

ВЛИЯНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПЕРИОД ПЕРВОЙ ФОРМЫ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ

Дорофеев В.С., Егупов К.В., Мурашко А.В. , (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

В статье приводятся результаты анализа расчетных схем зданий. Исследуется влияние вертикальных несущих элементов на период первой формы собственных колебаний.

Предмет исследования – влияние вертикальных элементов на период первой формы собственных колебаний.

Объект исследования – конечноэлементные модели десятиэтажных зданий.

В рамках исследования предполагается определить влияние сечения и расположения диафрагм жесткости и колонн, а также учета их совместной работы, и выяснить: какие из вертикальных несущих элементов оказывают влияние на период собственных колебаний здания.

Размер, количество и форма несущих вертикальных элементов в возводимых зданиях, особенно на нижних этажах, является весьма существенным фактором при формировании облика здания. Совершенствование методов расчета и эстетические требования способствуют продолжению разработок по уменьшению размеров и количества несущих элементов.

В работе [1] приводятся зависимости для определения периода первой формы собственных колебаний здания в зависимости от этажности, протяженности и категории грунта по сейсмическим свойствам, однако такой фактор, как количество вертикальных несущих элементов не учитывается. Исследование плотности плана [2, стр 54-56] представляет большой интерес как с конструктивной так и с экономической сторон. Так как определение оптимального количества вертикальных несущих элементов позволит минимизировать затраты на возведение, одновременно обеспечив сейсмостойкость объекта.

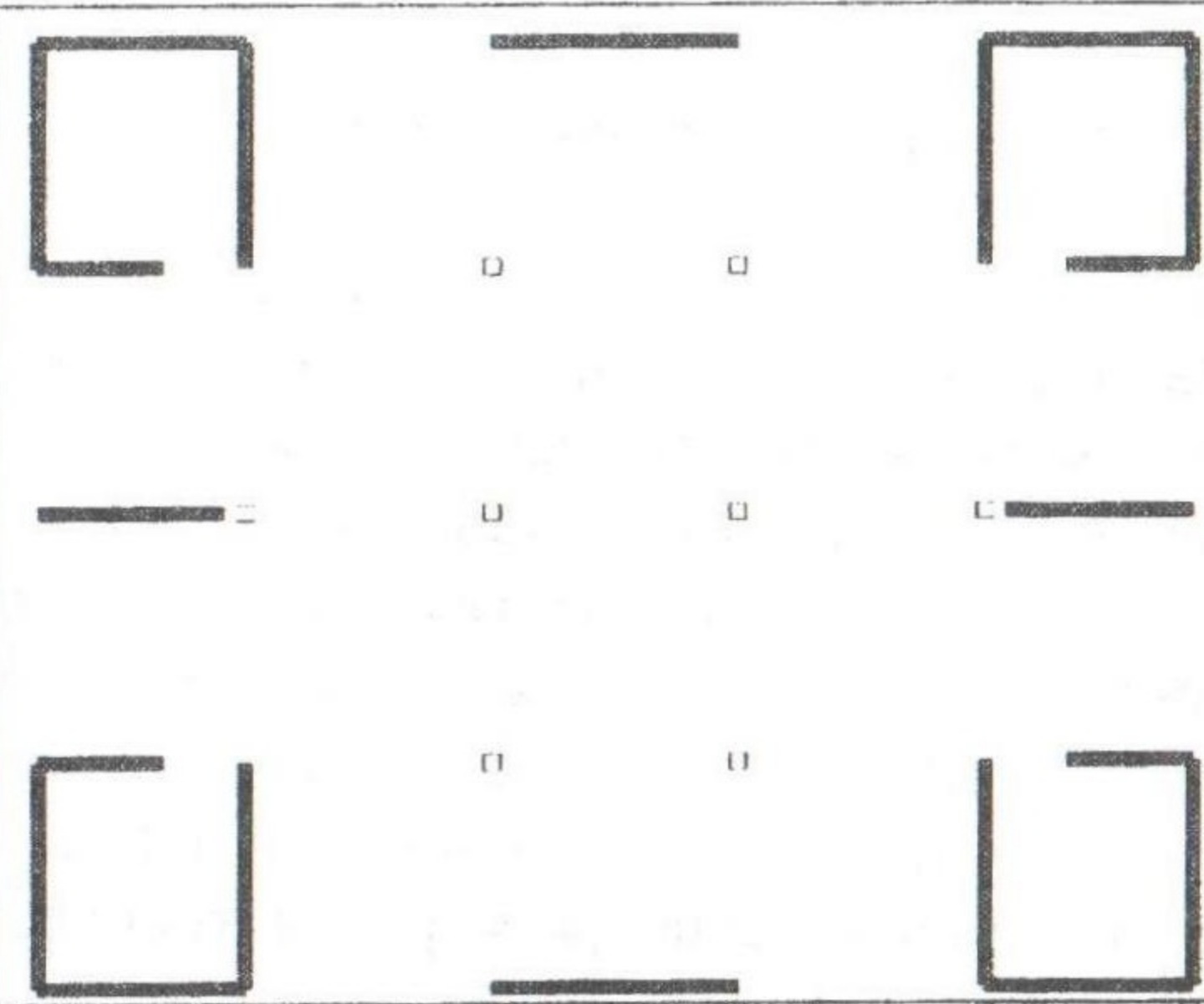

1. Определение влияния площади колонн.

Для исследования влияния площади колонн для ряда расчетных схем было рассчитано по три варианта с сечением колонн 100x100, 400x400 и 800x800 мм, при этом изменение периода первой формы собственных колебаний не превысило 10%.

2. *Определение влияния совместной работы диафрагм жесткости и колонн.*

Для исследования влияния совместной работы диафрагм жесткости и колонн был проведен следующий эксперимент (Табл. 1): В местах сопряжения колонн с диафрагмами колонны были удалены. При уменьшении количества колонн с 30 до 8 период первой формы собственных колебаний увеличился с 0,688 до 0,712 (на 3,5%).

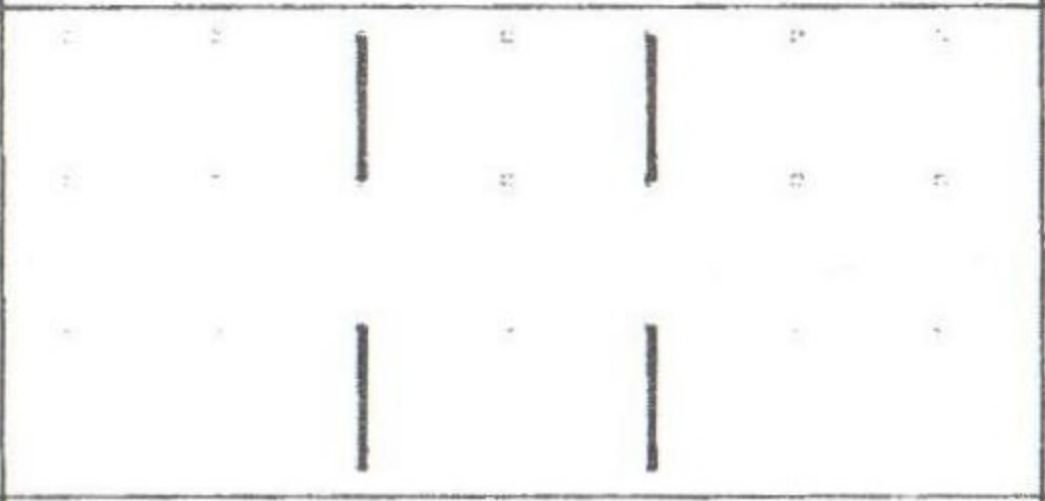



Табл. 1. Характеристики расчетных схем

№	Эскиз	Кол-во колонн	T, сек
1	2	3	4
1		8	0,712
2		30	0,668

3. Определение влияния расположения диафрагм жесткости

Критерием расположения диафрагм жесткости был принят момент инерции, образуемый ими при рассмотрении плана здания, как составного сечения. Для определения влияния момента инерции при рассмотрении диафрагм жесткости, как составного сечения, был проведен ряд экспериментов со зданием размером 36x18м, с сеткой колонн 6x6. В Табл. 2 приведены периоды первой формы собственных колебаний, моменты инерции, площадь и протяженность диафрагм жесткости).

Табл. 2. Характеристики расчетных схем

№	Эскиз	T_1 , сек	I_y м ⁴	I_z м ⁴	I_p м ⁴	A , м ²	L , м
1	2	3	4	5	6	7	8
1		3.568	281	259	540	7.2	24
2		3.579	281	1037	1318	7.2	24
3		3.844	28	2333	2614	7.2	24
4		3.49	65	86	151	7.2	24

Таким образом, при рассмотрении работы диафрагм жесткости, как составного сечения, при изменении момента инерции в значительных пределах (в 27 раз для моментов инерции относительно оси и в 17 раз для полярного момента инерции) период первой формы собственных колебаний изменяется на 10%.

4. *Определение влияния поперечного сечения диафрагм жесткости*

Для расчетной схемы приведенной в Табл. 1 было проведено три варианта расчетов для трех толщин диафрагм жесткости (Табл. 3)

Табл. 3. Влияние сечения диафрагм жесткости на период первой формы собственных колебаний

№ п/п	Сечение диафрагм, мм	T ₁ , сек
1	2	3
1	200	0,779
2	300	0,668
3	400	0,595

При изменении поперечного сечения диафрагм жесткости от 200 до 400 мм (а соответственно и площади диафрагм жесткости в 2 раза) период собственных колебаний изменился от 0.779 до 0.595 (на 24%), что позволяет сделать вывод о их незначительном влиянии.

Следовательно, на период первой формы собственных колебаний наиболее существенное влияние оказывает не площадь диафрагм жесткости, а их протяженность. Поэтому в дальнейшем в качестве критерия характеризующего количество вертикальных несущих элементов принимается относительная протяженность диафрагм жесткости (отношение протяженности диафрагм жесткости к площади перекрытия).

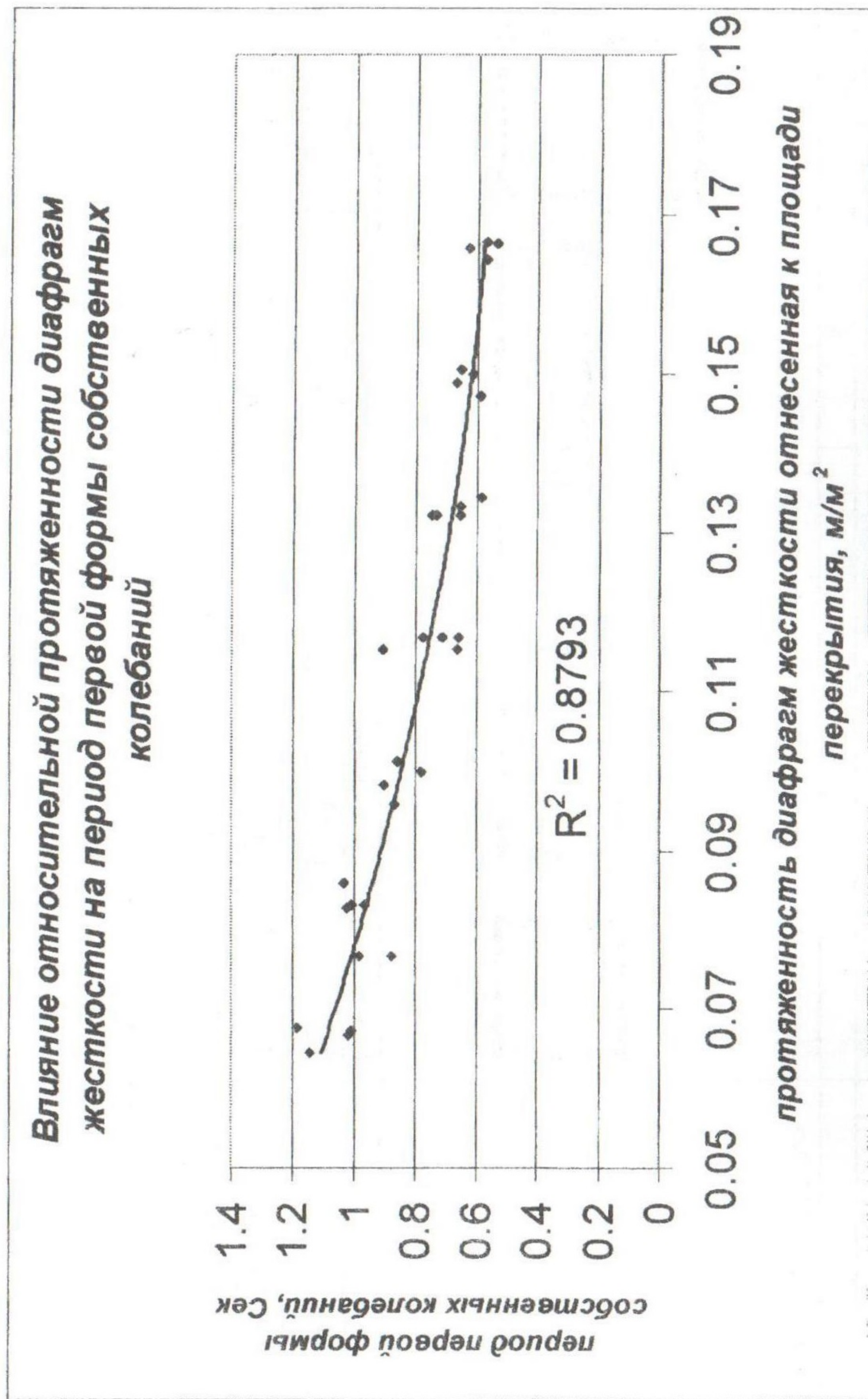
5. *Определение влияния протяженности диафрагм жесткости*

Было рассчитано пять вариантов десятиэтажных зданий. Для каждого варианта было исследовано по восемь схем расположения вертикальных несущих элементов, при этом площадь диафрагм жесткости сечением 300мм изменялась пределах 2-5% от площади перекрытия (относительная протяженность соответственно 0.167-0.067 м/м²). В расчетных схемах сетка колонн принималась 6x6 и 5x5 в расчетной схеме №4 (табл. 4) была смешанная сетка колонн, в продольном направлении шаг колонн был принят 5, 6, 6, 6, 5м, в поперечном – 5.5, 6, 6, 5.5 м.

Исследования проводились для диафрагм средней протяженности 6 м. Диафрагмы располагались равномерно в двух направлениях X и Y глобальной системы координат и симметрично. Результаты исследований представлены на рис.

Табл. 4. Основные данные по расчетным схемам

1	2	3	4	5	6	7
Характеристика	Расчетная Схема №1	Расчетная Схема №2	Расчетная Схема №3	Расчетная Схема №4	Расчетная Схема №5	Расчетная Схема №7
2	3	4	5	6	7	
Габариты расчетной схемы						
3	6x6	смешанная	5,5	6x6	6x6	6x6
4	625	644	651	648	648	648
5	1	1,22	1,5	2	1,33	1,33
6	11,71	16,71	16,52	6,91	56,25	56,25
7	4,215	4,215	4,215	2,46	4,215	4,215
	Предельное значение критерия Фишера для 10% доверительного интервала					



Для исследованных диафрагм зависимость описывается полиномом второй степени, критерий Фишера 8,02 при табличном значении 1,83.

Рис. Влияние относительной протяженности диафрагм жесткости на период первой формы собственных колебаний

По результатам настоящих исследований можно сделать следующие

Выводы:

1. Сечение и количество колонн, а также их совместная работа с диафрагмами жесткости не оказывают существенного влияния на период собственных колебаний.
2. Сечение диафрагм жесткости также не оказывает существенного влияния на период собственных колебаний.
3. При рассмотрении диафрагм жесткости, как составного сечения момент инерции не оказал влияния на период первой формы собственных колебаний, однако, увеличение момента инерции можно использовать для того, чтобы избежать крутильной формы для первых двух форм собственных колебаний.
4. Для исследованных расчетных схем влияние количества диафрагм жесткости на период первой формы собственных колебаний является сходным. Однако необходимо дополнительно исследовать влияние формы здания в плане.
5. Необходимо проведение многофакторного математически планируемого эксперимента для исследования влияния этажности толщины диафрагм, и нагрузки на 1 м^2 на период собственных колебаний зданий различной протяженности.

Литература

1. Айзенберг Я.М., Мамаева Г.В. Определение периодов собственных колебаний каркасных зданий для практических расчетов в антисейсмическом проектировании. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. №2, 2007, с.27-31.
2. Арнольд К., Рейтерман Р. Архитектурное проектирование сейсмостойких зданий.-М.:Стройиздат,1987.-195с.

3. ДБН В.1.2-2:2006. Нагрузки и воздействия . - К.: Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины, 2006.- 60с.
4. ДБН В.1.1-12:2006. Строительство в сейсмических районах Украины. - К.: Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины, 2006.- 84с.
5. Дорофеев В.С., Выровой В.Н., Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций. – Одесса: ИМК «Город мастеров», 1998. – 165с.
6. Егупов В.К., Командрина Т.А. Расчет зданий на сейсмические воздействия.- Киев.:Будивельник, 1969.-208с.
7. Егупов В.К., Егупов К.В., Лукаш Э.П. Практические методы расчета зданий на сейсмостойкость.- Киев.:Будивельник, 1982.-144с.
8. Егупов В.К., Егупов К.В. Влияние конструктивных особенностей зданий и неравномерности поля колебаний грунта на формирование сейсмических нагрузок // Экспресс-информация. ВНИИНТПИ. Серия Сейсмостойкое строительство, 1997, вып. 6, с. 20-28.
9. Кассандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов наблюдений. – М.: Наука, 1970. – 104с.
10. Львовский Л.Е. Статистическое построение эмпирических формул: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1982. – 224с.
11. Поляков С.В. Сейсмостойкие конструкции зданий. (Основы теории сейсмостойкости). М.: Высшая школа, 1983. - 304 с.
12. Сейсмостойкое строительство зданий. под. ред. И.Л.Качинского. Учеб. пособие для вузов. М., «Высш. Школа», 1971