделяется внимание области применения этих конструкций в различных типах зданий, приводится классификация перекрестно-стержневых конструкций.

Abstract: The article touches upon the topic of spatial cross-stranded metal structures as one of the effective and universal solutions in construction. Attention is paid to the scope of application of these structures in various types of buildings, the classification of cross-rod structures is given.

Ключевые слова: архитектура, строительство, перекрестно-стержневые конструкции, прочность строительных конструкций, перекрестно-стержневые плиты.

Keywords: architecture, construction, cross-core structures, strength of building structures, cross-core plates.

Изучение способов проектирования лучших конструкций в строительстве играет ключевую роль в совершенствовании строительной индустрии и повышения надежности строящихся объектов. Исследования, проводимые в данной области, значительным образом влияют на долговечность зданий и сооружений, в которых живёт современный человек [1, 2]. Кроме того, разработка конструкций нового типа может поспособствовать экономии материалов и ресурсов, оптимизации строительного процесса.

Металлические перекрестно-стержневые конструкции представляют собой систему связанных между собой структур, состоящих из стержневых и узловых элементов [8]. Такие конструкции имеют высокую прочность и надежность, что позволяет использовать их для перекрытия больших пролетов. Вследствие большого количества внутренних связей такие конструкции имеют хорошие показатели устойчивости и жесткости, что, в свою очередь, делает возможным использование таких конструкций при работе на изгиб в двух направлениях.

Перекрестно-стержневые системы имеют довольно большой спрос, так как зачастую их применение – это наиболее рациональное и универсальное решение в современном строительстве. Например, перекрестно-стержневые конструкции активно применяют при строительстве стадионов или ледовых арен. Они могут использоваться в строительстве различных типов зданий и сооружений, от складских помещений до мостов, и предлагают своим использованием ряд преимуществ, среди которых можно отметить прочность, устойчивость, легкость и экономичность.

Перекрестно-стержневые конструкции состоят из перекрестно-соединенных стержней, которые образуют трехмерную сетку. Они могут быть выполнены из различных материалов, включая сталь, алюминий и даже дерево, но в большинстве случаев используется металл из-за его прочности и долговечности.

Преимущества использования пространственных перекрестно-стержневых металлических конструкций в строительстве свидетельствуют о необходимости их превалярующего использования в производстве. Во-первых, они обладают высокой прочностью и устойчивостью, что позволяет использовать их в самых разнообразных условиях, включая строительство в регионах, где могут происходить землетрясения и другие природные бедствия. Ввиду данного факта следует, что перекрестно-стержневые конструкции являются наиболее хорошим с точки зрения практического применения выбором для строительства мостов, небоскребов и других сооружений.



Как было сказано выше, пространственным перекрестно-стержневым металлическим конструкциям присуща лёгкость и доступность. Их изготовление и монтаж требует меньше затрат и времени, чем, например, железобетонные конструкции, что делает их более привлекательными к использованию с экономической точки зрения. Еще одним преимуществом таких конструкций является их архитектурная гибкость и возможность создания сложных форм и оригинальных дизайнов. Подобная характеристика позволяет архитекторам и дизайнерам реализовывать нестандартные идеи, создавая уникальные здания и сооружения.

Перекрестно-стержневые конструкции чаще всего применяются для перекрытия больших пролетов (величина может составлять 100 метров или даже более). Однослойные двухпоясные стержневые системы обычно применяют для перекрытия пролетов до 60-70 метров. При больших пролетах, достигающих 100 метров, рациональнее будет применение трехпоясной или четырехпоясной несущей конструкции, так как в таких конструкциях будут сохранены унифицированные элементы [1, 7]. Если пролет больше 100 метров, то в этом случае наиболее рационально будет применение стержневой системы в виде решетчатой плиты, которая будет дополнена шпренгелем, выполненным из прокатного профиля.

Следует сказать и о типах рассматриваемых конструкций. В зависимости от формы конструкции, ее конфигурации и способу сопряжений структурных элементов выделяют три вида систем: перекрестно-стержневые плиты, перекрестные фермы, пластинчато-стержневые системы [7].

Перекрестные фермы образуются путем пересечения вертикально ориентированных плоских шарнирно-стержневых систем. При этом шарнирно-стержневые системы пересекают друг друга в двух или даже в трех направлениях. Кроме того, выделяют три вида перекрестных ферм: ортогональные, диагональные, треугольные. Если фермы пересекаются под углом 90 градусов друг к другу, то такие системы называются ортогональными (Рисунок 1, а-ж).

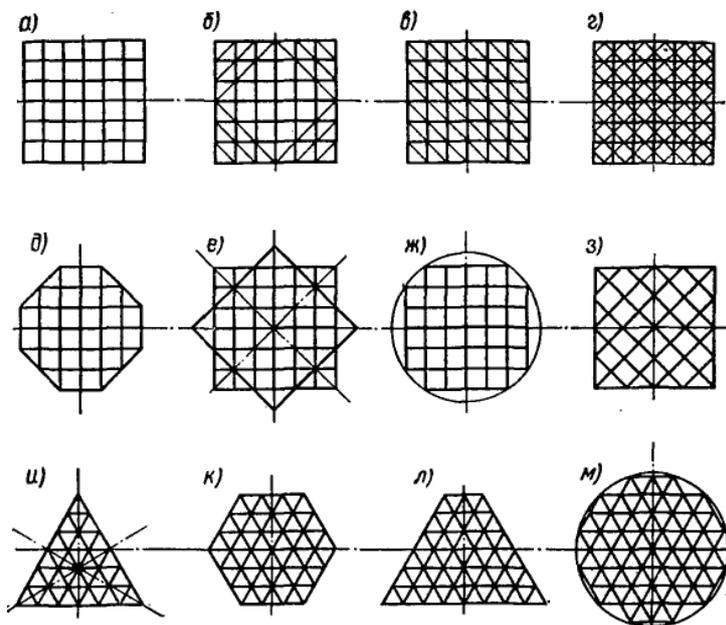


Рис. 1 – Основные схемы покрытий (а-м) из вертикальных перекрестных балок и ферм

Если пересекающиеся фермы направлены под углом к стенам здания, то такие системы называются диагональными (Рисунок 1, з) [5]. Треугольные системы отличаются тем, что фермы в плане образуют ячейки треугольной конфигурации (Рисунок 1, и-м).

Следующий тип – перекрестно-стержневые плиты (Рисунок 2). Связанные между собой стержневые структуры в виде объемных геометрических фигур образуют перекрестно-стержневую плиту. Сами структуры могут быть выполнены в виде цельных или усеченных



тетраэдров, октаэдров или призм. Ячейки в таких системах обычно имеют треугольную или пятиугольную конфигурацию. Такая конструкция зачастую более трудоемка при изготовлении, чем перекрестные фермы, так как имеет большее количество узлов. В зависимости от структуры элементарных ячеек выделяют регулярные и нерегулярные перекрестно-стержневые плиты [5]. Регулярными системами называются системы, в которых элементы и узлы сопряжений этих элементов в пространстве находятся в строгом порядке (Рисунок 2, а, б). Соответственно, в нерегулярных системах этот порядок не соблюдается. Стоит выделить дифференцированные системы, которые по сути являются разновидностью нерегулярных, но нерегулярность в них имеет определенную последовательность и упорядоченность (Рисунок 2, в-ж, к, л). В строительстве нерегулярные системы применяют реже.

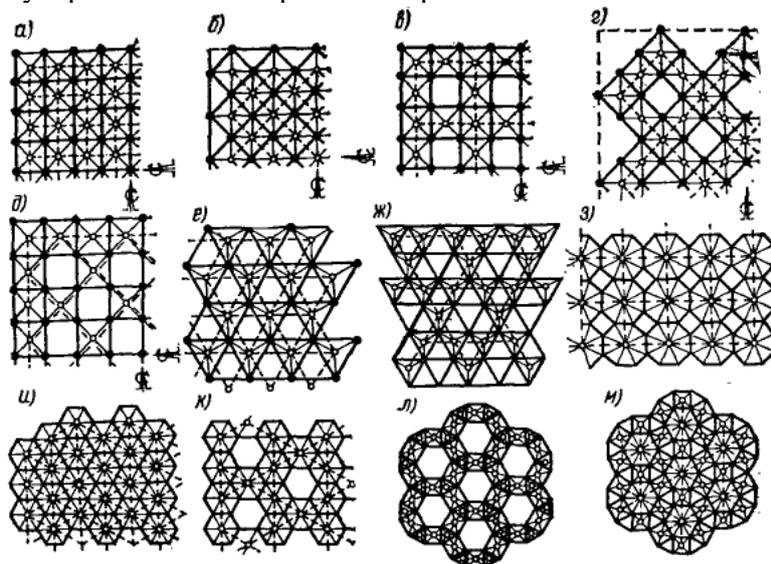


Рис. 2 – Системы перекрестно-стержневых конструкций из правильных и полуправильных многогранников (а-м)

Выбор типа поясной сетки перекрестно-стержневых плит зависит от условий работы и действующих нагрузок. Кроме того, выбор сетки также влияет на сложность производственного процесса изготовления перекрестно-стержневых плит. При этом данные конструкции выполняются как с одинаковыми верхними и нижними поясными сетками, так и с разными (Рисунок 2, в-е). Размер поясной ячейки обычно принимают от 1 до 3 м. При сборке перекрестно-стержневых плит растянутые элементы изготавливают длиннее, чем сжатые. Это конструктивное решение позволяет уменьшить количество узлов в системе примерно на четверть, что делает процесс монтажа и сборки более быстрым и менее трудоемким. Кроме того, сжатые стержни необходимо проверять не только на потерю несущей способности, но и на устойчивость.

Отдельно выделяют пластинчато-стержневые (кессонные) системы. Эти системы образуются за счет повторяющихся структур в виде тетраэдров с тонкими алюминиевыми гранями. Их высокую эффективность можно отследить в создании двухпоясных конструкций, в которых такие системы обеспечивают высокую стойкость. Тетраэдры, как правило, изготавливаются из алюминиевых сплавов и имеют в основании форму квадрата или треугольника [4].

Таким образом, главное отличие перекрестно-стержневых конструкций от других металлических конструкций заключается в том, что их форма позволяет обеспечивать простую установку плоских крыш, способных выдерживать небольшие нагрузки (сюда следует отнести осадки, в большей степени – снег), солнцезащитных или водостойких крыш. Их плоская нижняя поверхность облегчает установку легких подвесных потолков. Кроме того, такие конструкции можно опирать в любых точках пересечений элементов. Свободный выбор опорных участков конструкции зачастую позволяет снизить ее строительную высоту, а также экономические затраты при строительстве.



Подводя итоги, отметим, что рассмотренные конструкции находят широкое применение в различных отраслях промышленного и гражданского строительства. Пространственные перекрестно-стержневые конструкции позволяют не только перекрывать большие пролеты, но и создавать эстетичные и выразительные формы, чем и обуславливается их актуальность в современном строительстве.

Список литературы:

1. Беленин Е.И. Металлические конструкции. Спец. курс. 2-е изд. — М. 1982.
2. Ганин Н.А. Восстановление несущей способности перекрестно-стержневых пространственных конструкций с выполнением разгрузки при помощи кранового оборудования / Н.А. Ганин и др. // Экономика строительства. – 2023. - №3. – с. 73-82.
3. Ганин Н.А. Основные предпосылки разработки методики автоматизированного конструирования перекрестно-стержневых пространственных конструкций / Н.А. Ганин // Инновации и инвестиции. – 2023. - №3. – с. 242-246.
4. Мандриков А.П., Лялии И.М. Проектирование металлических конструкций. Примеры расчета и конструирования. — М., 1973.
5. Михайлов В.В., Сергеев М.С., Пространственные стержневые конструкции покрытий (структуры): учеб. пособие. - 2011. – 56 с.
6. Перекрестно-стержневые пространственные конструкции (ПСПК) системы МАРХИ [Электронный ресурс]. – URL: <https://opalubka-lesa.ru/produkcija/stalnyie-metallokonstruktsii/perekrestno-sterzhnevyye-prostranstvennyie-konstruktsii-ppsk-sistemyi-marhi/> (Дата обращения: 22.11.2023).
7. Трущев А.Г. Пространственные металлические конструкции. — М., 1983.
8. Файбишенко В.К. Металлические конструкции: Учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bibliotekar.ru/spravochnik-108-metallokonstrukcii/41.htm> (Дата обращения: 22.11.2023).

