

## **СИСТЕМЫ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ ЗДАНИЙ**

**Романова Е.В., Севрунова Е.А.**

**Научный руководитель – доцент Преснов О.М.**

***Сибирский федеральный университет, г. Красноярск***

Сейсмическая опасность в мире всегда велика и в последние годы только возрастает. Россия стоит в одном ряду с самыми сейсмически активными странами, такими как Япония, США, Турция, Китай, Италия. Самая высокая сейсмическая опасность свойственна южным и восточным регионам России – это Дальний Восток, Северный Кавказ, Сибирь. Сейсмическая активность Красноярска оценивается в 5-6 баллов, при этом его территория неоднородна по геологическому строению, что может привести к недооценке ожидаемой сотрясаемости на 1-2 балла.

Опасными для зданий и сооружений считаются землетрясения, интенсивность которых достигает 7 баллов и более, т.к. они сопровождаются разрушениями несейсмостойких зданий и сооружений, гибелью людей и уничтожением материальных и культурных ценностей. Обеспечение безопасности людей и сохранности зданий и сооружений при землетрясениях является важнейшей научно-технической и социально-экономической проблемой всех сейсмоактивных стран. Лучший способ защиты от землетрясений – качественное сейсмостойкое строительство.

Конструкции фундаментов во время землетрясений повреждаются редко, но, несмотря на это, их значение в обеспечении сейсмостойкости зданий велико, т.к. именно они первыми воспринимают сейсмические толчки и передают их в верхние части строений. Чтобы предотвратить эту передачу, фундамент отделяют от надземной части или от основания с помощью сейсмоизолирующих элементов. В этом и заключается принцип сейсмоизоляции.

Существует три системы сейсмоизоляции. При использовании одной из них динамические характеристики строения сохраняются во время землетрясения, при другой они необратимо меняются, а при третьей «приспосабливаются» к сейсмическому воздействию. К первой системе относят фундамент с сейсмоизолирующим скользящим поясом, ко второй – фундамент с выключающимися связями, к третьей – фундамент с опорами сжатия и опорами растяжения.

Фундамент со скользящим поясом включает верхнюю обвязку и ростверк, между которыми введены фторопластовые пары и ограничители перемещений. При действии на здание сейсмических нагрузок происходит относительное смещение между ростверком и верхней обвязкой, что снижает нагрузки до величины сил трения между листами фторопласта. Смещение здания по отношению к фундаменту ограничивается безопасными пределами, определяемыми расстановкой ограничителей перемещений.

В России применение сейсмоизоляции зданий на кинематических опорах получило наибольшее распространение в двух сейсмических регионах Сибири: Иркутской и Кемеровской областях. Кинематические опорные элементы применяют для снижения горизонтальных сейсмических нагрузок на надфундаментные конструкции здания. Кинематический опорный элемент внизу свободно опирается на подпорную часть, а сверху шарнирно связан с надпорной частью. Шарнирная связь с надфундаментным строением обеспечивает его подвижность в горизонтальной плоскости по всем направлениям. Шарнирное соединение одновременно является и ограничителем перемещений.

В практике сейсмостойкого строительства получили распространение адаптивные системы, или выключающиеся связи. Сейсмоизоляция с выключающимися связями содержит жесткий элемент – упор – ограничитель перемещений и выключающиеся эле-

менты. Основная идея систем с выключающимися связями состоит в том, что выключающийся элемент жестко прикрепляется к связевому элементу и к основной несущей конструкции, обеспечивая жесткую связь вышележащих этажей и фундамента до определенных пороговых величин сейсмической нагрузки и перемещений. После превышения этих пороговых величин выключающийся элемент разрушается, в пределе разрушения связевой элемент играет роль демпфера, поглощающего энергию сейсмических колебаний.

Существует группа систем сейсмозащиты строительных объектов, которая строится на возможности основных элементов под динамической нагрузкой воспринимать существенные упругие деформации сжатия или растяжения. Отсюда два разных направления конструктивной реализации основной идеи: системы упругого сжатия, известные как опоры сжатия, и системы растяжения, известные как подвесные опоры.

Начиная с 70–80-х годов прошлого века, в строительстве все чаще стали применяться системы защиты от сейсмических воздействий на основе резинометаллических опор. Они относятся к системам упругого сжатия. Для предотвращения чрезмерной осадки зданий под нагрузкой собственного веса опоры выполняются жесткими в вертикальной плоскости и податливыми в горизонтальной. При этом, чтобы обеспечить возможность упругого бокового перемещения, они обладают малой жесткостью в горизонтальной плоскости. Благодаря упругим свойствам резины резинометаллические опоры обладают высокой прочностью при сжатии, растяжении и кручении. Система сейсмоизоляции с применением резинометаллических опор значительно увеличивает затухание колебаний и почти в два раза уменьшает реакцию здания при сейсмическом воздействии.

В отличие от ранее рассмотренных упругих опор сжатия, в опорах растяжения отсутствуют сжимаемые упругие элементы, зато присутствуют тяжи, воспринимающие растягивающие усилия веса амортизируемого объекта и сейсмического воздействия. При этом наиболее сложной оказывается задача крепления подвески несущей опорной системы к самому строительному объекту. Технически возможно обеспечить подвеску того или иного строительного объекта, однако при подвеске зданий и сооружений пришлось бы использовать специализированные инженерные сооружения, минимальная стоимость которых соизмерима со стоимостью самого строительного объекта. Более эффективным является вариант сейсмозащиты, представляющий собой комбинацию идеи подвески строительного объекта с идеей гибкой нижней части. Такой вариант широко применяется в практике многоэтажного строительства.

В строительной практике следует признать нежелательной и бесперспективной идею сейсмоизоляции строительных объектов посредством упругих опор растяжения из-за высокой стоимости и конструктивной сложности их изготовления, сложности эксплуатации.

Сейсмоизоляция применяется как при строительстве новых зданий, так и при реконструкции существующих. Сейсмоизоляция, в отличие от традиционных методов сейсмоусиления жилых и промышленных зданий, не требует изменения внешнего и внутреннего вида здания, не изменяет конструктивную схему и не нарушает архитектуру.

Существует множество патентов на сейсмоизолирующие конструкции фундаментов. Многие изобретения реализованы, а некоторые из них так и остались на изобретательском уровне. В настоящее время в мире построено несколько тысяч сейсмоизолированных зданий и сооружений, Россия занимает второе место по числу зданий с сейсмоизолирующими фундаментами.