ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 7

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ПОВЫШЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЛИФТОВЫХ ШАХТ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГОДИССИПАТИВНЫХ УЗЛОВ КРЕПЛЕНИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ И ПОДАТЛИВЫХ СОЕДИНЕНИЙ РЕЛЬСОВ.

Назарова Матлюба Кудратовна
Ташкентский архитектурно-строительный университет, (Узбекистан) Доц.
Олимхон Хондамир Осимхон угли
Ташкентский архитектурно-строительный университет, (Узбекистан)

Аннотация. Землетрясения 6 февраля 2023 года в Турции показали, что лифтовые системы остаются одной из наиболее уязвимых инженерных подсистем многоэтажных зданий при сильных сейсмических воздействиях. Даже в случаях, когда здание сохраняет общую несущую способность, лифты часто теряют работоспособность вследствие деформации направляющих, повреждения кронштейнов, отказа роликовых башмаков, нарушения канатно-блочной схемы и схода противовеса. На основе анализа последствий землетрясения Кахраманмараш 2023 года, материалов FEMA, исследований MCEER и требований EN 81-77:2022 в настоящей работе предлагается концепция повышения сейсмостойкости лифтовых шахт за счет внедрения энергодиссипативного узла крепления направляющих, ограниченно податливого стыка секций рельсов и дополнительного страховочного антидерейлингового элемента для противовеса. Предполагается, что такой подход позволит уменьшить пиковые усилия в кронштейнах и направляющих, снизить риск локального изгиба рельсов и повысить остаточную работоспособность лифта после землетрясения. Предложенное решение носит исследовательский характер и требует последующей численной и экспериментальной верификации.

Ключевые слова: лифтовая шахта, сейсмостойкость, направляющие лифта, энергодиссипация, межэтажные перемещения, кинематическая совместимость, противовес, антидерейлинговые устройства.

Abstract. The earthquakes of February 6, 2023, in Turkey demonstrated that elevator systems remain one of the most vulnerable engineering subsystems in multi-story buildings under strong seismic actions. Even in cases where the building retains its overall load-bearing capacity, elevators often lose functionality due to deformation of guide rails, damage to brackets, failure of roller guides, disruption of the rope-pulley system, and derailment of the counterweight. Based on the analysis of the consequences of the 2023 Kahramanmaraş earthquakes, as

ISSN 3030-3907

well as materials from FEMA, studies by MCEER, and the requirements of EN 81-77:2022, this study proposes a concept for improving the seismic resistance of elevator shafts through the implementation of an energy-dissipative guide rail fixing node, a semi-flexible joint between rail sections, and an additional safety anti-derailing device for the counterweight. It is assumed that this approach will reduce peak forces in brackets and guide rails, decrease the risk of local rail buckling, and improve the residual operability of elevators after an earthquake. The proposed solution is conceptual in nature and requires further numerical and experimental validation.

Keywords: elevator shaft, seismic resistance, elevator guide rails, energy dissipation, inter-story drift, kinematic compatibility, counterweight, anti-derailing devices.

Annotatsiya. 2023-yil 6-fevralda Turkiya hududida sodir bo‘lgan zilzilalar ko‘p qavatli binolarda lift tizimlari kuchli seysmik ta’sirlar ostida eng zaif muhandislik tizimlaridan biri ekanligini ko‘rsatdi. Hatto bino umumiy yuk ko‘tarish qobiliyatini saqlab qolgan hollarda ham, liftlar ko‘pincha yo‘naltiruvchi relslarning deformatsiyasi, kronshteynlarning shikastlanishi, rolikli tayanchlarning ishdan chiqishi, arqon-blok tizimining buzilishi va qarshi yukning relsdan chiqib ketishi sababli ishlamay qoladi. Ushbu ishda 2023 Kahramanmaraş earthquakes oqibatlari tahlili, FEMA materiallari, MCEER tadqiqotlari hamda EN 81-77:2022 talablari asosida lift shaxtalarining seysmik barqarorligini oshirish konsepsiyasi taklif etiladi. Ushbu konsepsiya yo‘naltiruvchi relslarni mahkamlashda energiya yutuvchi (dissipativ) tugunni qo‘llash, rels seksiyalari orasida cheklangan elastik bo‘g‘in yaratish hamda qarshi yuk uchun qo‘shimcha relsdan chiqishga qarshi himoya elementini joriy etishni nazarda tutadi. Taxmin qilinishicha, ushbu yondashuv kronshteynlar va yo‘naltiruvchi relslardagi maksimal kuchlanishlarni kamaytiradi, relslarning lokal bukilish xavfini pasaytiradi hamda zilzilaladan keyin liftning ishlash qobiliyatini yaxshilaydi. Taklif etilgan yechim ilmiy-tadqiqot xarakteriga ega bo‘lib, keyinchalik sonli va eksperimental tekshiruvni talab qiladi.

Kalit so‘zlar: lift shaxtasi, seysmik barqarorlik, lift yo‘naltiruvchi relslari, energiya dissipatsiyasi, qavatlararo siljish, kinematik moslik, qarshi yuk (protivoves), relsdan chiqishga qarshi qurilmalar.

1. ВВЕДЕНИЕ.

Лифтовая шахта в современном многоэтажном здании представляет собой не только технологическое пространство для вертикального транспорта, но и важный конструктивно-функциональный элемент, связанный с ядром жесткости здания. Во многих общественных, жилых и больничных зданиях зона лифтовой шахты включена в систему стен сдвига

ISSN 3030-3907

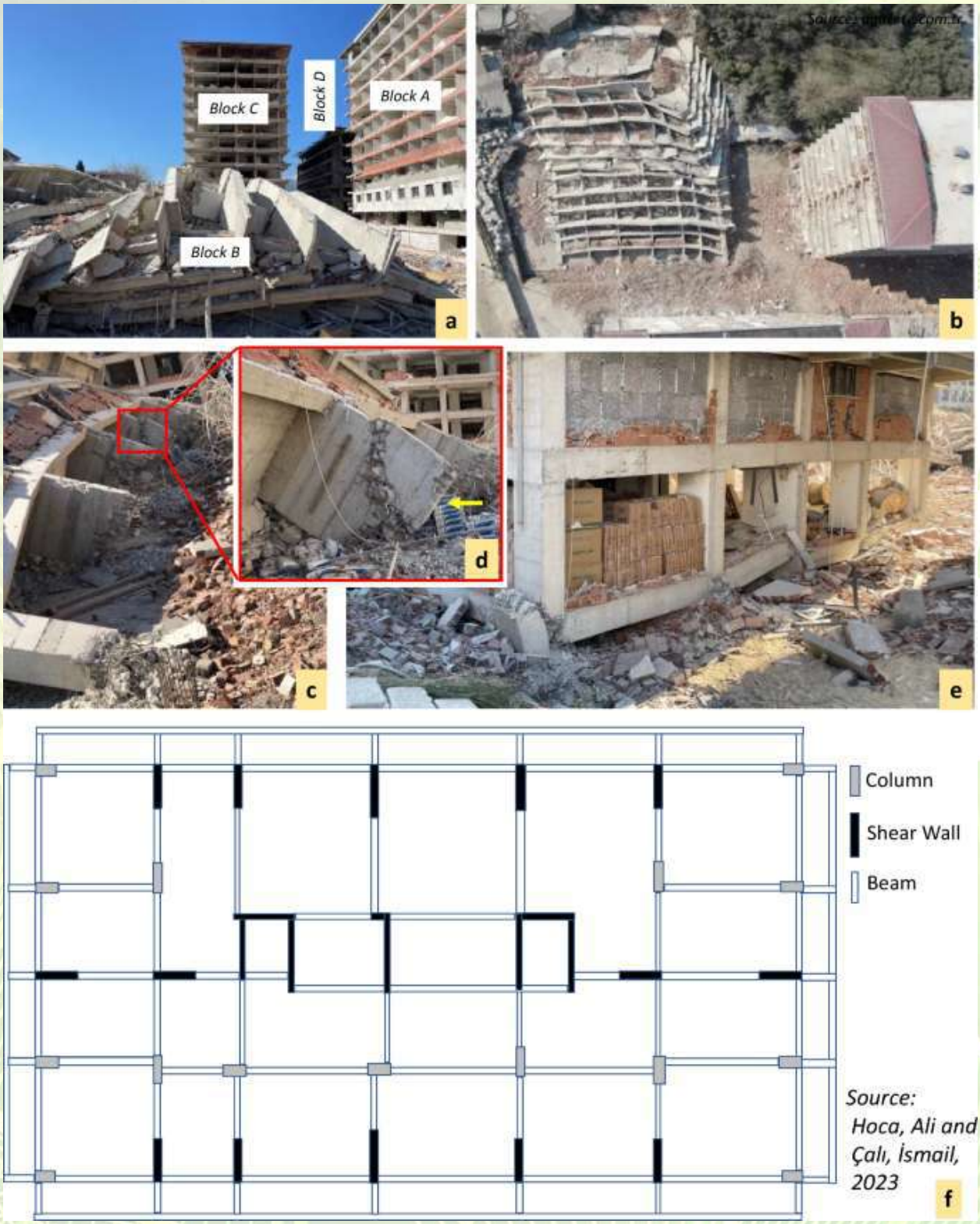
или примыкает к ней, поэтому ее деформационное состояние во время землетрясения определяется общей работой несущей системы.

Последовательность землетрясений Кахраманмараш 6 февраля 2023 года стала одним из наиболее значимых современных примеров, показавших, что отказ инженерных систем может резко снижать эксплуатационную пригодность объектов даже без полного разрушения здания. Для лифтов это выражается в остановке движения, застревании кабин, повреждении направляющих, отказе дверных узлов и риске схода противовеса.



Современные нормативные документы, в частности EN 81-77:2022, ориентированы не только на предотвращение гибели и травмирования людей, но и на уменьшение повреждаемости лифтов и сокращение числа систем, выводимых из эксплуатации после землетрясения. Следовательно, задача повышения сейсмостойкости лифтовых шахт должна рассматриваться шире, чем простая проверка прочности отдельных деталей. Необходим анализ совместной работы системы «стена шахты - анкер - кронштейн - направляющая - башмак - противовес/кабина».

ISSN 3030-3907



2. Анализ характерных повреждений лифтовых систем при землетрясениях

По данным FEMA, MCEER и полевых обследований после сильных землетрясений наиболее уязвимыми элементами лифтовой системы являются направляющие кабины и противовеса, кронштейны и зажимы их крепления, роликовые башмаки, канаты, ограничители скорости и зоны

ISSN 3030-3907

стыковки рельсов. Особую опасность представляет сход противовеса, поскольку именно противовес является наиболее тяжелой подвижной частью системы и способен вызвать вторичные удары и каскадные повреждения.

Полевое обследование лифтов после серии землетрясений 6 февраля 2023 года, выполненное в Малатье, зафиксировало повреждения кронштейнов направляющих, сход противовесов с рельсов, повреждения канатов и ограничителей скорости, а также случаи столкновения противовеса с кабиной. Авторы исследования отмечают, что почти все обследованные лифты не были спроектированы и смонтированы по EN 81-77, что подчеркивает значение специальных сейсмических требований.

Инженерный анализ показывает, что даже небольшие межэтажные относительные перемещения могут приводить к потере соосности направляющих. Если крепления являются слишком жесткими, то деформации здания почти без фильтрации передаются на рельсы. В результате в кронштейнах возникают локальные перегрузки, в направляющих - дополнительные изгибающие моменты, а в роликовых башмаках - неблагоприятные эксцентриситеты и зазоры.

3. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Традиционный подход к креплению направляющих ориентирован преимущественно на обеспечение жесткости и геометрической неизменяемости в штатной эксплуатации. Однако при сильном сейсмическом воздействии чрезмерно жесткая связь между направляющей и стеной шахты может становиться источником повышенных внутренних усилий. По сути, рельс начинает одновременно воспринимать инерционную нагрузку от противовеса или кабины и навязанные перемещения от деформирующегося здания.

Следовательно, ключевая инженерная проблема состоит в несовместимости перемещений здания и лифтовой системы. Усиление кронштейна без изменения характера его работы не всегда ведет к реальному снижению повреждаемости. В ряде случаев это лишь переносит отказ в другой, более чувствительный элемент системы. Поэтому целесообразно переходить от концепции абсолютно жесткого крепления к концепции контролируемо податливого и демпфируемого соединения.

4. ЦЕЛЬ, ОБЪЕКТ, ПРЕДМЕТ И ГИПОТЕЗА ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является разработка конструктивного решения по повышению сейсмостойкости лифтовых шахт за счет применения энергодиссипативных узлов крепления направляющих и ограниченно

ISSN 3030-3907

податливых соединений рельсов, адаптированных к межэтажным перемещениям здания при землетрясении.

Объект исследования - лифтовые шахты и направляющие системы лифтов в многоэтажных зданиях, эксплуатируемых в сейсмических районах. Предмет исследования - напряженно-деформированное состояние узлов крепления направляющих, стыков рельсов и страховочных элементов противовеса при сейсмических воздействиях.

Рабочая гипотеза заключается в том, что введение локальных энергодиссипативных и ограниченно податливых элементов в систему крепления направляющих позволит снизить пиковые усилия в кронштейнах и рельсах, уменьшить вероятность схода противовеса и повысить остаточную работоспособность лифтовой системы после землетрясения.

5. ПРЕДЛАГАЕМОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ

В настоящей работе предлагается комплексное решение, включающее три взаимосвязанных элемента: энергодиссипативный узел крепления направляющей к стене шахты, ограниченно податливый стык секций рельсов и антидерейлинговый страховочный элемент противовеса. Концепция направлена не только на увеличение несущей способности, но и на снижение требуемого отклика системы за счет локального перераспределения деформаций и рассеяния энергии.

5.1. Энергодиссипативный узел крепления направляющих

Предлагаемый узел включает базовую анкерную плиту, жестко соединенную со стеной шахты; промежуточную подвижную пластину с малыми направляющими пазами; демпфирующий элемент; а также ограничитель перемещений. В обычном эксплуатационном режиме узел должен обеспечивать достаточную жесткость и сохранять точное положение направляющей. В сейсмическом режиме допускается малое контролируемое относительное смещение между стеной и кронштейном при одновременном рассеянии части энергии.

В качестве демпфирующего элемента могут быть рассмотрены три исследовательских варианта: вискоэластическая вставка, фрикционный пакет с заранее заданным усилием проскальзывания или тонкий металлический пластинчатый элемент с контролируемой пластической работой. Выбор конкретной схемы должен определяться результатами моделирования и испытаний.

5.2. Податливый стык секций направляющих

Обычный жесткий стык рельсов представляет собой зону концентрации напряжений, особенно при дифференциальных перемещениях

ISSN 3030-3907

соседних этажей. Для снижения этого эффекта предлагается рассмотреть вариант полуподатливого стыка с фрикционной или упруго-податливой вставкой малого хода. В штатной эксплуатации такой стык должен оставаться практически жестким, а при землетрясении - перерабатывать малое относительное смещение без мгновенной концентрации усилий в одном сечении.

5.3. Антидерейлинговый элемент для противовеса

Поскольку сход противовеса остается одним из наиболее опасных отказов, целесообразно предусмотреть дополнительный страховочный удерживающий элемент, который не влияет на нормальную работу, но ограничивает выход роликового башмака за критическое положение при сильном поперечном импульсе. Такой элемент может быть выполнен в виде дополнительной удерживающей скобы, страховочной губки или профильного ограничителя.

5.4. Принцип ожидаемой работы системы

Предлагаемая система должна функционировать как локальный сейсмозащитный «предохранитель». При малых воздействиях она сохраняет эксплуатационную жесткость, а при сильном землетрясении снижает пиковые усилия, перераспределяет деформации и ограничивает вероятность развития каскадного отказа. Такой подход потенциально позволяет перевести работу системы из режима хрупкого локального повреждения в режим контролируемой ограниченной податливости.

6. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТРАДИЦИОННОГО И ПРЕДЛАГАЕМОГО ПОДХОДОВ

Для предварительного инженерного обоснования предлагаемой концепции целесообразно сопоставить логику работы традиционной системы и системы с локальной податливостью и демпфированием.

Таблица 1

Критерий	Традиционное жесткое крепление	Усиленное жесткое крепление	Предлагаемое демпфируемое крепление
Работа при эксплуатации	Высокая точность	Высокая точность	Высокая точность при корректном подборе
Реакция на дрейф зданий	Передача деформаций почти напрямую	Передача деформаций почти напрямую	Частичная фильтрация и перераспределение

ISSN 3030-3907

Риск локальной перегрузки кронштейна	Повышенный	Очень высокий при переусилении	Сниженный за счет податливости
Риск схода противовеса	Сохраняется	Сохраняется	Дополнительно ограничивается страховочным элементом
Послеаварийная работоспособность	Низкая	Низкая или средняя	Потенциально выше

7. МЕТОДИКА ДАЛЬНЕЙШЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проверки рабочей гипотезы целесообразно сформировать расчетную модель системы «стена шахты - анкерный узел - кронштейн - направляющая - роликовый башмак - противовес». В модели необходимо рассмотреть как минимум три варианта: традиционное жесткое крепление, усиленное жесткое крепление и энергодиссипативное крепление с ограниченным ходом.

На первом этапе рекомендуется выполнить численный анализ по критериям: максимальные усилия в кронштейнах, изгибающие моменты в направляющих, относительные смещения рельсов, остаточные деформации и показатели риска схода противовеса. На втором этапе целесообразны квазистатические циклические испытания опытного узла для получения диаграммы «сила - перемещение», оценки гистерезиса и деградации жесткости. На третьем этапе желательны укрупненные динамические испытания на виброплатформе или с эквивалентным динамическим воздействием.

Итогом исследования должны стать рациональные параметры податливости, демпфирования и предельного хода, а также рекомендации по применению решения в новых и существующих лифтовых системах.

Программа верификации предлагаемого решения

Таблица 2

Этап	Метод	Что оценивается	Результат
1	Численное моделирование	Усилия в кронштейнах, моменты в рельсах, относительные смещения	Сравнение вариантов узлов

ISSN 3030-3907

2	Квазистатические циклические испытания	Гистерезис, остаточные деформации, деградация жесткости	Параметры демпферования
3	Динамическое испытание фрагмента системы	Работа узла при импульсивном воздействии и риск схода	Подтверждение работоспособности
4	Инженерное обобщение	Подбор диапазонов хода, жесткости и усилий срабатывания	Проектные рекомендации

8. НАУЧНАЯ НОВИЗНА

Научная новизна предлагаемой работы заключается в переходе от традиционной концепции жесткого крепления направляющих к концепции контролируемо податливого энергодиссипативного соединения. В отличие от обычного усиления кронштейнов, предлагаемый подход ориентирован на снижение самого уровня сейсмического воздействия, передаваемого на наиболее уязвимые элементы лифтовой системы.

Новизна может быть сформулирована следующим образом: разработана концепция сейсмозащитного узла крепления направляющих лифта к стенам шахты, основанная на сочетании локальной податливости, энергодиссипации и аварийного ограничения перемещений, что потенциально позволяет снизить пиковые усилия в кронштейнах и направляющих, уменьшить риск схода противовеса и повысить остаточную работоспособность лифтовой системы после землетрясения.

9. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Практическая значимость работы состоит в возможности использования предложенной концепции при проектировании новых лифтовых систем в сейсмических районах и при модернизации существующих лифтов. Особенно перспективным представляется применение решения в зданиях общественного назначения, больницах и жилых высотных зданиях, где сохранение вертикального транспорта после землетрясения имеет функционально критическое значение.

Предлагаемое решение ориентировано на ретрофит наиболее уязвимых мест системы - узлов крепления направляющих, зон стыков рельсов и страховочных элементов противовеса. Это повышает его прикладной

ISSN 3030-3907

потенциал по сравнению с решениями, требующими полной замены лифтового оборудования.

10. ВЫВОДЫ

1. Землетрясение Кахраманмараш 2023 года и последующие полевые обследования подтвердили высокую уязвимость лифтовых систем к межэтажным деформациям и сильным горизонтальным ускорениям.

2. Основной механизм отказа связан не только с повреждением шахты как ограждающей конструкции, но и с нарушением совместной работы системы «стена шахты - кронштейн - направляющая - башмак - противовес».

3. Перспективным направлением является переход от полностью жестких узлов к энергодиссипативным и ограниченно податливым соединениям, способным уменьшать пиковые усилия и перераспределять деформации.

4. В качестве концептуального решения предложены: энергодиссипативный узел крепления направляющих, податливый стык секций рельсов и антидерейлинговый элемент для противовеса.

5. Окончательная инженерная применимость решения должна быть подтверждена численными и экспериментальными исследованиями в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Предлагается новое конструктивное решение по повышению сейсмостойкости лифтовых шахт, включающее энергодиссипативный узел крепления направляющих к стенам шахты, податливое соединение секций рельсов и страховочный антидерейлинговый элемент для противовеса. В отличие от традиционного жесткого крепления, предложенная система обеспечивает контролируемую податливость и ограничение перемещений при землетрясении, что потенциально снижает пиковые усилия в элементах направляющей системы и уменьшает вероятность аварийного отказа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. USGS. The 2023 Kahramanmaraş, Turkey Earthquake Sequence. https://earthquake.usgs.gov/storymap/index-turkey2023.html
2. USGS. M 7.8 - Pazarcik earthquake, Kahramanmaraş earthquake sequence. 2023. https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000jllz/executive
2. USGS. M 7.5 - Elbistan earthquake, Kahramanmaraş earthquake sequence. 2023. https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000jlqa/executive
3. EN 81-77:2022. Safety rules for the construction and installations of lifts - Part 77: Lifts subject to seismic conditions. https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/5a89dfc3-f8c6-4ee2-9f38-0f6c08a1f18c/en-81-77-2022

ISSN 3030-3907

4. SIST EN 81-77:2022 preview PDF, clause 5.2 Lift well. https://cdn.standards.iteh.ai/samples/70895/c5acea4d39654c06a7d2c39530eb8705/SIST-EN-81-77-2022.pdf
5. Çelik F., İmrak C.E., Targıt S. A Field Study on the Damage of Elevators After the Twin Earthquakes. Elevator World, 2024. https://elevatorworld.com/article/a-field-study-on-the-damage-of-elevators-after-the-twin-earthquakes/
6. EERI. Impact of the Kahramanmaraş Earthquakes on Hospitals: A Preliminary Report from the EERI Lifelines Reconnaissance Team. 2023. https://www.eeri.org/about-eeri/news/16133-impact-of-the-kahramanmaras-earthquakes-on-hospitals-a-preliminary-report-from-the-eeri-lifelines-reconnaissance-team
7. FEMA E-74. Reducing the Risks of Nonstructural Earthquake Damage - Mechanical, Electrical and Plumbing Components. Elevator systems section. https://femae74.atcouncil.org/docman/abbreviated/section-6-4/68-62-femae-74-chapter6-4-10-2
8. Singh M.P., Rildova, Suarez L.E. Seismic Behavior of Rail Counterweight Systems of Elevators in Buildings. MCEER-02-0002. 2002. https://www.eng.buffalo.edu/mceer-reports/02/02-0002.pdf

ISSN 3030-3907