

РЕГУЛЯРНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Мак В.Г.

Научный руководитель – к.т.н. Яров В.А.

Сибирский федеральный университет

Как показывает практика строительства, железобетонные перекрытия, наряду со стенами, являются наиболее материалоёмкими конструкциями зданий и сооружений. При этом около 20% затрат на вновь возводимые здания приходится именно на плиты перекрытия. Данный факт определяет важность выбора рационального варианта применяемой конструкции перекрытия возводимых сооружений с точки зрения технологичности изготовления, прочностных и жесткостных характеристик, экономичности того или иного проекта.

В последние годы можно отметить высокие темпы развития отрасли производства строительных материалов. Современная рыночная экономика стимулирует внедрение в строительство передовых технологий. Всё это даёт предпосылки для поисков более эффективных конструктивных решений устройства перекрытий и покрытия здания. Одним из наиболее перспективных решений в этом направлении является устройство пространственных структурных покрытий: систем стержней, сходящихся в узлах и расположенных в пространстве в строгом геометрическом порядке. Эту систему можно представить в виде множества ячеек элементарных многогранников (тетраэдр, куб, пирамида и др.).

В общем случае структуры обладают рядом преимуществ, правильное использование которых позволяет повысить экономическую эффективность по сравнению с традиционными решениями. К преимуществам относятся: пространственность работы системы; повышенная надёжность от внезапных разрушений; возможность перекрытия больших пролётов; удобство проектирования подвесных потолков; максимальная унификация узлов и элементов; снижение затрат на транспорт; возможность использования совершенных методов монтажа-сборки на земле и подъёма покрытия крупными блоками; архитектурная выразительность и возможность применения для зданий различного назначения.

Структурные конструкции могут изготавливаться из стали, алюминия, дерева, и армоцементных элементов. Однако массовое распространение в нашей стране получили в основном стальные структурные плиты. Железобетонные структурные конструкции не имеют настолько широкого распространения. Одним из примеров таких конструктивных решений покрытия является регулярная структурная плита из армоцементных элементов, которая собирается из двух основных частей — пирамидального элемента и ребристой плиты (Рис. 1).

Пирамидальный элемент номинальным размером в плане 1,5 на 1,5 м и высотой 0,9 м отформован в виде четырех равносторонних пирамид. Пирамиды образуются армоцементными гранями, утолщенными армированными ребрами и уширенной вершиной, диагонально расположенной относительно основания. Углы оснований и вершины пирамид снабжены закладными пластинами, приваренными к рабочей арматуре.

Закладные детали служат для соединения пирамидальных элементов между собой и с ребристыми плитами. Для восприятия опорных реакций грани и ребра, опирающихся на колонну пирамид, усилены. В связи с принятой раскладкой разрезка пирамидальных элементов проходит по осям колонны и каждый из четырех стыкуемых на ней элементов имеет одну усиленную пирамиду.

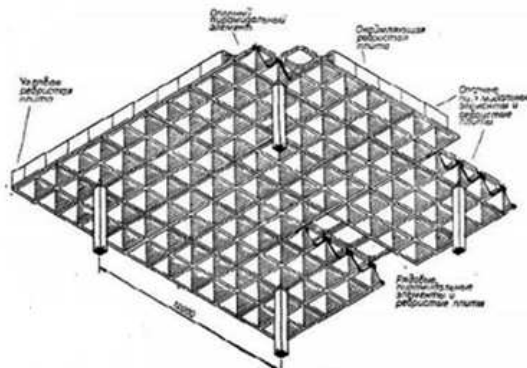


Рис. 1. Покрытие в виде регулярной структурной плиты из армоцементных элементов.

Собранная плита высотой 1 м может перекрыть сетку колонн до 18X×18 м или пролет 24 м. Грани рядовых пирамид и полки плит армируются ткаными сетками, опорных — сетками из стержневой арматуры. Монтаж покрытий производится укрупненными блоками номинальным размером до 3 × 12 м. При больших пролетах блоки устанавливаются в проектное положение на временные монтажные опоры, которые снимаются после замоноличивания плиты и достижения бетоном 70% расчетной прочности. Пазухи между пирамидами используются для прокладки воздухопроводов и других инженерных сетей. К основным недостаткам данной конструкции можно отнести повышенную материалоемкость и большой собственный вес конструкции.

Ещё одной структурной конструкцией покрытия с применением железобетона являются сталежелезобетонные панели покрытия, которые представляют собой трёхгранные ферменные конструкции. Верхний пояс панелей состоит из тонких железобетонных плит, а нижний металлический пояс и раскосы дискретно подкрепляют железобетонные плиты (рис.2). Все элементы конструкции взаимодействуют в узлах соединения так, что железобетон в основном работает на сжатие, а металл — на растяжение. Основными преимуществами сталежелезобетонных панелей покрытия являются небольшой собственный вес за счёт уменьшения толщины железобетонной плиты верхнего пояса, удобство и простота монтажа, а также низкая материалоемкость, за счёт существенного уменьшения расхода бетона.

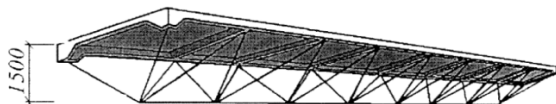


Рис.2. Сталежелезобетонная панель покрытия

Таким образом, целесообразно устройство конструкции структурного железобетонного перекрытия с небольшим собственным весом, за счёт уменьшения толщины железобетонного верхнего пояса и низкой материалоемкостью, за счёт уменьшения расхода металла.

Предлагаемая конструкция представляет собой структурную регулярную систему - железобетонную плиту и тонкостенные армоцементные пластины, пересекающиеся в пространстве. Основным элементом плиты является элемент размером в плане 1,0 на 1,0 м, высотой 0,6 м с диагональными рёбрами треугольной формы из армоцемента (рис. 3). Из таких элементов формируется покрытие размером «на пролёт», которое может опираться как на подстропильные элементы, так и на стены. Для обеспечения пространственной работы структурной плиты, вершины пересечения диагональных элементов соединяются металлическими элементами из труб, уголков или круглой стали.

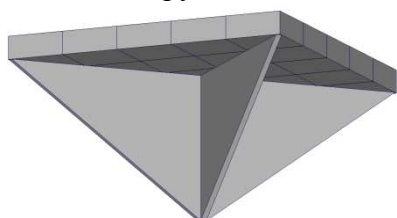


Рис. 3. Элемент плиты размером 1,0 на 1,0 м

Важной особенностью является то, чтобы соотношение сторон структурной плиты покрытия было назначено так, чтобы конструкция работала равноценно в двух направлениях. Такие решения наиболее эффективны с точки зрения работы конструкции и, будучи запроектированы согласно усилиям в элементах, могут дать существенную экономию материалов.

Расчёт плиты покрытия размером 3 на 6 м, опёртой по коротким сторонам (рис.4), выполненный с использованием специальной программы численного расчёта пространственных конструкций SCAD v.11.3, реализующей конечно-элементное моделирование, показал, что совместная работа плиты, армоцементных элементов и металлических стержней, позволяет существенно снизить напряжения по сравнению с традиционными монолитными или сборными покрытиями. В настоящее время проводится работа по дальнейшему изучению напряжённно-деформированного состояния таких плит, а также по определению оптимальных размеров основных элементов и конструкции, пролётов и способов опирания.

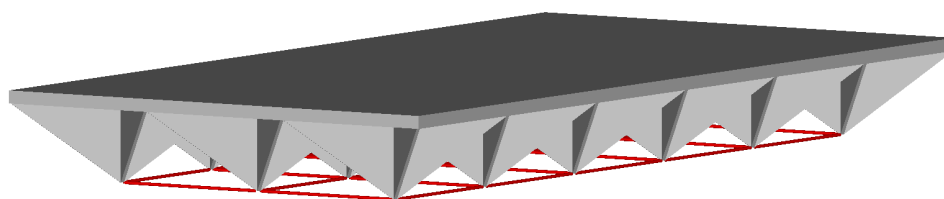


Рис. 4. Структурная железобетонная плита покрытия размером 3 на 6 м

Актуальность изучения таких конструкций обусловлена ещё и тем, что применение структурных элементов в конструкциях покрытия даёт возможность перекрытия различных пролётов с помощью однотипных унифицированных элементов, кроме того, появляется возможность создавать не только плоские покрытия, но и своды, складки, оболочки, купола. При этом конструкции могут выполняться с помощью таких же узлов, что и плитные конструкции.