

DOI 10.22363/1815-5235-2019-15-5-392-398  
УДК 8.614.66.092-97

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

## Расчет сейсмозащитных качеств демпфера и гасителя с возможностью их использования в летательных аппаратах

И.У. Маджидов<sup>1</sup>, М.Б. Арипходжаева<sup>2</sup>, Д.М. Рахматова<sup>2</sup>, А.А. Сулейманов<sup>2\*</sup><sup>1</sup>Министерство высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан, Республика Узбекистан, 100100, Ташкент, ул. 2-я Чимбайская, 96<sup>2</sup>Ташкентский государственный технический университет имени И. Каримова, Республика Узбекистан, 100100, Ташкент, ул. Университетская, 2

\*ibragimov-dem@yandex.com

### История статьи:

Поступила в редакцию: 14 февраля 2019 г.

Доработана: 15 сентября 2019 г.

Принята к публикации: 07 октября 2019 г.

### Аннотация

**Целью** исследования является определение наиболее эффективных сейсмозащитных устройств, а также степени их надежности в различных условиях. Дана методика сравнительного расчета для определения качества сейсмозащитных устройств. Приведен пример расчета для демпфера и гасителя. Расчеты показывают, что использование сейсмозащитных устройств уменьшает коэффициент  $K_3$  более чем в два раза. Сейсмозащита является актуальной проблемой не только в строительстве, но и во всех отраслях техносферы. Рассматривается возможность использования сейсмозащитных устройств в летательных аппаратах. **Методы.** Проводится сравнительный расчет поведения гасителей и демпферов с учетом коэффициентов трения  $f_{тр}$ , суммы вертикальных нагрузок  $\sum Q_{кл}$ , суммарной перерезывающей сейсмической силы  $\sum S_{лк}$ . Представлены рисунки – схемы расположения сейсмозащитных устройств (демпфера и гасителя) под зданием, а также варианты их установки в летательных аппаратах. Сравнительные расчеты проводятся с наличием сейсмозащитных установок и без них. **Результаты.** По итогам исследования выявлено изменение величины горизонтальных сейсмических нагрузок  $S_{ж}$  в пределах 2,26–2,46 раза. Это обстоятельство позволяет сделать вывод, что предложенное демпферное устройство снижает сейсмическую нагрузку, приходящуюся на защищаемое сооружение, на 1–2 балла, то есть почти с такой же эффективностью, как гасители (отличие в 0,3 раза).

**Ключевые слова:** сейсмозащитные устройства; демпфер; сейсмогаситель; коэффициент диссипации; декремент колебания; сеймовоздействие; здания и сооружения; летательные аппараты; сейсмические нагрузки; горизонтальные и вертикальные нагрузки

### Для цитирования

Маджидов И.У., Арипходжаева М.Б., Рахматова Д.М., Сулейманов А.А. Расчет сейсмозащитных качеств демпфера и гасителя с возможностью их использования в летательных аппаратах // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2019. Т. 15. № 5. С. 392–398. <http://dx.doi.org/10.22363/1815-5235-2019-15-5-392-398>

## Введение

В статье рассматривается сравнительный расчет гасителей и демпферов для применения в зда-

ниях и сооружениях, а также в летательных аппаратах. При сейсмической нагрузке происходит разрушение зданий и сооружений, а также отдельно стоящих (или находящихся в ангарах) летательных аппаратов. Ожидается, что возможно снижение сейсмической нагрузки при применении сейсмозащитных устройств.

Произведен расчет способности каждой из установок снизить вертикальные и горизонтальные нагрузки, приходящиеся на конструкции. На рис. 1 и 2 даны схемы установки демпферов и гасителей в зданиях. На рис. 3 – схема установки на летательные аппараты.

Шасси представляет собой демпферную стойку, к которой крепится колесная тележка (у гид-

Маджидов Иномжон Урушевич, доктор технических наук, профессор. Арипходжаева Малика Бахтияровна, старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности.

Рахматова Дилноза Мухитдиновна, старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности.

Сулейманов Адылжан Арифджанович, доктор технических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности. eLIBRARY SPIN-код: 2555-7348.

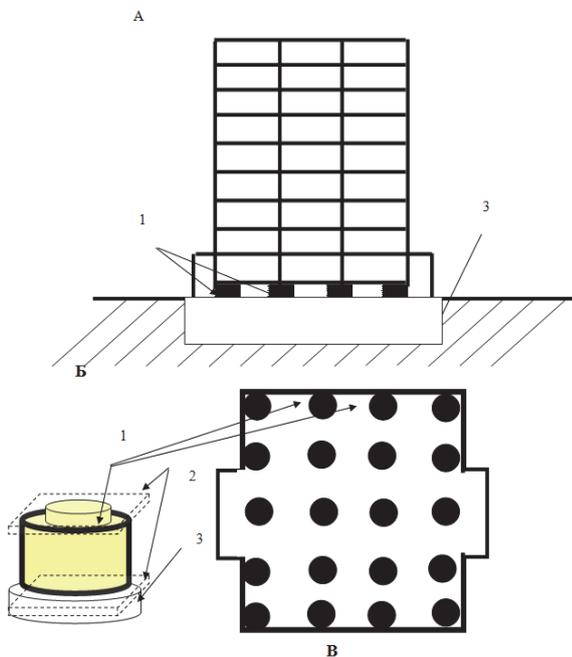
© Маджидов И.У., Арипходжаева М.Б., Рахматова Д.М., Сулейманов А.А., 2019

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ропланов – поплавков). В зависимости от массы самолета различаются конфигурации шасси. Наиболее часто встречающиеся: одна передняя стойка и две основных (Ту-154, А320), одна передняя и три основных (Ил-96), одна передняя и четыре основных (Боинг 747), две передних и две основных (В-52). На рис. 4 даны формы и свободные колебания зданий и сооружений при использовании активных сейсмозащитных систем [1–3].

### Исходные расчетные данные, формулы и схемы

При расчете степени влияния сейсмических воздействий с учетом активной сейсмозащиты на объект исследования придерживаются нормативных данных, заложенных в КМК 2.01.03-96 «Строительство в сейсмических районах» (Курилиш мейор койдалари – Строительные нормы и правила).



**Рис. 1.** Схема расположения демпферных устройств под зданием: *A* – вид фасада здания; *B* – аксонометрия демпферного устройства; *B* – расположение 23 демпферных устройств под зданием; *1* – паронитовое демпферное устройство; *2* – металлические пластины крепления; *3* – железобетонная подушка (полуподвальный производственный отсек)

[Figure 1. The scheme of an arrangement of damping devices under the building:

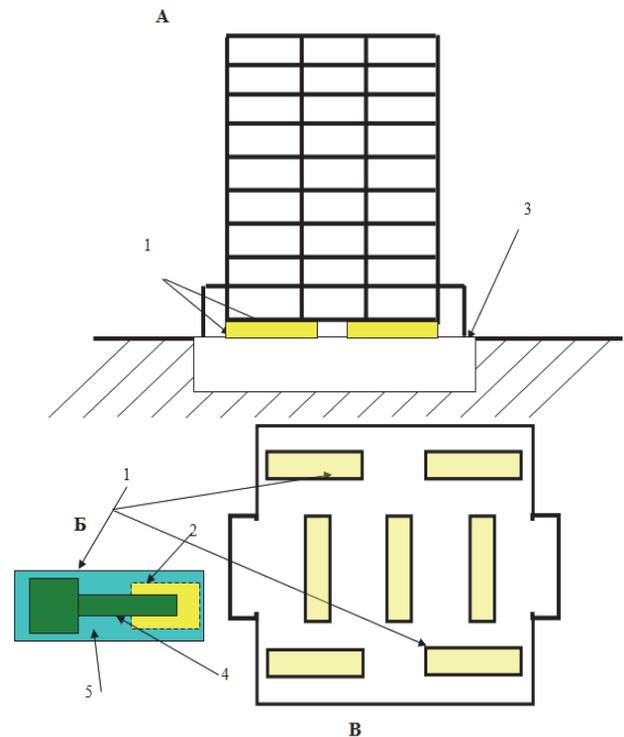
*A* – view of the facade of the building; *B* – axonometry of the damper device; *B* – location of 23 damper devices under the building; *1* – paronite damping device; *2* – metal mounting plates; *3* – reinforced concrete cushion (basement production compartment)]

Вводится коэффициент снижения амплитуд ускорений  $K_3$  ( $K_3$  – коэффициент снижения амплитуд горизонтальных ускорений), который необходим для учета совокупного воздействия устройств активной сейсмозащиты на защищаемое сооруже-

ние (табл. 2.7 п. 2.13 КМК нормирует коэффициент  $\alpha$  в зависимости от сейсмичности площадки строительства (в баллах)) [4]. Расчетное значение  $K_3$ , как показано в работе Л.Л. Солдатовой [5–6], определяется из условия не превышения суммарной перерезывающей силы уровня скользящего пояса по формуле

$$K_3 = f_{тр} \sum_{k=1}^n Q_k / \sum_{k=1}^n S_{ik}, \quad (1)$$

где  $f_{тр}$  – коэффициент трения скольжения в опорах при использовании сейсмозащитных устройств.



**Рис. 2.** Схема расположения гасителей под зданием:

*A* – вид фасада здания; *B* – схема гасителя; *B* – расположение 7 гасителей под зданием; *1* – гаситель; *2* – пневмонагнетатель; *3* – железобетонная подушка (полуподвальный производственный отсек); *4* – стержень с поршнем; *5* – жидкость для гашения колебаний  
[Figure 2. Layout of vibration transducers under the building: *A* – view of the facade of the building; *B* – vibration transducer scheme; *B* – the location of 7 vibration transducers under the building; *1* – vibration transducer; *2* – air blower; *3* – reinforced concrete cushion (basement production compartment); *4* – rod with piston; *5* – liquid for vibration damping]

$f_{тр}$  допускается уточнять на основе модельных или натуральных испытаний.

Для случая расчета без сейсмозащитного устройства для бетона  $f_{тр} = 0,445$ .

Для демпферного устройства  $f_{тр} = 0,2775$ .

Для гасителей  $f_{тр} = 0,1304$ .

$\sum Q_{кл}$  – сумма вертикальных нагрузок при использовании демпфера.

$\sum S_{dk}$  – суммарная перерезывающая сейсмическая сила при использовании демпфера.

$\sum Q_{kr}$  – сумма вертикальных нагрузок при использовании гасителя.

$\sum S_{rk}$  – суммарная перерезывающая сейсмическая сила при использовании гасителя.

Ряд уточнений взят также из КМК (коэффициент  $\alpha$  определялся по табл. 2.7 в зависимости от сейсмичности площадки строительства) для определения  $S_{ik}$ .

$$S_{ik} = K_0 K_{II} K_{ЭТ} K_p S_{oik}, \quad (2)$$

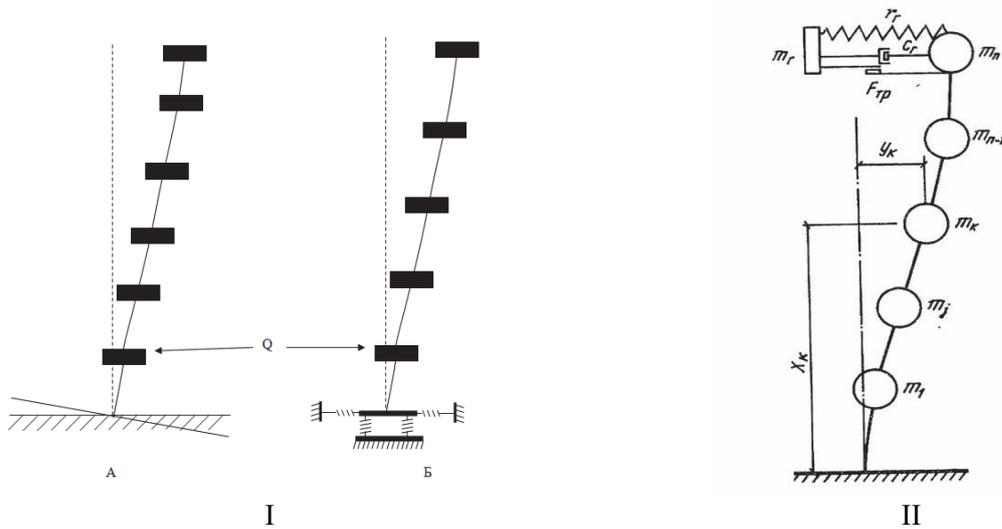
где  $K_0$  – коэффициент ответственности, принимаемый по табл. 2.3, зависящий от принятого для здания предельного состояния, для сооружений по степени важности подобным электростанции принимается равным 1,5 [4];  $K_{II}$  – коэффициент учета повторяемости землетрясений, по табл. 2.4 принимается равным 1,2;  $K_{ЭТ}$  – коэффициент, зависящий от этажности здания, по п. 2.17 принимается равным 1;  $K_p$  – коэффициент регулярности, определяемый по п. 2.25, принимается равным 1;  $S_{oik}$  – среднее значение сейсмической нагрузки, соответствующее  $i$ -му тону собственных колебаний, определяемое в предположении упругого деформирования конструкции по формуле

$$S_{oik} = \alpha Q_k W_i K_{\delta} \eta_{jk}, \quad (3)$$

где  $Q_k$  – нагрузки (постоянные и временные), вызывающие инерционную силу в точке  $k$ , определяющиеся по п. 1.3 КМК;  $\eta_{jk}$  – коэффициент, зависящий от формы деформации здания при его свободных колебаниях, принимается по п. 2.18 и 2.19 КМК.

Необходимо учитывать, что в технологии посадки летательных аппаратов сейчас активно используются амортизатор – устройство для гашения колебаний (демпфирования) и поглощения толчков и ударов подвижных элементов (подвески, колес), а также корпуса самого транспортного средства посредством превращения механической энергии движения (колебаний) в тепловую [7–9; 11–14]. Сейсмозащиту летательных аппаратов можно усиливать дополнительным встраиванием внутри летательного аппарата гасителей (рис 3.), позволяющих кинетическую энергию, приносимую сейсмонагрузкой, превращать в потенциальную.

$$\eta_{ik} = X_k \sum_{j=1}^n Q_j X_j / \sum_{j=1}^n Q_j X_j^2 \quad (4)$$



**Рис. 3.** Расчетные схемы для демпфера и гасителя с возможностью для устанавливания в летательных аппаратах:

*I* – сравнительные схемы устойчивости летательного аппарата: без демпферного устройства (*A*) и с демпферным устройством (*B*) [15–16];

$Q$  – нагрузка, приходящаяся на сооружение; *II* – расчетная схема с динамическим гасителем колебаний для летательных аппаратов:

$m(x)$  – погонная масса конструкций;  $X(x)$  – ордината нормированной формы собственных колебаний по основному тону (ордината в точке подвеса гасителя принимается равной единице);  $m_k$  – масса конструкций к нагрузке, сосредоточенная в точке с координатой  $x_k$ ;

$h$  – общая высота;  $n$  – общее число сосредоточенных масс  $F_{rp}$  – сила сухого трения в гасителе;  $C_r$  – коэффициент вязкого трения в гасителе;

$V_k$  – ускорение основания при землетрясении [17–18]

**[Figure 3.** Design schemes for the damper and vibration transducer when installed in aircraft:

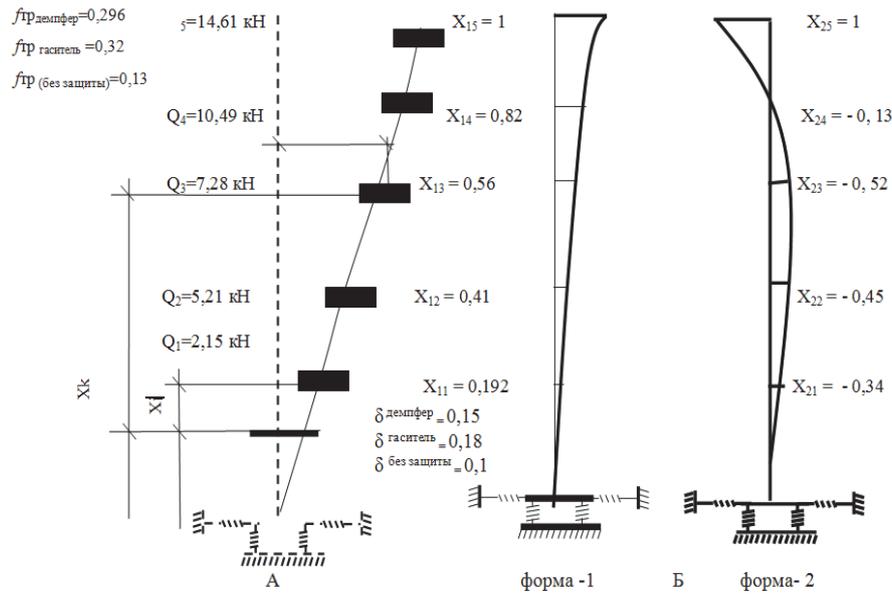
*I* – comparative stability schemes of the aircraft: without damper device (*A*) and with damper device (*B*) [15–16];  $Q$  – the load attributable to the structure;

*II* – the design scheme with a dynamic vibration transducer for aircraft:  $m(x)$  – the linear mass of structures;  $X(x)$  – the ordinate of the normalized form of natural oscillations in the basic tone (the ordinate at the point suspension of the vibration transducer is assumed to be equal to one);

$m_k$  – the mass of the structures to the load, concentrated at the point with the coordinate  $x_k$ ;  $h$  – is the total height;

$n$  – is the total number of concentrated masses;  $F_{rp}$  – is the dry friction force in the vibration transducer;

$C_r$  – is the coefficient of viscous friction in the vibration transducer;  $V_k$  – acceleration of the base in an earthquake [17–18]



**Рис. 4.** Расчетная схема: *A* – свободные колебания (с демпфером, гасителем и без защиты); *B* – 1 и 2 формы свободных колебаний здания при использовании активных систем сейсмозащиты;  $\delta$  – ослабление колебаний активной сейсмической защиты;  $f_{тр}$  – коэффициент трения скольжения при использовании активной сейсмозащиты [14; 17]  
**[Figure 4.** The design scheme: *A* – free oscillations (with damper, vibration transducer and without protection); *B* – 1 and 2 forms of free oscillations of the building when using active seismic protection systems;  $\delta$  – attenuation of oscillations of active seismic protection;  $f_{тр}$  – coefficient of sliding friction when using active seismic protection [14; 17]

**Практический расчет.** Для параметров здания, приведенного на рис 1, *A*, расчетное значение  $\eta_{jk}$  без сейсмозащиты – 1,049, для случая использования демпферного устройства  $\eta_{jkd}$  – 1,213, для случая использования гасителя  $\eta_{jkt}$  – 1,104.  $K_{\delta}$  – коэффициент, учитывающий диссипативные свойства конструкции, принимается согласно п. 2.16 КМК по формуле:  $\alpha$  – коэффициент, определяемый по табл. 2.7 в зависимости от сейсмичности площадки строительства;  $W_i$  – спектральный коэффициент, определяемый по п. 2.14 в зависимости от периода собственных колебаний здания, в нашем случае принят равным 0,83 [10]. При этом в качестве периода использован период свободных колебаний, найденный экспериментальным путем, то есть  $T = 0,5$  сек.

**Расчетное значение:**

$$k = 13,59 \text{ кПа}; (0,548 - \sqrt{\delta})(0,1 + 0,7/\sqrt{T_1}); K_{\delta} = e, \quad (5)$$

где  $\delta$  – декремент колебания, принимаемый по результатам натурных испытаний в упругой стадии зданий (сооружений), аналогичных проектируемому.

Согласно результатам экспериментальных данных, для здания без демпфера  $\delta = 0,10$ . Для случая применения демпферного устройства  $\delta = 0,15$ . Для случая применения гасителя  $\delta = 0,18$ .  $T_1$  – период собственных колебаний здания с учетом использования активных сейсмозащитных систем, при-

нимается равным 0,5 сек., для здания без демпферных систем – 0,3 сек. Следовательно:

$$(0,548 - \sqrt{0,18})(0,1 + 0,7/\sqrt{0,5});$$

$$K_{\delta}(\text{гаситель}) = e = 1,23;$$

$$(0,548 - \sqrt{0,15})(0,1 + 0,7/\sqrt{0,5});$$

$$K_{\delta}(\text{демпфер}) = e = 1,28;$$

$$(0,548 - \sqrt{0,10})(0,1 + 0,7/\sqrt{0,3});$$

$$K_{\delta}(\text{без демпфера}) = e = 1,73.$$

Подставив полученные значения в (3), определим, что  $S_{oik}$  при 8 баллах без демпферного устройства равно 5,68 кН, при использовании демпферного устройства – 6,01 кН, на основе гасителя – 6,2 кН.

**Вычисление  $S_{ik}$ :**

$$S_{ik}(\text{гаситель}) = 1 \times 0,9 \times 1,23 = 1,107 \text{ кН};$$

$$S_{ik}(\text{демпфер}) = 1 \times 0,9 \times 1,28 = 1,15 \text{ кН};$$

$$S_{ik}(\text{без защиты}) = 1 \times 0,9 \times 1,73 = 1,557 \text{ кН}.$$

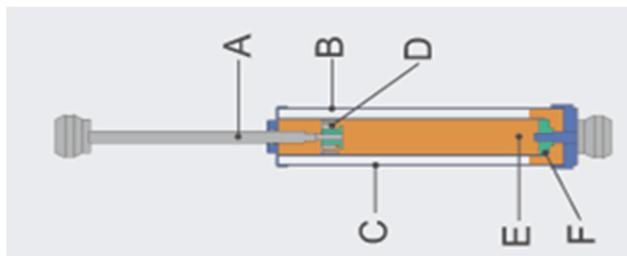
Полученные данные дают возможность вычислить коэффициент  $K_3$ :

$$K_3(\text{гаситель}) = 0,296 \times 14,61 / 1,107 = 3,906;$$

$$K_3(\text{демпфер}) = 0,32 \times 14,61 / 1,15 = 4,065;$$

$$K_3(\text{без защиты}) = 0,13 \times 14,61 / 1,557 = 1,219.$$

Схема действия гидравлического двухтрубного сейсмоамортизатора, устанавливаемого в летательные аппараты, представлена на рис. 5 [13; 18].



**Рис. 5.** Двухтрубный гидравлический амортизатор:

*A* – нагнетающий стержень; *B* – внешняя труба;  
*C* – внутренняя труба; *D* – уплотняющий поршень;  
*E* – демпфирующая жидкость; *F* – обратный клапан  
**[Figure 5.** Double tube hydraulic shock absorber:  
*A* – discharge rod; *B* – external pipe; *C* – internal pipe;  
*D* – sealing piston; *E* – damping fluid; *F* – check valve]

После определения  $K_3$  пониженные за счет применения демпферной системы величины горизонтальных сейсмических нагрузок  $S_{ik}$ , с учетом которых необходимо рассчитывать надземные конструкции здания, находятся при помощи формул (1) и (3) с заменой значений  $\alpha$  на значение  $\alpha K_3$  [19].

$$S_{ik(\text{гаситель})}^* = S_{ik(\text{гаситель})} \times K_3(\text{гаситель}) = 1,107 \times 3,906 = 4,32;$$

$$S_{ik(\text{демфер})}^* = S_{ik(\text{демфер})} \times K_3(\text{демфер}) = 1,15 \times 4,065 = 4,67;$$

$$S_{ik(\text{без защиты})}^* = S_{ik(\text{без защиты})} \times K_3(\text{без защиты}) = \\ = 1,557 \times 1,219 = 1,899.$$

### Заключение

Уменьшение  $S_{ik}$  для случая использования демпферного устройства по сравнению с вариантом без использования сейсмозащитного устройства –  $4,67 / 1,899 = 2,46$  раза. По сравнению с вариантом с гасителем –  $4,32 / 1,899 = 2,276$  раза. Таким образом, расчеты показывают, что использование сейсмозащитных устройств уменьшает коэффициент  $K_3$  более чем в два раза. Это обстоятельство позволяет сделать вывод, что предложенное демпферное устройство снижает сейсмическую нагрузку, приходящуюся на защищаемое сооружение на 1–2 балла, то есть почти с такой же эффективностью, как гасители (отличие на 8 %). Однако необходимо учитывать, что себестоимость демпферных устройств гораздо ниже по сравнению с гасителями. Кроме этого, демпферные устройства имеют высокую степень взаимозаменяемости. Для условий же летательных аппаратов наиболее эффективно устанавливать уже внутри не демпферы, а именно гасители сеймонагрузки (рис. 5), так как в шасси технически предусмотрено демпфирование за счет амортизаторов.

### Список литературы

1. Сулейманов А.А., Ибрагимов Б.Т. Оценка фактора пожара при землетрясениях // Современное состояние и перспективы развития механики на основе компьютерных технологий СамГАСИ. Самарканд, 2017. С. 34–36.
2. Маджидов И.У., Ибрагимов Б.Т., Сулейманов А.А. Анализ пожарной опасности сейсмозащитных деформационных швов // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2019. Т. 15. № 1. С. 75–80.
3. Мустакимов В.Р. Проектирование сейсмостойких зданий: учебное пособие. Казань, 2016. С. 22–78.
4. КМК 2.01.03-96. Строительство в сейсмических районах. Ташкент: Госкомархитектстрой, 1997. 127 с.
5. Баласанян С.Ю., Назарян С.Н. Сейсмическая защита и ее организация. Гюмри: Эльдorado, 2004. 436 с.
6. Поляков С.В., Килимник Л.Ш., Солдатова Л.Л. Опыт возведения зданий с сейсмоизолирующим скользящим поясом в фундаменте. М.: Стройиздат, 1984. 32 с.
7. Ахмедов М.А. Оценка повреждаемости наиболее распространенных типов конструкции жилых зданий при сильных землетрясениях в республике // Оценка сейсмической опасности и сейсмической риска: материалы Международной конференции. Ташкент, 2004. С. 20–33.
8. Айзенберг Я.М. Совершенствование антисейсмического проектирования и строительства: обзорно-аналитический доклад / ВНИИСТПИ. М., 2006. 111 с. (Строительство и архитектура).
9. Сулейманов А.А., Яскевич М.В., Таманова В.В. Универсальный временной вектор при спасении пострадавших в результате сонаправленного воздействия сейсмопожароопасного фактора // Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты: сборник статей студентов, магистров, аспирантов, молодых ученых и преподавателей. Вып. 26. Пермь, 2018. С. 58–59.
10. Suleimanov A.A., Ibragimov B.T. Research of Thermal and Mechanical Influence on Ferro-Concrete Designs with Damping Inserts // International Journal of Advanced Research in Science Engineering and Technology (IJARSET). 2017. Vol. 4. No. 9. Pp. 4595–4598.
11. Кривошапко С.Н., Мамиева И.А. Стержневые системы в форме однополостного гиперболоида вращения // Монтажные и специальные работы в строительстве. 2011. № 11. С. 19–23.
12. Bramski C. Obrotomo-symetryczne zbiorniki kroplokstaltne. Analiza pracy powloki // Zesz. nauk. Bialostock. Nauki techn. 1981. No. 35. 50 p.
13. Yuguo Wu, Yake Jiang, Bo Gao, Zhigang Liu, Jing Liu. Thermodynamic analysis on an instantaneous water heating system of shower wastewater source heat pump // Journal of Water Reuse and Desalination. 2018. No. 8 (3). Pp. 404–411.
14. Kurtz-Orecka K., Tuchowski W. Combined heat pumpdistrict heating network energy source. E3S Web of Conferences. 2018. Vol. 49. 00063. DOI: 10.1051/e3sconf/20184900063
15. Hatem M. El Ssayd, Hussam E. Zaineh, Draji Dojcinovski, Vladimir Mihailov. Re-Evaluations of Seismic Hazard of Syria // International Journal of Geosciences. 2012. No. 3. Pp. 847–855.

16. Sadooni F.N., Alsharhan A.S. Stratigraphy, microfacies, and petroleum potential of the Nauddud Formation (Albian – Cenomanian) in the Arabian Jult basin // AAPG Bull. 2003. Vol. 87. No. 10. Pp. 1653–1680.

17. Mohamad Khir Abdul-Wahed, Ibrahim Al-Tahham. Preliminary outline of the seismologically active zones in Syria // Annals of geophysics. 2010. Vol. 53. No. 4. doi: 10.4401/ag-4683

18. Rawaa Dakkak, Maen Mreish, Mohamad Daoud, George Hade. The Syrian National Seismological Network (SNSN): monitoring a major continental transform fault // Seismological Research Letters. 2005. Vol. 76. No. 4. Pp. 437–445.

19. Woloszyn J., Golaś A. Coefficient of Performance Stabilisation in Ground Source Heat Pump Systems // Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems. 2017. No. 5 (4). Pp. 645–656.

RESEARCH PAPER

## Calculation of seismic qualities of the damper and vibration transducer with the possibility of their use in aircraft

Inomzhon U. Madzhidov<sup>1</sup>, Malika B. Aripkhodzhaeva<sup>2</sup>,  
Dilnoza M. Rakhmatova<sup>2</sup>, Adiljan A. Suleymanov<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ministry of Higher and Secondary Special Education of Uzbekistan, 96 2-ya Chimbaiskaya St., Tashkent, 100100, Republic of Uzbekistan

<sup>2</sup>Tashkent State Technical University, 2 Universitetskaya St., Tashkent, 100100, Republic of Uzbekistan

\*ibragimov-dem@yandex.com

### Article history:

Received: February 14, 2019

Revised: September 15, 2019

Accepted: October 07, 2019

### Abstract

**The aim of the work.** The article aims to determine the most effective seismic protection devices, as well as their degree of reliability in different conditions. The method of comparative calculation for determining the quality of seismic protection devices is given. An example of calculation for the damper and vibration transducer is carried out. Calculations show that the use of seismic protection devices reduces the coefficient of  $K_3$  more than twice. Seismic protection is an urgent problem not only in construction, but also in all branches of the technosphere. The option of using seismic protection devices in aircraft is also considered. **Methods.** A comparative calculation of the behavior of dampers and vibration transducer taking into account the friction coefficients  $f_{ir}$ , the sum of vertical loads  $\sum Q_{kd}$ , the total shear seismic force  $\sum S_{dc}$  is considered. The diagram of the location of seismic protection devices (damper and vibration transducer) under the building is presented, as well as the options for installation in aircraft are given. Comparative calculations are carried out with the presence of seismic protection installations and without them. **Results.** The total result is given taking into account the change in the value of horizontal seismic loads  $S_{ik}$ , which has changed in the range of 2.26–2.46 times. This circumstance allows to conclude that the proposed damping device reduces the seismic load, which falls on the protected structure, by 1–2 points, with almost the same efficiency as the vibration transducers (difference of 0.3 times).

**Keywords:** seismic protection devices; damper; seismic damper; dissipation factor; vibration decrement; seismic activity; buildings and structures; aircraft; seismic loads; horizontal and vertical loads

### For citation

Madzhidov I.U., Aripkhodzhaeva M.B., Rakhmatova D.M., Suleymanov A.A. (2019). Calculation of seismic qualities of the damper and vibration transducer with the possibility of their use in aircraft. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*, 15(5), 392–398. <http://dx.doi.org/10.22363/1815-5235-2019-15-5-392-398>. (In Russ.)

### References

1. Suleymanov A.A., Ibragimov B.T. (2017). Ocenka faktora pozhara pri zemletryaseniya [Assessment of the fire factor in earthquakes]. *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya mekhaniki na osnove komp'yuternykh tekhnologij SamGASI* [Current state and prospects of develop-

ment of mechanics on the basis of computer technologies of SamGASI] (pp. 34–36). Samarkand. (In Russ.)

2. Majidov I.U., Ibragimov B.T., Suleymanov A.A. (2019). Fire danger analysis of seismic expansion joints. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*, 15(1), 75–80. (In Russ.)

3. Mustakimov V.R. (2016). Proektirovanie sejsmostojkikh zdaniy: uchebnoe posobie [Design of earthquake-resistant buildings: textbook] (pp. 22–78). Kazan. (In Russ.)

4. KMK2.01.03-96. (1997). Stroitel'stvo v sejsmicheskikh rajonah [Construction in seismic areas]. Tashkent, Goskomarkhitektstroy Publ. (In Russ.)

**Inomjon U. Madzhidov**, Doctor of Technical Sciences, Professor.

**Malika B. Aripkhodzhaeva**, senior lecturer, Department of Safety of Life.

**Dilnoza M. Rakhmatova**, senior lecturer, Department of Safety of Life.

**Adylzhan A. Suleymanov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Safety of Life. eLIBRARY SPIN-code: 2555-7348.

5. Balasanyan S.Yu., Nazaretyan S.N. (2004). Seismicheskaya zashchita i ee organizatsiya [Seismic protection of and its organization]. Gyumri: El Dorado. (In Russ.)
6. Polyakov S.V., Kilimnik L.Sh., Soldatova L.L. (1984). Opyt vozvedeniya zdaniy s seismoizoliruyushchim skol'zyashchim poyasom v fundamente [Experience of erection of buildings with a seismic-insulating sliding belt in the foundation]. Moscow, Stroizdat Publ. (In Russ.)
7. Akhmedov M.A. (2004). Ocenka povrezhdaemosti naibolee rasprostranennykh tipov konstrukcii zhilykh zdaniy pri sil'nykh zemletryaseniyah v respublike [Damage assessment of the most common types of construction of residential buildings during strong earthquakes in the republic]. *Ocenka seismicheskoy opasnosti i seismicheskoy riska: materialy Mezhdunarodnoy konferencii [Assessment of seismic hazard and seismic risk: Proceedings of the International Conference]* (pp. 20–33). Tashkent. (In Russ.)
8. Eisenberg J.M. (2006). Sovershenstvovanie anti-seismicheskogo proektirovaniya i stroitel'stva: obzorno-analiticheskij doklad [Improving seismic design and construction. Review and analytical report]. Moscow, VNIINTPI Publ. (In Russ.)
9. Suleymanov A.A., Yaskevich M.V., Tamanova V.V. (2018). Universal'nyy vremennoj vektor pri spasenii postradavshih v rezul'tate sonapravlen'nogo vozdejstviya seismopozharopasnogo faktora [Universal time vector in the rescue of victims as a result of the co-directional impact of seismic fire hazard factor]. *Razvitie sovremennoj nauki: teoreticheskie i prikladnye aspekty: sbornik statej studentov, magistrrov, aspirantov, molodyh uchenykh i prepodavatelej [Development of modern science: theoretical and applied aspects: collection of articles of students, masters, postgraduates, young scientists and teachers]* (issue 26, pp. 58–59). Perm. (In Russ.)
10. Suleimanov A.A., Ibragimov B.T. (2017). Research of Thermal and Mechanical Influence on Ferro-Concrete Designs with Damping Inserts. *International Journal of Advanced Research in Science Engineering and Technology (IJARSET)*, 4(9), 4595–4598.
11. Krivoshapko S.N., Mamieva I.A. (2011). Sterzhnevye sistemy v forme odnopolostnogo giperboloida vrashcheniya [Rod systems in the form of a single-cavity hyperboloid of rotation]. *Montazhnye i special'nye raboty v stroitel'stve [Assembly and special works in construction]*, (11), 19–23. (In Russ.)
12. Bramski C. (1981). Obrotomo-symetryczne zbiorniki kroplokstaltne. Analiza pracy powloki. *Zesz. nauk. Bialostock. Nauki techn.*, (35). (In Polish.)
13. Yuguo Wu, Yake Jiang, Bo Gao, Zhigang Liu, Jing Liu. (2018). Thermodynamic analysis on an instantaneous water heating system of shower wastewater source heat pump. *Journal of Water Reuse and Desalination*, 8(3), 404–411.
14. Kurtz-Orecka K., Tuchowski W. (2018). Combined heat pumpdistrict heating network energy source. *E3S Web of Conferences*, 49, 00063.
15. Hatem M. El Ssayd, Hussam E. Zaineh, Draji Dojcinovski, Vladimir Mihailov. (2012). Re-Evaluations of Seismic Hazard of Syria. *International Journal of Geosciences*, (3), 847–855.
16. Sadooni F.N., Alsharhan A.S. (2003). Stratigraphy, microfacies, and petroleum potential of the Nauddud Formation (Albian – Cenomanian) in the Arabian Jult basin. *AAPG Bull.*, 87(10), 1653–1680.
17. Mohamad Khir Abdul-Wahed, Ibrahim Al-Tahham. (2010). Preliminary outline of the seismologically active zones in Syria. *Annals of geophysics*, 53(4). doi: 10.4401/ag-4683
18. Rawaa Dakkak, Maen Mreish, Mohamad Daoud, George Hade. (2005). The Syrian National Seismological Network (SNSN): Monitoring A Major Continental Transform Fault. *Seismological Research Letters*, 76(4), 437–445. doi:10.1785/gssrl.76.4.437
19. Wołoszyn J., Gołaś A. (2017). Coefficient of Performance Stabilisation in Ground Source Heat Pump Systems. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 5(4), 645–656.