10.30451/iaeee.011 УДК 699.841

СИСТЕМЫ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ. МЕТОД РАЗДЕЛЕНИЯ ИНЕРЦИОННЫХ МАСС

Р.К. Бикмаев ⁽¹⁾

(1) генеральный директор ООО «РОСЦЕМПРОЕКТ», Россия, МО, г. Подольск. <u>bbrais@mail.ru</u>

Аннотация: В докладе изложена суть изобретения «Плоскостной подшипник качения и способ его применения в сейсмических фундаментах для защиты зданий и сооружений от горизонтальных колебаний земной коры при землетрясениях». Впервые в мире появилась возможность полностью отделить инерционную массу здания от земной коры, то есть, достичь реальной изоляции здания либо сооружения от горизонтальных (горизонтальных составляющих) колебаний земной коры. Причём устройство изготавливается из традиционных строительных материалов в обычных построечных условиях, а способ его применения обеспечивает сохранение эксплуатационных параметров зданий и сооружений после землетрясений интенсивностью до 10 баллов включительно! Метод строительства сейсмостойких фундаментов с использованием плоскостного подшипника качения назван «Метод разделения инерционных масс (МРИМ). Простота устройства фундаментов, возможность обслуживания и ремонта плоскостных подшипников качения в процессе эксплуатации и после землетрясений даёт возможность повсеместного применения метода разделения инерционных масс, как при новом строительстве, так и при повышении устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения.

SEISMIC ISOLATION SYSTEMS. THE METHOD FOR SEPARATION OF INERTIAL MASSES

R.K. Bikmaev (1)

(1) General Director of the LLC "ROSZEMPROEKT", Russia, MO, Podolsk city, bbrais@mail.ru

Abstract: The report set out the essence of the invention "Planar rolling bearing and the method of its application in seismic foundations for the protection of buildings and structures on the horizontal oscillations of the crust during earthquakes". For the first time in the world the opportunity to completely separate the inertial mass of the building from the earth's crust, that is, to achieve a real insulation of the building or construction from the horizontal (horizontal components) of the crust vibrations. Moreover, the device is made from traditional building materials in conventional built conditions and the method of application ensures that the operating parameters of buildings and structures after the earthquake intensity up to 10 points inclusive! The method of construction of earthquake-resistant foundations using planar rolling bearing is called "the method of separation of the inertial masses (MSIM)". Simplicity of foundations, the possibility of maintenance and repair of flat rolling bearing during operation and after earthquakes enables the widespread use of the method of separation of the inertial masses, both in new construction and in improving the sustainability of residential buildings, the main objects and life-support systems.

СЕЙСМО ОБОЧОЛОНТУУ ТУТУМУ. ИНЕРЦИОННДУК МАССАНЫ БӨЛҮШТҮРҮҮ ЫКМАСЫ

Р.К. Бикмаев ⁽¹⁾

(1) «РОСЦЕМПРОЕКТ» ААКтын генералдык директору, Россия, МО, Подольск ш. bbrais@mail.ru

Аннотация: Макалада «Термелүүнүн тегиздик подишпниги жана аны жер титирөөлөрдө жер кыртышынын туурасынан термелүүсүнөн имараттарды жана курулмаларды коргоо үчүн сейсмикалык пайдубалдарда колдонуунун ыкмалары» ойлоп тубуусунун маңызы берилген. Дүйнөдө биринчи жолу жер кыртышынан имараттын инерциялык массасын толук аныктоого, башкача айтканда жер кыртышынын туурасынан термелуусунөн имаратты же курулманы реалдуу обочолонтууга мүмкүндүк пайда болду. Анын үстүнө түзүлүш кадимки курулуш шарттарында салттуу курулуш материалдарынан даярдалат, ал эми аны колдонуунун ыкмасы 10 баллга чейинки жыштыктагы жер титирөөдөн кийин имараттардын жана курулмалардын эксплуатациялык параметрлерин сактоону камсыз кылат! Термелүүнүн тегиздик подшипнигин колдонуу менен сейсмотуруктуу пайдубалдын курулуш ыкмасы "Иннерционндук массаны бөлүштүрүү ыкмасы"(МРИМ) деп аталган. Пайдубалдын түзүлүшүнүн жөнөкөйлүгү, колдонуу процессинде жана жер титирөөдөн кийин термелүүнүн тегиздик подшипнигин тейлөө жана оңдоо мүмкүнчүлүгү, иннерционндук массаны бөлүштүрүү ыкмасын жаңы курулушта дагы, турак үйлөрдүн, жашоону камсыздоочу негизги объектилердин жана тутумдардын туруктуулугун жогорулатууда кеңири колдонууга мүмкүндүк берет.

СОДЕРЖАНИЕ:

Благодарю организаторов конференции за приглашение и за возможность представить здесь своё изобретение. На суд читателя (присутствующих) представляется запатентованное изобретение «Плоскостной подшипник качения и способ его применения в сейсмических фундаментах для защиты зданий и сооружений от горизонтальных колебаний земной коры при землетрясениях». В названии изобретения и далее по тексту слово «горизонтальных» подразумевается как «горизонтальных составляющих», так как, общеизвестно, что строго горизонтальных направлений воздействия сейсмических волн на поверхности земли, практически, не существует. Патент № 2545569 от 26 февраля 2015 года. Автор изобретения, ваш покорный слуга, Бикмаев Раис Каюмович.

ИЗОЛЯЦИЯ в идеальном понимании означает полный отрыв здания либо сооружения от земной коры, когда земная кора под воздействием сейсмических волн приходит в движение, а здание либо сооружение в силу своей инерционности остается в покое.

Именно такую задачу ставил перед собой автор (ваш покорный слуга) в запатентованном изобретении «Плоскостной подшипник качения и способ его применения в сейсмических фундаментах для защиты зданий и сооружений от горизонтальных колебаний земной коры при землетрясениях».

Идея поставить здания на шарики либо на другие элементы качения, то есть, отделить инерционную массу здания от земной коры, витает в мире сотни лет. Имеются даже запатентованные изобретения с применением сферических тел качения

и прочих элементов, но в силу своей иллюзорности эти изобретения не нашли своего применения.

И только сегодня, впервые в мире, появилась возможность, наконец, механически отделить инерционную массу здания от земной коры путём вживления плоскостных подшипников качения в уступах фундаментов зданий и сооружений. То есть, изоляция, в полном понимании этого слова, когда при горизонтальных колебаниях земной коры происходят горизонтальные колебания нижней части фундамента, но динамика этих колебаний не передаётся на верхнюю часть фундамента и, соответственно, на здание. Здание, в силу своей инерционности остается в покое.

Автор назвал такую систему сейсмоизоляции «МЕТОД РАЗДЕЛЕНИЯ ИНЕРЦИОННЫХ МАСС (МРИМ). Такая возможность появилась в связи с применением автором цилиндрических тел качения, позволяющих в обычных построечных условиях из традиционных строительных материалов создавать фундаменты, повышающие сейсмостойкость объекта,

Суть изобретения заключается в конструкции плоскостного подшипника качения и способе его применения в сейсмических фундаментах. То есть, запатентовано не только устройство, как таковое, но и способ его применения. Изобретение состоит из двух независимых пунктов: 1. Самого устройства и 2. Способа его применения.

Позвольте подробнее остановиться на сути изобретения:

Плоскостной подшипник качения получил своё название в связи с тем, что он состоит из трёх, расположенных строго горизонтально, одна над другой, плоских квадратных либо прямоугольных в плане стальных листов (плит) с высокими плоскостными свойствами, между которыми располагаются элементы качения, - прутки обычной высокопрочной стальной проволоки диаметром 5мм с шагом 10мм в специальной объединительной конструкции «каретке». Верхний и нижний стальные листы толщиной не менее 10мм, а средний лист толщиной не менее 3мм. Толщина листов может быть изменена в соответствии с нагрузками.

Между первым и вторым стальными листами, в нижнем ряду, элементы качения располагаются в направлении, ориентированном по продольным осям здания, а между вторым и третьим листами, в верхнем ряду, в направлении перпендикулярном по отношению к первым, то есть, в направлении, ориентированном по поперечным осям здания.

Строго говоря, элементы качения, и верхние и нижние, располагаются перекрёстно друг к другу и ориентированы по основным осям здания либо сооружения.

Почему выбран диаметр 5 мм и шаг 10 мм? Потому, что, в таком случае, два ролика длиной 10мм (верхний и нижний) воспринимают нагрузку на 1см2 площади опирания плоскостного подшипника. Такая компоновка выбрана для наглядности и простоты расчёта! Вертикальная нагрузка от веса здания, нагрузка полезная, нагрузка снеговая и другие на 1см²! В реальных проектах шаг элементов качения должен выбираться с учётом всех нагрузок и может быть значительно увеличен. Выбранный

мной диаметр 5мм позволяет компенсировать возможное наличие плоскостных дефектов стальных листов, между которыми эти ролики перекатываются. Также, такой диаметр позволяет объединить элементы качения в единый блок (поле качения) путём устройства каретки, из которого элементы качения не выпадают даже при очень интенсивных колебаниях (смещениях) земной коры (в пределах уступов фундаментов).

Способ применения плоскостного подшипника (ППК) в сейсмических фундаментах, то есть способ обеспечения сейсмической устойчивости зданий и сооружений при землетрясениях заключается в выполнении трёх основных мероприятий:

- а) Разделение инерционных масс, то есть, массив здания отделяется от «стола», от земной коры, путём вживления плоскостного подшипника качения в тело фундамента на уступах фундамента;
- б) Установка на каждом уступе фундамента сминаемых демпферов-гасителей между опорной и подвижной частями фундамента из деформируемых, вязко-упругих материалов, обеспечивающих поглощение ударных воздействий инерционных горизонтальных нагрузок и одновременно обеспечивающих относительную фиксацию здания в проектном положении;
- в) Устройство сминаемого пояса по периметру здания в уровне подвижной (по отношению к земной коре) части фундамента материалами обратной засыпки либо специальными конструкциями из деформируемых, вязко-упругих материалов, толщиной, соответствующей расчётной амплитуде колебаний земной коры

Сминаемый пояс, в дополнение к сминаемым демпферам на уступах фундамента, обеспечивает фиксацию здания в проектном положении и поглощение энергии сейсмических колебаний.

Главной целью применения метода разделения инерционных масс является сохранение эксплуатационных качеств и свойств конструкций и элементов зданий и сооружений после землетрясения, а значит сохранение жизни и здоровья людей, находящихся внутри помещений.

При землетрясениях эффект достигается тем, что, в то время, как земная кора, а значит и нижняя часть фундамента приходят в движение, верхняя часть фундамента и само здание либо сооружение в силу своей инерционности остаются в покое, перекатываясь на плоскостных подшипниках качения.

Нижнюю часть фундамента в единое целое объединяет грунтовое основание, а жёсткость верхней части фундамента обеспечивается монолитным (сборномонолитным) диском перекрытия цокольной части фундамента.

Так как, элементы качения ориентированы по основным осям здания, то есть, они перекатываются в своей плоскости строго в одном направлении, здание либо сооружение остаётся фиксированным в основных осях, а их перекрёстное расположение (верхний блок элементов качения перпендикулярно нижнему блоку элементов качения) обеспечивает вынужденное перемещения здания в горизонтальной плоскости относительно земной

коры в любом направлении на 360° строго в пределах уступов фундаментов. При таком расположении элементов качения исключается кручение и срыв здания с фундаментов.

Для проверки этого утверждения положите на стол два круглых карандаша, сверху на них положите книгу, на книгу положите ещё два круглых карандаша перпендикулярно нижним карандашам, а на верхние карандаши положите ещё одну книгу. Теперь попробуйте передвигать верхнюю книгу в любом направлении по горизонту. Под вашим воздействием верхняя книга будет перекатываться в горизонтальной плоскости в любом направлении на 360°, а кручение, как таковое, отсутствует.

Сминаемые вязко-упругие демпферы на уступах фундамента и сминаемая конструкция по периметру здания, удерживают здание в своих осях в проектном положении, и, сминаясь под воздействием горизонтальных (горизонтальных составляющих) колебаний

(смещений) земной коры, гасят ударное воздействие колебаний земной коры на здания и сооружения.

Технология возведения сейсмического фундамента по методу разделения инерционных масс очень проста и не требует особой квалификации рабочих.

- Вначале, в свежеуложенный бетон очередного уступа фундамента строго горизонтально на слой листовой резины толщиной 10мм укладывается нижний стальной лист подшипника толщиной не менее 10мм, горизонт выверяется обычным строительным уровнем, и, оставляется в этом положении до отвердения бетона (на 3-5 суток).
- Затем, после отвердения бетона, плоскостной подшипник качения собирается полностью, то есть, на нижний стальной лист подшипника качения укладывается нижний блок элементов качения, затем средний лист толщиной 3-6мм, на него укладывается верхний блок элементов качения перпендикулярно по отношению к нижнему, и, сверху последний третий стальной лист толщиной не менее 10 мм. На верхний лист плоскостного подшипника укладывается слой листовой резины толщиной 10мм, и, в опалубку верхней части фундамента укладывается свежий бетон верхней части фундамента. Таким образом, плоскостные подшипники качения органично и плотно вживляются в тело фундамента, разрезая фундамент горизонтальными уступами на верхнюю часть и нижнюю часть фундамента, которые могут передвигаться по отношению друг к другу на элементах качения.

С верхней стороны каждого уступа фундамента перед плоскостным подшипником качения оставляется ниша, соответствующая расчётному значению предполагаемой амплитуды колебаний (смещений) земной коры. В этих нишах устанавливаются сминаемые демпферы из деформируемых материалов (древесина, каучук, пенопласты, пена и др.).

В связи с тем, что площадь сминаемой части демпферов заранее известна, легко рассчитать общую площадь сминаемых демпферов, и, исходя из инерционной массы здания, и модуля упругости материалов подобрать конструкционные материалы для изготовления сминаемых демпферов. Автор отдаёт предпочтение пенопласту в силу

его долговечности и удобству установки в процессе бетонирования фундамента. То есть, до заливки бетона верхней части фундамента в опалубку (в нишу) просто устанавливается призма пенопласта, запаянная в полиэтиленовую плёнку. Пенопласт обладает ещё одним очень важным свойством. Деформируясь, он не сразу восстанавливает свою форму, как это происходит, например, с пружиной или с резиной. Отсюда возможность гасить колебания, а не усугублять их дополнительной упругой реакцией.

Сминаемый периметр здания является главным демпфирующим устройством, которое воспринимает основную нагрузку от инерционной массы здания. Главными расчётными параметрами здесь становятся максимальная амплитуда колебаний (знакопеременные смещения земной коры) и значение максимального горизонтального ускорения в спектре ответа сейсмического воздействия.

Определив средний коэффициент повышения ускорения в спектре ответа сейсмического воздействия, мы определяем, какая часть веса здания является горизонтальной инерционной нагрузкой на сминаемые демпферы по периметру здания.

Метод разделения инерционных масс позволяет безболезненно для экономики зданий и сооружений гасить колебания земной коры с амплитудой 200мм и более в каждую сторону. При необходимости расчётную амплитуду в конструкциях фундаментов можно увеличить до 300мм.

Впервые в мире появляется возможность отказаться от повышенных требований к проектированию отдельных конструкций и элементов зданий и сооружений, либо ограничить их усиления до разумных пределов. То есть, речь идёт об упрощениях в конструировании элементов зданий и сооружений, разумеется, с учётом сейсмической активности территорий. Достаточно обеспечить продольную и поперечную жёсткость здания. В данном случае, речь идёт об оптимизации экономики зданий и сооружений.

Метод разделения инерционных масс не отменяет ни одного постулата в существующих нормативах для строительства в сейсмических районах, а, напротив, органично вписывается в расчётные схемы этих нормативных документов.

Дело в том, что, как только сминаемые демпферы фундамента и сминаемый периметр здания исчерпают свои возможности, то есть, уплотнятся настолько, что начнут передавать сейсмическую нагрузку на верхнюю часть фундамента и на само здание, в дело вступает метод расчёта упругих реакций. Такое возможно при возникающих иногда непредсказуемых превышениях сейсмической активности территорий. То есть, метод разделения инерционных масс органично дополняет метод расчёта упругих реакций при землетрясениях.

С уверенностью можно сказать, что метод разделения инерционных масс значительно отдаляет момент восприятия сейсмических нагрузок отдельными конструкциями и элементами зданий и сооружений. По сути, с применением этого метода при проектировании сейсмостойких зданий и сооружений, расчётное (нормативное) значение сейсмической активности территорий можно снизить на 2-3 единицы (для России на 2-3 балла по шкале MSK-64).

Считаю справедливыми указания нормативных документов на то, что «Здания и сооружения с применением систем сейсмоизоляции следует возводить, как правило, на грунтах І-ІІ категорий по сейсмическим свойствам. В случае необходимости строительства на площадках, сложенных грунтами ІІІ категории, необходимо специальное обоснование.

Что касается грунтов III категории, также хотелось бы заметить, что расчёт оснований на осадки неприемлем, так как возможные наклоны плоскостей подшипников недопустимы.

В этом случае, считаю необходимым применение замены грунтов либо свайного усиления основания, исключающего неравномерные осадки.

Очень важным моментом применения МРИМ является возможность использования свай висячих, так как, исключается критическое раскачивание свай во время землетрясения, и, как следствие, снижение сил трения боковой поверхности свай.

Что вызывает сомнение в работоспособности представленной системы сейсмоизоляции?

• Инерционность элементов качения.

Поскольку их много, в наиболее насыщенном варианте плоскостных подшипников качения (ППК) на один квадратный метр площади ППК приходится 1000 штук роликов диаметром 5мм и длиной 195мм. Вес одного ролика 30 граммов. Вес комплекта 30 килограммов.

Давайте представим себе здание высотой 100 метров как сплошной бетонный куб.

На каждый погонный сантиметр катка приходится нагрузка бетонного столба площадью $0.01 \text{ M} \times 0.01 \text{ M}$ и высотой $100 \text{ метров} = 0.01 \text{ M}^3$. Если принять удельный вес бетона 2500кг/m^3 , получаем нагрузку в 25 кг на 1cm^2 .

Расчёт: 0.01м X 0.01м X 100м X 2500кг = 25кг/см²

Вполне приемлемая нагрузка для стального ролика диаметром 5мм и длиной 10мм. При этом вес стального ролика длиной 10мм всего полтора грамма!

При нагрузках на один погонный сантиметр ролика от 3кг до 20кг и более, вес самого ролика в несколько тысяч и даже в несколько десятков тысяч раз меньше самой нагрузки. При нагрузках на ролик от 3кг/см.пог.- силы, возбуждающие качение более чем в 1000 раз превышают инерционную массу самого ролика.

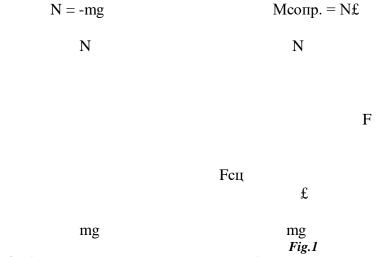
Данный расчёт приведен для того, чтобы убедить читателя в возможности плоскостного подшипника качения воспринимать огромные вертикальные нагрузки, а также в возможности пренебречь инерционной реакцией, вызванной весом самих тел качения. Кроме того, в зависимости от вертикальной нагрузки, приходящейся на 1см² площади опирания (площадь подшипника качения), количество тел качения можно уменьшить, установив их не через 10мм, а, скажем, через 20, 30 или даже 40мм. Соответственно, кратно, в разы будет уменьшаться и общая инерционная масса элементов качения.

Очень важно нагрузить ролики как минимум до 3кг на один погонный сантиметр, дабы привлечь достаточные силы трения, исключающие, с одной стороны,

проскальзывание роликов относительно плоскостей качения, а с другой стороны, позволяющие пренебречь собственной инерционной массой роликов.

• Силы трения качения?

Как известно, сила противодействия качению, *сила трения качения* возникает только в случае деформации элементов качения соприкасающихся с плоскостью качения. В данном случае рассматривается только упругая деформация, так как, пластические деформации не позволяют считать тело качения круглым.



На Fig.1 видно, что в спокойном положении цилиндрический каток покоится на горизонтальной плоскости и на него действуют уравновешивающие друг друга силы: сила тяжести тд и нормальная реакция плоскости N.

При воздействии на каток силы F, приложенной к центру катка, в силу возникновения деформации катка в точке соприкосновения образуется некая малая площадка длиной £. В этом случае силы mg и N образуют пару сил, препятствующих качению катка.

Сила реакции N плоскости в этот момент оказывается сдвинутой в сторону качения на некоторое расстояние £ от линии действия силы mg. Так что нормальная реакция

плоскости N и сила тяжести катка mg образуют пару сил сопротивления качению с плечом \pounds . Момент этой пары сил является моментом сопротивления качению. Его величина равна

произведению модуля силы нормальной реакции N плоскости на плечо пары сил \pounds , называемое коэффициентом трения качения: $M=N\pounds$.

Коэффициент трения качения £ выражается в единицах длины (10⁻⁵мм).

То есть, чем твёрже материал (сталь), тем меньше коэффициент трения качения.

В любом случае силы сцепления, возникающие в точках соприкосновения элементов качения с плоскостью качения, должны быть приближены к нулю, а достичь этого можно только подбором более прочных материалов для элементов качения и плоскостей.

При качении элементов между двумя плоскостями схема воздействия сил, приводящих к движению катка, несколько меняется. Они прикладываются как в

верхней, так и в нижней точках соприкосновения катка с плоскостями качения, а собственный вес цилиндрических катков, в силу их малости по отношению к нагрузкам, которые приходятся на каждый каток, становятся столь незначительным, что ими можно пренебречь.

Требования к твёрдости тел качения и плоскостей качения должны быть адекватны расчётным нагрузкам. То есть, прочность конструкционных материалов легко просчитывается и подбирается по каталогам.

• Коррозионная неустойчивость металлов (стали) в условиях влажной среды?

Надо отметить, что данный аргумент один из наиболее серьезных, против применения метода разделения инерционных масс. Но ведь существуют долговечные консервационные и др. смазочные материалы, например, графитовая смазка, использование которой позволит значительно увеличить срок эксплуатации плоскостных подшипников качения.

Кстати говоря, замена элементов качения и ремонт плоскостных подшипников качения вполне возможен как после произошедшего землетрясения, так и по истечении нормативного срока эксплуатации. Для этого из ниш извлекаются сминаемые демпферы и с помощью системы балок, установленных в нишах, домкратами верхняя часть фундамента приподнимается на 10мм, чего вполне достаточно для замены и ремонта элементов качения.

Возможность ремонта после землетрясения и возможность плановой замены по истечении срока эксплуатации — это очень сильный аргумент против коррозионной неустойчивости.

После землетрясения с помощью системы домкратов здание вначале возвращается в исходное (проектное) положение и, при необходимости, производится ремонт плоскостных подшипников качения. В ниши фундаментов устанавливаются новые демпферы взамен извлечённых отработавших и смятых старых. По периметру здания также восстанавливается сминаемый пояс с заменой отработанного материала.

• Экономика

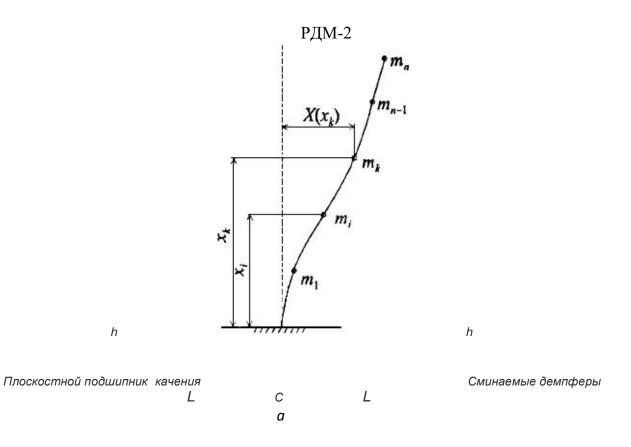
Стоимость одного квадратного метра плоскостного подшипника качения «в деле» в его самом насыщенном варианте из «черного» металла с набивкой его консервационными смазками до 30,0 тысяч рублей и до 100,0 тысяч рублей из нержавеющих сталей. Для представленного в эксперименте 24 этажного жилого дома при нагрузке 15,0 кг/см. (погонный) ролика площадь ППК составляет 80m^2 . Стоимость ППК: $100\ 000\ X\ 80 = 8\ 000\ 000\ рублей. А при нагрузке <math>10\text{кг/см} = 120\text{m}^2$. Стоимость ППК: $100\ 000\ X\ 120 = 12\ 000000$ рублей. При сметной стоимости здания $800\ 000\ M$ лн. рублей, стоимость МРИМ составляет от $1\ 000\ 000\ M$ от сметной стоимости здания. С учётом вытесненного объёма бетона из тела фундамента, а также с учётом снижения требований к конструкциям и элементам здания, метод разделения инерционных масс становится самым рентабельным из всех существующих систем защиты зданий и сооружений от землетрясений.

• Заключение.

Исключение упругих реакций в конструкциях и элементах зданий и сооружений от горизонтальных колебаний земной коры до полного исчерпания смягчающих возможностей демпферов на уступах фундамента и по периметру здания, становится главным преимуществом метода разделения инерционных масс над другими известными системами сейсмоизоляции.

В докладе была изложена технология вживления ППК в фундаменты зданий при новом строительстве. Но, что очень важно, вживление ППК в фундаменты возможно и в существующих зданиях и сооружениях. Для этого достаточно вырезать проёмы в существующих фундаментах и установить ППК с дальнейшим обетонированием зазоров и установить сминаемые демпферы в уступах фундамента, а также по периметру здания.

Ниже представлена расчётная схема (расчётно-динамическая модель) РДМ-2 для метода разделения инерционных масс



по методу разделения инерционных масс:

- а длина уступа фундамента;
- b –поперечный размер ППК (ширина фундамента);
- c продольный размер ППК;
- h высота сминаемой площадки демпфера;
- L Расчётная амплитуда колебаний (РАК);
- d распределенная инерционная масса (общий вес здания и все другие вертикальные нагрузки (кг) на единицу площади опирания(см²).

РДМ-1 - Расчётная динамическая модель для зданий с простым конструктивно-планировочным решением для расчёта упругих реакций сохраняется без изменений и для метода разделения инерционных масс.

Но, поскольку, применяя метод разделения инерционных масс, мы разрезаем фундамент и отделяем инерционную массу здания либо сооружения от инерционной массы земли (земной коры), гибкую консоль с массами, сосредоточенными в узлах расчётных схем (в уровнях перекрытий) условно принимаем защемленной в верхнюю часть фундамента. Снизу РДМ-1 дополняется расчётной схемой для определения параметров метода разделения инерционных масс.

Для расчёта плоскостных подшипников качения, сминаемых демпферов и сминаемого периметра в пределах заданной амплитуды колебаний, необходимы дополнительные геометрические и физические данные, которые обозначены на РДМ-2.

Расчётная схема (РДМ-2) для метода разделения инерционных масс остаётся точно такой же, как и для расчёта по предельным состояниям на особое сочетание нагрузок.

При использовании в проектах метода разделения инерционных масс, момент возникновения упругих реакций отдаляется до появления запредельных (сверх предусмотренных) амплитуд горизонтальных смещений земной коры. Такое отдаление момента наступления предельных состояний достигается поглощением разрушительной энергии подземных толчков сминаемыми демпферами в уступах фундаментов и по периметру здания. Иными словами, при горизонтальных (горизонтальных составляющих) колебаниях земной коры происходит разделение инерционных масс, когда земная кора приходит в движение, а здание, в силу своей инерционности, остаётся в покое, перекатываясь на плоскостных подшипниках качения. При возрастании интенсивности колебаний земной коры, сминаемые демпферы, всё более сминаясь, наконец, уплотняются настолько, что начинают передавать конструктивным элементам зданий и сооружений всю энергию подземных толчков.

И только тогда, при амплитуде колебаний 200-250мм, в конструктивных элементах зданий и сооружений возникают опасные напряжения. Но, к тому времени, землетрясение уже заканчивается! Почему я это утверждаю? Потому, что имея огромный банк результатов сейсмометрии по всему миру, мы можем с вероятностной точностью установить максимальную расчётную амплитуду колебаний (РАК) для

каждой отдельной территории, применив при этом повышающий коэффициент для гарантированного исключения ударных воздействий, как на уступах фундамента, так и по периметру здания.

То есть, метод разделения инерционных масс позволяет в значительной степени снизить, либо вовсе исключить воздействие горизонтальных составляющих подземных толчков на конструктивные элементы зданий и сооружений. Таким образом, с вероятностью 95% можно утверждать, что внедрение плоскостных подшипников качения Р.К. Бикмаева в фундаменты зданий и сооружений позволит исключить разрушительные деформации строительных конструкций.

Вероятность привязки зданий на границах тектонических разломов, карстовых явлений, неоднородности грунтов на глубинах 30 метров и более от планировочной отметки и прочих непредвиденных обстоятельств составляют не более 5%. В этом случае МРИМ находится в совершенно равных условиях со всеми другими системами сейсмоизоляции.

На основании вышеизложенного, при использовании этого метода (метода разделения инерционных масс) в проектах сейсмоустойчивых зданий для площадок с сейсмичностью 9-10 баллов достаточно учесть требования, предъявляемые к конструкциям в 7 баллов.

Следует отметить, что данный метод — **метод разделения инерционных масс** ограничен в применении по разным причинам, например, при строительстве высотных зданий и сооружений, где требуется значительно большая массивность фундамента-платформы. В каждом отдельном случае выбор между экономической целесообразностью проекта и относительной безопасностью здания либо сооружения остаётся за заказчиком.

В соответствии с РДМ-2 исключается, либо значительно снижается сейсмическое воздействие на узлы расчётных схем в пределах заданной амплитуды горизонтальных (горизонтальных составляющих) колебаний земной коры. Но, при возможном усилении колебаний за пределами заданной амплитуды, сейсмические нагрузки в системе «основание-сооружение» будут передаваться на ответственные узлы зданий и

сооружений в полном объёме. В этот момент наступает фаза возникновения упругих реакций. То есть, метод разделения инерционных масс и метод расчёта упругих реакций

при горизонтальных (горизонтальных составляющих) колебаниях земной коры органично дополняют друг друга.

Вначале, при колебаниях земной коры в пределах заданной расчётной амплитуды вступает в действие метод разделения инерционных масс (МРИМ). А при усилении колебаний и при возникновении сверхнормативной амплитуды колебаний земной коры в действие вступает метод расчёта упругих реакций.

О практическом применении метода разделения инерционных масс.

Считаю необходимым, для тщательного (детального) инструментального наблюдения и всестороннего изучения метода разделения инерционных масс, в

ближайшие год-два начать строительство новых (хотя бы по одному на каждый регион) зданий и сооружений во всех сейсмически опасных районах, а также, физическое усиление существующих зданий и сооружений. Ближайшие землетрясения помогут реально определить степень защищённости зданий и сооружений от воздействия горизонтальных колебаний земной коры при оснащении их плоскостными подшипниками качения и сминаемыми демпферами.

Уважаемые господа, я обращаюсь к Вам с надеждой, что вы поддержите этот новый и очень эффективный метод защиты зданий и сооружений от землетрясений и начнете в своих странах и регионах строить здания и сооружения на плоскостных подшипниках качения. Вместе мы избавим мир от разрушительных землетрясений, а, значит, сохраним жизни и здоровье тысячам и тысячам людей.

Мы готовы прислать вам готовые к применению плоские блоки элементов качения (Плоские БЭКи) заводского изготовления из лучших сортов российских нержавеющих сталей в таком количестве, которое вам необходимо. Все изделия будут сопровождаться паспортами с указанием гарантированных прочностных и других свойств изделия.

Автор изобретения и Патентообладатель:

Бикмаев Раис Каюмович Тел: +7 926 2701929

E-mail: <u>bbrais@mail.ru</u>

E-mail: <u>raisbikmaev@gmail.com</u>