

ПРИНЦИПЫ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ
СЕЙСМОСТОЙКОСТИ
ЗДАНИЙ

Конструктивные схемы зданий, с точки зрения их реакции на сейсмические воздействия, разделяют на

- **жесткие,**
- **гибкие,**
- **смешанного типа,**
- **массивные.**

В зависимости от соотношения размеров в гибком сооружении могут проявляться деформации сдвига. Жесткие сооружения имеют стены и диафрагмы в плоскости действия сейсмических нагрузок. Преобладающими являются деформации сдвига. В сооружениях смешанного типа при действии горизонтальных нагрузок несущими являются изгибаемые вертикальные элементы

1 Снижение сейсмической нагрузки. В зданиях с жесткой конструктивной схемой снижение нагрузки достигается уменьшением веса конструкций; с гибкой схемой – наилучшим сочетанием динамической жесткости с характеристиками затухания колебаний.

2 Равномерное распределение жесткостей и масс. Стены располагают симметрично относительно продольной и поперечной оси здания. Само здание должно иметь простую форму. При сложной конфигурации его разделяют антисейсмическими швами на отсеки простой формы. Антисейсмические швы выполняют путем возведения парных стен и рам.

3 Принципы монолитности и равнопрочности элементов. Стыковые соединения располагают вне зоны максимальных усилий, возникающих при землетрясениях. В зданиях обеспечивают совместную работу стен и перекрытий, ригелей и

Обеспечение условий, облегчающих развитие в элементах конструкций пластических деформаций.

**При возможной перегрузке зданий во
время землетрясения конструкции не
должны разрушаться хрупко, а иметь
возможность пластической работы**

Каркасные здания.

Предпочтение отдается зданиям с поперечным несущим каркасом. Во время землетрясения преимущественно разрушаются узлы каркаса. Особенно значительно повреждаются основания стоек и узлы соединений ригелей со стойками. Осуществляется строительство зданий как с железобетонным, так и металлическим каркасом. При расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов допускается применение зданий с наружными каменными стенами и внутренними рамами. Высота таких зданий не должна превышать семи метров.

Каменные здания.

Несущие стены должны возводиться из каменных панелей или блоков, изготавливаемых в заводских условиях с применением вибрации, либо из кладки на растворах с добавками, повышающими сцепление раствора с кирпичом.

Для строительства в сейсмических **районах не допускается** применять камни с крупными пустотами и тонкими стенками, кладки с засыпками.

Кладки подразделяются на две категории по сопротивляемости сейсмическим воздействиям.

В основу положено значение временного сопротивления осевому растяжению по не перевязанным швам.

Первая – $R_{bt} \geq 180$ кПа, **вторая** – $R_{bt} \geq 120$ кПа.

При расчетной сейсмичности 7 баллов допускается применение кладки при $R_{bt} \geq 60$ кПа. В этом случае высота здания ограничивается тремя этажами, ширина простенков принимается не менее 0,9 м, а проемов – не более 2 м.

- Несущие стены здания в пределах отсеков выполняют из одного материала..
- Горизонтальные швы кладки армируют сетками, что способствует развитию пластических деформаций. Армируют сопряжения каменных стен. Для этого применяют горизонтальные сетки с площадью сечения продольной арматуры не менее 1 см^2 и длиной 1,5 м. Сетки ставят через 70 см по высоте при расчетной сейсмичности 7 – 8 баллов и через 50 см при 9 баллах.
- Несущую способность каменного здания повышают вертикальным армированием кладки, включением в нее вертикальных железобетонных элементов, арматура которых связывается с антисейсмическими поясами. Железобетонные обрамления связывают с кладкой арматурными сетками, запускаемыми в кладку на 70 см.

- В уровне перекрытий и покрытий каменных зданий устраиваются антисейсмические пояса по всем продольным и поперечным стенам. Они увеличивают сопротивляемость разрушению стен в углах и сопряжениях, препятствуют выпадению больших участков стен, обеспечивают пространственную работу здания, сближают периоды колебаний отдельных конструкций с разной динамической жесткостью. Железобетонные пояса обычно выполняются шириной, равной толщине стен, высотой 25 ... 50 см. Сечение арматуры определяется расчетом, но принимается не менее 4 \varnothing 10А-I при расчетной сейсмичности 7–8 баллов и не менее 4 \varnothing 12А-I при сейсмичности 9 баллов. Антисейсмический пояс верхнего этажа связывают анкерами с кладкой.
- Растягивающие усилия между элементами перекрытий воспринимаются специальными металлическими связями, сдвигающие усилия между плитами – сцеплением раствора или бетона, которыми заполняются пазы, и бетонными шпонками. Перемычки, как правило, устраиваются на всю толщину стены и заделываются в кладку на глубину не менее 350 мм. Лестничные площадки надежно анкеруют в кладке.

Специальные системы сейсмозащиты

В основании стен сохранившихся памятников архитектуры обнаружены мягкие прокладки (на уровне верха фундаментов) из камышитовых подушек, пластических глин и других местных материалов. Зодчие Средней Азии усиливали ослабленный стык сопряжения фундамента с цоколем. Толщина шва здесь достигала высоты кирпича. При строительстве мавзолеев в скалистом грунте котлованы заполняли рыхлой землей, песком и фундамент возводили по ним. При таком решении уменьшалась концентрация напряжений в фундаментах, а грунтовая подушка частично гасила высокочастотные колебания грунта при землетрясениях. Применялись и другие инженерные решения, направленные на снижение воздействий колеблющихся при землетрясениях фундаментах на подземные части зданий. Были предложены катковые опоры, фундаменты со сферическими концами.

увеличение сейсмозащиты

зданий:

- Конструкций с подвесными опорами;
- Конструкций с катковыми опорами; в том числе, катковыми опорами с гидравлическим демпфером;
- конструкций с односторонними включающимися и выключающимися связями (система во время землетрясений односторонним изменением жесткости избегает попадания в резонанс на какой-либо динамической частоте сейсмического воздействия);
- конструкций с гасителем колебаний (например, гидравлические демпферы) между фундаментом и опорными частями зданий;
- Конструкций с повышенными диссипативными свойствами в виде сейсмоизолирующего скользящего пояса в фундаменте; конструкций свайных фундаментов с высоким ростверком и повышенными диссипативными свойствами.

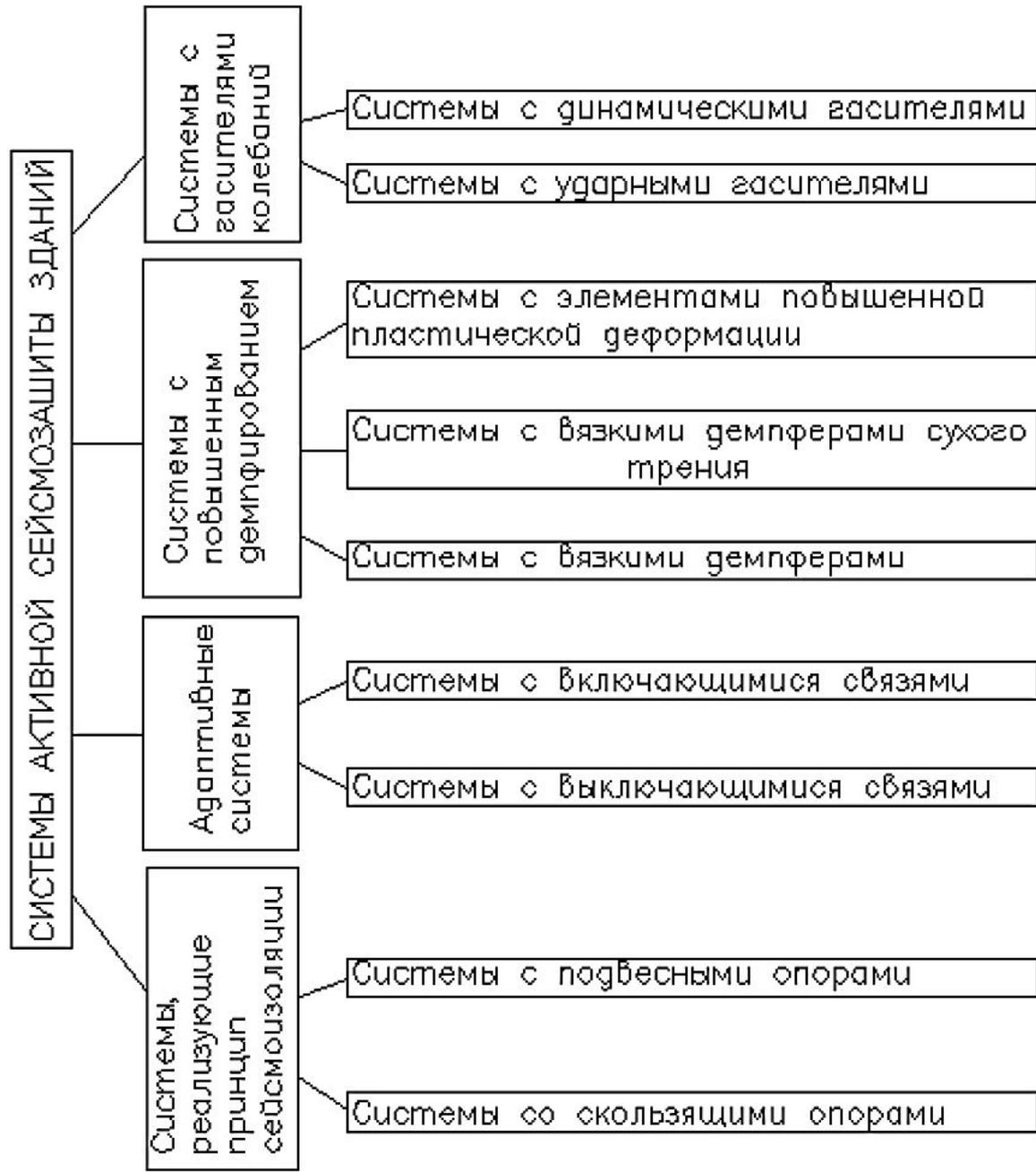
Конструктивные меры защиты эксплуатируемых зданий подразделяют на три группы:

- мероприятия по уменьшению перемещений и деформаций земной поверхности в пределах защищаемого здания;
- мероприятия по предотвращению повреждения конструкции;
- рекомендации по исправлению положения здания.

- К первой группе относятся: разделение зданий на отсеки с устройством деформационных швов; устройство компенсационных траншей вокруг здания; изоляция грунтового основания под зданием от сдвигающегося массива с помощью скважин глубокого бурения. Деформационные швы должны разделять смежные отсеки зданий по высоте, включая кровлю и, как правило, фундаменты. Компенсационные траншеи применяют для защиты зданий от горизонтальных деформаций сжатия. Их устраивают на расстоянии 1 ... 3 м от здания под углом 20° к направлению действия горизонтальных деформаций земной поверхности. Траншеи отрывают на 20 см ниже подошвы фундаментов.
- Ко второй группе относятся следующие: усиление фундаментов и стен железобетонными поясами; усиление опорных сечений балок и колонн, плит, панелей; увеличение площади опирания плит, балок, прогонов и ферм, узлов их сопряжения с опорными и пролетными конструкциями. Для уменьшения влияния горных выработок на колонны, столбы и стены рекомендуется устраивать гибкие связи – распорки между фундаментами в уровне их подошвы. Стены бескаркасных зданий усиливают с помощью железобетонных поясов, металлических тяжей, железобетонных и металлических шпонок. Междуюконные простенки усиливают с помощью железобетонных и металлических обоев.
- К третьей группе конструктивных мер относятся различные методы исправления положения зданий: подъем конструкций или частей зданий гидравлическими домкратами; опускание здания путем разработки слоя грунта под фундаментом; экранирование зданий с целью изоляции от разрушительного действия землетрясений за счет неодинакового распределения сейсмических волн в различных средах; предварительное натяжение арматуры в стыках наружных стен.

СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ СЕЙСМОЗАЩИТЫ

При применении систем активной сейсмозащиты уменьшаются сейсмические нагрузки на надземные конструкции зданий и сооружений, вследствие чего повышается надежность их работы при землетрясениях, снижается материалоемкость и сметная стоимость объектов строительства, расширяются области их применения в районах с разной степенью сейсмической активности.



СИСТЕМЫ С ГИБКОЙ НИЖНЕЙ ЧАСТЬЮ НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЯ

- *Резинометаллические опоры*

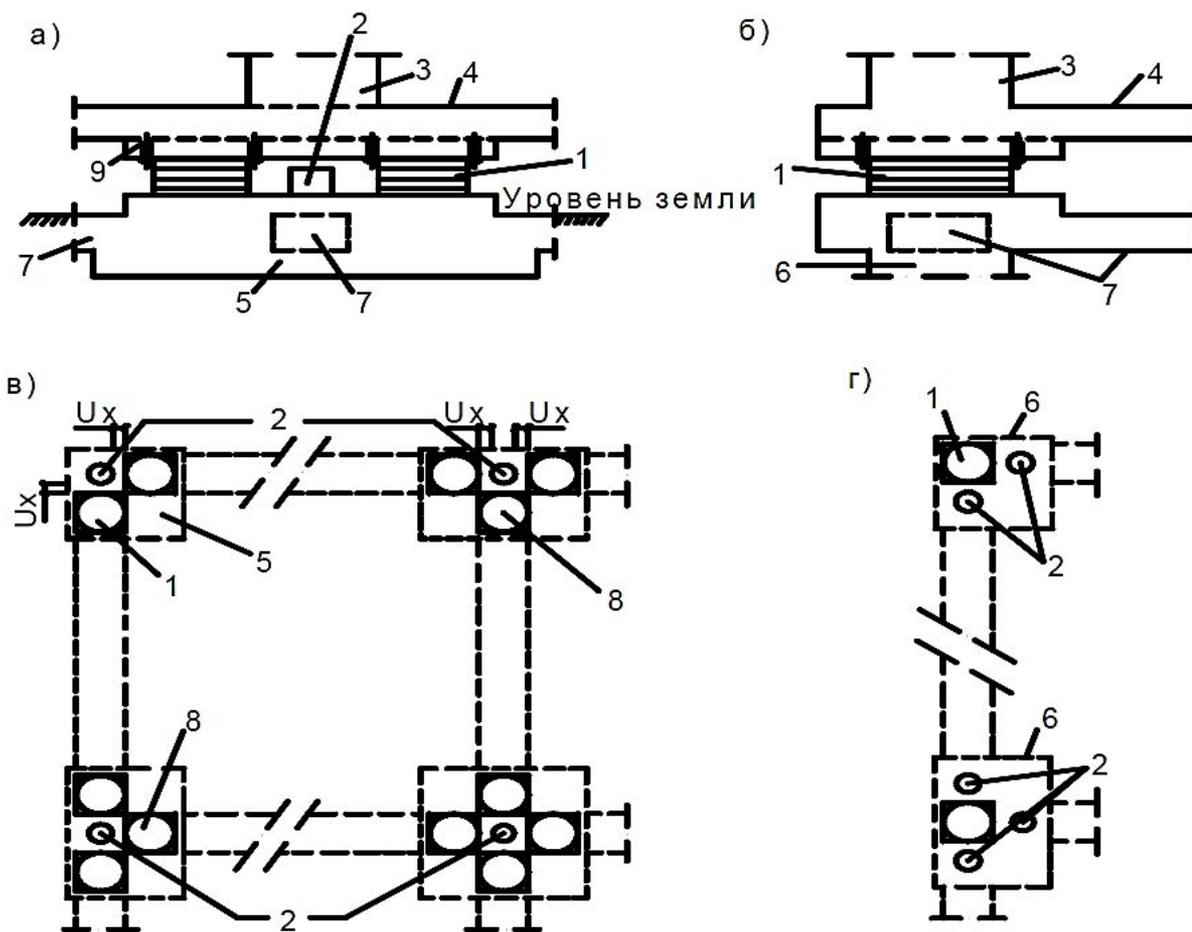
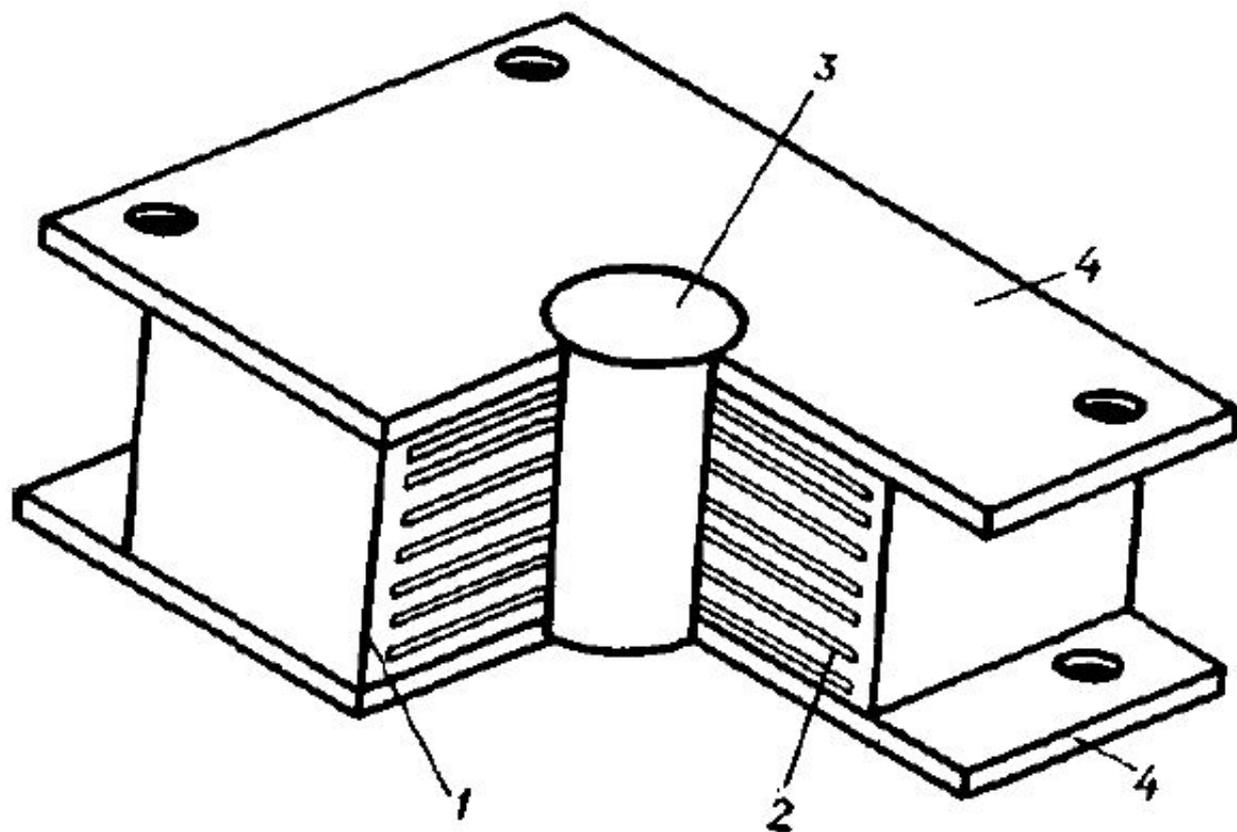


Рисунок 3.2.1 - Схема размещения сейсмоизолирующих многослойных резинометаллических опор (Франция):
 а – на фундаментной плите; б – на капители колонн подземной части здания; в, г – варианты возможного расположения в плане сейсмоизолирующих опор и ограничителей перемещения:
 1 – сейсмоизолирующая резинометаллическая опора; 2 – ограничитель;
 3 – колонна первого этажа здания; 4 – плита перекрытия первого этажа;
 5 – фундаментная плита; 6 – колонна подземной части здания с капителью; 7 – фундаментная балка; 8 – третья возможная опора;
 9 – анкерный болт



Конструктивная схема резинометаллической опоры со свинцовым сердечником (Новая Зеландия)

*1 - каучук (резина); 2 - внутренний стальной лист;
3 - свинцовый сердечник; 4 - опорный стальной лист*





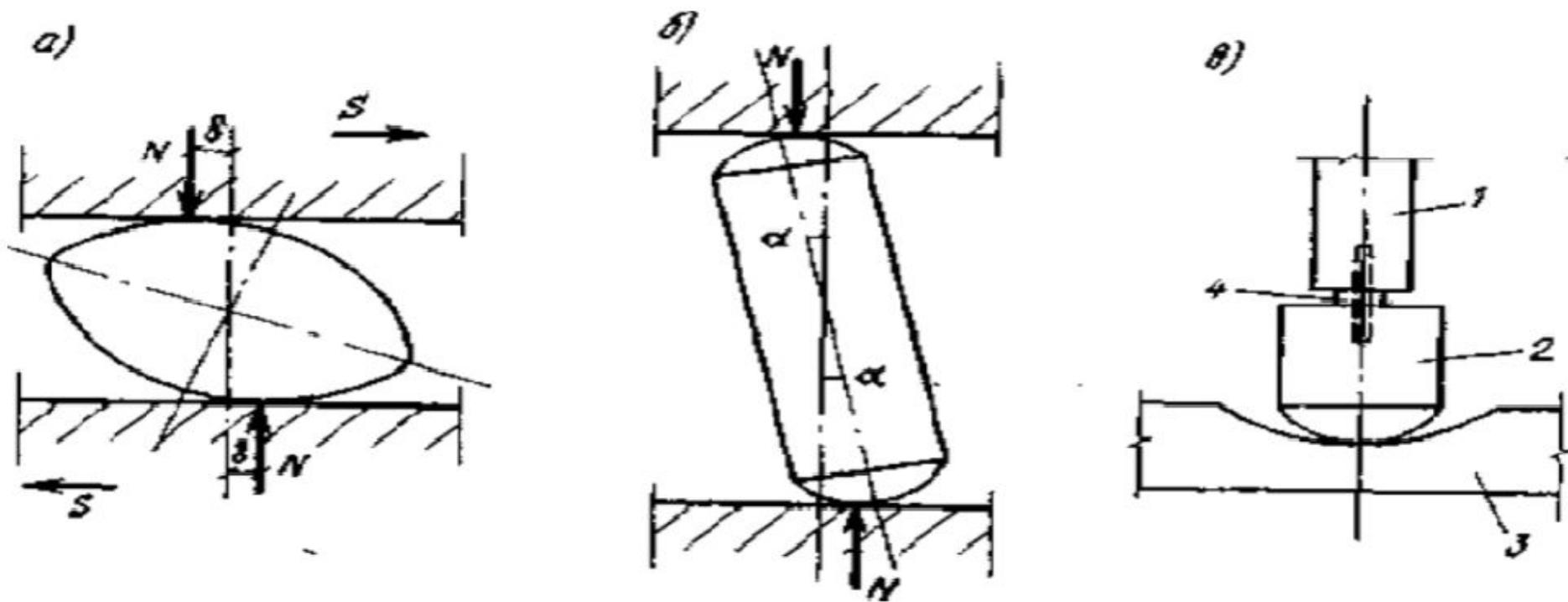






Системы с кинематическими опорами

Предложений об использовании опор качения как средства сейсмоизоляции зданий появилось очень много, но их применение в практике сейсмостойкого строительства встречается довольно редко.



Кинематические опоры,
используемые для сейсмоизоляции зданий

а - эллипсоиды вращения; б - стойка со сферическими поверхностями торцов; в -
опора конструкции

1 - колонна; 2 - подколенник; 3 - опорная плита; 4 - центрирующая шайба



36-1
01-2
P-095
17.01.05
0TK

36-2
01-2
P-095
17.01.05
0TK

36-1
01-2
P-095
17.01.05
0TK





Стена здания

Кинематический
фундамент

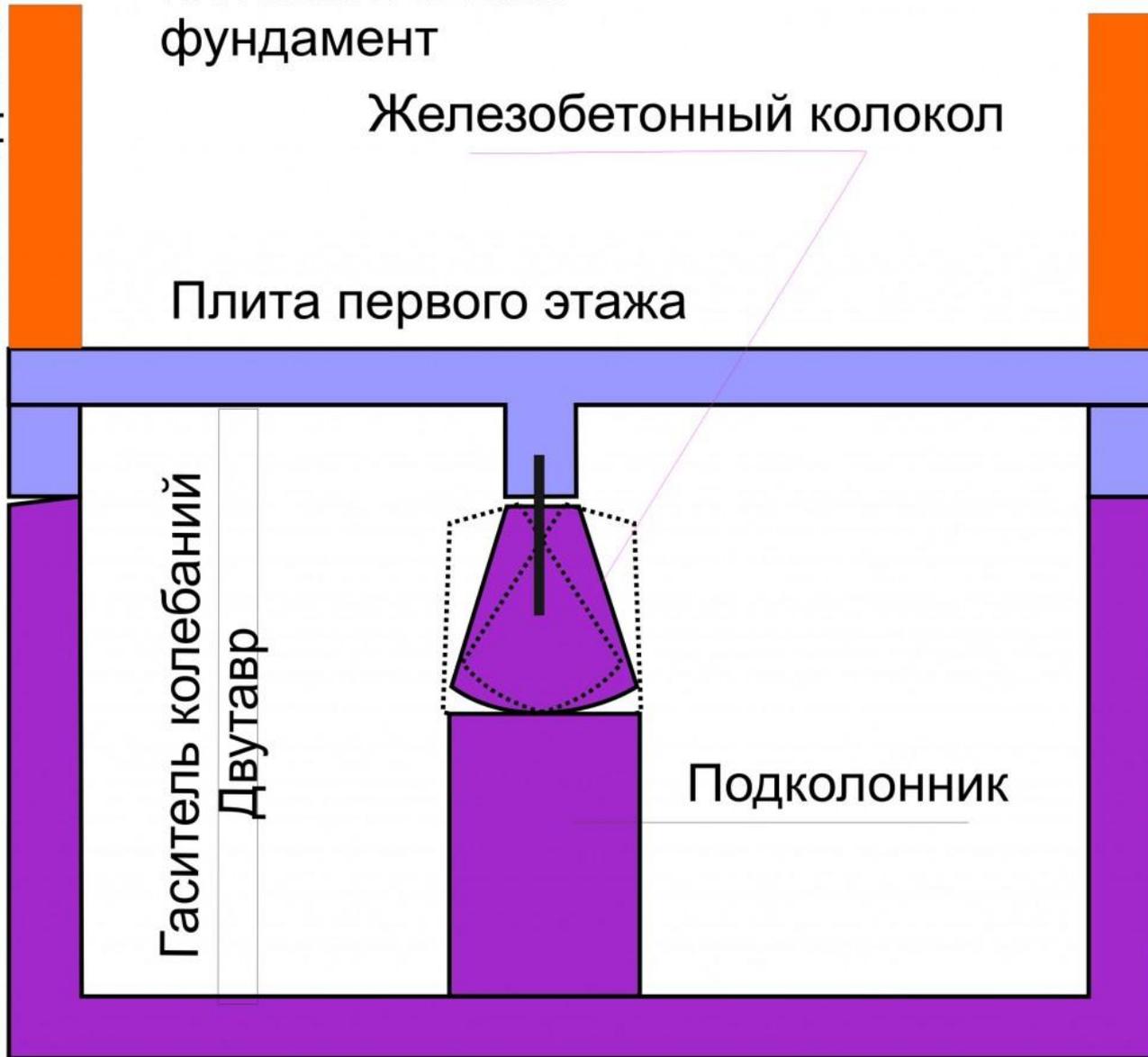
Железобетонный колокол

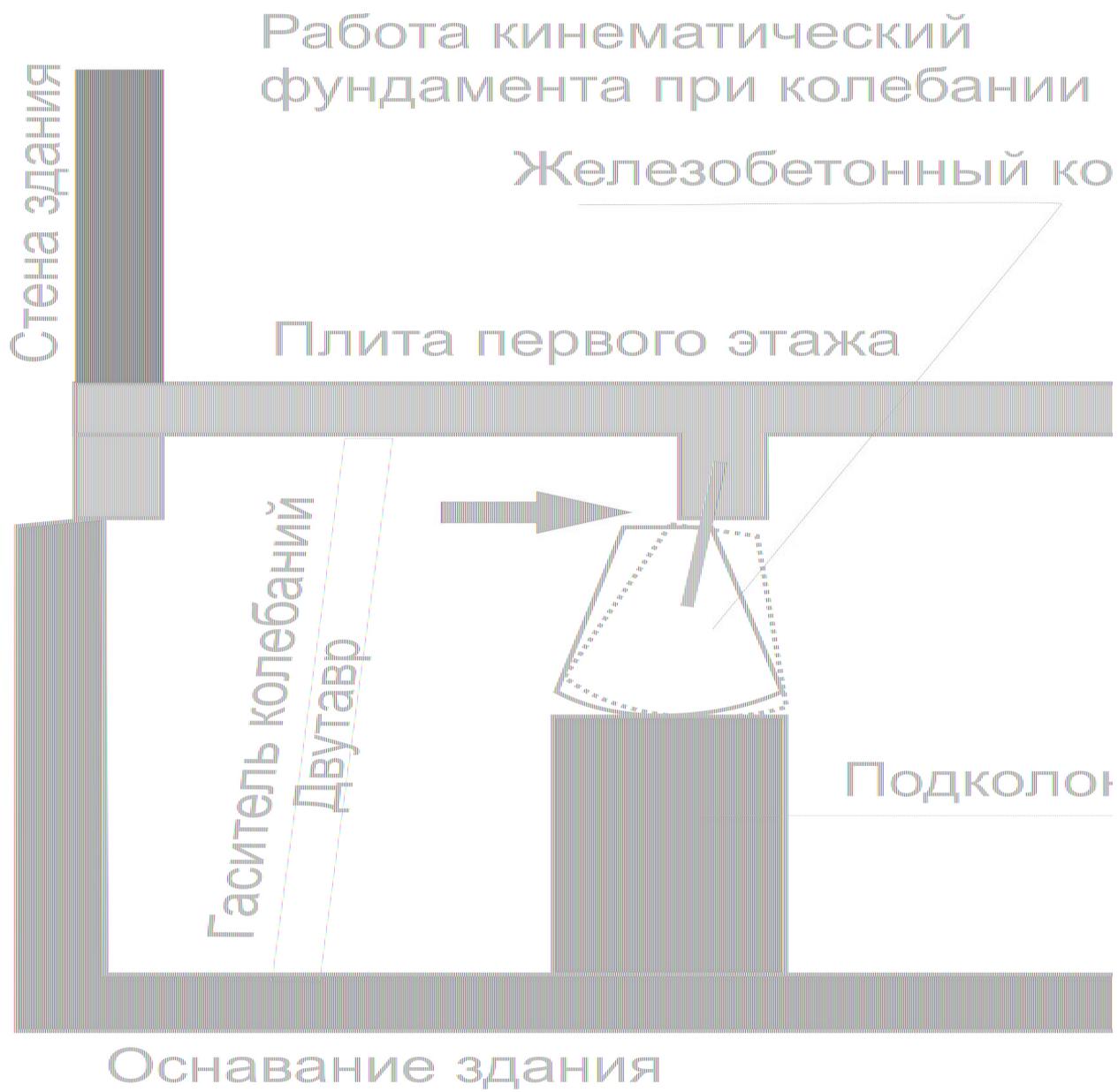
Плита первого этажа

Гаситель колебаний
Двухтавр

Подколонник

Основа здания





К недостаткам данной системы следует отнести следующее:

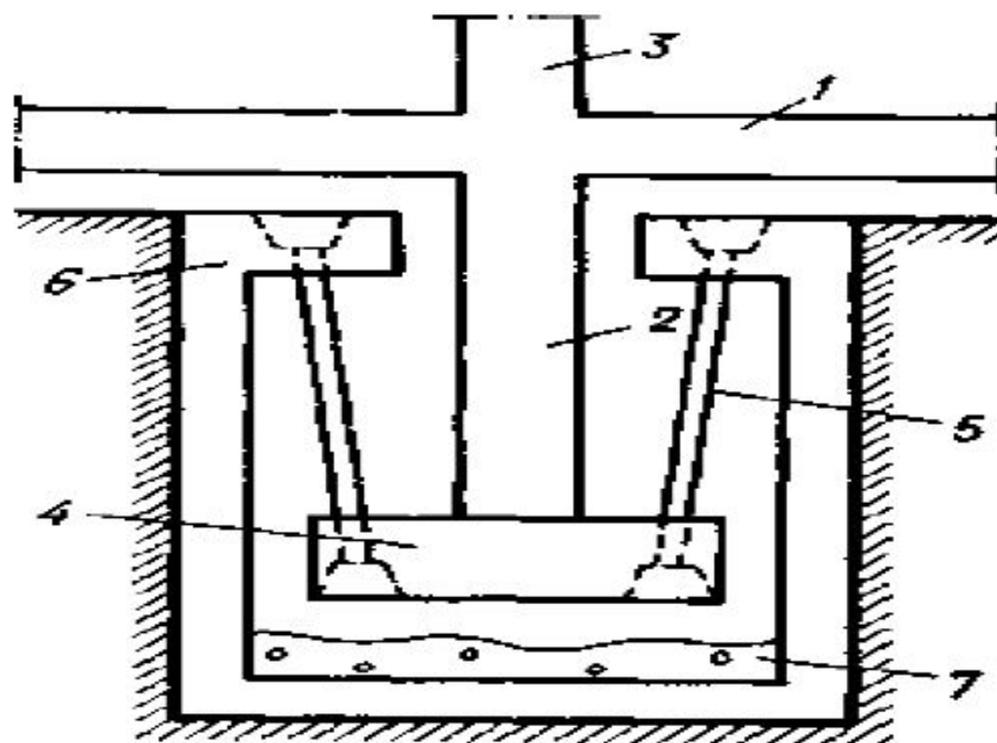
Изготовление стоек со сферическими торцами и специальными высокопрочными контактными поверхностями требует высокой точности, присущей скорее машиностроительному производству, чем строительной технологии. Кроме того, при наклонах стоек возникают существенные местные напряжения, для восприятия которых требуется дополнительная арматура, что приводит к увеличению расхода стали. Все это, а также повышенная точность при монтаже приводит к существенному возрастанию трудоемкости и стоимости конструкций. Более экономичной и простой при монтаже представляется система сейсмоизоляции с кинематическими опорами конструкции, примененная для четырехэтажного здания в г. Навои. Нижние основания кинематических опор, имеющие выпуклую сферическую поверхность опирания размещаются в сферических выемках опорной плиты фундамента, а верхние основания их соединяются шарнирно с колоннами посредством центрирующей шайбы.

Системы с подвесными опорами

- Идея гибкой подвески здания для снижения его сейсмической реакции была реализована в ряде проектов. В 60-х годах в Ашхабаде было построено трехэтажное здание с сейсмоизоляцией системы Ф.Д. Зеленкова, где наземные конструкции с помощью тяжей и пружин подвешивались к стенам, монолитного фундамента. В отличие от других предложений такая система должна была снижать как горизонтальные, так и вертикальные колебания.
- Однако опыты Туркменского института сейсмостойкого строительства не подтвердили предполагаемые большие значения периодов собственных колебаний здания, указав на сравнительно большую жесткость конструкции.

К преимуществам таких зданий относятся:
увеличение доли полезной площади помещений, меньшая чувствительность к неравномерным осадкам фундаментов, уменьшение объемов работ по возведению фундаментов.

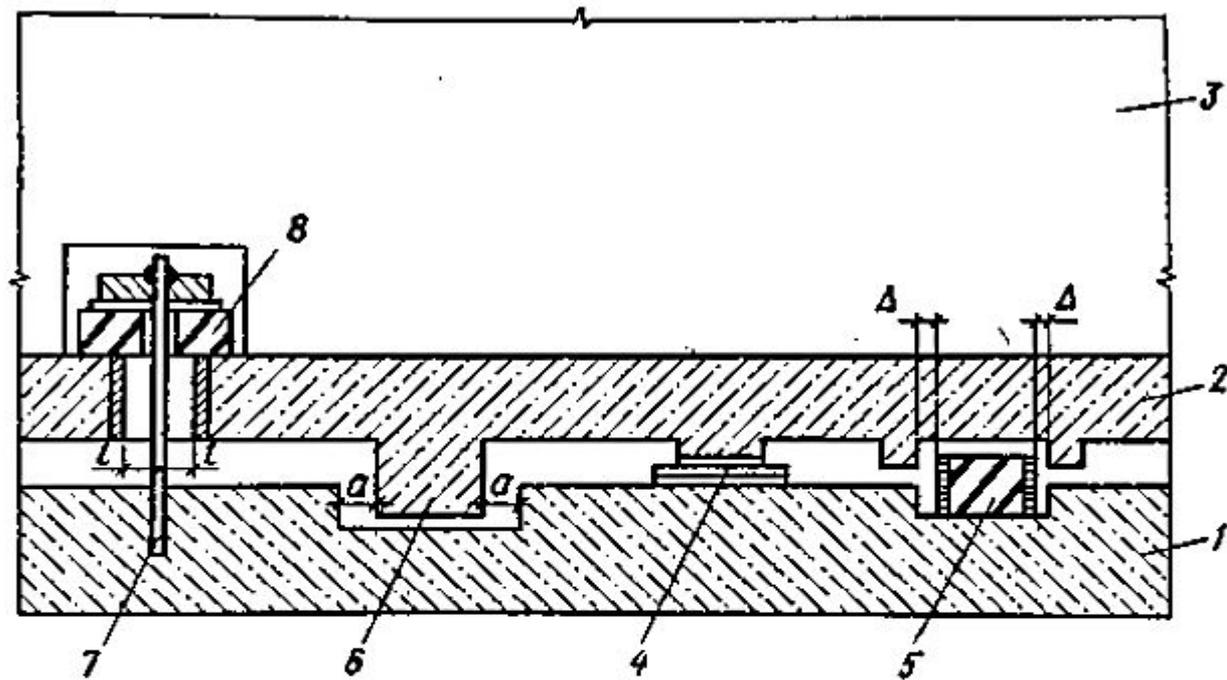
Недостатки таких систем остаются теми же, что и для указанных выше конструктивных решений систем с подвесными опорами. Одним из возможных направлений улучшения системы сейсмоизоляции с подвешенными этажами, повышения ее надежности является применение в перекрытиях узлов сухого трения.



Сейсмоизолирующий фундамент с подвесными опорами
*1-ростверк; 2-опора под колонну; 3-колонна; 4-плита под опорой;
5-преднапряженный железобетонный тяж; 6-верхняя плита колодца;
7-слой песка*

**Системы с
сейсмоизолирующими
скользящими опорами и
скользящими поясами**

Сейсмоизолирующий скользящий пояс выполняется в виде ряда опор, расположенных между фундаментом здания и надземными конструкциями, как правило, в местах пересечения продольных и поперечных стен. Каждая опора имеет две пластины — из нержавеющей стали и фторопласта-4. Благодаря низкому коэффициенту трения скольжения в опорах ($f = 0,05—0,1$), при превышении инерционными нагрузками определенного уровня здание начинает проскальзывать относительно фундамента. С этого момента усилия от сейсмических нагрузок в элементах несущих конструкций практически не изменяются. Для обеспечения надежности зданий в системе предусмотрены упругие и жесткие ограничители горизонтальных и вертикальных перемещений. Принципиальная схема элементов сейсмоизолирующего пояса для зданий жесткой конструктивной схемы показана на рис.



- Схема элементов сейсмоизолирующего скользящего пояса

1 — верхняя обвязка фундаментов (стен подвала или технического подполья);

2 — ростверк; 3 - надземные конструкции здания; 4 - скользящая опора;

5 - упругий ограничитель горизонтальных перемещений (демпфер);

6 — жесткий ограничитель горизонтальных перемещений (упор); 7 - ограничитель вертикальных перемещений (вертикальная связь); 8 — вертикальный амортизатор

Для создания упругоскользких опор под оборудование Армянской АЭС применяется трехслойный наирит (резиновая сборка, армированная алюминиевыми пластинами). Освоение отечественной промышленностью выпуска фторопластов позволяет по-новому конструктивно решать элементы скользящего пояса и обеспечить высокую надежность его работы.

Выбор фторопласта-4 в качестве одного из материалов скользящей пары обусловлен его специфическими характеристиками: плотность 2,12-2,28 г/см³, предел прочности на сжатие 2 МПа, предел прочности на растяжение 14-25 МПа, модуль упругости при сжатии 700 МПа, относительное удлинение при разрыве 250-500 %.

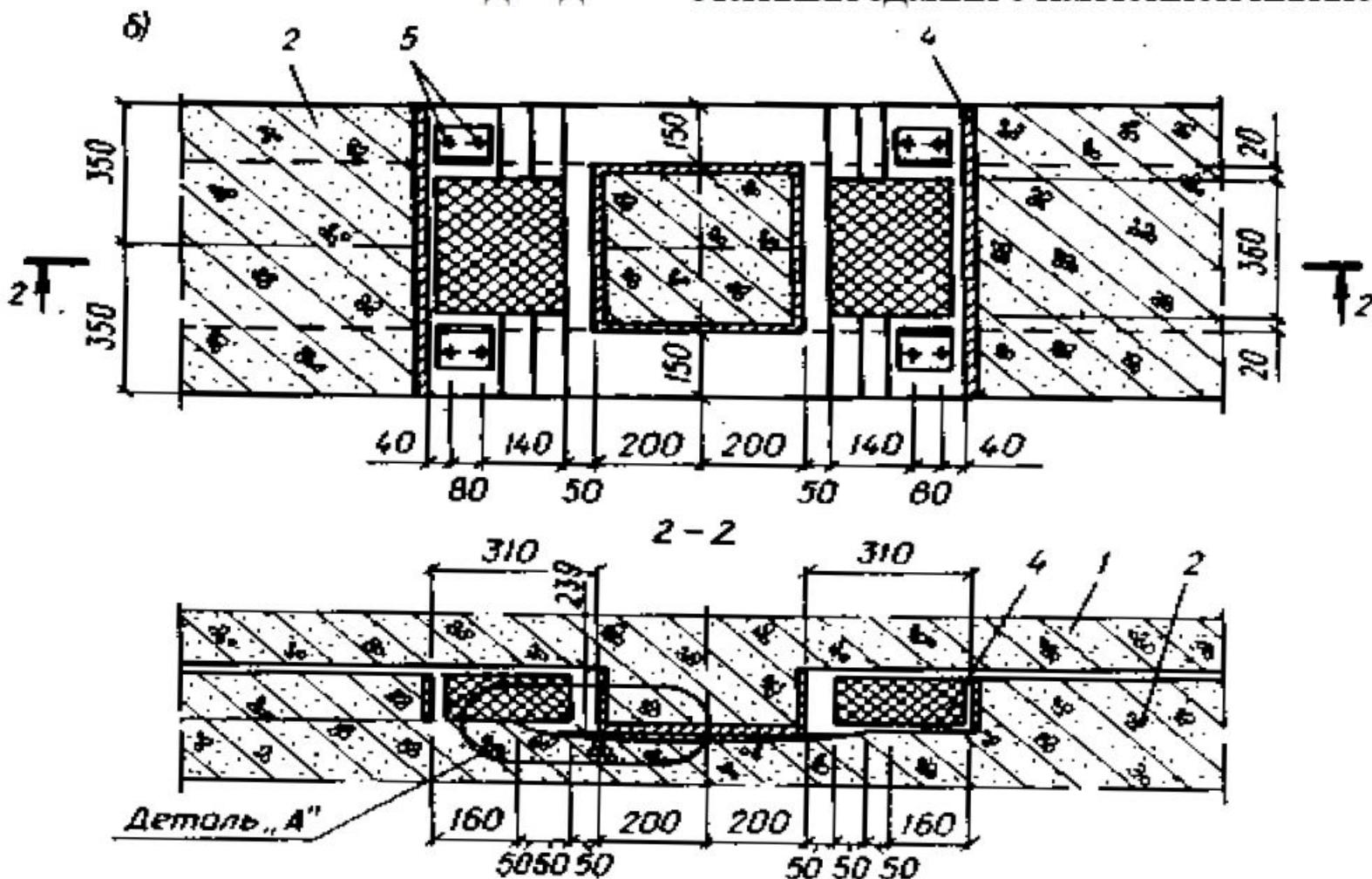
Фторопласт нетеплопроводен, сохраняет работоспособность в интервале температур от —269 до +260°С, не поглощает воду, химически стоек к кислотам, щелочам и органическим растворителям, не горит, стоек к воздействию грибков и бактерий, отлично подвергается механической обработке, обладает высоким электрическим сопротивлением, практически не стареет. Коэффициент трения по стали 0,04—0,08 (в некоторых пасах до 0,02).

Фторопласт выпускается промышленностью в широком ассортименте. Пластины толщиной 4-6 мм используются для экспериментальных зданий (расход фторопласта на 3-5-этажные здания не превышает 12— 26 кг, а на девятиэтажные крупнопанельные дома с общей приведенной площадью 3,0 тыс. м² -140-160 кг).

Размеры скользящей опоры определяются расчетом при давлении на фторопласт не более 8 МПа. Размеры пластин из фторопласта обычно принимают 20x20 или 25x25 см для пятиэтажных зданий и 40x40 см — для девятиэтажных зданий, а пластин из нержавеющей стали толщиной 2 мм на 20-30 см больше. Каждая пластина прикрепляется к стальным закладным деталям (плитам), которые замоноличиваются в ростверке и в верхней обвязке стен фундамента (подвала или технического подполья). Допускается также расположение сверху как пластин из фторопласта, так и пластин из нержавеющей стали. Шаг опор - не более 3,6м.

В настоящее время для строительства зданий рекомендуются опоры совмещенного типа (рис.3.2.6.), в которых в пределах одного устройства размещаются сами опоры, упругие и жесткие ограничители перемещений. Скользящие опоры, типа показанного на рисунке 3.2.6, *а*, можно применять для зданий высотой до пяти этажей включительно. Скользящая опора на рисунке 3.2.6, *б*, выполняется с наклонными участками нижней пластины, с переменным углом наклона (3° и 6°).

ДЛЯ ДЕВЯТИЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ С НАКЛОННОЙ НИЖНЕЙ ПЛАСТИНОЙ;



- 1 - железобетонный ростверк; 2 - упор; 3 - скользящая опора;
 4 - резинометаллический демпфер; 5 - анкерный болт защитного уголка;
 8 - нижняя стальная пластина

В целом применение сейсмоизолирующего скользящего пояса, по результатам экспериментального проектирования и строительства, позволяет:

- сократить расход стали на 7—10 кг/м приведенной общей площади, или на 7-12 %;
- снизить сметную стоимость зданий на 3-6 %;
- расширить области применения типовых конструкций путем застройки районов с повышенной сейсмичностью, повышения высоты зданий при использовании тех же конструкций.

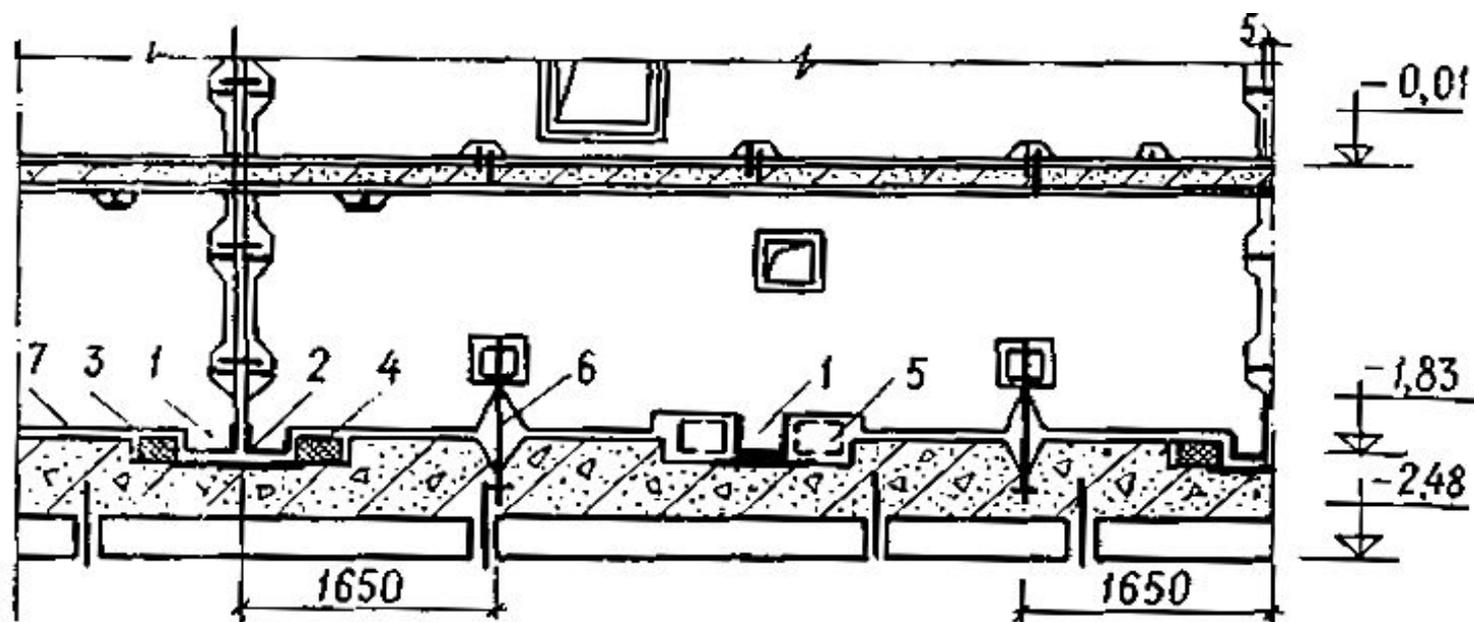


Схема сейсмоизолирующего скользящего шва КПД

- 1 - опорные выступы из цокольных панелей; 2 - пластины из фторопласта; 3 - пластины из нержавеющей стали; 4 - резиновый демпфер; 5 - гидравлический домкрат; 6 - упругий ограничитель вертикальных перемещений; 7 - зазор

Адаптивные системы

Системы односторонних выключающихся и включающихся связей, располагаемых между элементами каркаса и диафрагмами жесткости нижнего этажа или двух этажей здания, предназначены для изменения его динамических характеристик после превышения определенного порогового усилия в конструкциях или сопряжениях. При этом за счет увеличения периодов собственных колебаний зданий происходит их отстройка от максимальных амплитуд колебаний грунта, и усилия в конструкциях резко снижаются, предотвращая повреждения.

- Кучеренко была разработана конструкция зданий с выключающимися связями, а совместно с Герсегованова - систем с включающимися связями

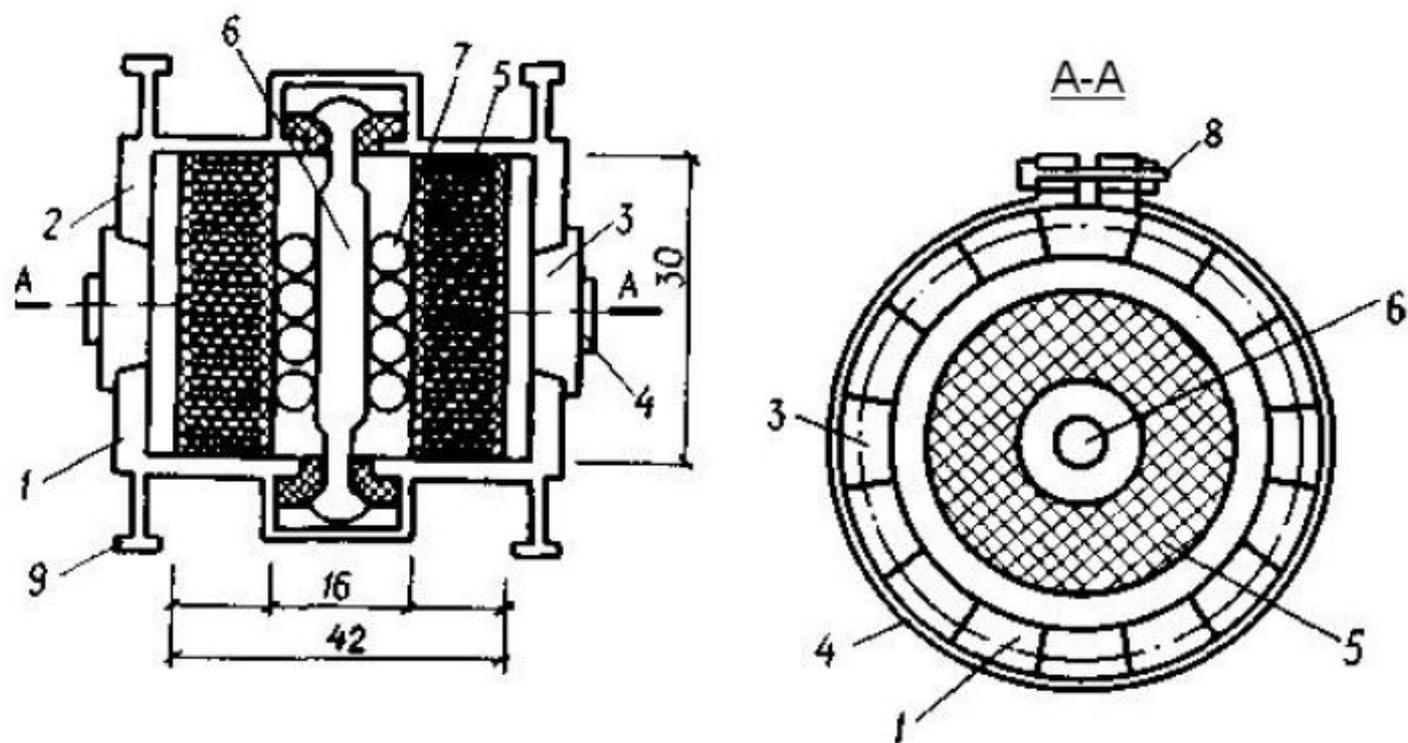
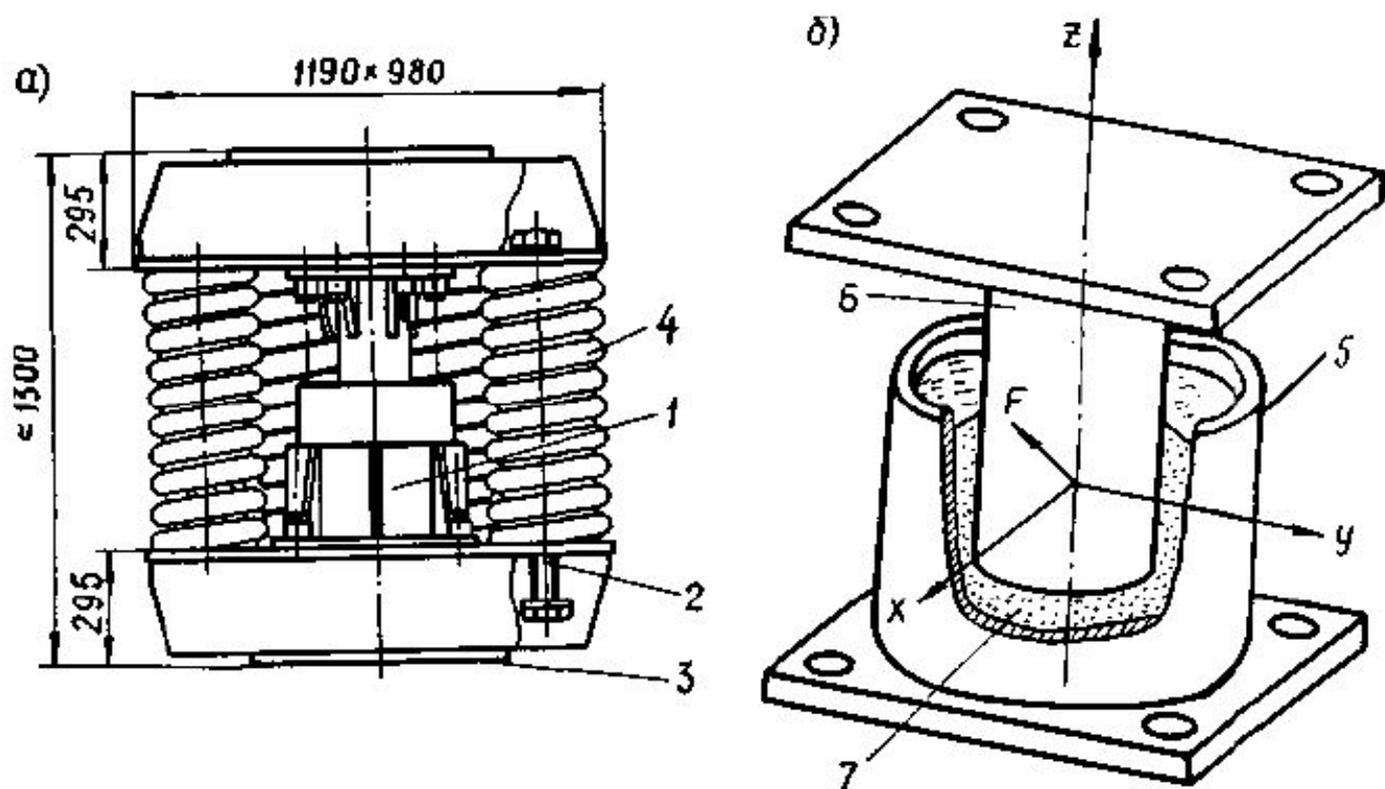


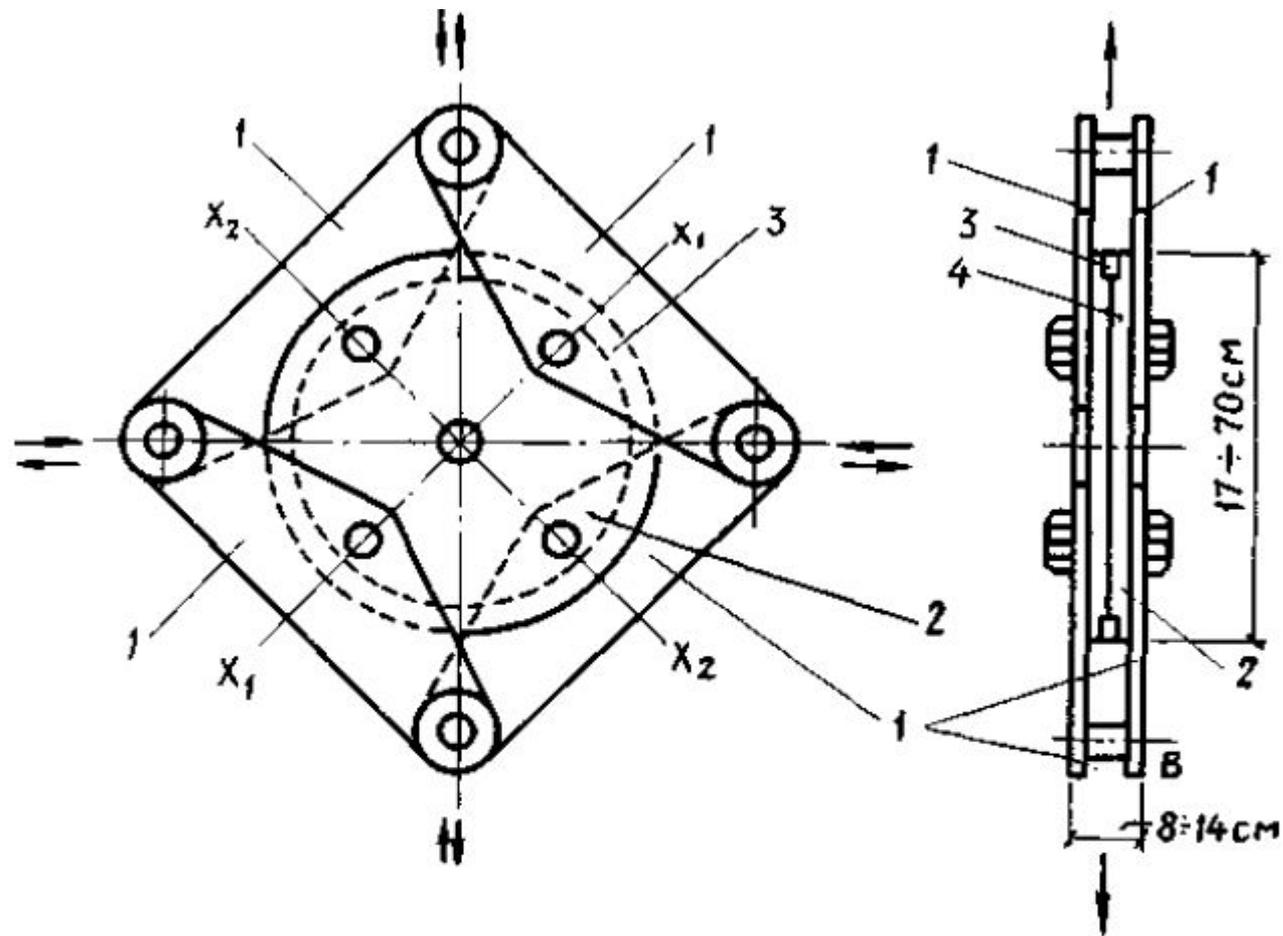
Рисунок 3.3.1 - Конструктивная схема опоры с выключающимися связями жесткости и с включающимися податливыми слоистыми опорами:
 1 - нижняя часть кожуха; 2 - верхняя часть кожуха; 3 - клин; 4 - запорное кольцо; 5 - резинометаллическая опора; 6 - стабилизирующий стержень;
 7 - стабилизирующие кольца; 8 - болтовое соединение запорного кольца;
 9 - анкер

Системы с повышенным демпфированием



Конструктивная схема пружинного виброизолятора системы GERB (а) и вязкого демпфера VES (б):

1-поршневой вязкий демпфер VES; 2-болт; 3-опорная плита; 4-пружина;
 5-корпус; 6-поршень; 7-вязкая жидкость



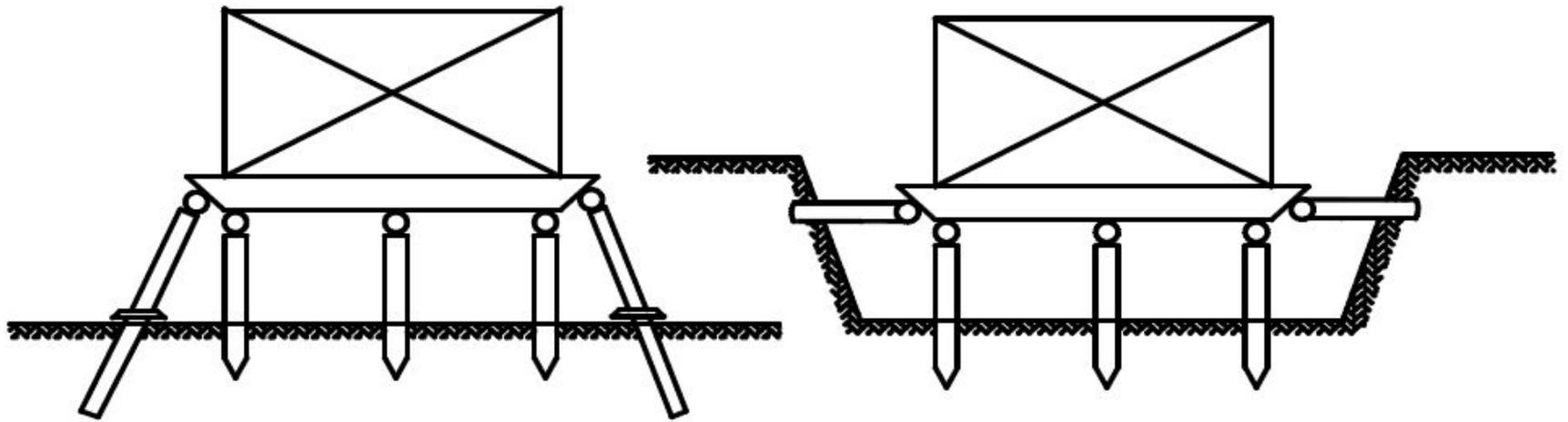
· Схема демпфера вязкого типа (Япония):

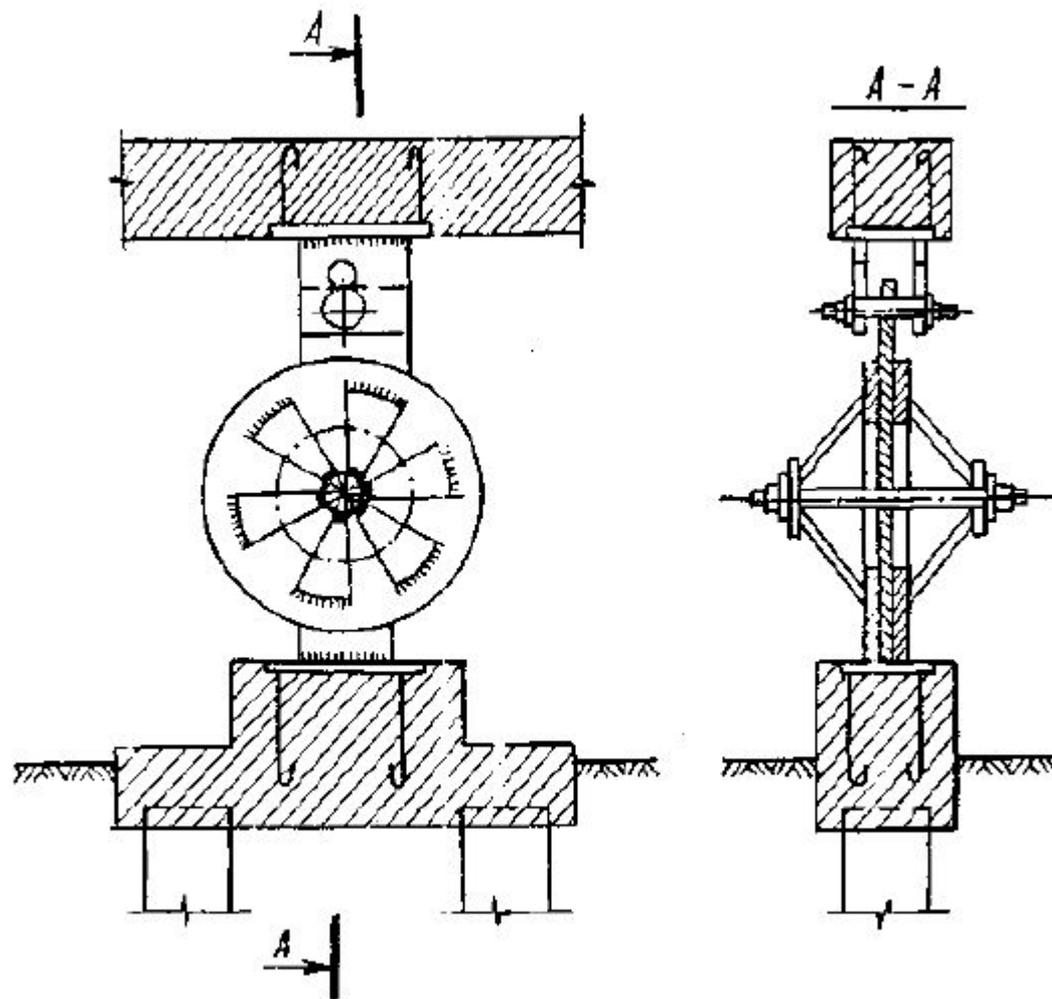
1 - подвижная пластина; 2 - вращающийся диск; 3 - резиновая прокладка;
 4 - слой материала повышенной вязкости (стрелками показано направление перемещения)

3.4.2 Системы с демпферами сухого трения

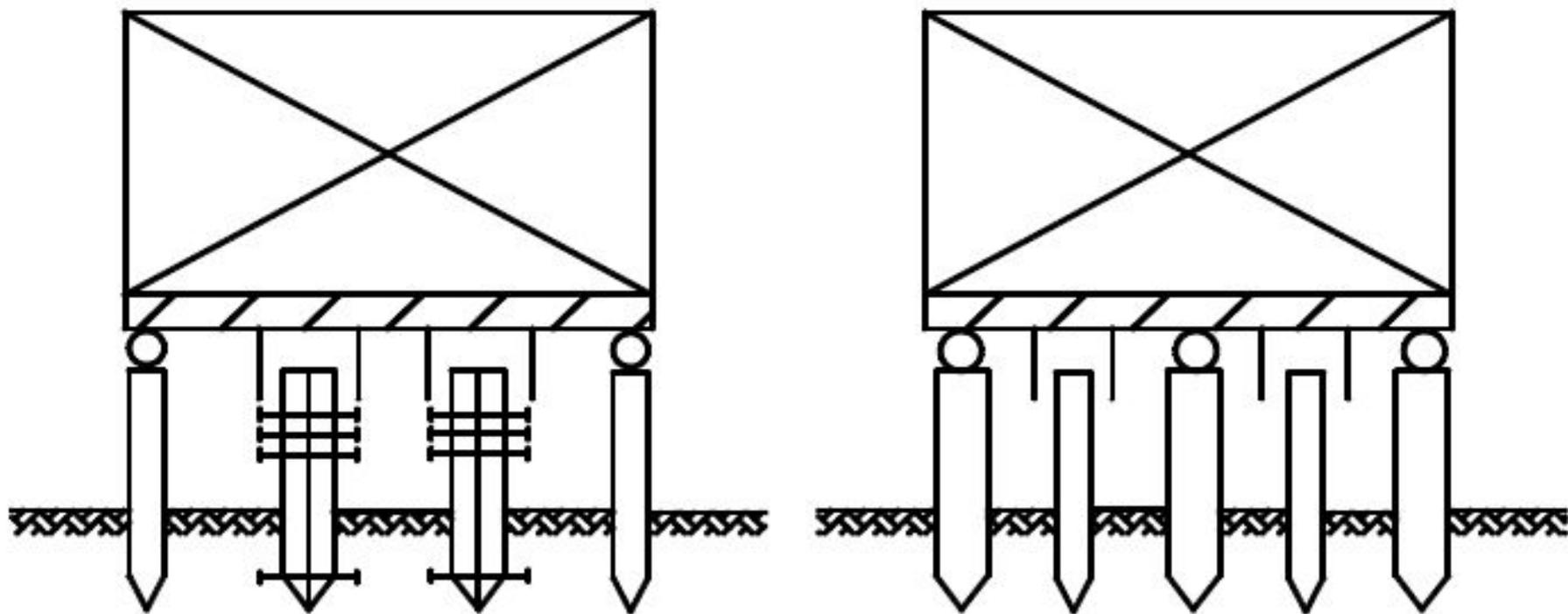
Основным конструктивным решением таких систем, названных *свайными фундаментами*, имеющих повышенную диссипацию, является свайный фундамент с высоким ростверком, сопряжение которого со сваями осуществляется шарнирно.

В целях обеспечения требуемой степени демпфирования горизонтальных сейсмических воздействий свайные фундаменты с высоким ростверком модифицированы путем введения элементов сухого трения — наклонных и горизонтальных свай (рис.3.4.3), дисковых демпферов (рис. 3.4.4) и других ограничителей колебаний (рис. 3.4.5). Демпфирование здания с жесткой конструктивной схемой на свайных фундаментах физически основано на том, что часть сейсмической энергии, передаваемой основанием, будет расходоваться на преодоление силы сухого трения в демпфере. В связи с этим доля энергии, затрачиваемая на деформацию несущих элементов здания, уменьшается. Повышение диссипации энергии происходит за счет демпфера сухого трения, энергоемкость которого практически неограниченна.





Дисковые демпфера свайного фундамента

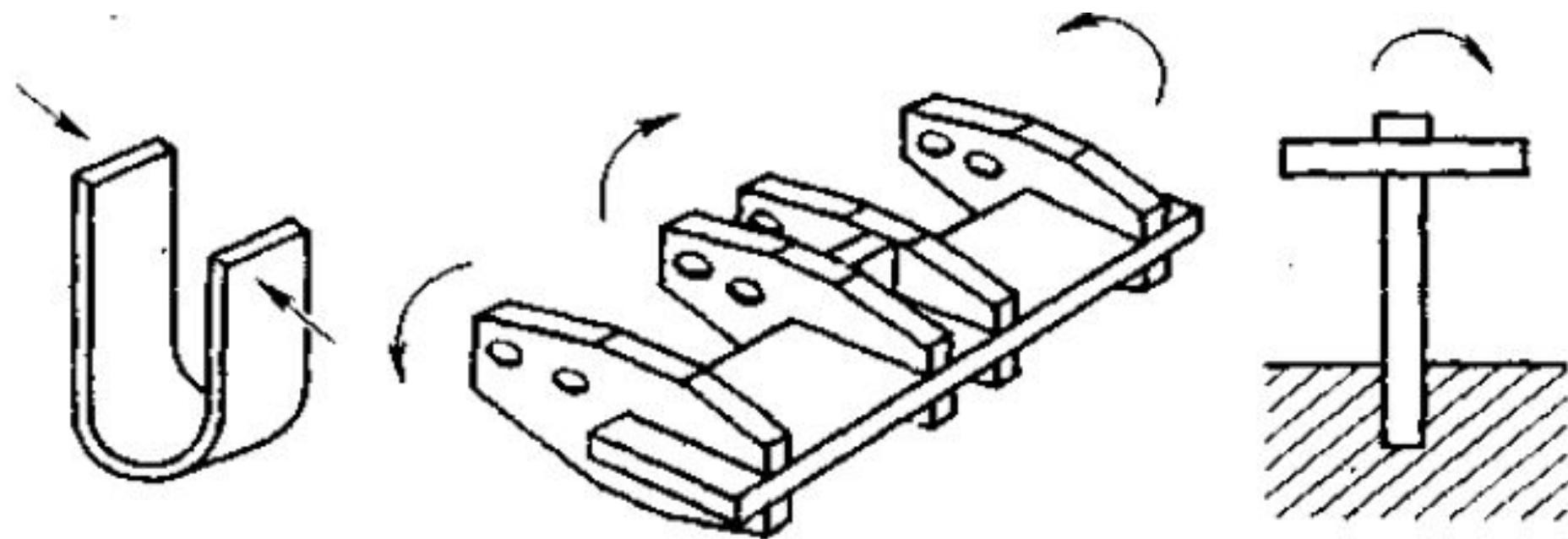


Свайные фундаменты с упругими ограничителями колебаний

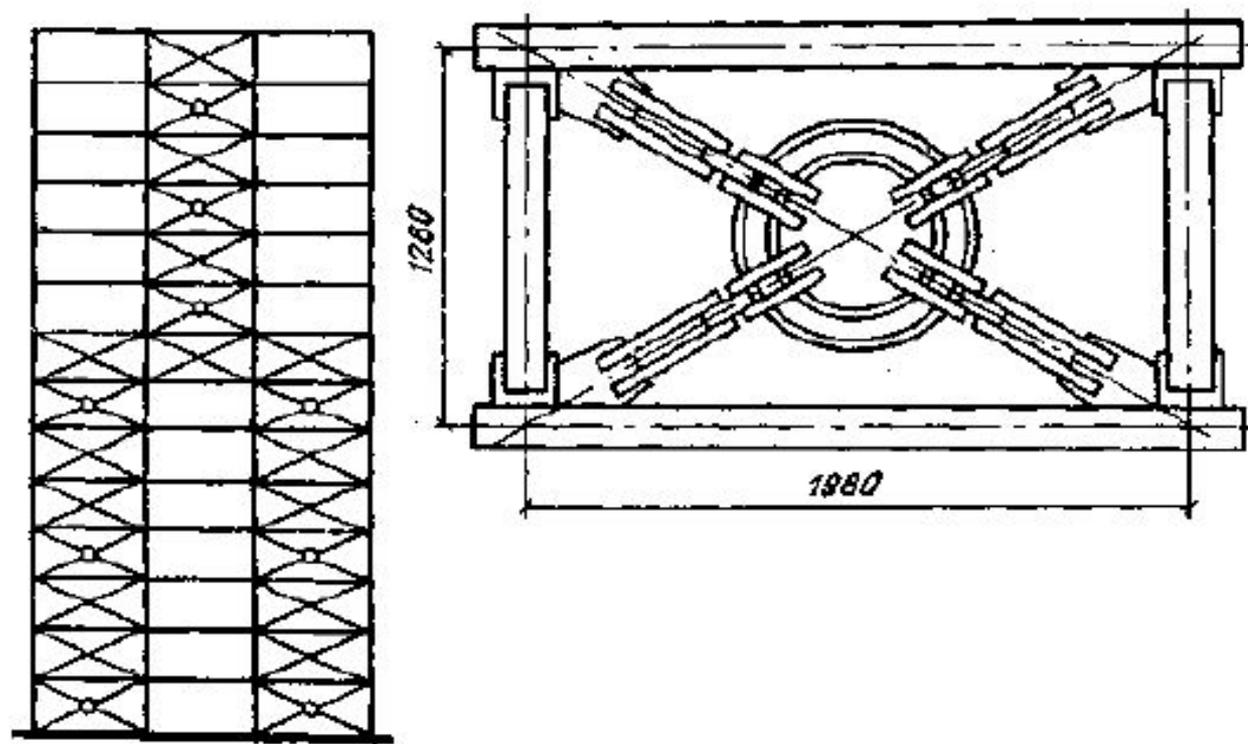
Системы с элементами повышенной пластической деформации

Развивается направление сейсмозащиты, связанное с использованием специальных устройств, так называемых нергопоглотителей, способных поглощать энергию сейсмических воздействий за счет развития в материале конструкций неупругих деформаций. Такие поглотители проектируются в узлах конструкций с наиболее вероятным возникновением зон пластических деформаций. Достоинство поглотителей в том, что они имеют небольшие размеры, возможность использования в зданиях различных конструктивных схем и возможность легкой замены в случае необходимости.

· Поглотители колебаний балочного типа



На основании исследования по изучению работы на знакопеременные циклические нагрузки различных конструктивных решений энергопоглотителей стержневого и рамного типов, доказано, что наибольшей энергоемкостью и долговечностью (55 циклов нагружения) обладает энергопоглотитель кольцевого типа, устанавливаемый в систему крестовых связей каркаса здания



Сейсмозащита каркасного здания с помощью энергопоглотителя кольцевого типа

3.4.4 Упруго-фрикционные системы

Анализ последствий землетрясений, а также многочисленные исследования показывают, что здания и сооружения способны воспринимать сейсмические нагрузки, значительно превосходящие по величине расчетные. При этом в отдельных узлах возникают трещины и даже разрушение отдельных элементов конструкций, не приводящие, однако, к потере устойчивости сооружения.

Подобные наблюдения приводят к выводу о необходимости использовать способность большинства строительных конструкций к развитию пластических деформаций. Поэтому одной из актуальных задач в области сейсмостойкого строительства сейчас является разработка метода расчета зданий на сейсмические воздействия в упруго-пластической стадии работы конструкции. Цель такого расчета – определение динамической реакции сооружения, установление истинной величины его несущей способности, а также нахождение расчетных усилий в конструкциях. При этом необходимо иметь в виду, что расчетная нагрузка на сооружения при учете пластических деформаций будет большей, чем принимается в настоящее время по нормам.

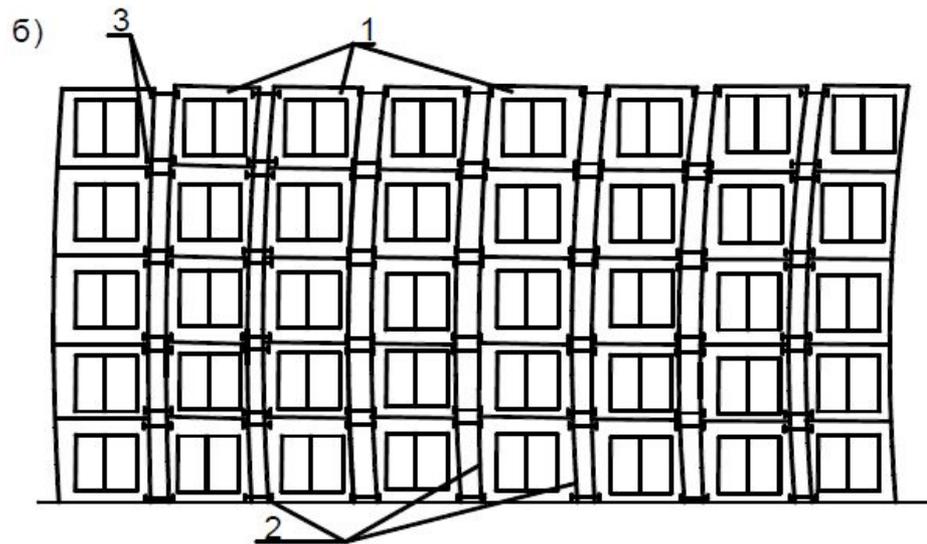
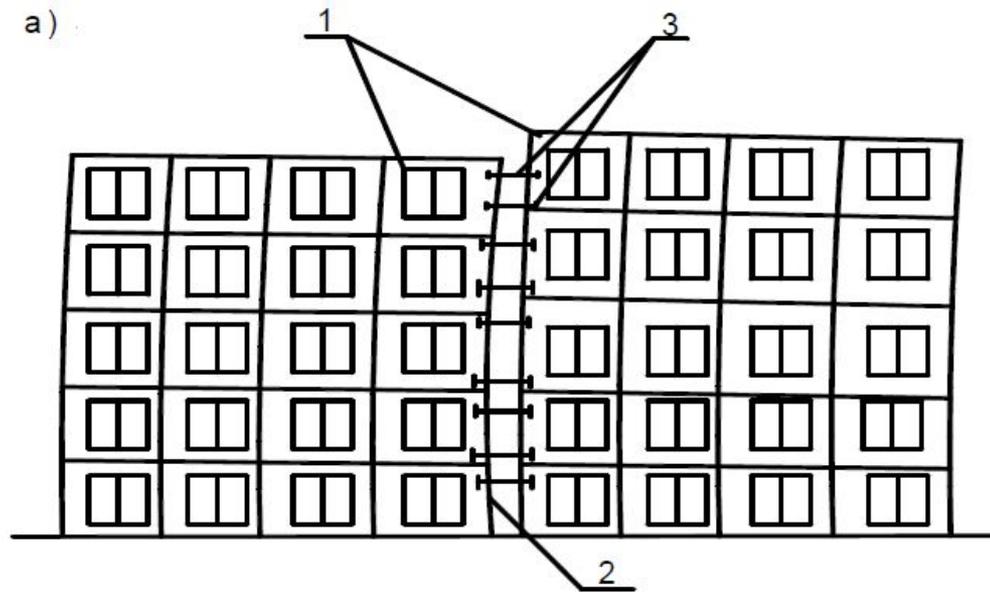


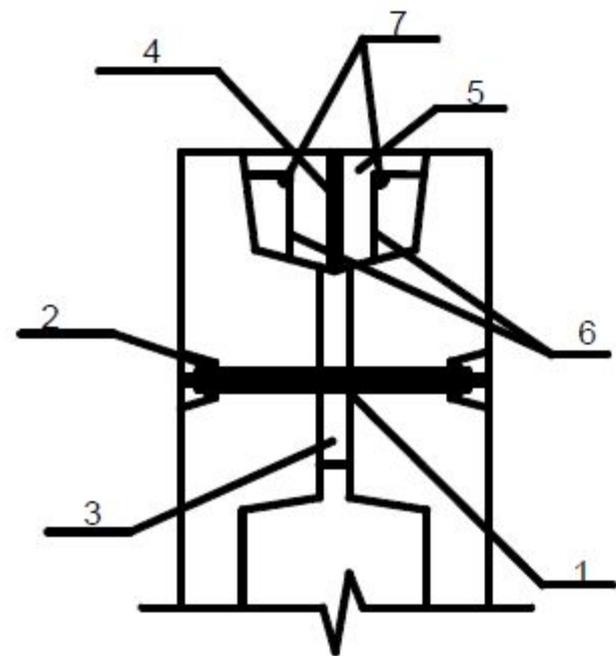
Схема объемно-блочных зданий:

а – с фрикционными связями в одном вертикальном шве;

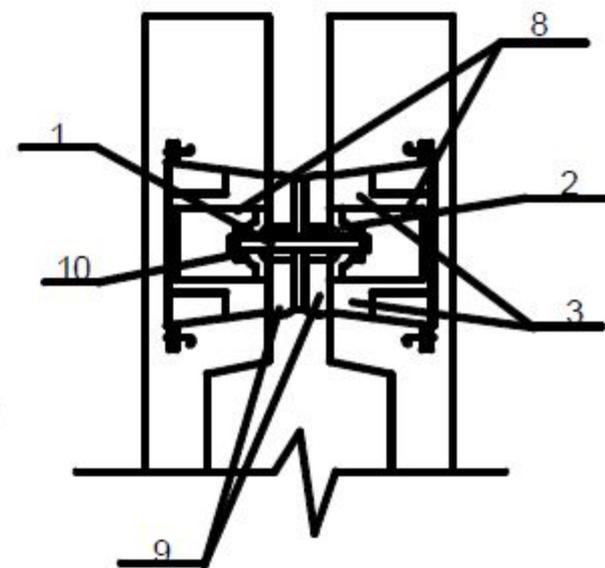
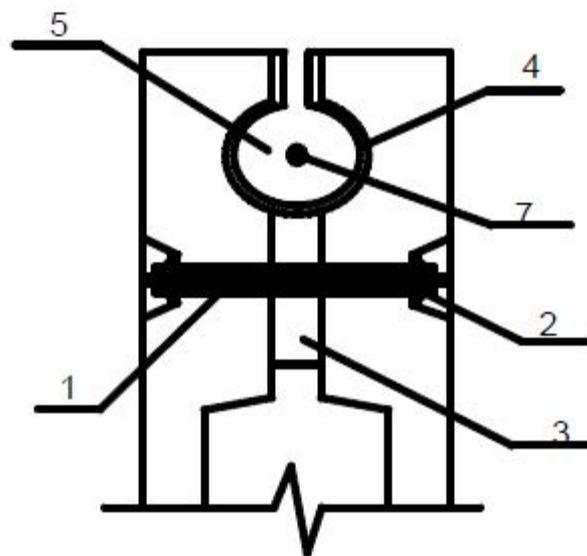
б – во всех вертикальных швах

1 – упругие ветви; 2 – вертикальные швы; 3 – болтовые соединения

а)



б)



Вертикальные стыки объемных блоков с
фрикционными связями:

а-замоноличенные стыки с устройством отдельного слоя,

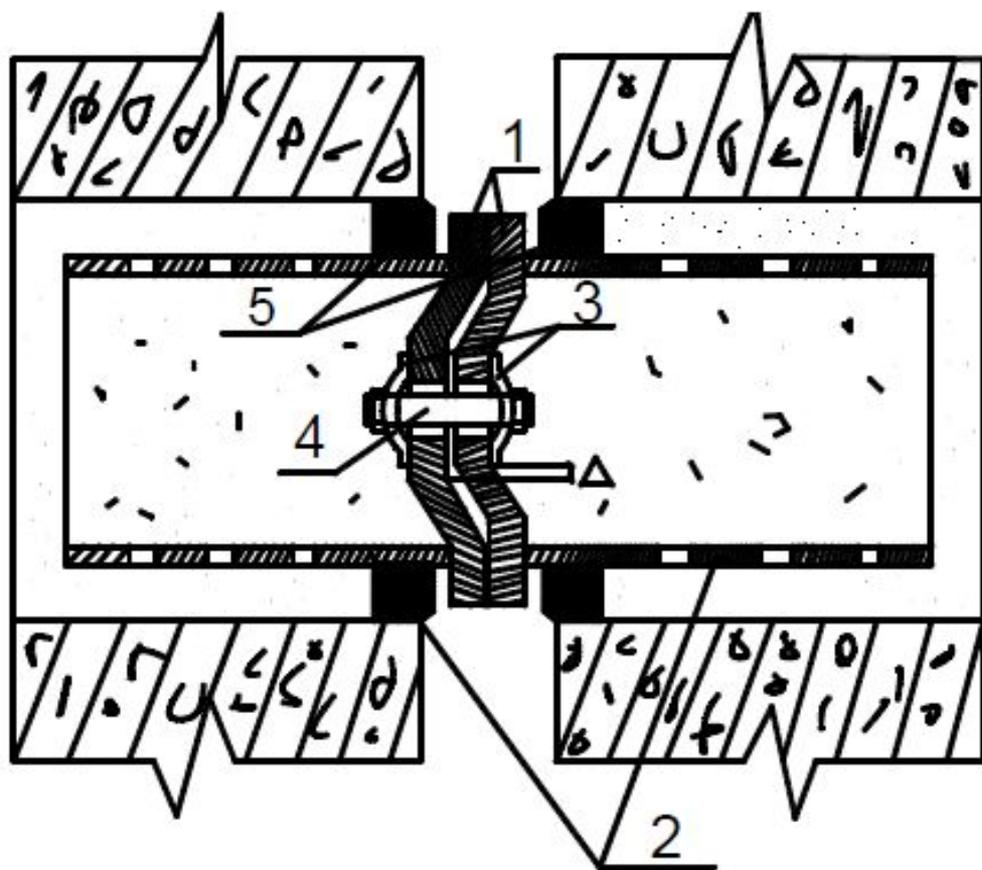
б - стыки с применением фрикционного устройства

1-болты; 2-тарельчатые пружины; 3-резиновые шайбы;

4-раздельный слой; 5-слой монолитного бетона; 6-выпуски арматуры

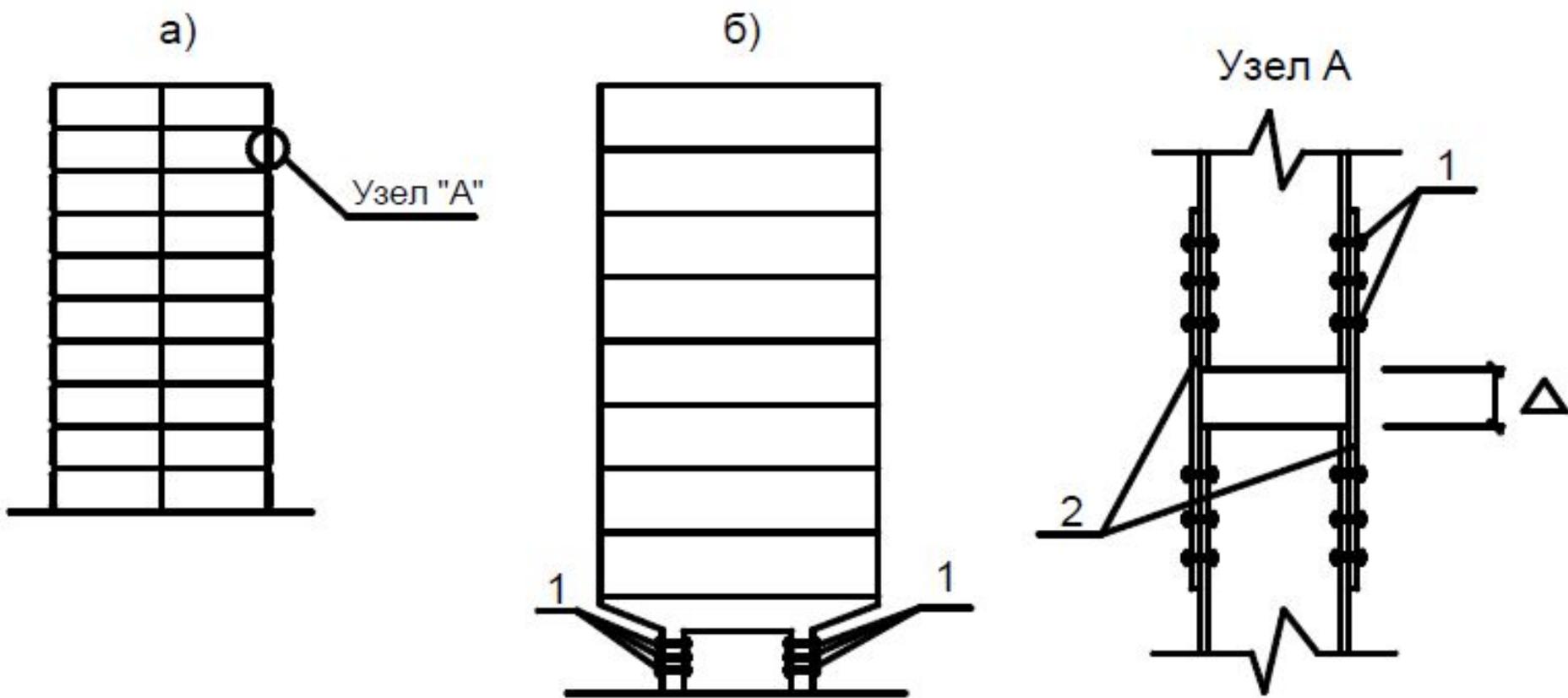
в виде петель; 7-вертикальная арматура стыка; 8-полые цилиндры фрик-

ционного устройства; 9-фланцы; 10-зачеканка высокопрочным раствором



Конструкция фрикционной связи для зданий из
объемных блоков:

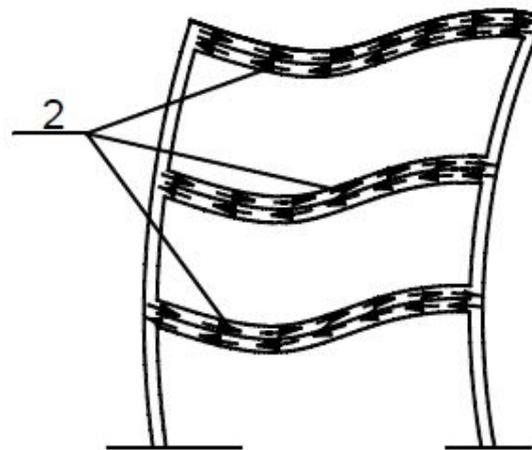
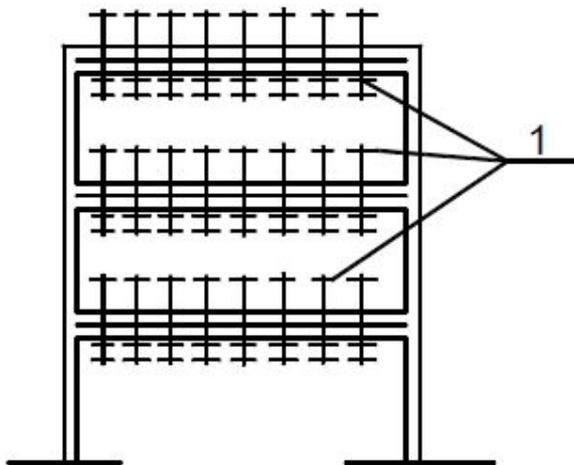
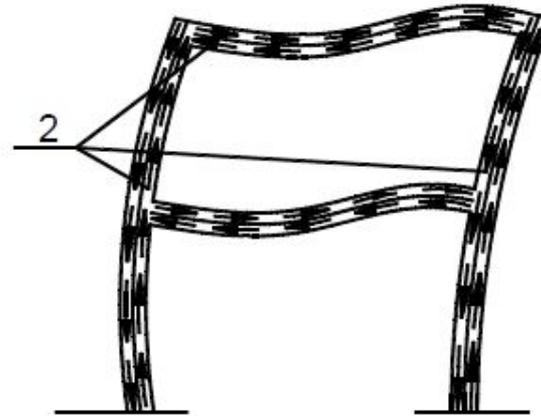
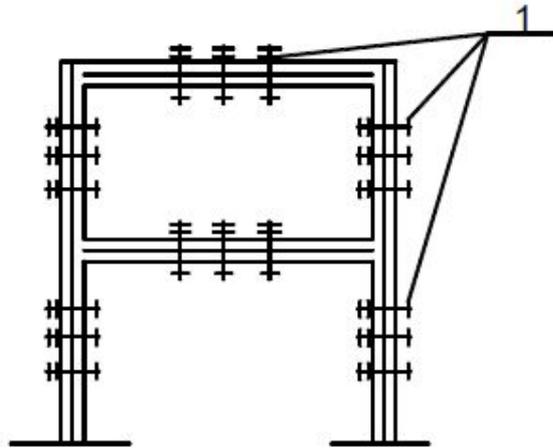
1 – стальные пластинки; 2 – анкерующие трубки; 3 – тарельчатые пружины; 4 – болт; 5 – уплотнение



- Примеры использования фрикционных связей:
 а – в здании со стальным каркасом;
 б – в здании с первым гибким этажом
1 – болты; 2 - накладки

Примеры конструктивных решений зданий с фрикционными связями

Схема деформирования от горизонтальной нагрузки



Примеры конструктивных решений зданий с фрикционными связями

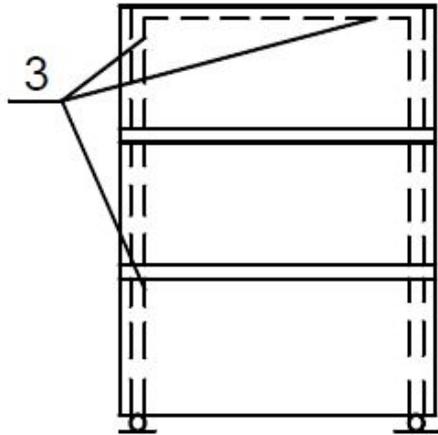
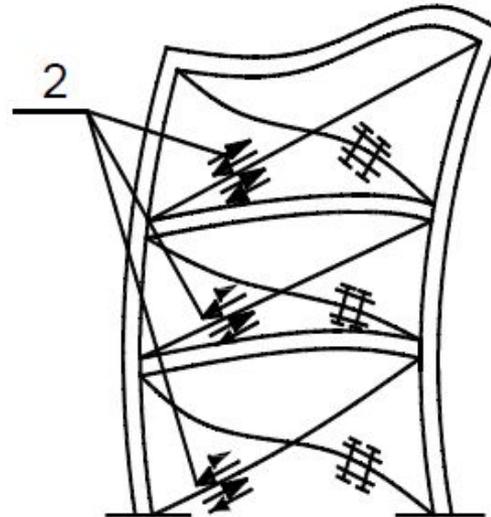
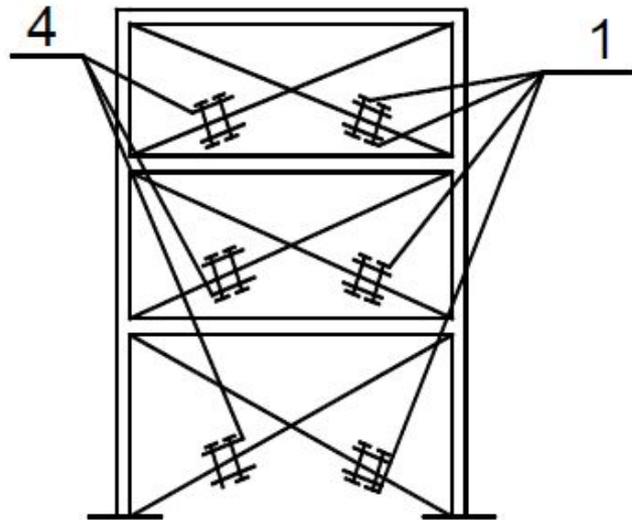
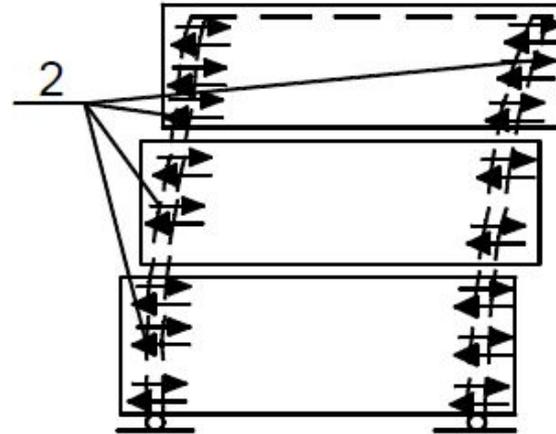
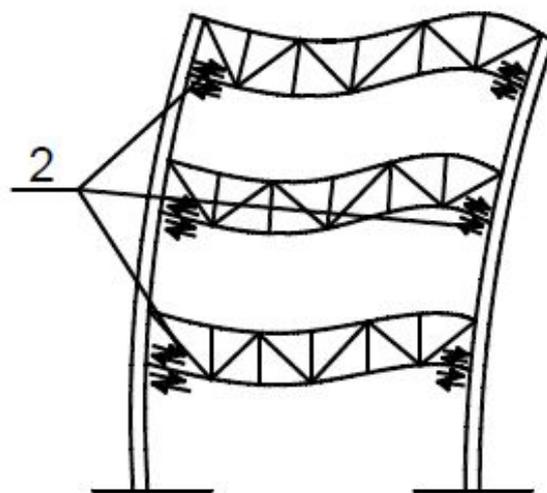
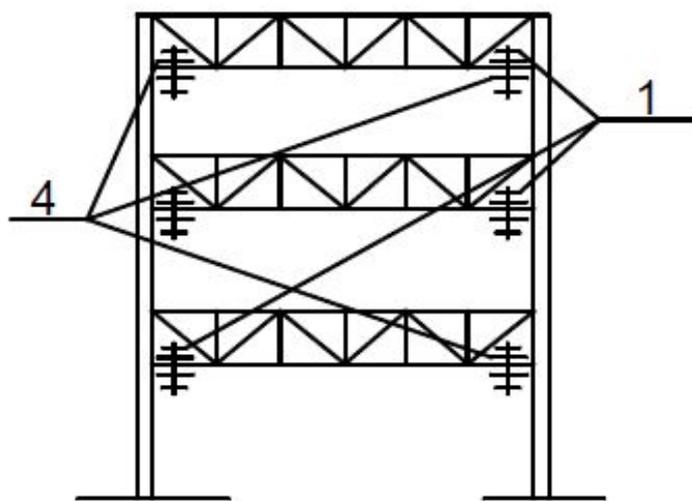
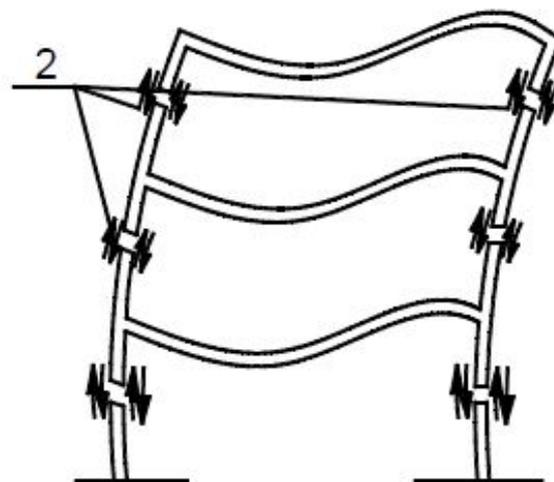
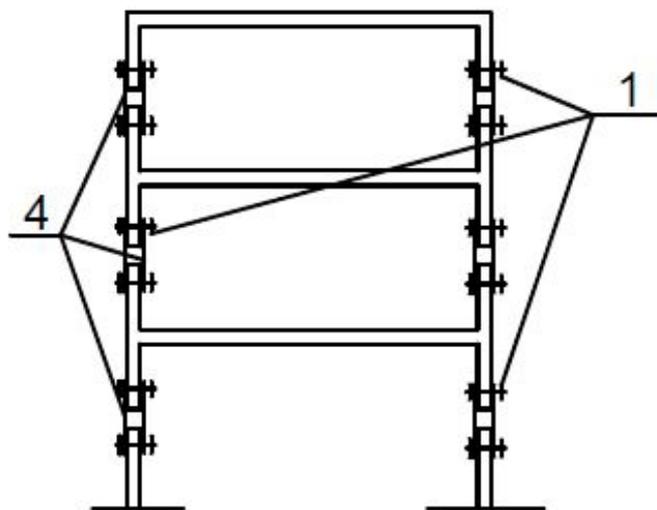


Схема деформирования от горизонтальной нагрузки





Примечания: 1 – болты; 2 – силы трения; 3 – шарниры; 4 - накладки

. Системы с гасителями колебаний

Гасители колебаний относятся к специальным устройствам, применяемым для снижения уровня вибраций защищаемой конструкции. При работе гасителя энергия колебаний защищаемой конструкции передается гасителю, который благодаря этому колеблется с повышенной амплитудой. Применяются в строительстве для снижения колебаний сооружений, подверженных динамическим воздействиям от технологического оборудования и ветра.

Гасители колебаний бывают активного и пассивного типа. Применение активного гасителя позволяет добиться максимального эффекта в снижении колебаний, однако конструкция такого гасителя обладает определенной сложностью, дорога и ненадежна в эксплуатации. По этим причинам гасители активного типа не нашли применения в практике строительства. В будущем при разработке более простых и надежных конструкций активного гасителя, а также при возрастании культуры строительного производства такой тип гасителя, возможно, получит право на внедрение в практику строительства. В настоящее время более экономичным является применение в строительстве гасителей пассивного типа, обладающих свойствами автономности и относительной безотказности в работе.

По характеру взаимодействия гасителя с защищаемой конструкцией различают ударные и динамические гасители колебаний.

Ударные гасители колебаний

Теория ударных гасителей (рис. 3.5.1) разработана достаточно полно. Для виброзащиты сооружений ударные гасители колебаний нашли применение сравнительно давно. Простота устройства и надежность в эксплуатации делают эти гасители удобными для применения в башенных сооружениях.

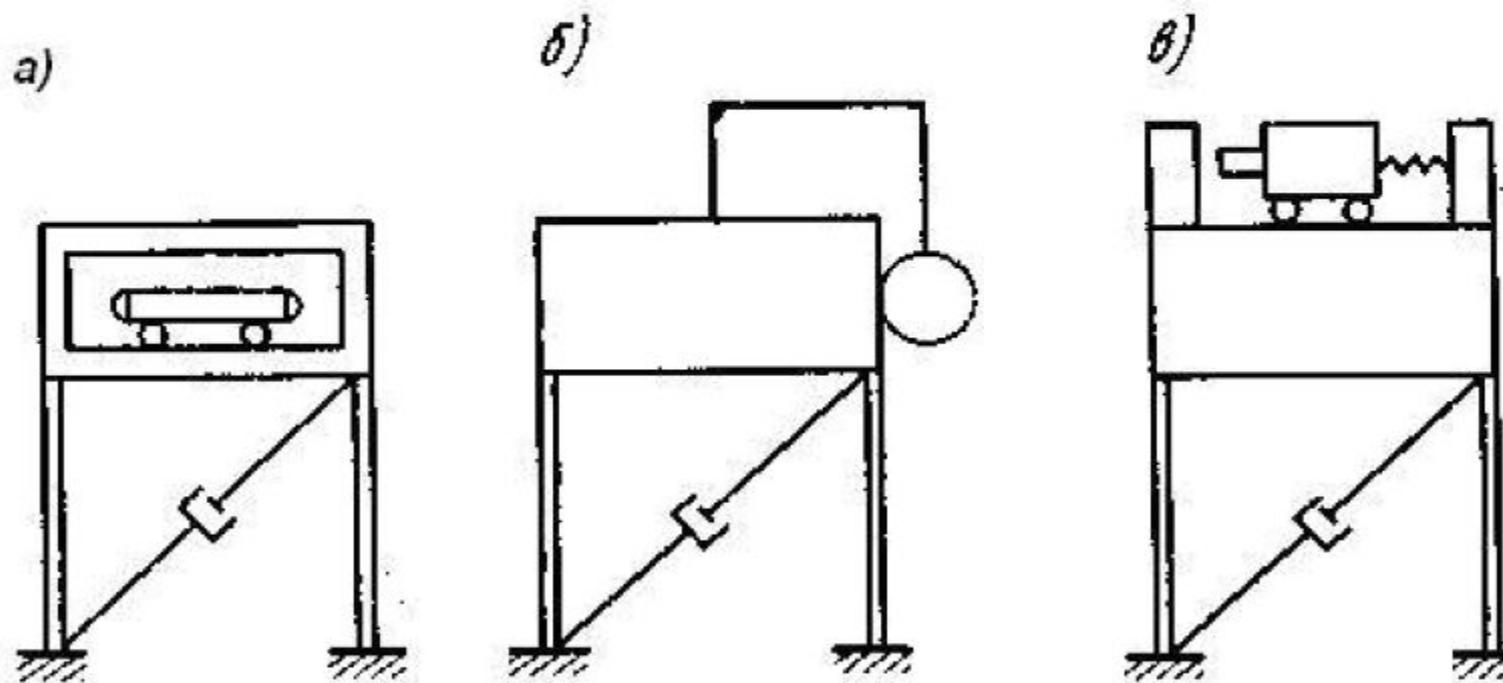
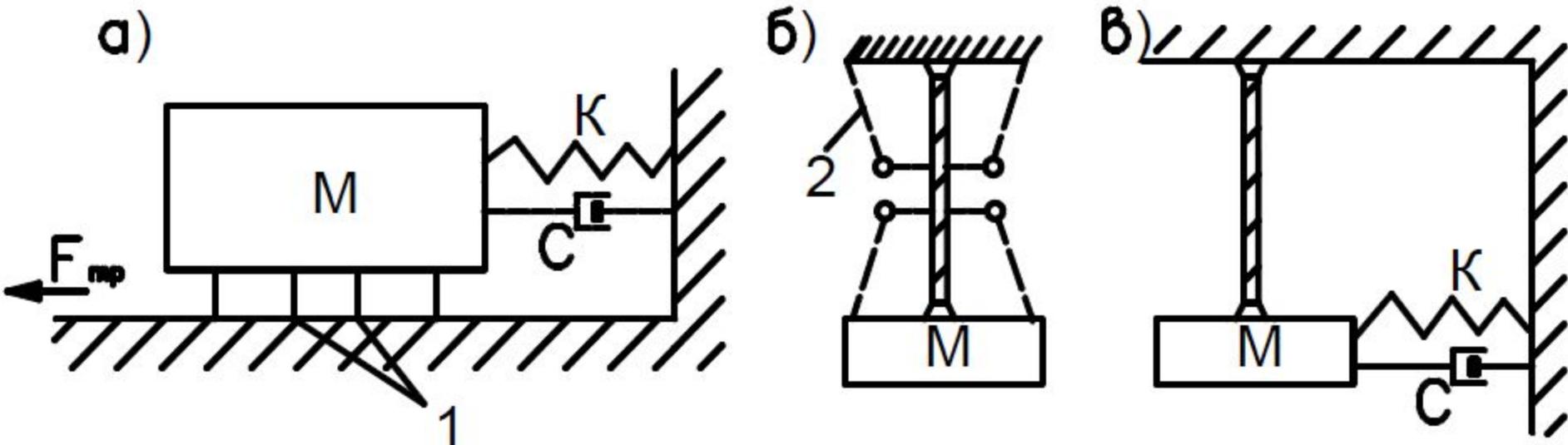


Рисунок 3.5.1 - Схемы ударных гасителей колебаний плавающего (а), маятникового (б) и пружинного (в) типов

Динамические гасители колебаний

Динамические гасители колебаний широко используются в практике виброзащиты сооружений.

Особенность системы сейсмозащиты - введение дополнительной массы, соединяемой с несущими конструкциями упругими связями и демпфирующими элементами. В случае совпадения основного периода собственных колебаний здания с одним из преобладающих периодов сейсмического воздействия, масса гасителя начинает совершать колебания с амплитудами, значительно превышающими амплитуды, колебаний здания. Возникающие при этом упругие и диссипативные силы в элементах гасителя, действуя на здания, уменьшают амплитуды его колебаний. Снижение расчетных сейсмических нагрузок путем применения динамических гасителей составляет 20-30 %, при этом повышается надежность работы конструкций, уровень комфортности людей в помещениях.



Схемы динамических гасителей колебаний пружинного (а), маятникового (б) и комбинированного (в) типов
 1-скользящая опора; 2-промежуточная опора