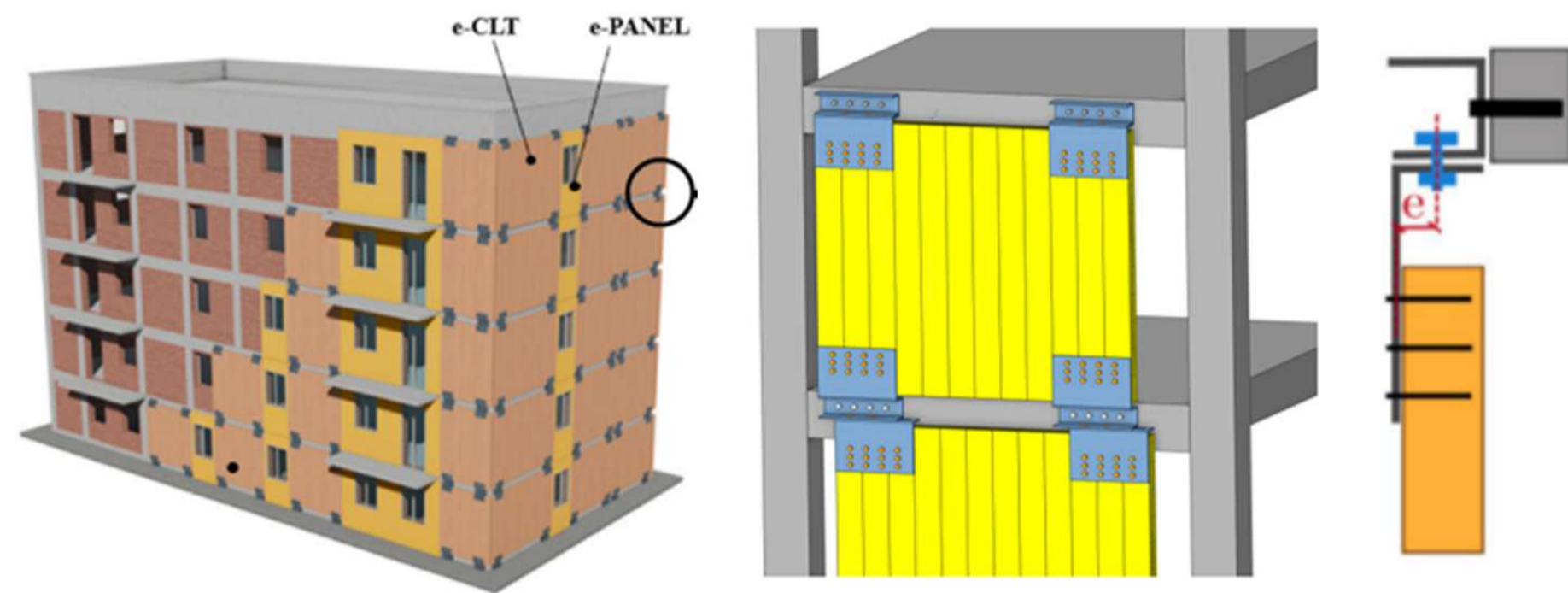


Фрикционные сейсмогасители для деревянных конструкций из CLT-панелей.

У Фэй
Аспирант, 3 курс
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: 123982089@qq.com

Аннотация

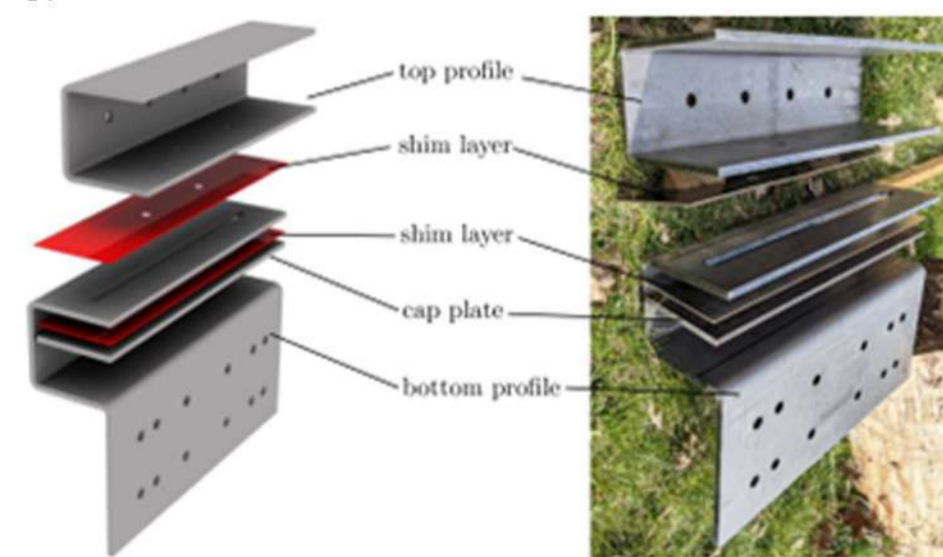
E-CLT — это сборная панель из кросс-ламинированного дерева (CLT), которая применяется к внешним слепым стенам существующего здания. Она соединяется с балками железобетонной каркасной конструкции с помощью устройств сейсмического рассеивания энергии (фрикционных демпферов). В случае умеренных колебаний грунта панели CLT увеличивают сейсмическую устойчивость конструкции, а при более сильных колебаниях фрикционные демпферы рассеивают часть поступающей сейсмической энергии, снижая таким образом сейсмическую нагрузку на конструкцию.



(рис.1. Схема соединения панелей CLT с фрикционными демпферами.)

Введение

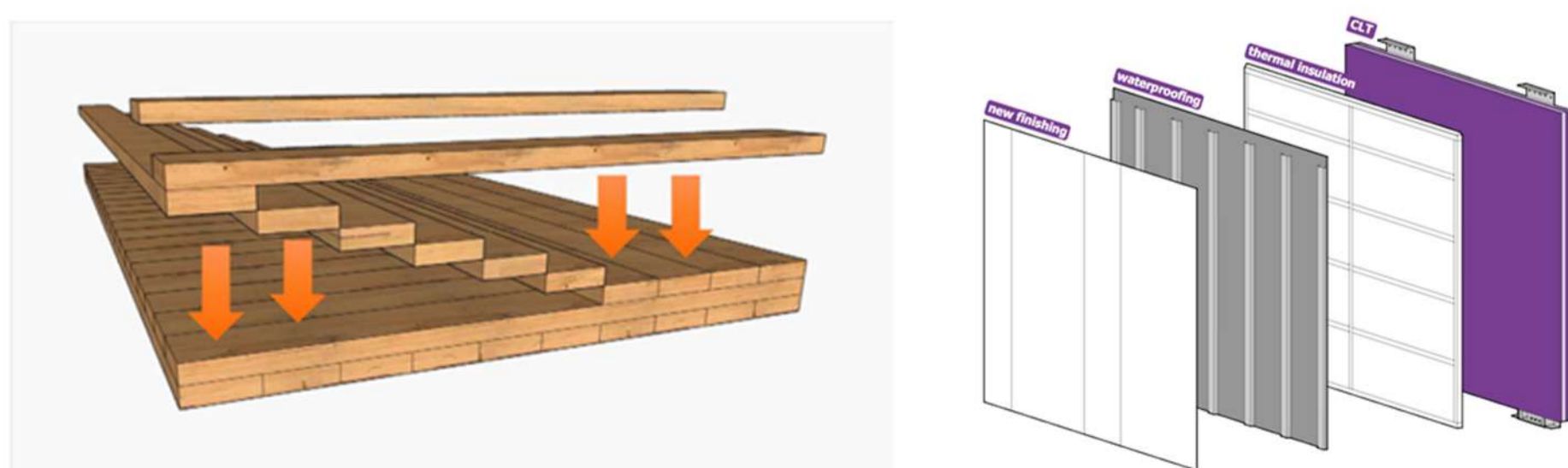
В данном исследовании рассматривается сочетание фрикционного демпфера и панелей CLT (кросс-ламинированной древесины) для оценки их механических характеристик и потенциала применения в сейсмическом строительстве. В последние годы, с ростом спроса на устойчивые строительные материалы, панели CLT привлекают внимание благодаря своим выдающимся механическим характеристикам и экологичности. В то же время, фрикционные демпферы, как эффективные устройства для снижения вибраций, способны рассеивать сейсмическую энергию за счет силы трения, тем самым уменьшая отклик конструкции.



(рис.2. Фрикционный демпфер с прокладками)

Введение и применение панелей CLT

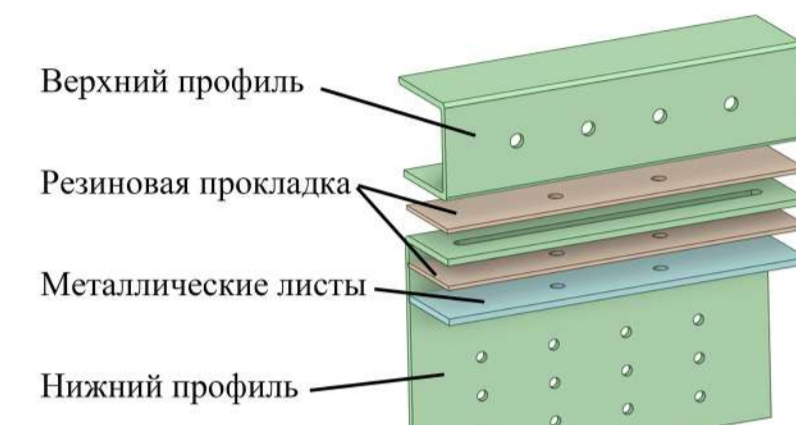
Панели CLT (кросс-ламинированная древесина) становятся все более популярными в строительстве благодаря своим выдающимся механическим характеристикам и экологичности. В проекте E-CLT панели CLT используются для внешней отделки существующих железобетонных каркасных зданий и соединяются с конструкцией с помощью инновационных устройств для рассеивания энергии (фрикционных демпферов). Основная особенность системы заключается в том, что при низких уровнях горизонтальных нагрузок соединение сохраняет жесткость, а при более высоких нагрузках (например, при землетрясении) система начинает скользить, рассеивая энергию за счет трения, тем самым снижая вибрации здания.



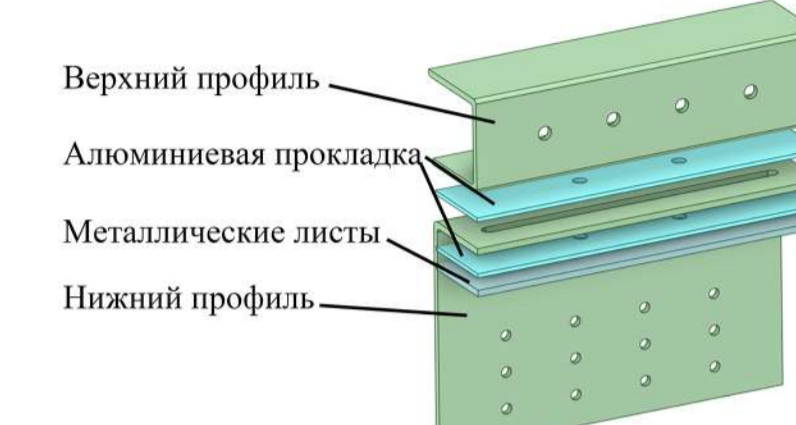
(рис.3. Схема соединения CLT-панелей)

Моделирование конструкции

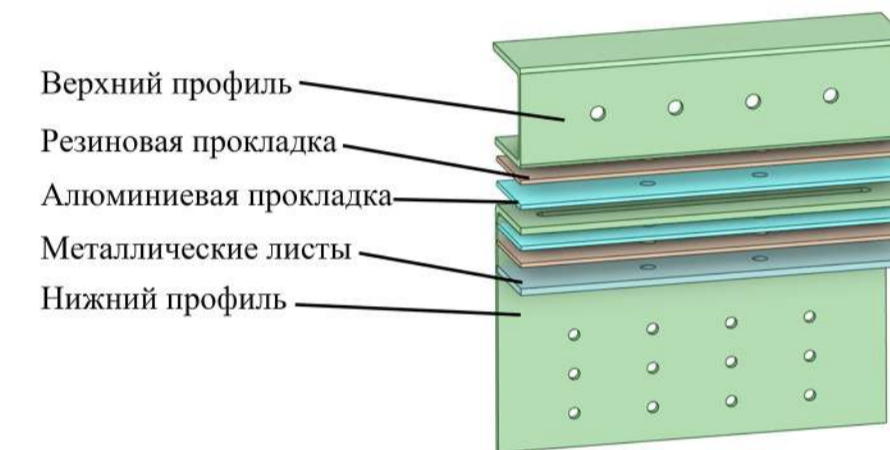
На основе российских норм СП 64.13330.2017 была проведена корректировка свободного профиля, как показано на рисунке. Также была разработана новая зубчатая структура для улучшения характеристик соединения.



(рис.4)



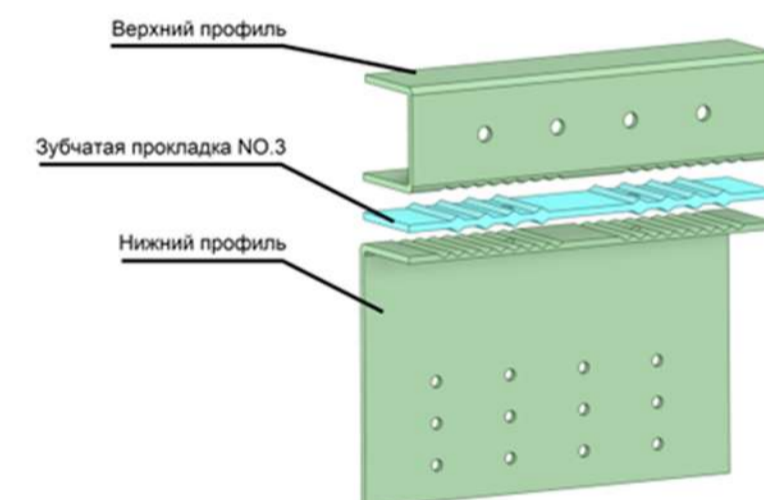
(рис.5)



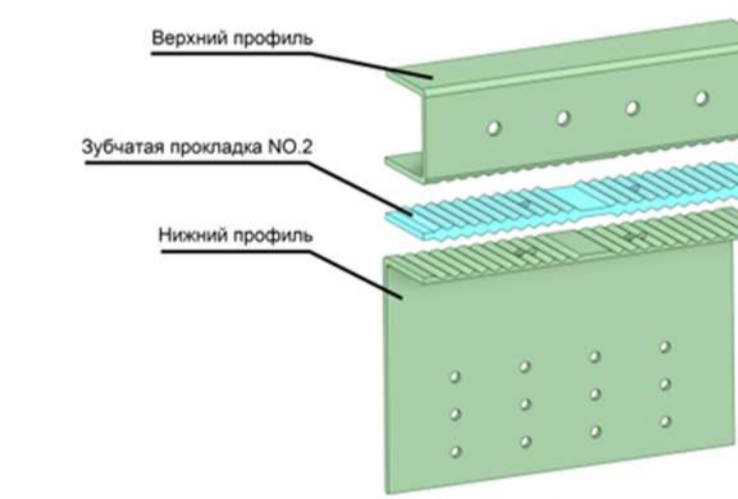
(рис.6)



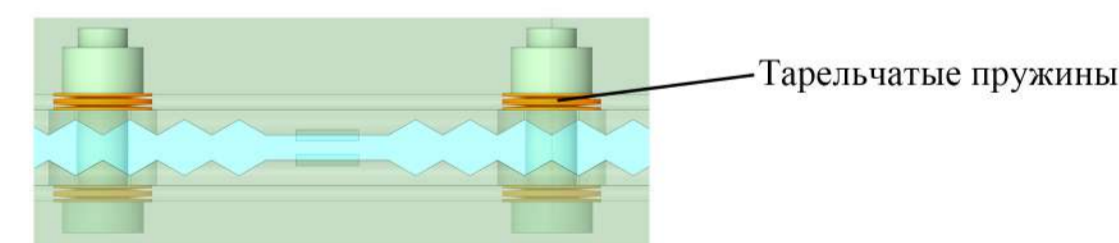
(рис.7)



(рис.8)



(рис.9)



(рис.10)

Выводы

1. Эффективность: Конструкция уменьшает перемещения и ускорения при сейсмических нагрузках.
2. Оптимизация: Улучшена структура стальных профилей (СП 64.13330.2017), разработана новая зубчатая система.
3. Материалы: Сравнение стали Q235 и Q345 показало, что Q345 повышает жесткость и несущую способность, а Q235 обеспечивает лучшую пластичность и распределение нагрузки.
4. Пружинные шайбы: Добавление тарельчатых пружинных шайб (60Si2MnA) улучшает стабильность соединения, снижает потери преднатяга и обеспечивает более равномерное трение.
5. Применение: Метод подходит для сейсмической модернизации зданий, прост в установке.
6. Перспективы: Требуется дальнейшие исследования параметров соединения и эксперименты в реальных условиях.

Исследование подтверждает эффективность конструкции и открывает новые возможности для сейсмостойкого проектирования.

Таблица материалов и компонентов:

№	Материал/Элемент	Характеристики	Область применения	Преимущества
1	Сталь Q235	Высокая прочность, хорошая свариваемость	Основные соединительные элементы	Обеспечивает прочность и стабильность конструкции
2	Сталь Q345	Высокая предел текучести, отличная пластичность	Основные соединительные элементы	Увеличивает устойчивость к сейсмическим нагрузкам
3	Алюминиевые прокладки	Легкость, низкий коэффициент трения, стабильные фрикционные свойства	Контактные поверхности демпфера	Обеспечивают равномерное трение и увеличивают срок службы
4	Резиновые прокладки	Высокая эластичность, способность поглощать вибрации	Контактные поверхности демпфера	Уменьшают воздействие высокочастотных вибраций
5	Пружинные шайбы 60Si2MnA	Высокий модуль упругости, устойчивая к усталости	Резьбовые соединения	Обеспечивают дополнительное усилие, уменьшая колебания силы трения
6	Панели CLT	Высокая жесткость, экологичность, хорошая устойчивость к срезу	Основные соединительные элементы	Повышают сейсмостойкость зданий, подходят для экологического строительства
7	Болты класса 10.9	Высокая прочность, устойчивость к срезу, долговечность	Ключевые точки соединения демпфера	Обеспечивают стабильность и безопасность при скольжении

Экспериментальная установка и протокол нагрузки

Образец CLT закрепляется в установке для анализа его деформации и гистерезисного отклика. Фиксированный профиль соединен с Т-образным элементом пресс-машины, свободный профиль крепится к CLT винтами. Для предотвращения расклевывания используются UPN-профили и прижим из стальных пластин 10 мм, зафиксированный 12 винтами 10×80 мм и болтом.

Нагрузка прикладывается электромеханическим станком с вертикальным движением, усилие измеряется тензодатчиком 2000 кН, а перемещение свободного профиля фиксируется высокочастотным датчиком.

