

УДК 699.841(083.75)

## О разделе «Расчетные нагрузки» в проекте СНиП 22-03-2009 «Строительство в сейсмических районах»

**А. М. КУРЗАНОВ,**  
д-р техн. наук, проф., чл.-кор. Междунар. инж. акад., науч. руководитель  
Центра сейсмобезопасности сооружений Рос. ун-та дружбы народов (РУДН)

Проект СНиП 22-03-2009 «Строительство в сейсмических районах» [1] представляет собой актуализированную редакцию СНиП II-7-81\* «Строительство в сейсмических районах» [2]. В этой статье рассмотрены основные изменения, которые предлагают внести в раздел «Расчетные нагрузки» СНиП II-7-81\* авторы актуализированной редакции [1]. Номера рассматриваемых здесь пунктов, рисунков и формул проекта СНиП 22-03-2009 соответствуют приведенным в этом документе; цитируемые фрагменты текстов [1, 2] выделены кавычками.

**Пункт 2.2 [1]:** «При выполнении расчета сооружений с учетом сейсмических воздействий следует использовать две расчетные ситуации: а) сейсмические нагрузки отвечают уровню ПЗ (проектное землетрясение); б) сейсмические нагрузки отвечают уровню МРЗ (максимальное расчетное землетрясение)».

Расчет на ПЗ должен выполняться по карте ОСР-97-А для всех зданий и сооружений спектральным методом, аналогичным методу, приведенному в п. 2.2а [2]; расчет на МРЗ — по карте ОСР-97-В для сооружений повышенной ответственности и по карте ОСР-97-С — для особо ответственных сооружений. Требование производить расчет на ПЗ по карте А для всех зданий и сооружений, видимо, следует отнести только к зданиям и сооружениям основного строительства, как это и предусмотрено комплектом карт ОСР-97. Очевидно, что двойной расчет одного и того же сооружения по картам А и В или А и С нецелесообразен, поскольку расчет по карте А обеспечивает меньшую сейсмобезопасность сооружения, чем расчеты по картам В и С.

**Пункт 2.26 [1]:** расчеты, отвечающие уровню МРЗ, «следует приме-

нять для зданий и сооружений, перечисленных в пп. 1 и 2 табл. 3»; в соответствии с п. 2.2.2 эти расчеты «следует выполнять во временной области с использованием инструментальных или синтезированных акселерограмм» [1]. Но в п. 2 табл. 3 [1] указаны здания высотой 25 этажей и более, а не более 16 этажей, как в п. 2.26 [2].

Из сказанного следует, что, с одной стороны, обязательному расчету с использованием инструментальных записей ускорений основания при землетрясении, наиболее опасных для данного здания или сооружения, а также синтезированных акселерограмм подлежат уже не здания высотой более 16 этажей, как сказано в п. 2.26 [2], а только здания высотой более 24 этажей, как это определено в строке 2 табл. 3 [1]. С другой стороны, обязательному расчету во временной области на инструментальные или синтезированные акселерограммы подлежат не только особо ответственные сооружения (строка 1 табл. 3) [1], но и сооружения повышенной ответственности (строка 2 табл. 3) [1].

Таким образом, актуализацию, состоящую в замене расчетов по п. 2.26 [2] (на акселерограммы землетрясений) зданий высотой от 17 до 24 этажей включительно расчетами по п. 2.2а [2] (спектральным методом) следует рассматривать как существенное понижение надежности российской нормативной базы сейсмостойкого строительства.

**Пункт 2.2.2 [1]:** «В расчетах, отвечающих уровню воздействия МРЗ, допускается развитие в несущих и ненесущих элементах конструкций неупругих деформаций и локальных разрушений. Целью расчетов на воздействие МРЗ является предотвращение глобального обрушения сооруже-

ния или его частей, создающего угрозу безопасности людей».

В связи с этим разъяснением возникает вопрос: а разве не грамотнее и короче было бы, как в [2], записать, что расчет на МРЗ производится по предельным состояниям первой группы?

В конце п. 2.2 говорится: «в расчетах с учетом нагрузок, отвечающих МРЗ, во временной области следует применять коэффициент  $k_1 = 1$ ». Но  $k_1$  разной величины, в том числе и равной 1, применяется только в расчете спектральным методом по п. 2.2а [2] и не употребляется в расчете на акселерограммы землетрясений по п. 2.2б, а потому неприменим в методике расчета на МРЗ.

**Примечание к п. 2.2 [1]:** «Выполнение расчетов сооружений на МРЗ следует осуществлять по специальным техническим условиям при научном сопровождении специализированной организации, имеющей допуск к выполнению такого вида работ».

Это примечание представляет собой попытку монополизировать узким кругом лиц разработку моделей сейсмостойкости сооружений, неуместную в государственном нормативном документе и не имеющую прецедента в отечественных и зарубежных нормативных документах. Напомню, что выдающиеся специалисты — первые авторы СНиП II-7-81\*, предложившие считать особо ответственные сооружения на акселерограммы землетрясений, — воздержались при этом от требования, подобного процитированному примечанию.

**Пункт 2.3 [2]:** «Для зданий и сооружений простой геометрической формы расчетные сейсмические нагрузки следует принимать действующими горизонтально в направлении их продольной и поперечной осей. Действие сейсмических нагрузок в указанных направлениях следует учитывать раздельно».

Актуализация этого фрагмента состоит только в том, что слово «следует» в последнем предложении заменено словом «можно», которое не противоречит тому, что допускается и «совместное» действие, при котором одновременная суммарная расчетная

сейсмическая нагрузка на сооружение окажется больше нормативной расчетной в 1,4 раза.

В результате актуализации текст «простая геометрическая форма» [2] заменен «простым конструктивно-планировочным решением» [1], а слово «следует» [2] — словом «можно» [1]. Это далеко не равноценная замена.

**Примечание 1 к п. 2.3 [1]:** «Конструктивно-планировочное решение зданий и сооружений считается простым, если выполняются все перечисленные ниже условия:

а) первая и вторая формы собственных колебаний сооружения не являются крутильными;

б) максимальное и среднее значения горизонтальных смещений каждого перекрытия по любой из поступательных (изгибных, изгибно-сдвиговых, сдвиговых) форм собственных колебаний сооружения различаются не более чем на 10 %;

в) значения периодов всех учитываемых форм колебаний должны отличаться друг от друга не менее чем на 10 %;

г) соответствует требованию п. 1.2.;

д) соответствует требованию табл. 8».

Таким образом, чтобы проектировщик узнал имеет ли он право принимать сейсмические нагрузки действующими раздельно и горизонтально в направлении продольной и поперечной осей сооружения, он должен предварительно определить расчетом все учитываемые пространственные формы собственных колебаний сооружения и проверить их на соответствие пунктам а–д данного примечания. Но поскольку крутильные колебания — это пространственные колебания, придется преобразовывать плоскую расчетную модель сооружения, приведенную на тождественных рисунках 1 в [1] и [2], в пространственную.

**Пункт 2.5 [1]:** «При определении расчетных нагрузок на здания и сооружения следует применять расчетные динамические модели конструкций (РДМ), согласованные с расчетными статическими моделями конструкций и учитывающие особенности распределения нагруз-

зок, масс и жесткостей зданий и сооружений в плане и по высоте, а также пространственный характер деформирования конструкций при сейсмических воздействиях».

Подобного пункта в СНиП II-7-81 и всех его последующих редакциях нет. Возможно, по той причине, что выполнение этого условия авторы [2] считали само собой разумеющимся для специалистов в области проектирования сейсмостойких сооружений. Известно, что качественная статическая расчетная модель сооружения — однозначная основа его качественной динамической модели. Вторая вытекает из первой и при грамотном расчете также верна или ошибочна, как и первая. Стоит ли эту истину повторять в нормативном документе?

**Пункт 2.5 [1]:** «При вычислении масс необходимо учитывать только нагрузки, создающие инерционные силы». Но такими нагрузками являются только динамические, и эта азбучная истина инженерам известна.

К самому заметному результату актуализации следует отнести преобразование приведенной на рис. 1 [2] плоской модели сооружения, предназначенной для расчета спектральным методом нормативной расчетной модели в виде консольного стержня, способного только к изгибно-сдвиговой деформации и только в плоскости рисунка, в такую же по внешнему виду расчетную модель на рис. 1 [1], стержень которой, однако, подразумевается уже способным к пространственной изгибно-сдвиговой деформации из плоскости рисунка, кручению и растяжению-сжатию.

То, что такое преобразование произведено, подтверждают двойственность значений  $m_k^j$  дискретных масс в формуле (2) [1] спектрального метода и учет пространственных компонентов трех линейных и трех угловых перемещений дискретных масс модели с помощью формулы (5) [1]. Но такое преобразование не имеет практической пользы в расчете сооружения на сейсмическую нагрузку спектральным методом. Формулы (1) и (2) [1] представляют собой переписанные в общем виде формулы (1) и (2) спектрального метода из СНиП II-7-81\*, и не более того. Употреблять их в общем виде нет

никакого смысла, и тем более для расчета несовершенным спектральным методом пространственной модели сооружения, сжатой в документе [1] до размеров одного консольного стержня.

**Пункт 2.9 [1]:** «Усилия в конструкциях зданий и сооружений, проектируемых для строительства в сейсмических районах, а также в их элементах следует определять с учетом высших форм их собственных колебаний... Должны быть учтены все формы собственных колебаний, эффективная модальная масса которых более 5 %».

Это требование отсутствует в документе [2], по которому аналогичные усилия «следует определять с учетом не менее трех форм собственных колебаний, если периоды первого (низшего) тона собственных колебаний  $T_1$  более 0,4 с, и с учетом только первой формы, если  $T_1$  менее или равно 0,4 с».

Видимо, авторы [1] не осведомлены, что, во-первых, даже с помощью специальных вибрационных машин редко удается возбудить устойчивую форму хотя бы третьего тона натуральных колебаний сооружения, не говоря уже о более высоких тонах; и что, во-вторых, в расчетах собственных форм колебаний сооружений в их расчетных моделях следует учитывать «эффект балки Тимошенко», тем более существенный, чем выше тон возбуждаемой формы колебаний.

В заключение следует отметить, что отождествление понятий ПЗ и МРЗ с картами А, В, С ОСП-97 противоречит концепции применения этих карт. Введение коэффициента  $K_d$  в формулу (1), по сути, представляет собой попытку непрофессиональной корректировки этих карт.

В целом, раздел «Расчетные нагрузки» не содержит инновационных расчетных моделей и технологий расчета. Актуализация сведена к переписыванию из СНиП II-7-81\* расчетных формул (1), (2) и добавлению в них лишённых физического содержания и потому не поддающихся экспериментальному уточнению эмпирических коэффициентов  $k_0$  и  $k_d$ , подобных которым и без того достаточно в СНиП II-7-81\*.

Таким образом, после актуализации раздел «Расчетные нагрузки», к сожалению, стал хуже, чем был.

СНиП II-7-81\*, конечно, нуждается в серьезном обновлении нормативных расчетных моделей и технологий расчета, о чем свидетельствуют последствия сравнительно недавних разрушительных землетрясений. К таким инновациям следует прежде всего отнести:

- расчетные модели сооружений на фундаменте, упругозащемленном в грунте основания;
- расчеты высотных сооружений, в том числе труб и башен, на бегущую

в них вертикальную сейсмическую волну;

- расчеты на сейсмическую нагрузку подземных сооружений;
- требования к сейсмоизоляции сооружений;
- мониторинг конструктивной сейсмической безопасности эксплуатируемых сооружений.

Внедрение этих инноваций повысит безопасность зданий и сооружений, возводимых в сейсмических районах.

Такие инновационные разделы уже частично разработаны и опубликованы в рамках подготовки про-

екта СТО «*Строительство в сейсмических районах*» Российского университета дружбы народов. Завершение подготовки первой редакции проекта намечено на декабрь 2010 г. К участию в его подготовке привлечены ведущие специалисты профильных научно-исследовательских организаций России.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Проект СНиП 22-03-2009. Строительство в сейсмических районах: актуализиров. ред. СНиП II-7-81\*.
2. СНиП II-7-81\*. Строительство в сейсмических районах. —■■