

Лекция 9

ВЫБОР РАСЧЕТНЫХ СХЕМ

9.1. Консольная расчетная схема

9.2. Плоские и пространственные расчетные схемы

9.1. Консольная расчетная схема

При расчете зданий и сооружений на сейсмические воздействия проблема выбора расчетной схемы сооружения принципиально ничем не отличается от соответствующей проблемы в динамике сооружений, за исключением, может быть, того, что нормативным расчетом предполагается расчетная схема в виде консольного стержня с сосредоточенными массами (рис. 9.1, *а, б*) [9].

Данная расчетная схема является оптимальной в отдельных случаях практического расчета зданий и сооружений. Например, для каркасных зданий, при соотношении длины здания l к ее ширине b $l/b > 2$ с достаточной точностью расчетная схема может быть сведена к консольной схеме. При этом консоли предписывается жесткость, равная суммарной жесткости стоек каркаса; перекрытия и покрытия считаются жесткими в своей плоскости и абсолютно гибкими из плоскости, а масса здания приводится к эквивалентным массам, сосредоточенным в уровне перекрытий и покрытия.

Данная расчетная схема допускает возможность учета взаимодействия сооружения с основанием (рис. 9.1, *в*). При этом процесс сейсмического воздействия считается одномерным и двухкомпонентным.

Консольная схема допускает и другие модификации, позволяющие учитывать жесткостные свойства перекрытий. Например, если дополнительно к введенным ранее предположениям считать, что перекрытия являются абсолютно жесткими на изгиб, то можно использовать расчетную схему, показанную на

рис. 9.1, *г*. Здесь в узлы к сосредоточенным массам вводятся связи-заделки, аналогичные по своему смыслу узловым связям основной системы метода перемещений.

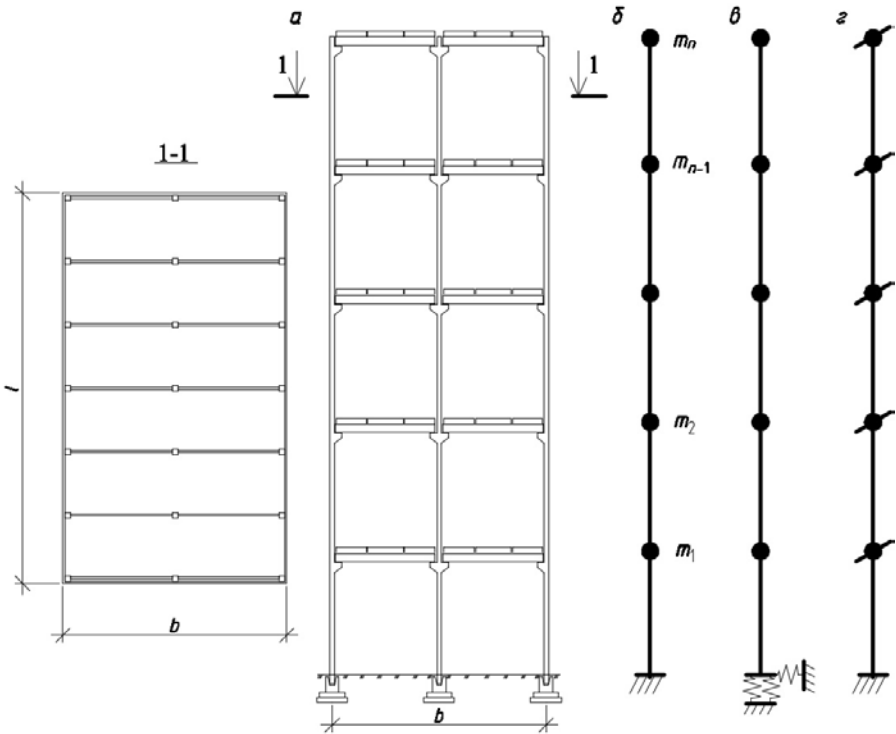


Рис. 9.1. Консольная расчетная схема сооружения: *а* – конструктивная схема здания; *б* – консольная расчетная схема; *в* – учет взаимодействия сооружения и основания; *г* – предположение абсолютно жестких перекрытий

Для зданий и сооружений типа башенных при $l/b < 2$ описанная расчетная схема допускает обобщение, связанное с необходимостью учета пространственности сейсмического воздействия, а также с учетом возможности возникновения крутильных колебаний при несовпадении центров масс и центров жесткости (рис. 9.2).

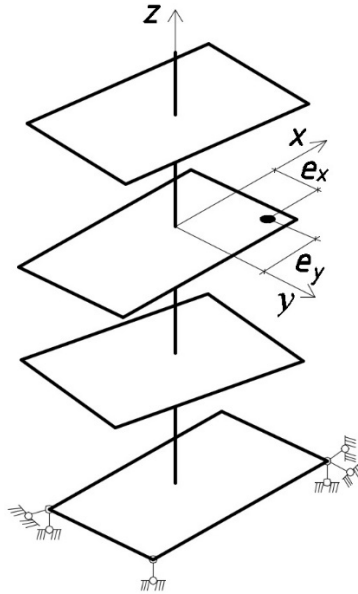


Рис. 9.2. Консольный стержень с эксцентриситетами между центрами масс и жесткостей

Кроме того, применение такой схемы рекомендовано, когда размеры здания в плане более 30 м. При этом значение расчетного эксцентриситета в рассматриваемом уровне следует принимать не менее $0,02 B$, где B – размер здания или сооружения в плане, в направлении, перпендикулярном действию сейсмических сил. Заметим, что эта же расчетная схема заложена в основу расчета зданий и сооружений на сейсмические воздействия с учетом упруго-пластических свойств материала.

9.2. Плоские и пространственные расчетные схемы

Наряду с консольной схемой в практике расчетов зданий и сооружений на сейсмические воздействия используются и другие типы расчетных схем – плоские и пространственные (рис. 9.3) [9].

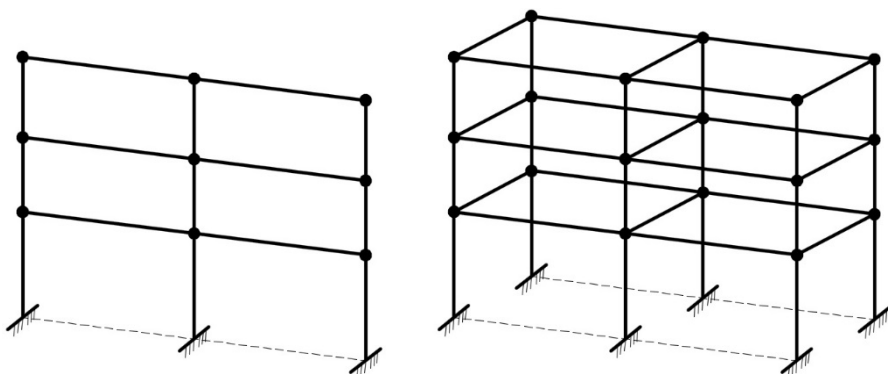


Рис. 9.3. Плоские и пространственные расчетные схемы

Эти расчетные схемы, в свою очередь, также могут быть уточнены. Например, при необходимости учета взаимодействия основания с сооружением вводят упругие связи, наделенные соответствующими жесткостями, при необходимости учета вертикальной составляющей сейсмического воздействия часть массы сосредотачивают на ригелях и т. д.

Для достаточно протяженных в плане зданий и сооружений используется концепция плоского деформированного состояния, в качестве расчетного назначается поперечное сечение, которое в зависимости от специфики расчета моделируется либо плоскостной расчетной схемой, либо сводится к консольной.

Для зданий и сооружений типа башенных уже следует учитывать пространственный характер работы конструкций при сейсмическом воздействии.

Еще один оригинальный способ учета пространственной работы зданий и сооружений, основанный на применении теории составных стержней А.Р. Ржаницина, широко используется в последнее время для расчета каркасных (рамных), рамно-связевых, а также крупнопанельных зданий, содержащих вертикальные сплошные или сплошные с вырезами жесткие диафрагмы, предназначенные для преимущественного восприятия сейсмического воздействия.

В этом случае перекрытия считаются жесткими в своей плоскости и моделируются связями между столбами-диафрагмами и каркасной конструкцией. При этом расчетной диафрагме предписывается суммарная жесткость всех диафрагм, аналогично суммируются погонные жесткости перемычек, пропенок и изгибные жесткости элементов каркаса. Пример расчетной схемы многоэтажного здания сложной конструктивной схемы представлен на рис. 9.4 [9].

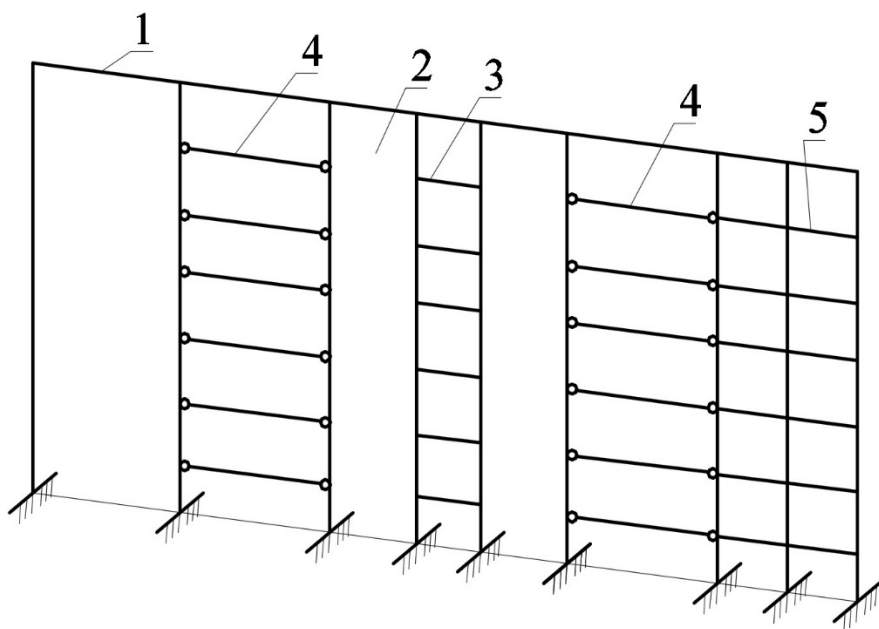


Рис. 9.4. Расчетная схема здания сложной конструктивной формы: 1 – жесткая сплошная диафрагма; 2 – диафрагма с вырезами; 3 – связи, моделирующие пропенки; 4 – связи, моделирующие перекрытия и покрытие; 5 – каркасная часть здания

Для динамического расчета в данном случае используется теория составных стержней, и задача сводится к решению дифференциальных уравнений движения, составляющих систему из n уравнений по числу вертикальных конструкций.

Отметим, что мы рассматриваем лишь некоторые, наиболее типичные расчетные схемы, используемые при расчете зданий и сооружений на сейсмические воздействия.

Учитывая многообразие конструктивных решений сооружений, специфику их работы, а также высокую ответственность сейсмических расчетов, в каждом отдельном случае выбору расчетной схемы следует уделять достаточно серьезное внимание, с тем чтобы уже на стадии предварительных расчетов учесть особенности предполагаемого поведения рассматриваемой конструкции в реальных условиях ее эксплуатации. Кроме того, при выборе расчетной схемы необходимо учитывать и специфические особенности, присущие используемому методу расчета, или даже той или иной модификации применяемого расчетного комплекса.

Вопросы и задания для самопроверки

- 1. Как формируется консольная расчетная схема здания?*
- 2. В каких случаях применение консольной схемы даст удовлетворительные результаты расчета?*
- 3. Какими преимуществами обладают пространственные расчетные схемы?*
- 4. Какие допущения вводятся при оценке инерционных составляющих системы при формировании расчетных схем?*