РАЗДЕЛ XIII. АРХИТЕКТУРА

Пак А.Ю.

**Поведение аутригельных этажей в высотных зданиях
в сейсмически опасных районах***Донской государственный технический университет
(Россия, Ростов-на-Дону)*

doi: 10.18411/lj-07-2018-51

idsp: 000001:lj-07-2018-51

Аннотация

Одно из самых опасных природных явлений для небоскребов является Землетрясения. В высотных зданиях боковые нагрузки, вызванные ветром или землетрясением, сопротивляются системе связанных стенок сдвига. По мере увеличения высоты, жесткость конструкции становится более важным фактором, влияющим на устойчивость здания, и введение аутригельных этажей между стенками сдвига и внешними колоннами часто используется для обеспечения достаточной боковой жесткости конструкции.

При применении аутригельных этажей в несущей конструкции здания их месторасположение должно быть в оптимальном положении для более экономического и целесообразного проектирования.

Цель исследования: определение оптимального, максимально эффективного месторасположения аутригельных этажей

Ключевые слова: аутригер, аутригельные этажи, сейсмика, устойчивость конструкции, высотное здание.

Введение

Боковая система крепления, состоящая из связанных стенок сдвига с опорами, является одной из наиболее эффективных систем, используемых для высотных конструкций, сопротивляющихся боковым силам, вызванных ветром и землетрясениями.

Рисунок 1. Стена сдвига с опорными элементами

Аутригельные балки, соединенные со стеной сдвига и с внешними колоннами, относительно сложнее в конструктивном плане, и соответственно, что характеристики таких связанных систем настенного крепления в основном зависят от достаточной жесткости и прочности башен аутригеров. Поэтому общая жесткость необходима в высотных зданиях для контроля бокового отклонения и межэтажного дрифта.

Ученые провели исследования влияния промежуточной балки жесткости на произвольном уровне вдоль высоты стен и показали, что на структурное поведение

конструкции может существенно влиять конкретное расположение этой балки жесткости [1]. Впоследствии исследователи изучили новые подходы к определению благотворного влияния аутригера и нескольких аутригеров на поведение конструкции и их наилучшее расположение по высоте конструкции.

В середине 70-х годов началась разработка упрощенных аналитических методов для аутригерных каркасных конструкций. В это время исследовали оптимальное расположение поясной фермы, которая минимизировала колебания ветра [2].

Ученные в 1975 г. расширили свой анализ до двух аутригеров и исследовали определяющие факторы снижения дрейфа и подтвердили оптимальный результат местоположения аутригера [3]. Оптимальным местом для двух аутригеров составляют 0,312 и 0,685 от общей высоты от вершины здания, но в исследовании были даны простые примерные указания по расположению опор.

В большинстве вышеприведенных исследований предполагалось, что изгибная жесткость сердечника и осевая жесткость колонн по периметру равномерны по всей высоте здания, а боковая нагрузка должна быть однородной. Но на практике эти свойства изменчивы, поэтому в 1987 г. ученые исследовали влияние этих свойств на поведение несущей конструкции аутригера. В 1985 году исследовали свободную вибрацию высотных структур с использованием динамического анализа, и эта обработка учитывала эффекты деформации сдвига и вращательной инерции сердечника и включала инерцию аутригера. В 2008 г. представили простой метод анализа для предварительного проектирования выносных поперечных стен, подвергнутых горизонтальной нагрузке. Эти исследования показали, что положение аутригера может существенно влиять на поведение и боковое отклонение структуры.

1. Структурная модель.

Модель, рассматриваемая для данного исследования, представляет собой 50-этажный железобетонный каркас здания, общая геометрия которого показана на рис. 1.

Детали конструкции приведены на рис. 2 ниже.

Рисунок 2. Несущая конструкция.

Метод анализа вышеупомянутых системных допущений, основаны на следующем: аутригеры жестко прикреплены к сердечнику. Ядро - к основанию. Секционные свойства сердечника, балок и колонн равномерны по всей высоте. Эффекты растяжения не учитываются. Поведение материала находится в линейном диапазоне упругости [4].

Для конструкций, устойчивых к землетрясениям, конструкция должна отвечать эксплуатационным требованиям на двух разных уровнях в зависимости от воздействия

землетрясения. Первый уровень требует структурной реакции в упругом диапазоне без значительного структурного повреждения при умеренном землетрясении. Второй уровень производительности требует, чтобы структура не разрушалась при сильном землетрясении с редким явлением.

Для моделирования здания использовался пакет конечных элементов STRAND 7, а для определения поведения конструкции при сейсмических нагрузках был проведен двумерный анализ. В каждой модели применялась равномерная нагрузка по высоте здания и проводился статический анализ для сравнения результатов. Результаты, полученные для максимального бокового смещения, собственной частоты и вертикальной реакции внешнего столбца, сравнивались для проверки модели. Модель STRAND 7 была принята для дальнейшего развития с целью определения глобального поведения структуры при землетрясениях, использующая анализ спектра откликов. Таким образом, представляющими интерес параметрами отклика были латентное смещение и индекс дрейфа. В процессе исследования были рассмотрены два варианта в зависимости от количества аутригальных этажей в здании.

Вариант 1: одна балка аутригера для системы.

Вариант 2: две балки аутригера для системы, имеющей одну выносную балку, закрепленную на уровне верхнего этажа.

Структура с одиночным аутригером была проанализирована как первый вариант, в втором варианте, один аутригер был помещен и зафиксирован на уровне крыши. Оптимальное положение для аутригера было исследовано под действием землетрясения. Рассмотрев практические применения аутригеров, этот вариант был выбран в качестве варианта 2 в исследовании.

Таблица 1

	1 Вид	2 Вид	3 Вид	4 Вид
Вариант 1	0.250	0.790	1.753	2.544
Вариант 2	0.250	0.806	1.822	2.593

2. Результаты и обсуждение

Для вариант 1-го, расположение аутригального этажа было изменено с первого этажа на верхний этаж в модели здания, а анализ спектра отклика был проведен для каждого местоположения для всех девяти землетрясений. Аналогичный подход был принят и для варианта 2-го. Для каждого случая были построены профили максимального бокового смещения. Комбинированные графики, построенные для этих результатов, представлены на рис. 3.

Рисунок 3. (а) боковое смещение здания, имеющего один аутригер
(б) боковое смещение здания, имеющего два аутригера (один закреплен на верхнем уровне)

Индекс дрейфа по высоте здания оценивался с учетом всех девяти землетрясений с несколькими месторасположениями аутригеров. Для выяснения оптимального расположения аутригеров были проведены анализы для обоих вариантов, и графики были построены для каждой нагрузки землетрясения, изменив местоположение аутригера от уровня к уровню. Было отмечено, что в профиле графиков наблюдается изменение картины, когда аутригер находится между уровнями от 20 до 30 уровня. Изменение индекса дрейфа вдоль высоты структуры, полученной для варианта I, приведено на рисунке 4.

Аналогичный анализ был проведен для варианта 2 для структуры с двумя аутригерами (один зафиксирован на верхнем уровне).

Из результатов обоих этих вариантов видно, что индекс дрейфа был небольшим вблизи места аутригера (между 20 и 22 уровнями), но когда аутригер размещается на уровне 24 и выше, максимальный индекс дрейфа на уровнях выше местоположения аутригера становится меньше предыдущих значений. Когда аутригер расположен между уровнем 22-24, максимальный индекс дрейфа ниже и выше местоположения аутригера почти одинаков. Поэтому можно сделать вывод, что структура оптимизирована, когда аутригер находится между 22-24 уровнями. Несмотря на то, что структура пережила неупругое поведение под землетрясением, не произошло никакого влияния на оптимальное расположение аутригеров.

Рисунок 4. Изменение индекса дрейфа для варианта I для шести видов землетрясений

3. Заключение.

В данном исследовании была проведена оценка глобального поведения аутригерного каркасного здания при сейсмических нагрузках, из которой можно сделать следующие выводы на основе приведенных выше результатов:

Поведение структуры под воздействием землетрясения. Это явление представлено в результатах поперечного смещения, полученное для обоих вариантов конструкций. Расположение балки аутригера оказывает решающее влияние на боковое поведение конструкции под землетрясением. Оптимальное расположение аутригеров высотного здания под действием землетрясения составляет 0,44-0,48 по высоте здания (от нижней части здания), что соответствует оптимальному местоположению, связанному с нагрузкой ветра и землетрясений.

1. Фу Х.. Проектное предложение по железобетонному многоэтажному строительству с аутригерьными этажами // Журнал строительных конструкций – 1999. – 20 с.
2. Лью М.. Проектирование высотных зданий в высоких сейсмических регионах // Конструкции высотных и специальных зданий – 2008. – 537 с.
3. Taranath, B. S.. Оптимальные расположения опорных ферм для высотных конструкций // Научный журнал // Инженер-строитель – август 1976. – 346 с.
4. G. GhodratiAmiri, F. M. D.. Введение наиболее подходящего параметра для выбора критического пика землетрясения // Журнал строительных конструкций – 2005. – 620 с.

Семенюк О.Н.
Энергоэффективная архитектура

ЕНУ им. Л.Н. Гумилева
(Казахстан, Астана)

doi: 10.18411/lj-07-2018-52
idsp: 000001:lj-07-2018-52

Аннотация

Энергоэффективный дом - это дом, который не только не зависит от внешних коммуникаций, но может и сам служить источником энергии. Это становится возможным благодаря рациональному использованию источников тепла и энергии самого дома и окружающей его территории. Проектирование энергоэффективного дома - это комплексная работа, учитывающая многовариантный подход, рациональный выбор теплозащиты ограждающих конструкций, выбор инженерного оборудования и эффективность использования возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: энергоэффективный дом, архитектура, проектирование, источники энергии, экология, климат.

Abstract

The energy efficient house is a house, which not only does not depend on external communications, but also can be a power source. It becomes possible thanks to rational use of sources of heat and energy of the house and the territory surrounding him. Design of the energy efficient house is the complex work considering multiple approach, the rational choice of a heat shielding of the protecting designs, the choice of the engineering equipment and efficiency of use of renewables.

Keywords: energy efficient house, architecture, design, power sources, ecology, climate.

Одна из самых важных составляющих проектирования такого дома - обеспечение экологического и эффективного жизненного цикла здания. Такое здание изначально должно быть рассчитано на определенный срок эксплуатации, быть наиболее