

ФАКТОРЫ МОДИФИКАЦИИ ОТКЛИКА ДЛЯ ДВОЙНЫХ МОМЕНТОУСТОЙЧИВЫХ РАМ С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ СВЯЗЯМИ: МНОГОУРОВНЕВЫЙ ПОДХОД**Хижов Илья Олегович**

студент, Ульяновского государственного технического университета, РФ, г. Ульяновск

Шумилов Даниил Алексеевич

студент, Ульяновского государственного технического университета, РФ, г. Ульяновск

Борисов Сергей Павлович

студент, Ульяновского государственного технического университета, РФ, г. Ульяновск

В качестве одного из эффективных методов повышения сейсмических характеристик конструкций, элементы сдвиговой связи могут быть использованы в качестве сейсмического взрывателя и рассеивать часть входной энергии землетрясения через пластические деформации при сдвиге и изгибе. Проведены различные исследования по оценке эксплуатационных характеристик и проектированию конструкций с вертикальными и горизонтальными сдвиговыми связями. Изучили сейсмические характеристики эксцентрично связанных рам, оснащенных вертикальными сдвиговыми связями, с использованием концепции пластического дизайна на основе производительности. Впоследствии, разработали аналитическую модель для моделирования нелинейного неупругого отклика эксцентрических скоб с вертикальными сдвиговыми звеньями. провели экспериментальную программу на эксцентрично связанных каркасных конструкциях, оснащенных вертикальными сдвиговыми связями. Аналогично, выполнили полномасштабную экспериментальную программу на одноэтажной эксцентрично закрепленной рамной конструкции с горизонтальными и вертикальными сдвиговыми связями. также выполнен широкий спектр экспериментальных и аналитических исследований по сейсмическому поведению эксцентрично закрепленных шпангоутов с вертикальными связями. В более поздних исследованиях предложили применение эксцентриковой системы крепления с вертикальными связями для сейсмической модернизации моментостойких стальных рам. На основе рассчитанных кривых грузоподъемности модернизированных шпангоутов в качестве новой поперечной несущей конструктивной системы предложена двойная моментостойчивая рама, оснащенная вертикальными звеньями. Также оценивалась работоспособность эксцентриковой системы крепления с вертикальными сдвиговыми звеньями, подвергнутыми последовательному движению грунта возбуждениями (последовательность главный толчок-афтершок) с использованием толкающего и инкрементного динамического анализа. В целом результаты вышеуказанных исследований продемонстрировали способность сдвиговых звеньев контролировать боковые смещения и обеспечивать высокую диссипативную способность энергии при сейсмических возбуждениях. Как видно, вертикальные звенья оказали весьма положительное влияние на сейсмические характеристики моментостойчивых шпангоутов и могли значительно повысить их сейсмические характеристики до приемлемого уровня. Это означает, что сочетание моментостойчивой рамной системы с эксцентриковой системой крепления, оснащенной вертикальными звеньями, обеспечивает двойную систему с высокой способностью поглощения и рассеивания энергии, способную обеспечить высокие уровни производительности при средних и высоких уровнях интенсивности. Двойная система может быть также спроектирована как двухфазная система с использованием различных целевых показателей производительности. В этом случае рамы с сопротивлением моменту могут быть рассчитаны на более высокие уровни производительности. Хотя представленные результаты основаны на фреймах и разработанных предположениях, использованных в данном

исследовании, результаты этого исследования должны оказаться полезными при практическом проектировании двойных моментостойчивых фреймов с вертикальными связями. В настоящей работе впервые был использован многоуровневый подход к получению коэффициентов модификации отклика двойной конструктивной системы, состоящей из промежуточных моментостойчивых рам и эксцентрических стяжных систем, оснащенных вертикальными связями. Вводя понятие факторов модификации отклика спроса и предложения, эти два фактора извлекаются на основе сейсмичности участка и желаемого уровня производительности для 3-, 5- и 7-этажных моментостойких рам до и после добавления эксцентриковых раскосов с вертикальными связями. Матричное представление многоуровневых факторов модификации, разработанное для двойных систем в настоящем исследовании, должно оказаться полезным для сейсмического проектирования этих систем на основе характеристик при различных уровнях сейсмической опасности и целевых показателях производительности. На основании результатов, представленных в данной статье, можно сделать следующие выводы:

1. В исследуемых двойственных структурных системах интенсивность, соответствующая уровню ИО, оценивается близкой к интенсивности максимального рассматриваемого землетрясения (период возврата 2475 лет).

2. Добавление эксцентриковых расчалок с вертикальными звеньями увеличило коэффициенты модификации отклика моментостойчивых рам, соответствующих уровням производительности ИО, LS и CP, по меньшей мере в 6,5, 2 и 1,5 раза соответственно.

3. В целом, использование вертикального звена увеличивает факторы модификации за счет пластичности и сверхпрочности, в то время как уменьшает факторы модификации, связанные с допустимыми напряжениями.

Список литературы:

1. Иродов, И.Е. Механика. Основные законы / И.Е. Иродов. - М.: Лаборатория базовых знаний, 2016. - 246 с.