

А.В. Никитюк, А.А. Московкина, И.И. Зуева

Пермский национальный исследовательский политехнический
университет

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ СТРУКТУРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Рассмотрены преимущества структурных конструкций по сравнению с традиционными конструкциями, особенности их устройства и возможности применения.

Ключевые слова: структурные плиты, статически неопределимая система.

Структурные плиты – это пространственные стержневые конструкции, сходные по своему строению с кристаллическими решетками металла. Структура состоит из многократно повторяющихся пространственных элементов в форме пирамиды.

Пространственные системы регулярной структуры основаны на принципе многосвязности. Это определяет целый ряд их преимуществ по сравнению с традиционными конструкциями, скомпонованными из стропильных и подстропильных ферм, прогонов.

Структурная конструкция является многократно статически неопределимой системой. При повреждении одного или нескольких элементов в ней происходит перераспределение усилий, что обеспечивает большую надежность конструкции. Кроме того, структуры обладают малой чувствительностью к большим сосредоточенным нагрузкам, большей жесткостью по сравнению с покрытиями из ферм, что позволяет уменьшить строительную высоту структурной плиты в два и более раза, а также уменьшить объем здания и эксплуатационные расходы [1].

Наличие частой сетки узлов в уровне поясов структурной плиты упрощает крепление конструкции подвесного потолка. В то же время частое расположение наклонных элементов затрудняет размещение коммуникаций, воздуховодов и других инженерных систем, которые обычно располагают в межферменном пространстве.

Многообразие рисунков кристаллической структуры придает конструкции архитектурную выразительность, но, к сожалению, в помещениях кинотеатров конструкция лишь ухудшает акустические свойства залов, поэтому необходимо устройство подвесных акустических потолков. Кроме того, для звукоизоляции кинозалов стены из пе-

ноблоков, обшитые звукоизоляцией, должны подходить к профилированному листу покрытия вплотную, что затруднительно осуществить из-за большого числа элементов структуры.

Структурные плиты с шагом ячейки 2, 3, 4 м позволяют избежать применения прогонов, крепление настила может осуществляться непосредственно к верхнему поясу. При этом настил включается в работу конструкции, уменьшает расчетные длины элементов верхнего пояса из плоскости. При узловой передаче нагрузки элементы структуры работают на растяжение-сжатие. Однако при креплении настила по всей длине верхнего пояса его элементы работают на сжатие с изгибом.

Для создания уклона кровли конструкцию покрытия необходимо разместить под углом. При этом элементы структуры, выполненные из уголков или двутавров, будут испытывать косой изгиб. Рационально для пространственных конструкций применять равноустойчивые круглые или квадратные трубчатые тонкостенные сечения, масса конструкции в этом случае меньше массы структур из прокатных профилей. Узлы сопряжения конструкций из труб усложняются.

Структурные конструкции стараются выполнить таким образом, чтобы ячейки были правильной формы, а составляющие их элементы преимущественно равной длины. Во-первых, этим обеспечивается простота изготовления. Во-вторых, значительно упрощается монтаж и повышается его качество как при доставке элементов на стройплощадку россыпью, так и при доставке укрупненных блоков-кристаллов, изготовленных на заводе.

Рассмотрим структурную плиту с размерами в плане 32×24 м без устройства промежуточных опор в торгово-развлекательном комплексе для покрытия кинозала. Структурная плита полностью использует свою несущую способность при перекрытии квадратного пространства. При отношении сторон 1:0,8 конструкция начинает работать уже только в одном направлении, различие усилий в элементах вдоль и поперек пролета достигает 2,25 раза [2]. При размерах структурных плит 32×24 м или 24×16 м отношение сторон составляет 1:0,75 и 1:0,67 соответственно, при этом наблюдается еще более неравномерное распределение усилий в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Обеспечить пространственную работу структуры можно при использовании не ортогональных ячеек, а, например, треугольных. Но при этом конструкция узлов значительно усложняется, так как в одном узле сходится уже 8 элементов. Объединить работу элементов

в структуре с ортогональной ячейкой можно поворотом поясной сетки на 45° относительно контура плиты. Тем не менее и ортогональные, и диагональные системы не воспринимают крутящих моментов, поэтому конструкция получается более металлоемкой по сравнению со структурами с треугольными ячейками.

При сравнении структур с ячейками 4×3 , 2×3 , 2×2 м преимущественно обладают конструкции с ячейками правильной формы 2×2 м, так как работают одинаково в направлении вдоль и поперек пролета. Но чем меньше ячейка, тем сложнее пропустить через конструкцию инженерные коммуникации.

В структурной конструкции размерами 32×24 м проводился анализ расположения опор по контуру блока (с учетом сетки осей нижней части здания 8 м) по нескольким вариантам:

- размещение опор по четырем углам, размеры ячеек 4×3 м (рис. 1, а), 2×3 м (рис. 1, б), 2×2 м (рис. 1, в);

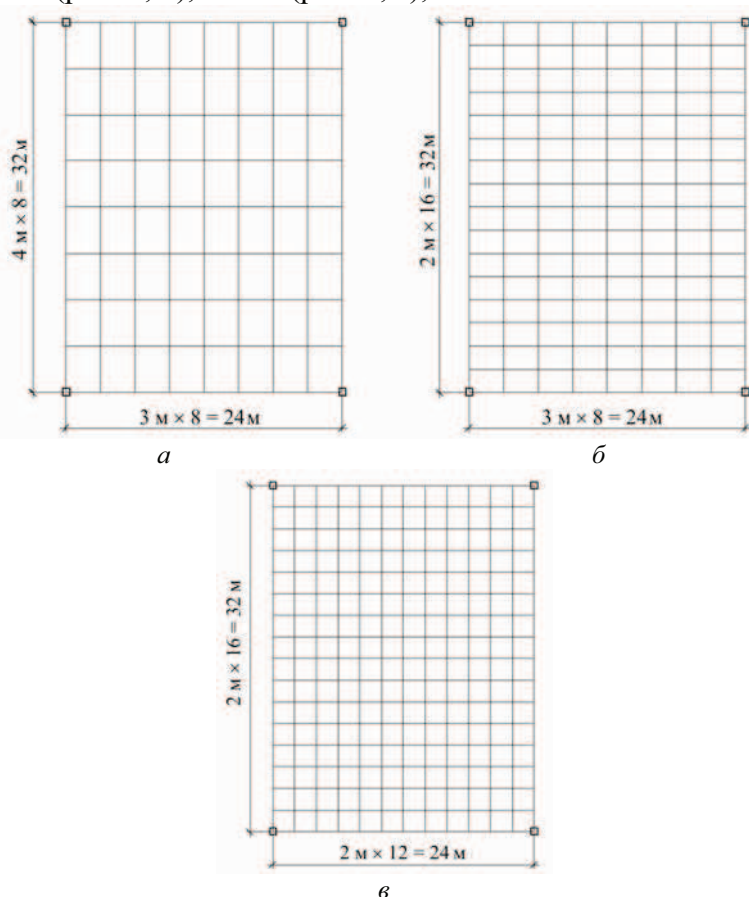


Рис. 1. Размещение опор по четырем углам

– размещение опор по длинным сторонам контура с шагом 8 м, размеры ячеек 4×3 м (рис. 2, а), 2×3 м (рис. 2, б);

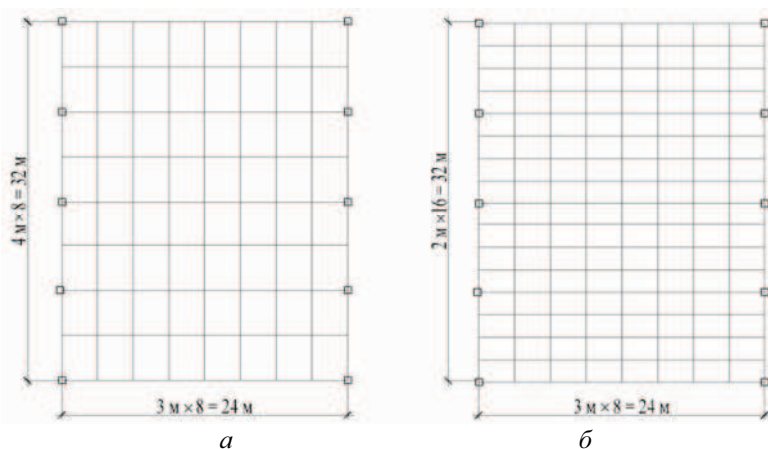


Рис. 2. Размещение опор по длинным сторонам контура

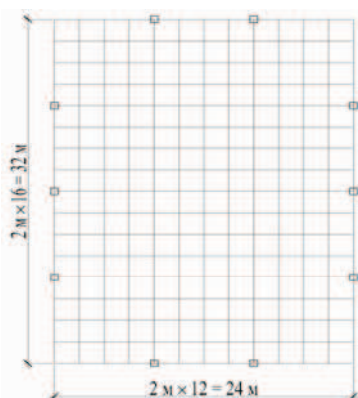


Рис. 3. Размещение опор по периметру

– размещение опор по периметру с шагом 8 м и консолями по углам структуры, размеры ячеек 2×2 м (рис. 3).

Исследования показали, что при опирании структурного блока по углам на четыре опоры по сравнению с опиранием по контуру увеличиваются: в два раза расход металла, в три раза прогиб в середине пролета. Оптимальная высота конструкции при опирании на четыре опоры определяется из условия деформативности и составляет от 1/12 до 1/18 от пролета. Оптимальный угол наклона раскоса к плоскости поясов 45–60° [3].

Исходя из этих требований и того, что элементы структуры должны быть преимущественно равной длины, рассмотрим следующие варианты структур по типу ЦНИИСК из прокатных профилей:

– размеры ячеек 4×3 м, длина раскоса ≈ 3 м, высота конструкции 1,7 м (рис. 4);

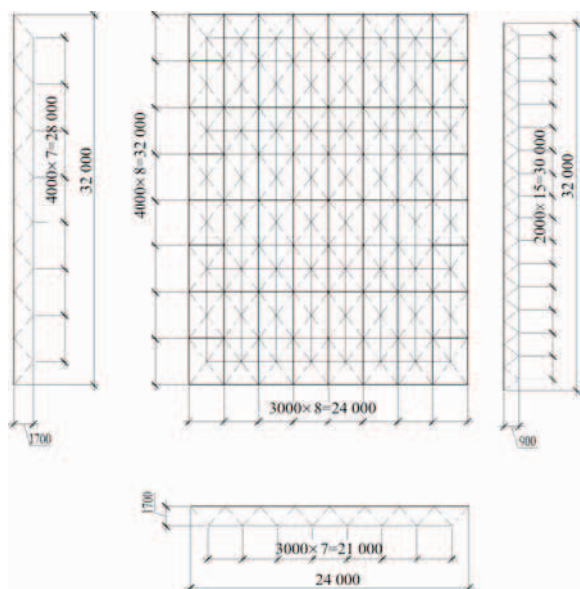


Рис. 4. Вариант 1 (4×3 м)

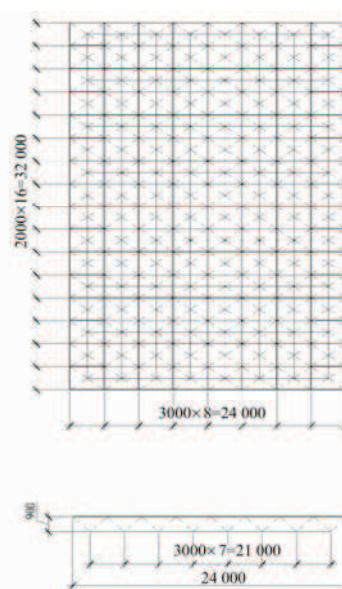


Рис. 5. Вариант 2 (3×2 м)

– размеры ячеек 3×2 м, длина раскоса ≈ 2 м, высота конструкции 0,9 м (рис. 5);

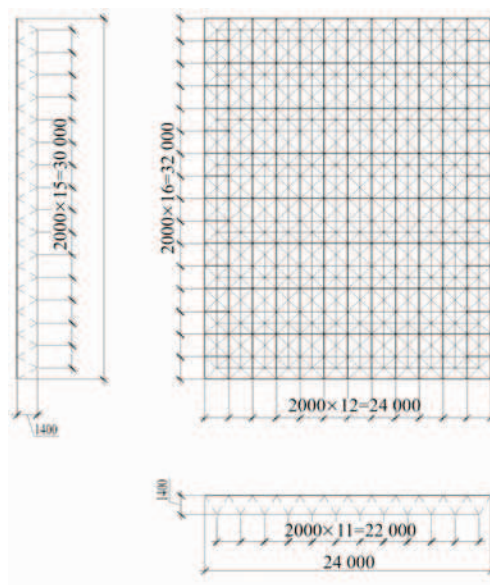


Рис. 6. Вариант 3 (2×2 м)

– размеры ячеек 2×2 м, длина раскоса ≈ 2 м, высота конструкции 1,4 м (рис. 6).

Определенную трудность применения плит с регулярной структурой в торгово-развлекательном комплексе для покрытия кинозала представляет сбитый шаг сетки осей и наличие температурных швов, а также выходы вентиляционных шахт и оборудования на кровлю; т.е. для шести перекрываемых участков размерами 32×24 м не будет ни одной повторяющейся конструкции. Большое количество доборных элементов значительно увеличит трудоемкость и время монтажа структурных плит.

Проведенный анализ различных видов структур и их опираний с учетом технологических требований здания торгово-развлекательного комплекса показал, что наиболее рациональным является структурная плита размерами 32×24 м с ячейками 3×4 м, высотой 1,7 м и постановкой опор по длинным сторонам контура с шагом 8 м (см. рис. 2, а и рис. 4).

Список литературы

1. Металлические конструкции: учебник для вузов / под ред. Ю.И. Кудишина. – М.: Академия, 2007. – 688 с.
2. Трущев А.Г. Пространственные металлические конструкции: учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1983. – 215 с.
3. Файбишенко В.К. Металлические конструкции: учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1984. – 336 с.

Получено 15.09.2011