

## ВВЕДЕНИЕ

Для оценки реакции зданий на сейсмические воздействия необходимо иметь информацию об их динамических характеристиках (частоты и формы). Определяя частоты и формы собственных колебаний сооружений по упрощенным расчетным схемам (одномерным), мы лишаемся возможности оценить их реакцию по направлению трех координатных осей. Используя вычислительную технику и численные методы, можно получить решение двумерной, а также пространственной динамической задачи. Быстродействие ЭВМ позволяет рассчитать за приемлемое время в основном плоскую модель. Переход к пространственной схеме связан с большими затратами машинного времени, что практически исключает возможность определить собственные частоты трехмерного объекта с числом динамических степеней свободы больше 1000. Число разрешающих уравнений строительной механики для большинства современных зданий и сооружений при достаточной для статики и динамики степени дискретизации равно нескольким тысячам. Вычислительные трудности растут лавинообразно при переходе от плоских к пространственным расчетным схемам, поскольку для решения системы  $n$ -го порядка в общем случае требуется выполнить  $n^3$  операций.

Еще сравнительно недавно объектами интенсивных исследований в динамике были одномерные системы, для которых созданы теория и большой арсенал вычислительных методов. С появлением ЭВМ практическое значение этих методов утрачено. Из вычислительных методов стал развиваться наиболее универсальный и в большей мере приспособленный для ЭВМ метод конечных элементов (МКЭ). Основными объектами исследований стали двумерные системы. Теперь для большинства научно-исследовательских и многих проектных организаций нет трудностей в расчетах самых сложных (с десятками и сотнями неизвестных) плоских рам или диафрагм, являющихся основными несущими элементами зданий и сооружений. Однако возникает вопрос о целесообразности использования двумерных расчетных моделей, если они рассматриваются вне зависимости одна от другой. При таком подходе нельзя повысить надежность проектируемых зданий или сооружений, так как выделить слабые элементы пространственной системы в большинстве случаев невозможно. По тем же причинам не удастся выявить неиспользуемые резервы прочности и, следовательно, обеспечить

необходимую экономичность разрабатываемых конструктивных решений. В одиннадцатой пятилетке одним из основных направлений развития строительной механики и теории сооружений будет разработка методов расчета зданий и инженерных сооружений по комплексной схеме на действие статических, динамических нагрузок, в том числе сейсмических и климатических воздействий [1]. В схеме сооружения рассматриваются как единые пространственные системы с учетом работы всех конструктивных элементов. Начало работ в этом направлении относится к середине 60-х годов [2—4]. Исследования выполняли на основе двумерной балочной перекрестной системы, приближенно моделирующей работу трехмерного объекта. Однако область применения такой модели не была четко определена, а сами методы расчета не ориентированы на использование современных вычислительных средств.

В книге сделана попытка на основе новой трехмерной модели решить указанные вопросы и дать расчетчикам-проектировщикам автоматизированные методы расчета на основе дву- и трехмерных моделей зданий и сооружений. Учитывая разную степень оснащенности проектных организаций ЭВМ и неодинаковый уровень подготовки инженеров-проектировщиков в вопросах автоматизации динамических расчетов, авторы книги сочли необходимым привести примеры расчетов с использованием и без использования ЭВМ.

На основе СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах» даны практические методы с использованием упрощенных моделей. Изложена методика расчета зданий и сооружений на сейсмические воздействия, в которой учитывается влияние грунтовых условий на интенсивность колебаний поверхности земли. Методика может быть использована для проведения так называемого резонансного зонирования территорий городов, для расчетов уникальных зданий и сооружений и усовершенствования нормативных методов расчета.

Авторы выражают благодарность профессору, доктору техн. наук В. В. Козлякову за ценные замечания, сделанные по рукописи книги.

Главы написаны: 1 — Э. П. Лукашем, 2—4 — К. В. Егуповым, 5 — В. К. Егуповым.