

УДК 624.012

## **Обеспечение пространственной жесткости и устойчивости зданий**

Владыко А.И.

(Научные руководители – Делендик С.Н., Коледа С.М.)

Белорусский национальный технический университет,

Минск, Беларусь

Связи в конструкциях — легкие конструктивные элементы в виде отдельных стержней или систем (ферм), предназначены для обеспечения пространственной устойчивости основных несущих систем (ферм, балок, рам и т. п.) и отдельных стержней; пространственной работы конструкции, путем распределения нагрузки, приложенной к одному или нескольким элементам, на все сооружение; придания сооружению жесткости, необходимой для нормальных условий эксплуатации; для восприятия в отдельных случаях ветровых и инерционных (например, от кранов, поездов и т. п.) нагрузок, действующих на сооружения. Системы связей komponуются так, чтобы каждая из них выполняла несколько из перечисленных функций.

Для создания пространственной жесткости и устойчивости конструкций, состоящих из плоских элементов (ферм, балок), которые легко теряют устойчивость из своей плоскости, они соединяются по верхним и нижним поясам горизонтальными связями. Кроме того, по торцам, а при больших пролетах и в промежуточных сечениях ставятся вертикальные связи — диафрагмы. В результате образуется пространственная система, обладающая большой жесткостью при кручении и изгибе в поперечном направлении. Этот принцип обеспечения пространственной жесткости используется при проектировании многих сооружений.

В обычных случаях связи не рассчитываются, а их сечения назначаются по предельной гибкости, устанавливаемой нормами.

Каркас одноэтажных зданий состоит из поперечных рам, шарнирно связанных сверху стропильными конструкциями. Жесткость здания в поперечном направлении обеспечивается поперечной рамой цеха (ПРЦ), образуемой защемлением колонны в фундамент и жестким диском покрытия.

Для повышения устойчивости одноэтажных зданий в продольном направлении предусматривают систему вертикальных и горизонтальных связей между колоннами каркаса и в покрытии.

Вертикальные связи при железобетонных колоннах каркаса в зданиях без мостовых кранов и с подвесным транспортом устанавливают только при высоте помещений более 9,6 м. Их располагают в середине температурных блоков в каждом ряду колонн.

В зданиях, оборудованных мостовыми кранами, связи устанавливают в подкрановой части.

Связи по колоннам делают крестовыми и порталными.

Выбор формы связей зависит от шага колонн, высоты от пола до головки подкранового рельса и вида напольного транспорта.

Крестовые связи чаще всего применяют при шаге колонн 6 м, высоте до головки подкранового рельса до 10 м и малогабаритном напольном транспорте, а порталные - при шаге 6 и 12 м в более высоких зданиях с использованием крупногабаритного транспорта (автомобили, штабеллеры и т.п.).

Связи в покрытиях выбирают с учетом вида каркаса, типа покрытия, высоты здания, вида внутрицехового подъемно-транспортного оборудования, его грузоподъемности и режима работы.

В зданиях с кровлей, устраиваемой по сплошному настилу из крупноразмерных железобетонных плит, условия работы отдельных рам облегчаются за счет частичной передачи нагрузок «жесткой» кровлей на смежные рамы.

Здания с кровлей из плит, укладываемых по прогонам, находятся в менее благоприятных условиях, т.к. независимость деформации отдельных рам при воздействии на них местных нагрузок может привести в ряде случаев к ухудшению эксплуатационных свойств здания.

Поэтому при проектировании зданий с мостовыми кранами значительной грузоподъемности, а также бескрановых, имеющих большую высоту, следует предусматривать продольные связи по верхним поясам стропильных конструкций, до некоторой степени объединяющих работу рам в поперечном направлении.

Роль горизонтальных связей в верхних поясах ферм или балок выполняют крупноразмерные панели покрытия.

В пролетах с фонарями, в торцах фонарных проемов, устанавливают горизонтальные крестовые связи.

В пределах длины фонарного проема по коньку ферм, устанавливают распорки.

Передача ветровых нагрузок с торцовых стен на колонны и вертикальные связи через конструкции кровли целесообразна только для зданий определенных пролетов и высоты. В большепролетных зданиях более или менее значительной высоты такое использование кровли затрудняет крепление стропильных конструкций к колоннам, усложняет конструкции, обеспечивающие устойчивость покрытий, а в ряде случаев и вообще не может быть осуществлено без нарушения целостности кровли, прочности креплений ее к стропильным конструкциям.

Торцовые стены таких зданий должны проектироваться с применением горизонтальных ветровых ферм и с передачей на них подавляющей части ветровой нагрузки.

Во всех случаях применения ветровых ферм в зданиях без подстропильных конструкций между колоннами на уровне ветровых ферм должны быть поставлены распорки для передачи ветрового давления от ферм на вертикальные связи.

В зданиях с подстропильными конструкциями крепление их к колоннам рассчитывается на горизонтальные нагрузки от ветровых ферм. Зазоры между торцами подстропильных конструкций рекомендуются заполнять бетоном.

Все продольные нагрузки, воспринимаемые отдельными элементами здания, в конечном счете, должны быть переданы вертикальным связям в продольных рядах колонн или распределены между колоннами.

Кровли из относительно мелких изделий, укладываемых по прогам, могут воспринимать ветровые нагрузки от торцовых стен и передавать их на колонны лишь при условии развязки их системой поперечных горизонтальных связей по верхним поясам стропильных конструкций. Условия применения таких, а также других второстепенных конструкций (вертикальные связи между фермами, распорки, растяжки) зависят от параметров здания.

Вертикальные и горизонтальные связи покрытия изготавливают из уголков, швеллеров и труб и крепят к железобетонным конструкциям болтами и сваркой.

В сборных железобетонных каркасах многоэтажных зданий рамно-связевой системы многоэтажных зданий колонны и ригели перекрытий образуют ряд поперечных рам, обеспечивающих пространственную жесткость каркаса в поперечном направлении. Жесткость узлов сопряжения ригелей с колоннами достигается сваркой закладных деталей ригелей и консолей колонн, а также сваркой выпусков верхней арматуры ригелей со стержнями, пропущенными сквозь тело колонны с обязательным заполнением бетоном, зазоров между колоннами и торцами ригелей.

Для обеспечения пространственной жесткости каркаса здания в продольном направлении на всех этажах в середине каждого температурного блока между колоннами продольных рядов ставят вертикальные стальные связи крестового или порталного типа, привариваемые к закладным деталям колонн.

### **Основные причины разрушения зданий по причине некачественного обеспечения пространственной жёсткости**

Пространственная жесткость — это, прежде всего, геометрическая неизменяемость в трех плоскостях: горизонтальной и двух вертикальных. Обеспечивается она формированием геометрически неизменяемых фигур в каждой плоскости — преимущественно треугольниками при шарнирном соединении стержней и прямоугольниками при жестком или смешанном соединении. Хотя под воздействием нагрузки эти фигуры несколько и меняют свою форму, но меняют, во-первых, только на время действия нагрузки и, во-вторых, только за счет деформаций составляющих стержней.

В ряде случаев, при обследовании зданий и сооружений, когда нет видимых признаков перегрузки железобетонных конструкций, они могут находиться в предаварийном состоянии. Это бывает тогда, когда не обеспечивается устойчивость конструкции.

Сюда можно отнести пропуски или некачественное выполнение вертикальных связей, отсутствие или непроектное выполнение сварки закладных деталей. В этих случаях даже при незначительном увеличении нагрузок может произойти обрушения конструкций.

Большинство обрушений зданий (если не считать катастроф, вызванных стихийными бедствиями и техногенными причинами) происходило и происходит из-за необеспеченности их пространствен-

ной жесткости. В частности, в одних зданиях не было создано достаточно жесткое защемление колонн в фундаментах, в других не была предусмотрена установка дополнительных вертикальных связей, в-третьих, были некачественно приварены плиты покрытия и т.д.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Заикин А.И. «Проектирование железобетонных конструкций одноэтажных промышленных зданий: Учебное пособие, Магнитогорск, 1997.
2. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. «Железобетонные конструкции. Общий курс»: Стройиздат, 1991.