

Устойчивость и жесткость зданий

Здание в целом и отдельные его элементы, подвергающиеся воздействию различных нагрузок, должны обладать: прочностью, которая определяется способностью здания и его элементов не разрушаться от действия нагрузок;

- устойчивостью, обусловленной способностью здания сопротивляться опрокидыванию при действии горизонтальных нагрузок;
- пространственной жесткостью, характеризующейся способностью здания и его элементов сохранять первоначальную форму при действии приложенных сил.

Общая устойчивость и пространственная жесткость здания зависят от взаимного сочетания и расположения конструктивных элементов, прочности узлов соединений и т.д. В зданиях с несущими стенами пространственная жесткость обеспечивается:

- внутренними поперечными стенами, в том числе и стенами лестничных клеток, соединяющимися с продольными наружными стенами;
- междуэтажными перекрытиями, связывающими стены и расчленяющими их по высоте на ярусы.

В каркасных зданиях пространственная жесткость обеспечивается:

- совместной работой колонн, ригелей и перекрытий, образующих геометрически неизменяемую систему;
- устройством между стойками каркаса специальных стенок жесткости;
- стенами лестничных клеток, лифтовых шахт;
- укладкой в перекрытии настилов-распорок;
- надежными соединениями узлов.

Указанные конструктивные решения дают лишь общие конструктивные представления о мерах по обеспечению пространственной жесткости здания.

Устойчивость

Если в конструкциях имеются протяженные элементы, то обеспечения только их статической прочности недостаточно. Разрушение конструктивного элемента при увеличении его длины может произойти не вследствие потери прочности, а из-за потери устойчивости. По этой причине

в расчет статической прочности протяженных деталей необходимо включать проверку устойчивости.

Под устойчивостью понимается свойство системы сохранять свое состояние при внешних воздействиях. Понятие устойчивости играет очень важную роль в механике. Дело в том, что если какая-либо механическая система сконструирована без учета требований устойчивости, то она будет чувствительна даже к незначительным внешним воздействиям, а это в конечном итоге может привести к самым нежелательным последствиям. Переход системы в неустойчивое состояние, или потеря устойчивости, так же опасен, как и потеря ее прочности, т. е. способен вызвать полное разрушение конструкции. Именно поэтому крайне важно определить границы перехода механической системы от устойчивого состояния к неустойчивому.

Под устойчивым понимается такое состояние механической системы, находясь в котором, она при приложении любого сколь угодно малого внешнего воздействия (т. е. воздействия, которое является не только малым, но может быть сделано меньше любой наперед заданной величины) возвращается в исходное положение равновесия после снятия внешних силовых факторов. Значение внешней силы, при которой система переходит из устойчивого состояния в неустойчивое, называется критической силой. Доля внешней нагрузки по отношению к критической называется запасом устойчивости.

Прямой центрально сжатый стержень при малых усилиях сжатия восстанавливает первоначальное положение и остается прямолинейным после снятия нагрузки. Возрастание осевой нагрузки может привести к резкому увеличению деформаций изгиба. При больших значениях деформаций изгиба могут появиться признаки пластического деформирования, вследствие которых стержень не вернется в исходное состояние, а его ось останется криволинейной. Если возникает такое явление, то говорят, что стержень потерял устойчивость. Следует отметить, что пластические деформации могут быть вызваны и деформациями растяжения, но в этом случае изогнутая ось стержня остается прямой. Отсутствие пластических деформаций при растяжении можно проверить по условию прочности, а при сжатии – по условию устойчивости.

Увеличение линейных размеров конструкции при постоянстве внешних силовых факторов также может привести к возникновению сильных пластических деформаций и даже к ее разрушению, несмотря на то, что все условия статической прочности будут выполнены.

Подобных примеров можно привести множество. Все они указывают на исключительную важность понятия устойчивости в механике.

Основы проведения расчета

В программных продуктах имеются инструменты, которые выполняют процедуру анализа по критерию устойчивости. Для выполнения этих процедур используется метод конечных элементов, реализованный для стержневых, пластинчатых, оболочечных, твердотельных моделей и их

комбинаций. Результат расчета устойчивости зависит от геометрии расчетного объекта и от условий его нагружения и закрепления.

Различают общую потерю устойчивости и потерю устойчивости в локальных зонах (потерю местной устойчивости). Анализ областей потери устойчивости можно выполнить визуализацией форм потери устойчивости.

Расчет устойчивости проводится одновременно со статическим, поскольку для анализа устойчивости необходимо знать напряженно-деформированное состояние объекта исследования в статике. Расчет устойчивости (по Эйлеру), также как и статический, ведется по недеформированной схеме конструкции. Математически задача устойчивости формулируется как задача на собственные значения, результатом выполненного анализа является коэффициент запаса устойчивости и визуальное представление форм потери устойчивости.