

**МЕНДЕКЕЕВ Р.А., САЙДИЛКАНОВ Р.О., МАМУТКОЖОЕВ К.А.,**  
<sup>1</sup>НИИ СС КГУСТА им. Н. Исанова, Бишкек, Кыргызская Республика  
<sup>2</sup>ОсОО «Стилекс», Бишкек, Кыргызская Республика

**MENDEKEEV R.A., SAIDILKANOV R.O.,**  
**МАМУТКОЖОЕВ К.А.,**  
RI of AC of KSUCTA n.a. N.Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic  
<sup>2</sup>Steelex LLC, Bishkek, Kyrgyz Republic  
e-mail: mra58@mail.ru niiss-ksucta@mail.ru

## **РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ НА СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ ПОДКОНСТРУКЦИИ НАВЕСНОГО ВЕНТИЛИРУЕМОГО ФАСАДА ДЛЯ ЗДАНИЙ**

### **DESIGN AND TEST FOR SEISMIC RESISTANCE OF UNDERSTRUCTURE OF HINGED VENTILATED FACADE FOR BUILDINGS**

*Макалада имараттар үчүн асма, желденүүчү фасаддын астынкы конструкциясын (подсистемасын) – бул курулуш буюмдарынын негизги көтөрүүчү каркасынын конструкциясын иштеп чыгуу жана алардын жасалып чыккан тажрыйба үлгүсүн сейсматуруктуулукка сыноолор боюнча изилдөө иштеринин жыйынтыктары жазылган.*

**Өзөк сөздөр:** курулуш, имарат, беттөө, асма желденүүчү фасад, подконструкция, сейсматуруктуулук, сыноолор.

*В статье приведены результаты исследований по разработке конструкции и испытанию на сейсмостойкость созданного опытного образца подконструкции (подсистемы) навесного вентилируемого фасада для зданий - основного несущего каркаса этих строительных изделий.*

**Ключевые слова:** строительство, здание, облицовка, навесной вентилируемый фасад, подконструкция, сейсмостойкость, испытания.

*The article presents the results of research on the development of the design and testing for seismic resistance of the created prototype of the substructure (subsystem) of the hinged ventilated facade for buildings - the main bearing frame of these building products.*

**Key words:** construction, building, cladding, hinged ventilated facade, substructure, seismic resistance, testing.

**Введение.** Строительство Кыргызской Республики является одной из базисных отраслей развития экономики нашей страны, способствующих развитию ряда других связанных с ней смежных отраслей. Поэтому в Кыргызской Республики (КР) в целях развития данной отрасли разработана «Стратегия развития строительной отрасли Кыргызской Республики на 2020-2030 годы» [1], которая определяет государственную политику и вопросы регулирования градостроительного развития, обустройства и благоустройства территории КР. В Программе развития КР на период 2018-2022гг. (утв. Пост. ЖК КР от 20 апреля 2018 года № 2377-VI) строительный комплекс определен как ключевая фондо- и системообразующая отрасль, в нем приоритетными являются промышленное, транспортное, жилищно-гражданское, гидротехническое и гидромелиоративное строительство.

По данным Нацстаткома в 2020 году объем ВВП КР составил 598 млрд. сомов, снизился на 8,6% по сравнению с 2019 годом. Это было обусловлено объективными факторами мирового кризиса экономики из-за коронавирусной пандемии. Несмотря на закономерное падение объемов производства, в целом строительная отрасль вносит свой существенный вклад в экономику КР, что видно из ее доли в ВВП страны: в 2015 и 2016гг. –



по 8,4%, в 2017г. – 8,6%, в 2018г. – 9,0%, в 2019г. – 9,7% и в 2020г. – 8,3%. Из-за кризиса пострадали почти все отрасли, объемы промышленной продукции снизились на 6,6%, в т.ч. в строительстве на 15,9%. Тем не менее строительство остается одним из движителей экономики, оно активизирует оживление производства стройматериалов и конструкций, деревообработки, энергетики и др. отраслей.

Большой вклад оно имеет и в социальной сфере, а именно в обеспечении населения жильем и трудоустройством, ок. 10% населения КР заняты в строительстве. На рис.1 показана динамика строительства и ввода жилья в КР по годам (данные 2021г. за январь – сентябрь).

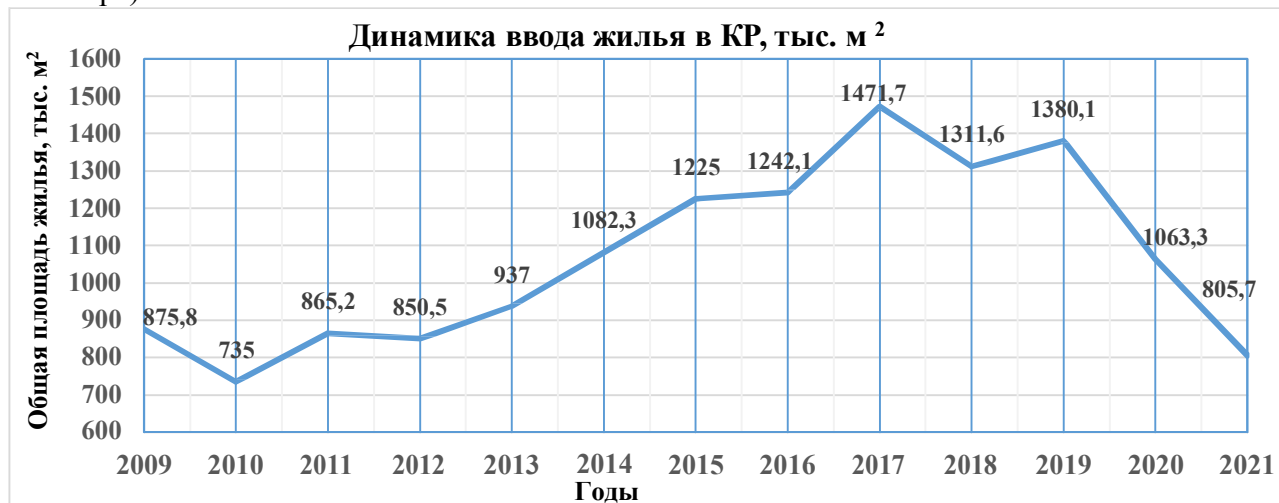


Рис.1 – Динамика строительства жилых домов и объектов социальной сферы

На строительный комплекс КР, как предусмотрено в Стратегии развития [1], возлагается решение задач по созданию новых производственных и непроизводственных фондов, модернизации народного хозяйства, развитию социальной инфраструктуры, обеспечению жильем населения страны. Для этого необходимо вести сбалансированную научно-техническую и инновационную политику в строительной отрасли с целью внедрения новых энерго- и ресурсосберегающих технологий, различных конструктивных систем многоэтажных зданий с повышенными теплозащитными и акустическими свойствами наружных ограждающих конструкций, использованием современных отделочных материалов и инженерного оборудования. Одной из таких новых энерго- и ресурсосберегающих конструкций и технологий облицовки зданий являются системы навесного вентилируемого фасада (НВФ). В последние годы в КР в зданиях новых высотных жилых домов, площади ввода которых отражены на графике (рис.1), начали широко применять облицовку системами вентфасада.

В связи с этим, исследование, разработка конструкций, а именно *основного несущего каркаса - подконструкции (подсистемы) вентфасада* и внедрение систем НВФ в строительстве жилых и общественных КР является *актуальной проблемой*, на решение которой посвящены наши исследования по теме НИР «Разработка конструкции навесного вентилируемого фасада для зданий» (Шифр проекта ТН/ТЗ-2020-11, рук. темы Мендекеев Р.А., д.т.н., проф.) по грантовому программно-целевому финансированию Министерства образования и науки КР. Настоящая статья посвящена опубликованию основных результатов второго этапа (2021г.) исследований по данному проекту.

**Методы и материалы.** Основной целью второго этапа исследований по проекту были разработка технического проекта подконструкции НВФ, создание его опытного образца и испытание работоспособности на сеймоплатформе КГУСТА. Поэтому использовались *методы инженерного расчета и проектирования конструкций, экспериментальных исследований опытных образцов* вновь созданных изделий. Настоящие исследования базируются на достаточно обширных материалах предыдущих этапов работ, основные результаты которых были опубликованы в наших публикациях [2,3].



**Результаты исследований.** Системы НВФ или *вентфасад* широко применяется в мировой строительной практике, благодаря ряду преимуществ по сравнению с традиционными штукатурными фасадами, которых называют также «мокрыми фасадами». Так, например, согласно данным исследовательской компания Grand View Research Inc (Калифорния, США) если в 2016 году мировой фасадный рынок оценивался в 180 млрд. долл., то размер мирового рынка НВФ до 2024 года будет достигать до 340 млрд. долл., т.е. увеличивается почти в 1,9 раз [4]. Основным фактором роста мирового фасадного рынка является снижение расходов на отопление и кондиционирование, что обуславливает его ежегодный росток. 6,5% за 8 лет. Самыми быстрыми темпами растут рынки НВФ в США, Китае, Японии и Индии. В странах бывшего СССР и СНГ применение вентфасада начало расти с каждым годом, где лидерами являются строители России. Системы НВФ широко начали применять Украина, Белоруссия, Казахстан, Узбекистан и Кыргызстан, их используют также в Азербайджане, Армении, Молдове, Грузии, Туркмении и Таджикистане.

В мировой практике для характеристики перспективной емкости рынка НВФ ввели условный относительный показатель потребления вентфасада на 1 чел. [5]. Например, в крупных европейских странах (Франция, Германия, Великобритания и др.) показатель потребления вентфасадов составляет 0,49 м<sup>2</sup>/чел., в странах Скандинавии (Норвегия, Финляндия, Швеция) из-за холодного климата, показатель чуть выше - 0,69 м<sup>2</sup>/чел. Страны СНГ пока отстают, даже показатель России составляет всего 0,26 м<sup>2</sup>/чел.

Важным фактором интенсивного развития мирового фасадного рынка служит *создание новых материалов и технологий для НВФ*. К примеру, ожидается увеличение применения в коммерческих и жилых зданиях облицовки вентфасада из *солнечных батарей (фотоэлектрических панелей)* [2], хотя они имеют сложную и дорогую электронную систему, но могут служить в качестве дополнительного источника, генерирующего электроэнергию. Несмотря на относительную дороговизну вначале, в последующем они могут окупать свои затраты, т.к. поверхность стен крупных высотных зданий имеют достаточно большую площадь, правда при этом их эффективность генерации может быть немного ниже, чем свободно стоящие панели на земле под оптимальным углом падения лучистой энергии Солнца. Прогнозируется также рост использования *стеклопанелей* (обычно из закаленного стекла) в зданиях «зеленой технологии», как энергосберегающие, солнцезащитные и экологичные фасадные конструкции. Подсистемы НВФ изготавливают преимущественно из алюминия или стали, в России, например, около 99% используется оцинкованная сталь [5]. По мнению некоторых специалистов, стальная подсистема может прослужить до 10 лет, алюминиевая - до 30 лет, хотя это еще не доказано, т.е. во всех публикациях, наоборот стальным конструкциям дают до 50 лет. Тем не менее, одним из новых перспективных материалов для производства подсистем, по мнению экспертов, могут стать *стеклопластика и углепластика*, т.к. они 4 раза легче, чем сталь, при этом обладают достаточной прочностью, которая требуется для несущей подконструкции НВФ.

Вначале масштабы использования систем вентфасада были небольшие по сравнению с мокрыми утепленными фасадами, в основном только для утепления и облицовки жилых зданий. Постепенно сфера их применения расширялась, появились новые объекты. Это видно из анализа российского рынка НВФ в 2007-2008гг. (табл.1) [5]. Например, в 2019г.

Таблица 1 - Размер и доля сегментов в общем объеме потребления НВФ в РФ

Сегменты рынка НВФ	Доля сегмента в общем объеме спроса
Складские комплексы	14%
Офисные и административные здания	31%
Торговые центры	15%
Производственные помещения	11%
Спортивные центры	
Жилые дома	4%
Прочее	1%
Емкость рынка (объем потребления)	100%

Источник: данные Росстат, экспертный опрос, аналитика Index Vox



Объемы монтажа штукатурных фасадных систем составляли 57%, а систем НВФ - 43%, причем около 30% систем вентфасада приходилось на многоэтажные новые дома в черте городов. На российском рынке в 2020 г. было уже свыше 100 компаний, имеющих сертификат Минстроя РФ на выпуск и монтаж систем вентфасада, а доля импортной продукции не превышала 3%.

В строительной отрасли Кыргызстана системы вентфасада, по нашим исследованиям, начали применяться примерно с 2014-15гг. Первое время лишь отдельные более продвинутые и состоятельные строительные компании облицовывали вентфасадом единичные здания. Опыт передавался постепенно к другим компаниям, появился рынок импортных изделий вентфасада, строители убедились в преимуществах НВФ по сравнению с традиционными штукатурными фасадами, научились выполнять правильный монтаж систем вентфасада. Это обусловило то, что в последние годы в Кыргызстане традиционные мокрые технологии облицовки фасадов зданий стали мало применяться, в основном в индивидуальном и малоэтажном строительстве. т.е. строительные компании, возводящие высотные объекты в крупных городах (Бишкек, Ош и др.), практически все перешли на новую инновационную технологию утепления и облицовки здания навесным вентфасадом.

В настоящее время несколько фирм Кыргызстана занимаются импортом и поставкой российских, турецких и иных систем НВФ, а отдельные из них установкой (монтажом) их на здания. Появились отдельные фирмы, которые начали выпускать подконструкцию вентфасада. Одним из них является наш партнер по данному проекту – ОсОО «Стилекс» (Бишкек), который *имеет свою производственно-технологическую базу.*

ОсОО «Стилекс» (STEELEX, Бишкек) работает с 2007 года, *производит металлические облицовочные изделия, в том числе подсистем (подконструкций) вентфасада* и поставляет полный комплект изделий и материалов для систем НВФ, реализует проекты фасада зданий (разработка и согласование техдокументации, монтажные работы по заказам строительных компаний, шеф-монтаж, консультация и руководство для покупателей своих изделий до сдачи объекта в эксплуатацию).



Рис.2. Производственная база ОсОО «Стилекс» (Бишкек)



Монтажные работы выполняют штатные строительные бригады компании, прошедшие обучение и сертификацию. Производственный комплекс имеет площадь 1000 кв. м, оснащен линией по обработке листового металла, состоящей из станков с ЧПУ (рис.2). Оборудование позволяет следующую обработку листового металла: перфорация и рифление по заданному эскизу, раскрой, координатная пробивка, гибка, сварка, окраска. Станки дают возможность изготовления гнутых деталей сложной конфигурации из листового или рулонного металла. Благодаря такому комплексу оборудования здесь можно изготовить разработанные конструкции подсистемы вентфасада.

Очень важным шагом для развития массового внедрения в строительную отрасль КР новых фасадных систем НВФ стала разработка и введение нормативно-технического документа (НТД) Госстроем КР. Приказом №176 от 30 декабря 2020 года Госархстрою и ЖКХ КР при Правительстве КР были введены в действие (дата введения 29.01.2021г.) Строительные правила СП КР 53-101:2020 «Навесные вентилируемые фасадные системы. Правила проектирования и производства работ» [6]. В разработке данного НТД в составе авторского коллектива принимал участие научный руководитель проекта д.т.н., проф. Р.А.Мендекеев. Следует отметить, что до этого в КР отсутствовал какой-либо нормативный документ по проектированию, производству и применению НВФ, поэтому застройщики применяли их практически без официального разрешения со стороны госорганов. СП КР 53-101:2020 распространяются на проектирование и производство работ по монтажу (строительству) навесных вентилируемых фасадных систем (НВФС), применяемых при облицовке фасадов и тепловой защите наружных стен зданий и сооружений различного назначения и уровней ответственности при новом строительстве, а также при реконструкции и капитальном ремонте. Они устанавливают правила проектирования и производства монтажных работ по устройству и ремонту НВФС. На основные требования СП могут ориентироваться проектировщики и производители узлов и элементов вентфасада, в частности, фирмы и компании по выпуску подконструкции, строительные компании, возводящие новые здания и выполняющие монтаж вентфасада.

Согласно СП системы НВФ могут быть применены в возводимых или реконструируемых зданиях высотой до 66 м во всех климатических районах Кыргызстана согласно СНиП КР 23-02 при расчетной температуре наружного воздуха не ниже  $-50^{\circ}\text{C}$  и наружной поверхности стены здания не более  $80^{\circ}\text{C}$ , на внутренней стене не более  $30^{\circ}\text{C}$  и при плотности материала стен не менее  $600 \text{ кг/м}^3$  в зонах влажности, характеризуемых как сухая, нормальная и влажная по МСН 2.04-02. Системы НВФ можно применять во всех районах КР при условии расчета несущих элементов с учетом воздействия сейсмических нагрузок по нормам СН КР 20-02. При монтаже систем НВФ на зданиях толщину воздушного зазора следует принимать в диапазоне 20-60 мм (без учета толщины утеплителя), уточняя конкретное значение по расчету для условий местности. Срок эксплуатации систем НВФ может составлять в зависимости от долговечности применяемых материалов от 10 до 50 лет. СП КР 53-101:2020 регламентирует основную структуру подконструкции НВФ, методику расчетов основных параметров.

Следует отметить, что в технической литературе и на веб-сайтах касательно к навесным вентфасадом встречаются термины «несущий каркас», «каркас», «подсистема», «подконструкция». Все они имеют в виду основное изделие - подконструкцию НВФ. В СП КР 53-101: 2020 дано определение: «...подконструкция: Каркас, воспринимающий ветровые нагрузки, действующие на защитно-декоративный экран и перераспределяющий их на основание. Примечание – Каркас состоит из кронштейнов и направляющих, вспомогательных профилей, кляммеров и соединительных элементов...».



На основе технического задания и эскизного проекта, выполненных на первом этапе (2020г.) исследований, были разработаны чертежи подконструкции разрабатываемого навесного вентфасада. При этом были приняты во внимание требования основных НТД - СП КР 53-101:2020 и Межгосударственного стандарта ГОСТ 21.501-2018 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений». Чертежи общего вида и элементов кронштейна подконструкции разработанного вентфасада показана на рис.3. Подконструкция вентфасада состоит из горизонтальной направляющей (опорного профиля) 1, кронштейнов 2, вертикальной направляющей 3 и горизонтального рядового профиля 4 (горизонтального кляммера). Облицовочные изделия 5 (в данном случае плиты натурального камня) закрепляются скрытым способом с помощью кляммера 4. Все детали изготавливаются штамповкой из листов оцинкованной или нержавеющей стали соответствующих марок. Подконструкция крепится (монтируется) к основанию (стене здания) посредством опорного профиля 1 анкерными крепежителями (не показаны).

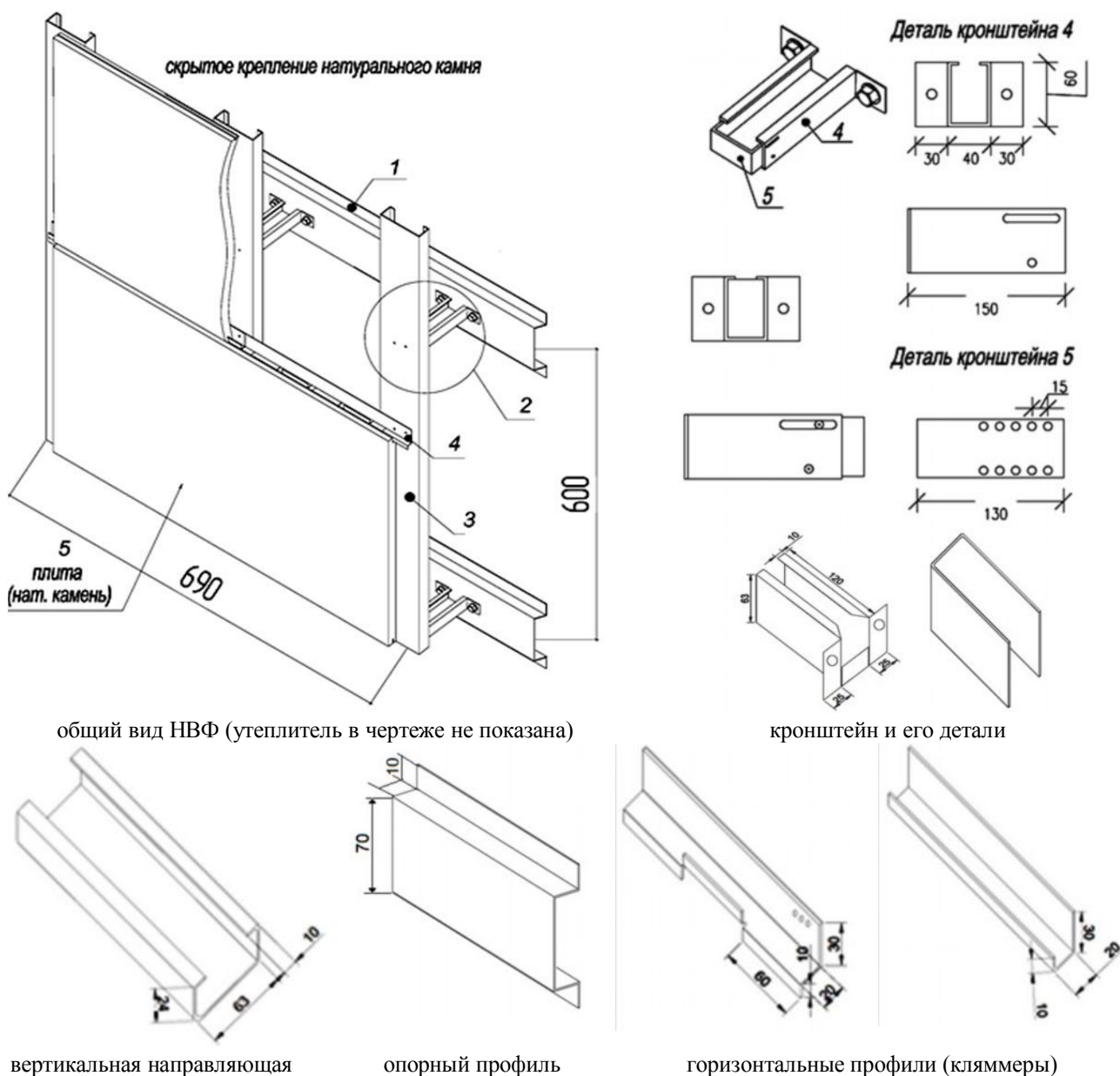


Рис.3. Чертежи подконструкции разработанного вентфасада





Кронштейн 2 составной, регулируемый, крепится ножками к опорному профилю 1 с помощью болтов. Он состоит из корпуса (деталь 4, рис.3) и подвижной части (деталь 5) с возможностью выдвигания и регулировки, компенсации неровностей поверхности стены здания при монтаже системы. Для этого корпус 4 имеет паз, а деталь 5 – ряд параллельных отверстий. Длина корпуса может быть до 250 мм, а подвижной части до 130 мм. Лапки (ножки) корпуса имеют отверстия и болты (не показаны) для крепления кронштейна с опорным профилем.

Вертикальные направляющие (профили) выполнены С-образным сечением, являются одним из несущих элементов подсистемы, могут иметь длину до 3600 мм. Они крепятся на подвижные части кронштейнов и вместе с горизонтальными кляммерами служат основным элементом для монтажа облицовки навесного вентфасада. Между поверхностью стены и облицовки монтируется слой утеплителя, например, плиты из базальтового волокна (на рис.3 условно не показаны). Длина кронштейнов позволяет создавать необходимый вентилируемый воздушный зазор (не менее 20 мм) между утеплителем и облицовкой, который способствует свободной циркуляции воздуха и обеспечивает требуемый тепло-влажностный режим работы фасада, благодаря этому стены здания «дышат».

Опорные профили (рис.3) выполнены почти такие же, как и вертикальные направляющие, имеют так называемое «шляпное» сечение с размерами 70x10x10 мм, длина их также может быть до 3600 мм. Они могут быть использованы в отдельных случаях и в качестве несущего элемента непосредственно крепятся к стене здания.

Горизонтальные кляммеры (профили, рис.3) предназначены для крепления облицовки, в данном случае плит натурального камня. Они бывают двух видов – для крепления смежных граней плит с Z-образным профилем сечения и для крепления одной (верхней или нижней) грани плит с С-образным профилем сечения. Профили для крепления смежных плит, например, 1-го и 2-го ряда, 2-го и 3-го ряда фасада и т.д., имеют прерывистое сечение, загнутое в обе стороны под углом 180°, через каждые 60 мм. Плиты на фасаде закрепляются с помощью этих загнутых язычков кляммера. С-образные профили имеют сплошное сечение, например, в указанном на чертеже положении (см. рис.3) крепятся в самый низ подконструкции и служат для крепления нижнего ряда плит фасада. Для крепления плит самого верхнего ряда, профиль закрепляется в положении, в повернутом на 180 градусов, длина их может быть до 1800 мм.

Облицовочные плиты из натурального камня (гранит, мрамор, травертин и др.) для вентфасадов обычно имеет толщину 15-20 мм, ширину от 300 до 600 мм и длину от 600 до 1200 мм. Плита камня должна иметь как можно меньшую толщину, чтобы снизить их вес. Например, на чертеже разработанной подконструкции НВФ показаны 2 плиты травертина «Сары-Таш» размерами 300x600x20 мм, каждый из которых имеют вес около 10,4 кг.

В ОсОО «Стилекс» по разработанным чертежам были изготовлены образцы разработанной подконструкции. На рис.4 приведены фотографии общего вида и отдельных основных элементов подконструкции НВФ. Разработаны и созданы образцы подконструкции для использования различных видов облицовочных изделий.



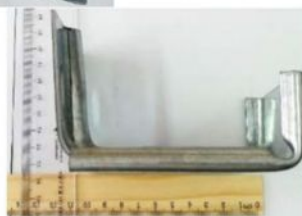
Вид сзади



Вид сбоку



Вид сверху



Подвижный кронштейн в раздвинутом и втянутом положениях



Облицовочная плита (уменьш.)



Вертикальная направляющая

Горизонтальные кляммеры



Неподвижный кронштейн

Рис.4. Общий вид и основные элементы подконструкции НВФ

Наиболее тяжелыми видами облицовки являются плиты натурального камня из-за их веса. Поэтому целесообразно обеспечить прочность и надежность соединений подконструкции НВФ именно для такой облицовки. Действительно, если подконструкция с облицовкой из натурального камня работает надежно и при воздействии внешних нагрузок, например, сейсмических нагрузок, то она должна и будет работать так же надежно при любых других видах облицовки, т.к. их вес, следовательно, воздействие сил тяжести намного меньше. В связи с этим, необходимо провести испытания подконструкции НВФ на сейсмоплатформе.

*Целью и основной задачей испытаний* было определение механической прочности узлов и деталей, сейсмостойкости опытных образцов подконструкции НВФ в максимально приближенных условиях воздействия сейсмонагрузок при реальных сильных землетрясениях.

Для обеспечения адекватности воздействия собственных и внешних нагрузок, подготовленные 2 секции вентфасада монтировались на две смежные угловые стены модели дома на сейсмоплатформе (рис.5), имитируя условия работы подконструкции НВФ в



реальных условиях эксплуатации на зданиях. Поскольку модель дома была сооружена из глины, а не из кирпича или из других твердых материалов, испытываемые изделия прикреплялись на модель дома с помощью длинных шпилек, насквозь проходящих через стену. С наружной стороны стены дома шпильки проходили через отверстие опорных кронштейнов подконструкции НВФ и закручивались на них контргайками, а с внутренней стены затягивались с помощью опорных планок и закручивались также гайками, обеспечивая достаточно прочное, жесткое и надежное крепление (монтаж) вентфасада на стене модели дома. Такое крепление имитировало монтаж подконструкции вентфасада с помощью анкерных болтов, как это делается в строительстве. Этим было обеспечено адекватное синхронное виброколебание подконструкции НВФ вместе с моделью дома на сейсмоплатформе.



Монтаж подконструкции в смежных стенах дома



Установка сейсмодатчика №2



Схема установки сейсмодатчиков



Крепление подконструкции снаружи стены дома



Крепление подконструкции с изнутри стены дома



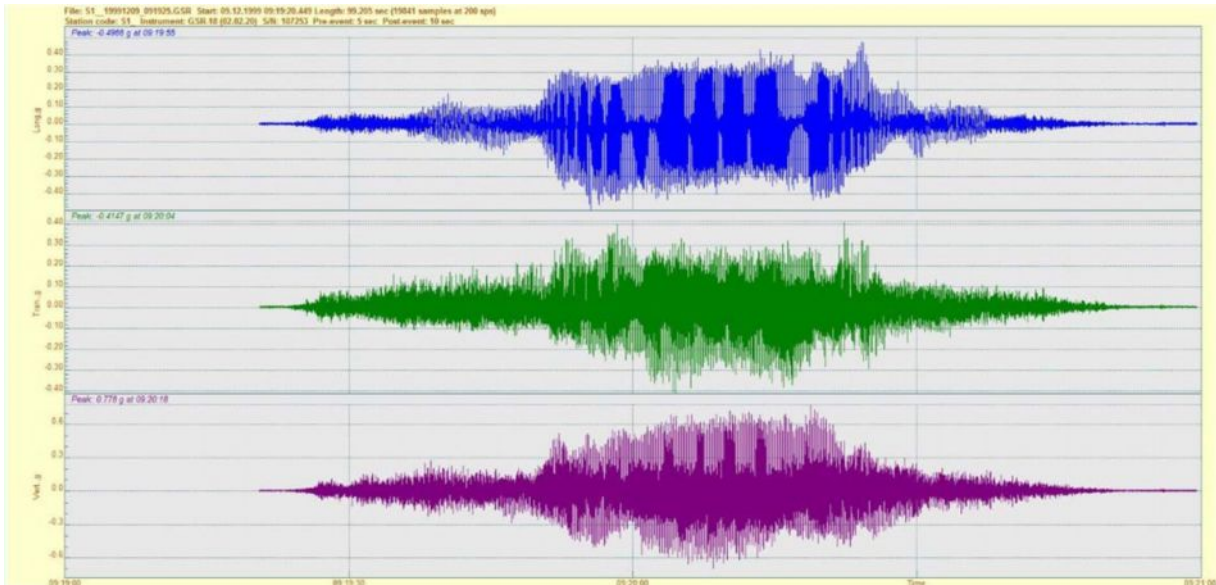
Рис.5. Монтаж подконструкции НВФ и установка сейсмодатчиков при испытаниях

Далее выполнялись установка и калибровка сейсмодатчиков. Для обеспечения надежности получаемых данных была принята схема расположения (установки) датчиков (рис.5):

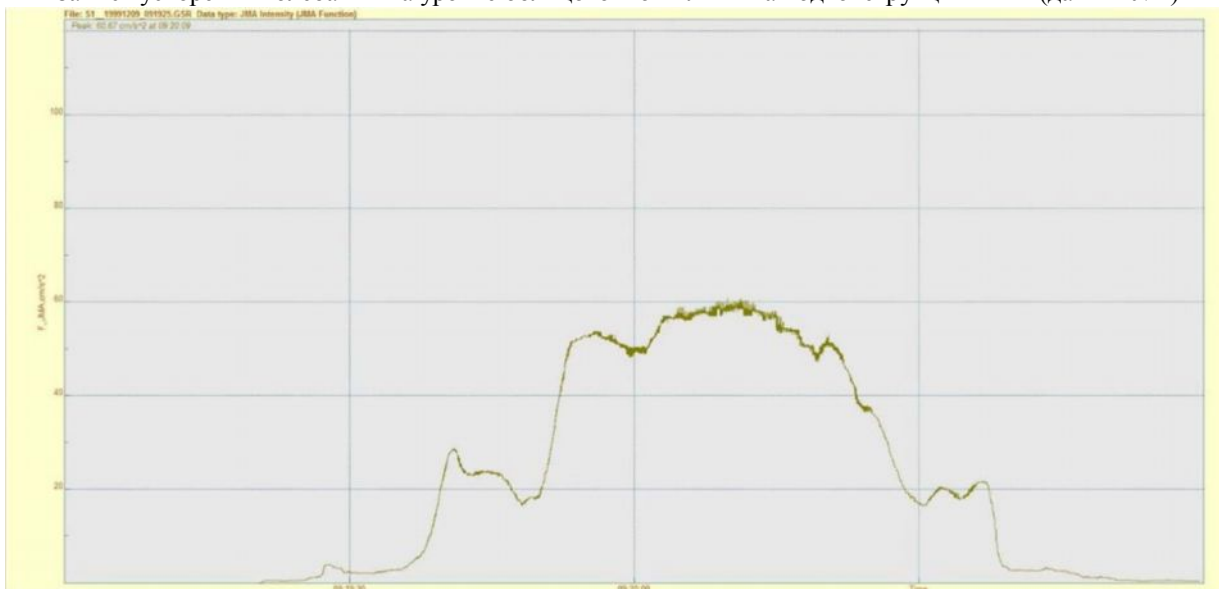
-точка №1 на уровне сейсмоплатформы, т.е. внизу дома («на земле»);

-точка №2 на уровне изделия (НВФ) у верхнего края облицовочных плит, примерно на середине высоты стены домика, установлен в специальной полочке, отдельно закрепленной на стене дома с зазором, чтобы не было контакта с вентфасадом.

Испытания проводились в НИИ «Сейсмостойкое строительство» КГУСТА при участии ведущих специалистов. По команде руководителя включался привод сейсмоплатформы и с малых оборотов двигателя постепенно доводилось до максимального. При этом платформа также с малых вибраций постепенно начинает совершать возвратно-поступательные горизонтальные колебания, достигая видимых перемещений амплитудой до 2 см. Производилось



Запись ускорения колебаний на уровне облицовочной плиты на подконструкции НВФ (датчик №2)



Интенсивность записи (колебаний) на уровне плиты на подконструкции НВФ (датчик №2)

Рис.6. Результаты записи параметров виброколебаний при испытании подконструкции

наблюдение и регистрация параметров виброколебаний с сейсмодатчиков №1 и №2, велась фото- и видеосъемка процесса. Сейсмометрическая регистрация амплитудно-частотных характеристик осуществлялась трехкомпонентными акселерометрами Guralp CMG-5T в направлениях перпендикулярно, параллельно и вертикально к оси испытуемых образцов подконструкций НВФ. Проводились трехкратное испытание и запись виброколебаний при максимальных амплитудах вибраций сейсмоплатформы. Были получены записи и спектры вибраций от сейсмоплатформы, для примера приведены один из результатов с датчика №2 (см. рис.6). По результатам обработки экспериментальных данных получены количественные величины максимальных амплитуд и преобладающих частот колебаний сейсмоплатформы и смонтированного на модели дома подконструкций НВФ, которые приведены ниже в табл. 2.

На основе анализа результатов и сопоставления полученных данных со шкалами сейсмической интенсивности землетрясений MMSK-92 и EMS-92 сделаны следующие выводы:

1. На уровне сейсмоплатформы максимальная амплитуда колебаний ускорений достигала по интенсивности до 9 баллов землетрясений.



2. На уровне установки облицовочной плиты – на подконструкции НВФ - максимальная амплитуда колебаний ускорений составляла 8 баллов.

Таблица 2 – Амплитудно-частотные параметры виброколебаний при испытании

Направления		Максимальная амплитуда колебаний ускорений, g	Преобладающая частота колебаний ускорений, Гц
1-й эксперимент			
№1, на уровне виброплатформы	Восток-запад	1,672	59,6
	Север-юг	0,816	59,6
	вертикальный	1,696	70,8
№2, на уровне установки керамогранита	Восток-запад	-0,4966	7,5
	Север-юг	-0,4147	22,4
	вертикальный	0,778	15,0
2-й эксперимент			
№1, на уровне виброплатформы	Восток-запад	2,0	7,5
	Север-юг	-0,903	66,8
	вертикальный	-1,987	66,8
№2, на уровне установки керамогранита	Восток-запад	0,674	22,4
	Север-юг	0,611	44,7
	вертикальный	0,924	50,1
3-й эксперимент			
№1, на уровне виброплатформы	Восток-запад	2,0	7,5
	Север-юг	1,033	53,1
	вертикальный	-1,630	66,8
№2, на уровне установки керамогранита	Восток-запад	0,703	22,4
	Север-юг	0,728	44,7
	вертикальный	0,971	50,1

3. В процессе испытаний разработанная и созданная подконструкция НВФ успешно выдержала 8-9 балльные сейсмические нагрузки.

Результаты испытаний интересны еще тем, что по логике, показатели интенсивности землетрясений на уровне сейсмоплатформы (датчик №1) должны были бы быть меньше чем, на уровне установки облицовочной плиты (датчик №2), но по данным 3-х экспериментов, как видно из табл.2, мы получили обратный результат, т.е. наоборот. По нашему мнению, это обусловлено тем, что имеет место затухания динамических колебаний при переходе от жесткой однородной упругой металлической конструкции, в данном случае от виброплатформы (датчик №1), к не упругой глиняной стене модели дома, имеющей усиления (деревянную обшивку, сетку). К тому же этот датчик №2 установлен не на самой вершине колеблющейся системы (на крыше модели дома), а примерно посередине ее высоты (см. рис.5). Этот предварительный вывод нужно уточнить при дальнейших исследованиях, в данной статье мы изложили лишь факты, т.е. полученный нами экспериментальный результат, причем в 3-х испытаниях. Мы заинтересованы узнать мнения специалистов по данному результату.

По визуальным наблюдениям не было замечено каких-либо ослаблений соединений узлов или деталей подконструкции, деформаций или поломок элементов. Крепление подконструкции к стене дома успешно выдержало сильные «сейсмические» и инерционные нагрузки от веса вентфасада. Усиленные стены (деревянный каркас, металлическая сетка) обеспечили хорошую прочность модели дома, она выдержала «сильные землетрясения», за исключением появления отдельных малых трещин, выпадения кусков штукатурки в местах крепления.





Таким образом можно заключить, что созданная подконструкция вентфасада имеет достаточную механическую прочность и сейсмостойкость при «сильных землетрясениях» до 8-9 баллов интенсивности.

### Список литературы

1. Стратегия развития строительной отрасли Кыргызской Республики на 2020-2030 годы. Приложение 1 к Пост. Прав. КР от 17 января 2020г. №14. - URL:<http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/157432>.

2. Мендекеев Р.А. и др. Навесные вентилируемые фасады – инновационная технология облицовки в строительстве зданий // Вестник КГУСТА. - №1(67). - 2020. – С.115-125

3. Мендекеев Р.А. и др. Навесной вентилируемый фасад: проблемы и перспективы применения в строительстве Кыргызстана // Совершенствование системы прогнозирования, снижения и смягчения ущербов от опасностей: Сб. тр. V МНПК. – Б.: КРСУ, 2021. – С.116- 121.

4. Отечественный рынок НВФ: состояние и перспективы. - URL:[https://rautagroup.com/wp-content/uploads/2018/07/kapstroy\\_2018-05.pdf](https://rautagroup.com/wp-content/uploads/2018/07/kapstroy_2018-05.pdf) (дата обр. 16.11.2021)

5. Анализ спроса на вентилируемые фасады. - URL:<https://www.indexbox.ru/research/publications/analiz-sprosa-na-ventiliruemye-fasady/> (дата обр. 16.11.2021)

6. СП КР 53-101:2020. Навесные вентилируемые фасадные системы. Правила проектирования и производства работ / Издание официальное. Дата введения 2021.29.01. Авторский коллектив: Сыдыков А.Ж., Шаймбетов Дж.А., Мендекеев Р.А. и др. - Бишкек: Госархстрой и ЖКХ при Прав. КР, 2020. – 145 стр.