

РАЗРУШЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Ковалева М.В., студентка гр. ПГС-306, Ажермачёв С.Г., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Показываются причины землетрясений, приводятся характерные виды разрушений при землетрясениях. Рассматриваются положения, с учетом которых производится проектирование сейсмостойких зданий и сооружений. Приводятся примеры сейсмоизолирующих систем.

Землетрясения, разрушения, сейсмоизоляция.

Земля находится в непрерывном движении, что приводит к огромным изменениям рельефа.

Землетрясения - серия упругих волн в твердых оболочках Земли, возникающих в результате нарушения упругого равновесия.

Непосредственными причинами землетрясений считают: образование тектонических разрывов, вулканизм, искусственное возбуждение и суммарное воздействие нескольких факторов. Наиболее многочисленные землетрясения происходят вдоль побережий Тихого океана и приуроченных к нему островных дуг. Здесь Тихоокеанская плита и несколько подчиненных плит медленно погружаются под континентальное окраины и островные дуги.

Землетрясения рассматривают как фазу циклического накопления и разрядки напряжений в определенном объеме и в конкретной геологической структуре Земли. Среди признаков, предвещающих землетрясение, являются аномальная деформация земной коры.

Интенсивность (сила) землетрясений определяется по его воздействию на людей, по степени повреждений зданий и других построек, по изменениям в горных породах и почвенном слое. Шкала интенсивности разработана в 1931 году Вудом и Нойманом. Она разбита на ступени (баллы от I до XII в порядке интенсивности). Степень повреждения зависит от грунтовых условий, размера и формы построения, прочности материалов. Величины интенсивности наносятся на карту и по ним проводятся изосейсты-линии, разделяющие участки с разной интенсивностью.

Энергия землетрясения, выделяющаяся в его очаге, оценивается по шкале магнитуд, разработанной Ч. Рихтером в 1935 году. Шкала основана на измерении максимальной амплитуды колебаний, записанной на сейсмограмме с помощью стандартного сейсмографа на расстоянии 100 км от эпицентра. Энергия землетрясения с магнитудой 4,0 больше энергии с магнитудой 3,0 приблизительно в 30 раз. Магнитуда определяется как десятичный логарифм амплитуды наибольшего колебания грунта.

В среднем на Земле в год насчитывают свыше 20 сильнейших и 100-120 потенциально разрушительных землетрясений. Гибнет в среднем около 10 тысяч человек. Ежегодно случается несколько восьмибальных землетрясений. Девятибальные происходят реже, например, Андижанское (1902), Гармское (1941), Чанекальское (1946), Ашхабатское (1948), Хаитское (1949), Средне-Байкальское (1959), Гадлийское (1976), из десятибальных отметим Кебинское (1911) в средней Азии, Муйское (1957) в Сибири, из одиннадцатибальных - Гоби-Алтайское (1957) на юге Монголии.

К числу наиболее разрушительных относится землетрясение в г. Спитаке (Армения), прошедшее 7-8 декабря 1988 года. Очаг располагался под городом на глубине 12...20 км. Интенсивность землетрясения в Спитаке составила 10 баллов, в Ленинакане - 9...10, в Кировокане и Степановане - 8...9, в Ереване - 6 баллов. Ускорения колебаний оснований в горизонтальном направлении в Ленинакане составляли 250...570 см/с² при периодах 0,18...0,25 с. Спитак был почти полностью разрушен. В Ленинакане разрушено или повреждено около 80% зданий. Наиболее разрушительными оказались каркаснопанельные здания серии 111. Эксперты отмечали низкое качество строительно-монтажных работ. Огромны человеческие жертвы. Периоды колебаний Спитакского землетрясения составляли 0,15...0,6 с. В этих же пределах находились периоды собственных колебаний зданий

высотой 5...9 этажей. Для обеспечения сейсмостойкости необходимо было бы обеспечить период колебаний механизмов сейсмоизоляции, равным 2...3 с.

Характерными видами разрушений при землетрясении в Армении явились:

- повреждение связей навесных панелей;
- разрушение сжатой зоны колонн с оголением и выпучиванием арматуры;
- разрушение опорных зон балок, ферм, подкрановых балок;
- разрушение ребристых плит с оголением продольной арматуры в опорных зонах продольных ребер, отрывом полок от продольных и поперечных ребер;
- искривление сжатых стоек и местные разрушения верхнего пояса ферм с оголением рабочей продольной арматуры;
- смещение с опор плит покрытия, балок, ферм из-за нарушения сварных соединений;
- полное разрушение крупнопанельных зданий из-за низкого качества материалов, конструкций и работ.

Все более ощутимыми становятся землетрясения, инициированные инженерной деятельностью человека. Вот некоторые примеры.

Закачка воды, зараженной радиоактивными отходами, в глубинные скважины в 1962-1970 гг. в районе Денвера штата Колорадо вызвала более 700 небольших землетрясений. Частота землетрясений соответствовала объему и давлению закачиваемой воды.

Известны случаи связи землетрясений с заполнением водохранилищ. Так, в 1935 году в США, на границе Штатов Невада и Аризона было закончено сооружение плотины Гувер на реке Колорадо. Когда уровень воды поднялся до 100 метров начались сейсмические толчки. Они были столь неожиданны, что их не фиксировали. Затем установили местную сеть сейсмологических наблюдений. За период 1937-1947 гг количество слабых землетрясений измерялось тысячами. Глубина большинства из них не превышала шести-восьми километров. В мае 1939 года, когда водохранилище заполнилось, область была потрясена сильным толчком, выделившим столько энергии, сколько все взятые вместе.

При проектировании зданий и сооружений выбор объемно-планировочных и конструктивных решений производится с учетом расчетной сейсмичности.

Здания должны иметь простую геометрическую форму без значительных перепадов на высоте. В случае необходимости предусматривается разрезка здания антисейсмическими швами до фундамента на отсеки правильной геометрической формы без перепадов по высоте. Вводятся ограничения на длину и ширину зданий (отсеков), расстояние между стенами, высоту этажей, периметры стен, вынос балконов, отношение высоты этажей к толщине стен и др. Антисейсмические швы устраиваются также между участками здания при расположении перекрытий на разных уровнях.

Проектирование сейсмостойких зданий и сооружений осуществляется с учетом следующих положений (принципов):

- учет сейсмических воздействий производится при интенсивности в 7, 8 и 9 баллов;
- расчет выполняется по первой группе предельных состояний на основное и особое сочетание нагрузок;
- снижение сейсмической нагрузки достигается уменьшением массы, наилучшим сочетанием динамической жесткости с характеристиками затухания колебаний;
- тщательное микросейсморайонирование территорий;
- равномерное распределение жесткостей и масс;
- обеспечение монолитности и равнопрочности элементов;
- создание условий, облегчающих развитие в элементах пластических деформаций;
- применение систем сейсмозащиты: конструкций с подвесными и Катковыми опорами, с односторонними включающимися или выключающимися связями, с гасителями колебаний между фундаментами и опорными частями зданий, с повышенными диссипативными свойствами в виде сейсмоизолирующего скользящего пояса в фундаменте, экранирование зданий, использование гравитационно-упругих систем сейсмоизоляции

В.В.Назина [83], ударных гасителей колебаний;

изучение влияния параметров гасителей на поведение амплитудно-частотных и импульсно-частотных характеристик;

повышение жесткости зданий или сооружений (устройство антисейсмических швов и поясов, армирование кирпичных стен, предварительное напряжение арматуры в стыках, применение материалов повышенной прочности, усиление армирования железобетонных конструкций и др.);

использование более обоснованных величин динамических характеристик материалов, конструкций, зданий и сооружений;

выбор рациональных конструкций фундаментов для конкретных видов зданий и инженерно-геологических условий;

внедрение опыта проектирования в других странах и учет результатов анализа разрушительных землетрясений;

повышенный контроль качества строительно-монтажных работ

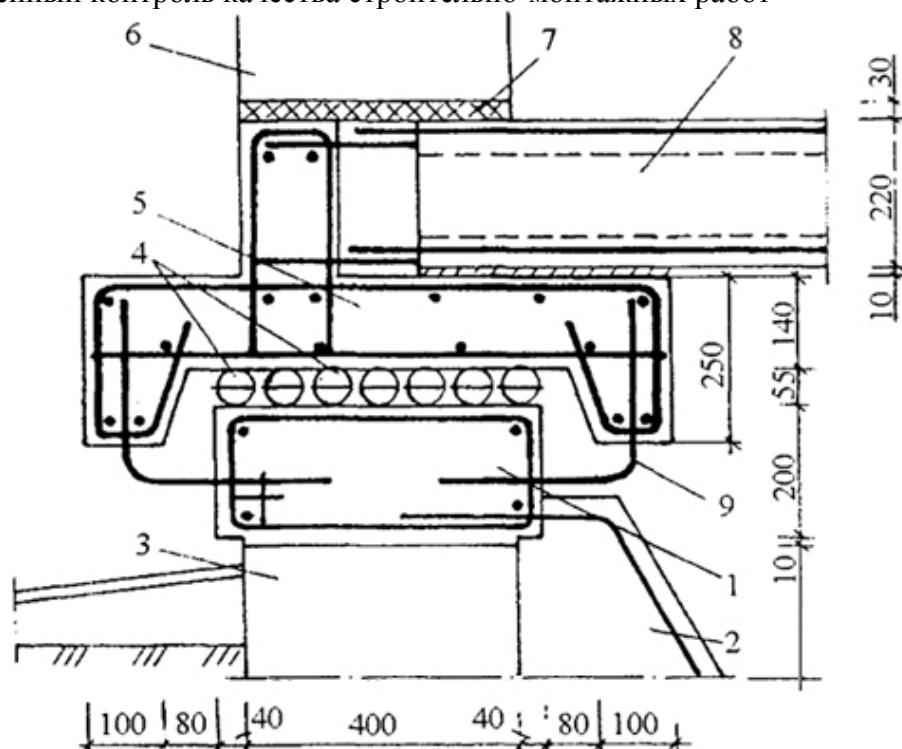


Рис. 1. Железобетонный механизм сейсмоизоляции на сферах:

1 - железобетонный пояс фундамента; 2 - контрфорс; 3 - фундамент; 4 - цементно-песчаный сфероид; 5 - железобетонный пояс стены; 6 - стена; 7- упругая прокладка; 8 - перекрытие над подвалом; 9 - условная тормозная связь

Сейсмоизолирующие системы разделяют на пять классов:

• опорные системы с безразличным положением равновесия на шаровых опорах (рис. 1);

• опорные системы с гибкими стойками;

• опорные системы с устойчивым положением равновесия на телах вращения;

• системы на маятниковых подвесках;

• системы с пневматическими, гидравлическими и шахт-кранами для защиты фундаментов;

• системы с кинематическими стойками (рис. 2).

К сейсмостойким конструкциям относят:

• кирпичные стены с повышенным сцеплением раствора с камнем;

• кирпичные стены с прокладкой в горизонтальных швах сеток;

• кирпичные, мелкоблочные и крупноблочные стены с вертикальным армированием стальными арматурными каркасами;

• кирпичные и мелкоблочные стены, усиленные горизонтальными антисейсмическими поясами;

- железобетонные каркасы со связями, диафрагмами жесткости, ядром жесткости, с заполнением каменной кладкой.
- стальные каркасы.

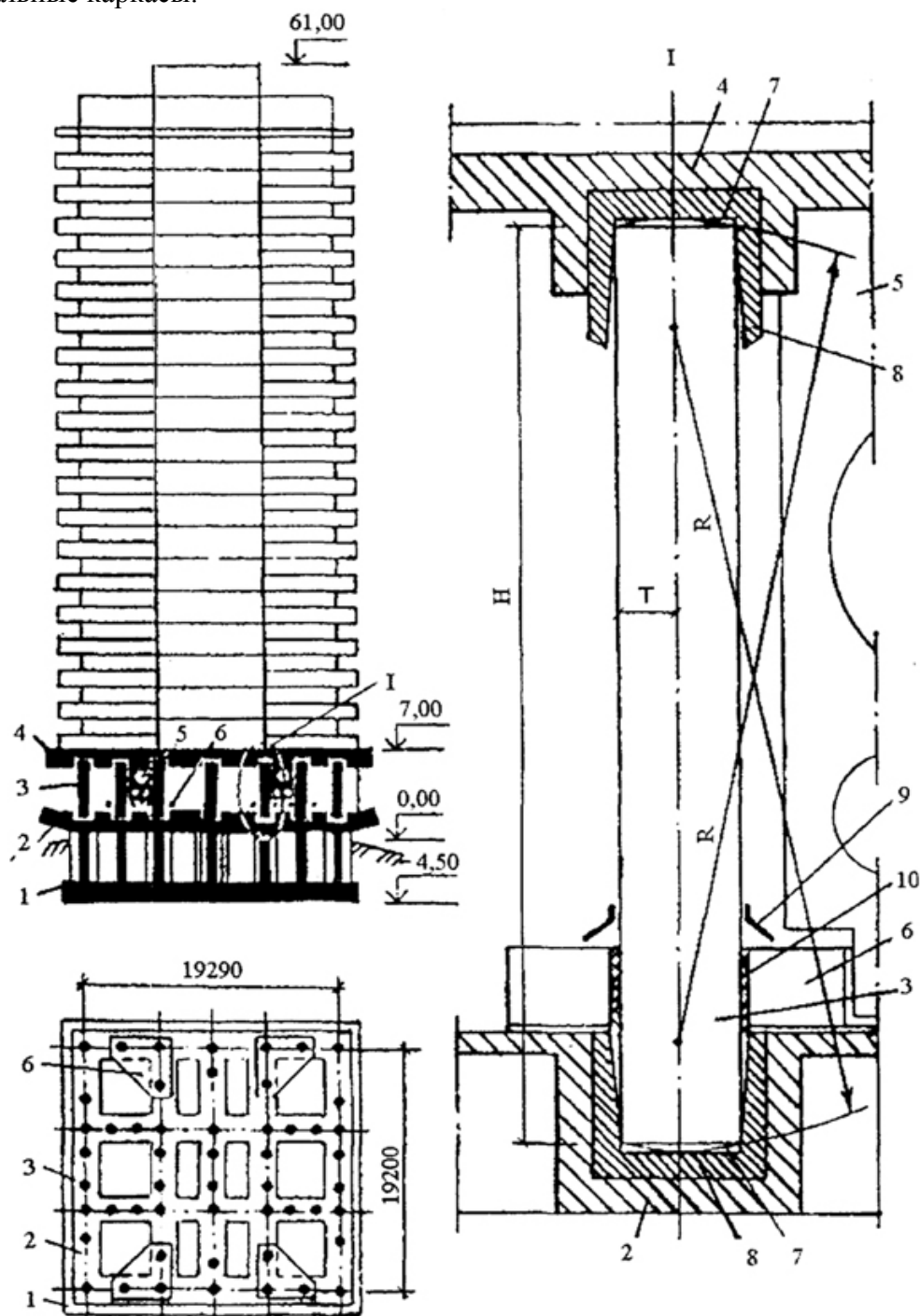


Рис. 2. Гравитационно-упругая система сейсмоизоляции (ГУСС):

1 - фундамент; *2* - нижний пояс системы; *3* - сферическая стойка; *4* - верхний пояс системы;
5 - тормозная связь; *6* - груз сухого трения; *7* - упругая прокладка; *8* - стакан; *9* - зонт; *10* -
 поролонная прокладка

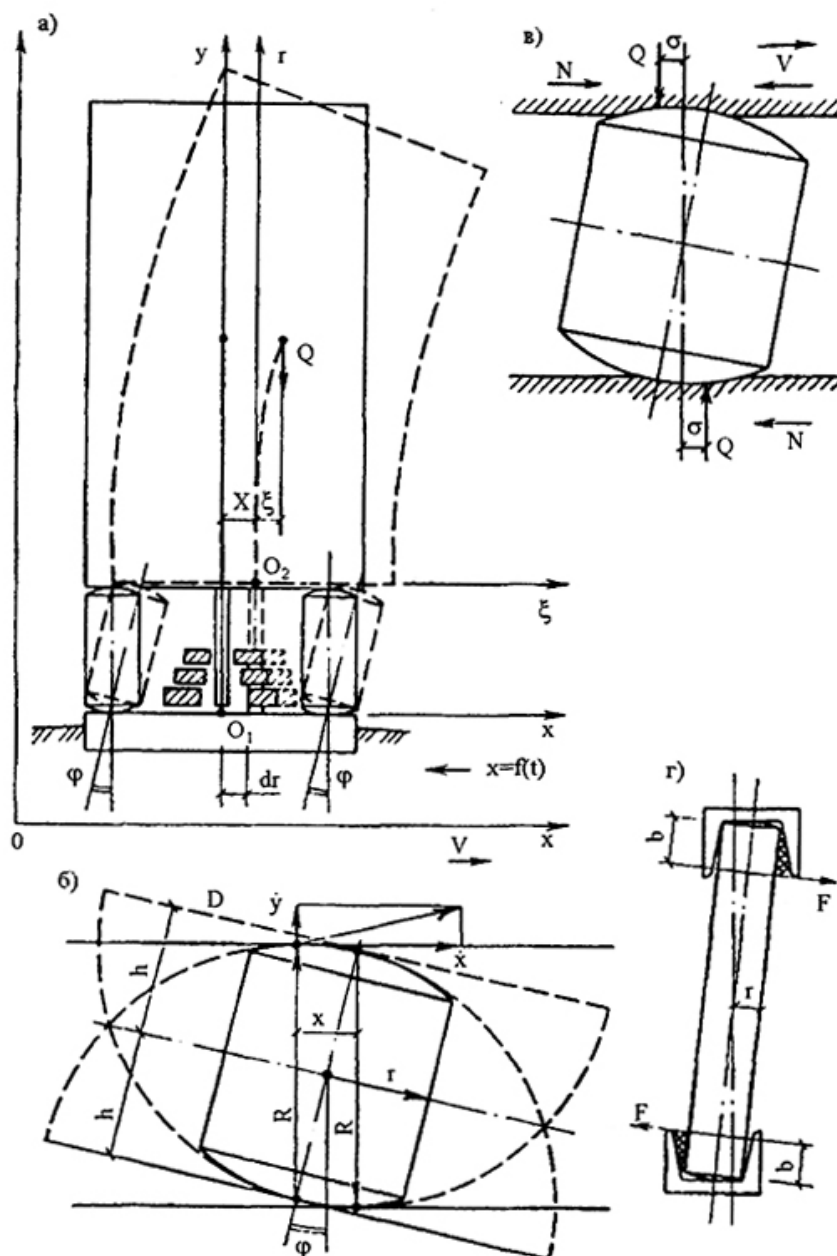


Рис. 3. Расчетная схема здания:

а) собственно схема; б) к определению обобщенной скорости системы; в) к определению силы активного сопротивления от образования площадки смятия; г) к определению упругой восстанавливающей силы

Гравитационно-упругая система сейсмоизоляции В.В. Назина.

Система (рис. 2, 3) представляет собой группу сборных железобетонных стоек высотой на этаж (3500...6500 мм). Торцы стоек очерчены по сфере радиусом величиной больше половины их высоты. Стойки помещены в сборные железобетонные стаканы с плоскими днищами и внутренними стенками, очерченными по форме усеченного конуса. Нижний стакан замоноличен в фундаменте, верхний - в перекрытии первого этажа зданий. Между сферой торца стойки и днищем стакана помещены упругие прокладки. Для погашения резонансных больших амплитуд колебаний предусматривается устройство, создающее силу сухого трения.

Период собственных колебаний системы сейсмоизоляции должен быть значительно больше, чем доминирующий период в спектре колебаний грунта во время землетрясения. Демпфирующая система, включающая элементы сухого трения, используется для необходимого демпфирования собственных колебаний конструкций и предотвращения больших амплитуд колебаний при резонансе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Пуме. Особенности проектирования многоэтажных зданий на аварийные нагрузки. «Строительная механика и расчет сооружений», 1977, №1.
2. Стругацкий Ю.М. Обеспечение прочности панельных зданий при локальных разрушениях их несущих конструкций. В сб. «Исследования несущих бетонных и железобетонных конструкций сборных многоэтажных зданий», МНИИТЭП, М., 1980.
3. Сендеров Б.В. Аварии жилых зданий. М., СИ, 1991.

УДК 624.21.01

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ УЗЛОВ ДЛЯ СООРУЖЕНИЙ СКВОЗНОГО ТИПА

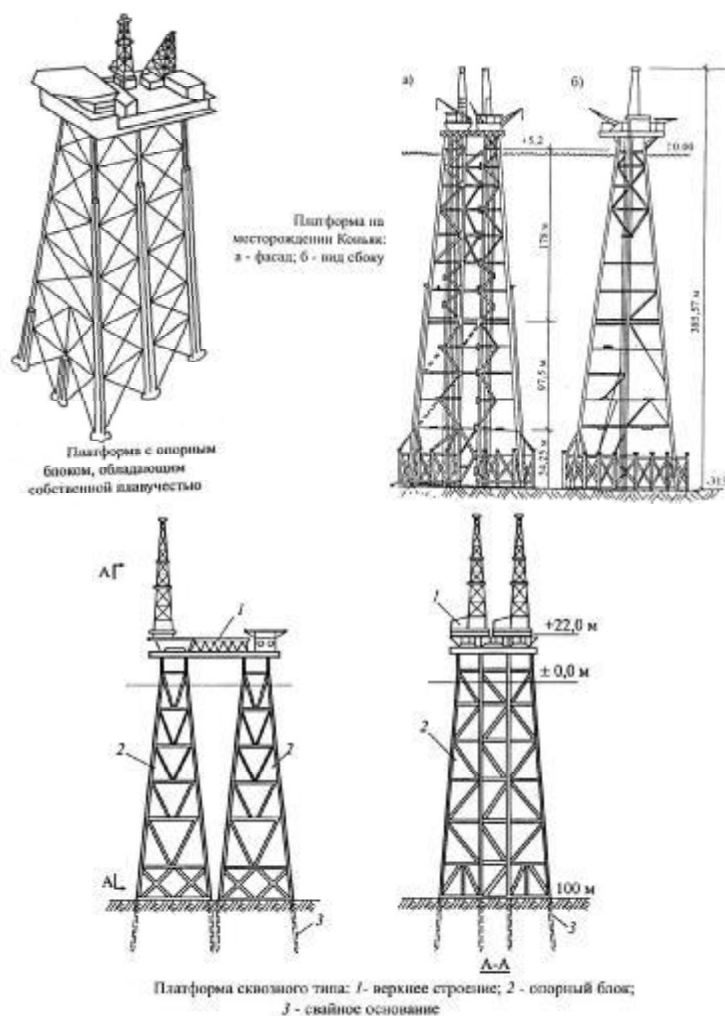
Кузьменко О.А., студентка гр. ПГС-301, Ажермачёв С.Г., к.т.н., доцент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Рассматриваются подходы к конструированию узлов для сооружений сквозного типа.

Узлы, соединяемые элементы, разрушение, расчетная схема, пространственная стержневая система.

К сооружениям сквозного типа относятся объекты, расчетная схема которых представляет собой пространственную стержневую систему.

К таким сооружениям можно отнести конструкции морских платформ.



Узлы платформ сквозного типа работают в условиях сложного напряженного состояния, которое в практических расчетах рассматривается как комбинация напряжений,