УДК 697.112

DOI: 10.35803/1694-5298.2020.1.115-125

Р.А. Мендекеев¹, З.Н. Мамбеталиев¹, А.М. Болушев¹, И.Б. Базарбеков¹
¹НИИ СС КГУСТА им. Н. Исанова, Бишкек, Кыргызская Республика

R.A. Mendekeev¹, Z.N. Mambetaliev¹, A.M. Bolushev¹, I.B. Bazarbekov¹
¹RI of AC of KSUCTA n.a. N.Isanov, Bishkek, Kyrgyzstan
(e-mail: mra58@mail.ru niiss-ksucta@mail.ru)

НАВЕСНЫЕ ВЕНТИЛИРУЕМЫЕ ФАСАДЫ – ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБЛИЦОВКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ

HINGED VENTILATED FACADES - INNOVATIVE CLADDING TECHNOLOGY IN BUILDING CONSTRUCTION

Макалада асма желденүүчү фасаадын – имараттарды куруудагы инновациялык беттөөчү технологиянын пайда болушу жана өнүгүүсү тууралуу кыскача тарыхый маалыматтар берилген. Азыркы учурда курулушта колдонулуп жаткан асма желденүүчү фасаадардын негизги түрлөрүнүн конструкциялык өзгөчөлүктөрү, алардын Кыргызстандын жана башка өлкөлөрдүн курулуш тармагында пайдалануунун мындан аркы келечектери тууралуу жазылган.

Өзөк сөздөр: курулуш, имарат, беттөө, асма желденүүчү фасаа.

В статье даются краткие исторические сведения о возникновении и развитии навесного вентилируемого фасада – инновационной технологии облицовки зданий в строительстве. Описаны особенности конструкции основных видов навесных вентилируемых фасадов, применяемых в современном строительстве, перспективы дальнейшего их применения в строительной отрасли Кыргызстана и др. стран мира.

Ключевые слова: строительство, здание, облицовка, навесной вентилируемый фасаа.

The article provides brief historical information about the emergence and development of a hinged ventilated facade - an innovative technology for facing buildings in construction. The design features of the main types of hinged ventilated facades used in modern construction, the prospects for their further application in the construction industry of Kyrgyzstan and other countries of the world are described.

Key words: construction, building, cladding, hinged ventilated facade.

Введение. Строительная отрасль способствует развитию ряда связанных с ней смежных отраслей, поэтому является одной из базисных для развития экономики государства. В Кыргызской Республике (КР) придается большое значение развитию данной отрасли, для чего разработаны и реализуются несколько программных документов. Так, например, в Программе развития КР на период 2018-2022гг. (утв. Пост. ЖК КР от 20 апреля 2018 года № 2377-VI) *строительный комплекс* рассматривается как ключевая фондо- и системо-образующая отрасль, где приоритетными признаны промышленное, транспортное, жилищно-гражданское, гидротехническое и гидромелиоративное строительство.

Для реализации данной Программы разработана «Стратегия развития строительной отрасли Кыргызской Республики на 2020-2030 годы» [1], которая является программным документом развития строительной отрасли КР и *определяет государственную политику* и вопросы государственного регулирования *градостроительного развития*, обустройства и благоустройства территории КР. На строительный комплекс как важнейшую составляющую

национальной экономики возложено решение задач по созданию новых производственных и непроизводственных фондов, модернизации народного хозяйства, развитию социальной инфраструктуры, обеспечению жильем населения страны. Необходимо разработать сбалансированную научно-техническую и инновационную политику в отрасли *с целью внедрения новых энерго- и ресурсосберегающих технологий*, изготовления сборных и монолитных железобетонных конструкций с применением модифицированного бетона, скоростных технологий строительства на основе высокотехнологичных опалубочных систем, *различных конструктивных систем многоэтажных зданий с повышенными теплозащитными и акустическими свойствами наружных ограждающих конструкций*, использованием современных отделочных материалов и инженерного оборудования.

Мировой кризис, обусловленный коронавирусной пандемией в 2020 году, оказывает свое отрицательное влияние на экономику, в т.ч. и на строительную отрасль Кыргызстана. Тем не менее строительные работы ведутся, а в прошедшие годы были и успехи. По данным Нацстаткомитета и Минэкономики КР, в 2019г. объем ВВП сложился в сумме 590,0 млрд сомов, экономический рост обеспечен всеми секторами экономики, в т.ч. в строительстве рост составил 10,6% [2], а его доля в ВВП - 9,7% (в 2018г. 9,0%). В 2019г. было построено 6,9 тыс. домов общей площадью 788,3 тыс. кв.м (на 9,7% больше, чем в 2018г.).

В Стратегии указано, что в строительстве КР необходимо внедрить новые энерго- и ресурсосберегающие технологии. Одним из таких является *технология облицовки зданий с помощью систем навесного вентилируемого фасада (НВФ, НВС)*, которые широко начали применяться в мировой строительной практике, благодаря их преимуществ по сравнению с традиционными «мокрыми» (штукатурными) фасадными системами.

В связи с этим, исследование, разработка и внедрение систем НВФ в строительстве КР является *актуальной проблемой*.

Настоящая статья посвящена результатам первого этапа (2020) исследований НИР по проекту «Разработка конструкции навесного вентилируемого фасада для зданий» (Шифр ТН/ТЗ-2020-11, рук. темы Мендекеев Р.А.) по грантовому программно-целевому финансированию Министерства образования и науки КР. *Основной целью НИР* по проекту является создание и испытание работоспособности отечественной (Кыргызстан) подконструкции системы НВФ. Первый этап НИР посвящен исследованию мирового опыта создания и применения систем НВФ, разработке техзадания и эскизного проекта подконструкции НВФ.

Методы и материалы. Использованы методы сбора, изучения и систематизации материалов по всем доступным источникам, касающихся разработке подконструкции, технологии монтажа и построения облицовки зданий с помощью систем НВФ, производству и применения систем НВФ в ведущих странах мира.

Результаты исследований. Термин «фасад» исходит от французского слова *façade*, означающего понятие «передняя, лицевая сторона здания», понятие «фасад» имеет корень из латинского языка, что означает лик или лицо. В современном понимании он возник в то время, когда начали формироваться системы городов, появились парадные улицы и задние дворы [3]. Однако, *фасад как архитектурный стиль здания берет свое начало с Древней Греции – первоосновательницы авторского архитектурного стиля зданий* и сооружений различного назначения [4], начиная с 5-го века до н.э. В период с 5 в. до н.э. и до 12 в. н.э. архитектурный стиль, в т. ч. фасад, домов Древнего мира формировался на основе мировоззрения, бытовых и геополитических условий, философии и научных достижений общества тех времен. *Исторические стили фасадов домов* отражали существующие в древности религиозные взгляды, уровень развития искусства и культуры общества. В моменты исторического перелома и изменения технологий, инженерных знаний и умений, появлялись новые стили той эпохи. К великим эпохальным архитектурным стилям относятся фасады зданий античности, романского стиля, готики, ренессанса, барокко и рококо, классицизма и ампира.

Вначале понятие фасада означало только лицевую сторону здания, но оно постепенно трансформировалось в понятие стены, обращенной на улицу, а затем и боковые стены и обращенные во двор. В наше время в строительной науке и практике различают главный, боковой, задний, а также уличный и дворовый фасады. Фасады имеют такие элементы (детали), как портик, портал, прясло, колоннада, пилястра, кариатида, дверь, окно и фронтон. По материалу и конструкции фасады могут быть: кирпичные, каменные, деревянные (из брусьев, бревен и др.), монолитные-бетонные, оштукатуренные (окрашенные, их называют также «мокрыми фасадами»), светопрозрачные, теплоизоляционные композиционные с тонким наружным штукатурным слоем (WDVS, EIFS, ETICS, СФТК, ШТИФС) и навесные вентилируемые фасады с облицовкой (НВФ).

***Краткие исторические сведения о возникновении и развитии систем навесного вентилируемого фасада.** На веб-сайтах встречается информация, что такие фасады с воздушной прослойкой были еще во времена Древнего Египта, хотя каких-либо исторических документальных сведений об этом нет. Мы считаем, возможно это могло быть в период расцвета цивилизации в Др. Египте (1279-1213гг. до н.э.), если действительно оно имеет место.*

Из документальных источников следует, что прообразы вентилируемых фасадов были построены и использованы в зданиях Древней Руси в XVII веке [5]. Научные сотрудники Коломенского государственного музея в сохранившейся архивной и проектной документации, при воссоздании дворца царя Алексея Михайловича, обнаружили сведения о том, что у части деревянных стен снаружи по вертикали были расположены брусочки, обшитые досками с вентилируемой воздушной прослойкой. Конструкция наружной стены дворца позволяла создавать хороший температурно-влажностный режим и защищать деревянные срубы стены от увлажнения осадками, приводящими к гниению, также и от воздействия солнечных лучей. Следует отметить, что подобные конструкции наружных стен из бревен с обшивкой досками по брускам и вентилируемой воздушной прослойкой нашли также в городах Орел (застройка «Дворянское гнездо»), Переславль-Залесский и Сергиев Посад (Московская обл.). В городах Московской обл. стены первого этажа домов были построены из кирпича, а второй этаж был построен из бревен с обшивкой по брускам досками и вентилируемой воздушной прослойкой. Поэтому предполагают, что такие конструкции применялись и ранее на территории Руси при строительстве важных зданий. Представляет интерес тот факт, что эти конструктивные решения в 1894г. инженером-архитектором Н.И. де-Рошфором было издано как Урочное положение, которое было одобрено Техническо-строительным комитетом Министерства внутренних дел и Министерством путей сообщения России в качестве нормативного документа, как пособие при проектировании и исполнении строительных работ зданий с деревянными стенами.

Приводятся сведения, что прообразы вентилируемых фасадов создавались и в Норвегии в средние века (14-16 вв.) [6]. Норвежские строители путем проб нашли способ изготовить нечто вроде вентилируемого фасада с воздушным промежутком, стыки которого находились одновременно и открытыми, и закрытыми. Первыми строениями, на которых они устанавливались, были большие амбары, сараи и конюшни. Первоначально он назывался «метод облицовки амбаров с открытыми швами». Деревянную облицовку стены изготавливали из лесоматериалов, которые плотно подгонялись друг другу, образуя закрытые швы, наверху и внизу фасада оставляли отверстия для отвода и испарения дождя и снега изнутри облицовки.

Описанный метод изготовления фасадов успешно применялся на практике на протяжении нескольких веков, без каких-либо исследований. Позже признанный архитектор Ле Корбюзье (1887-1965) разработал и в 1916г. воплотил в жизнь проект виллы Швоб (Вилла Турку) в городе Ла Шо-де-Фон (Швейцария), где продемонстрировал в действии один из первых образцов вентилируемого фасада [6]. Южный фасад здания с большой площадью остекления был выполнен двойной стеной, между поверхностями которой вмонтировалась

теплорегулирующая сеть труб. В холодные дни они нагревали поверхность дома, а в жару, наоборот, охлаждали стены, отводя тепло.

Разработка навесных фасадов, выполняющих защитную функцию основной стены, началась в 1940-х годах. Первым большим архитектурным сооружением, на котором была установлена *современная система навесных вентилируемых фасадов*, стало здание Alcoa Building в г.Питтсбург (США, штат Пенсильвания) с высотой 120 м (30 этажей), построенное в 1953г. Оно было облицовано алюминиевыми панелями, которые обеспечивали защиту стен от проникновения воды из атмосферных осадков и хорошую вентиляцию пространства между несущей стеной здания и навесным фасадом.

Считают, что *идея создания* прочного и устойчивого к влаге защитного «экрана» для домов, т.е. *навесных фасадных систем, принадлежит инженерам Германии*, где с 1950-х гг. проводились научные исследования, в результате которых были созданы конструктивные элементы современных вентфасадов и разработана технология монтажа для кирпичных и бетонных домов. Термин от немецкого слова *beluefteten Fassaden*, в буквальном переводе означает «*вентилируемый фасад*». Технологии наружной теплоизоляции зданий (в немецкой терминологии WDVS, в английской ETICS) начали развиваться после Второй Мировой войны при реконструкции разрушенных зданий. С середины 1950-х годов они широко применяются в жилищном и административном строительстве. В 1959 году инж. Хорбахом в Германии была подана патентная заявка на технологию, подобную современным системам теплоизоляции. В Германии по сей день существует Ассоциация материалов и комплектующих для навесных вентилируемых фасадных систем, работает портал по вентилируемым фасадам (FVHF).

Норвежский Институт строительных исследований в начале 1960-х годов в своей публикации предложил идею уравнивания давления воздуха в пространстве между несущей стеной здания и защитным экраном, и давления наружного атмосферного воздуха, что должно предотвращать попадание воды в это пространство. Однако сам экран при этом становился чрезвычайно влажным.

В 1963 году Совет национальных исследований Канады впервые использовал термины «принцип противодождового защитного экрана» и «открытый противодождовый экран», русский перевод которых также означает «вентилируемые фасады».

Особенности и принцип действия навесных вентилируемых фасадов исследовались в 1960-70-х гг. в Европе, США и Канаде. В качестве материала облицовки опробовались сталь, винил, керамогранит, в подготовительных конструкциях (*подконструкция*) использовались алюминий и сталь. Распространению технологии применения навесных фасадных систем в целях достижения минимального энергопотребления способствовал и мировой энергетический кризис 1970-х годов, когда задача экономии энергозатрат стала одной из первостепенных. Уже в 1980 г. в Германии была принята нормативная база и выработаны предписания, разработана методика контроля применительно к системам теплоизоляции фасадов.

Таким образом, к началу 1980-х годов принцип действия навесных вентилируемых фасадов (НВФ, вентфасад) был практически изучен. Это обусловило более широкое применение, особенно в Европе, вентилируемых фасадов с использованием различных материалов.

В СССР-СНГ, в т. ч. на Россию, навесные фасады пришли из Европы в конце 1990-х годов, хотя принципы вентфасада были известны еще в Древней Руси. Уже в 1996г. в России применяли 6 разных систем НВФ. Вентфасады применялись при реконструкции административных зданий для улучшения их внешнего вида и теплоизоляции. Это было сделано в расчете, что затраты на устройство вентфасада могут компенсироваться экономией на отоплении этих зданий в будущем. В новом строительстве навесной вентфасад сперва использовался также при строительстве административных зданий и торговых центров, а затем технологию НВФ стали массово применять уже для жилых зданий.

Сейчас среди стран СНГ системы НФВ, кроме России, широко используются в Белоруссии, Казахстане и на Украине. По нашим данным в Кыргызстане начали его использовать 5-7 лет назад, т.е. примерно с 2014-15гг.

Конструктивные особенности современных навесных фасадных систем. В настоящее время известно очень много конструкций систем навесных вентфасадов (НВФ, НФС, вентфасад). Только в СНГ, в частности в России, по данным ЗАО «Агентство строительной информации», работают более 70 сертифицированных фирм-производителей систем НВФ. Более 60 фирм выпускают подконструкцию, св. 15 - НВФ с облицовкой металлокассетами (по своим разработкам) и св. 15 фирм – с фиброцементной облицовкой. Свои системы вентфасадов с композитными панелями производят 3 фирмы – «СИАЛ», «Алюком» и «Краспан», выпускающий широкий перечень компонентов (металлокассеты, фиброцементные плиты, керамо-гранит, крепежные элементы и др.). Значительным спросом пользуются НФС таких фирм, как «Краспан», U-Кон, «Марморок», «Диат», «Волна», A-System, «Интерал», «Олис», EuroFox, «Алюком», «Фасад-мастер», «Гранитогресс» и др. Приведем краткий обобщенный обзор.

Рис.1 – Устройство и монтаж металлического вентфасада на примере конструкции НФС компании «Краспан» (системы L-ВСт и L-ВСтН) с облицовкой из плит натурального камня (гранит)

Рис.1- Показано общее устройство систем НВФ на примере одной из них.

Как видно из рис.1, навесные вентфасады монтируются (крепятся) к несущей стене здания и имеют следующие элементы: специальная металлическая (сталь или сплав) подготовительная конструкция (подконструкция, каркас), теплоизоляция (плита утеплителя), воздушная прослойка (воздушный вентилирующий зазор), декоративно-защитное покрытие или наружная облицовка (плиты, планки из металла, дерева, композита, искусственного или природного камня), крепежи подконструкции (анкер, дюбель) и утеплителя (тарельчатый дюбель), защитная прокладка (против коррозии от влаги и испарения через стену) под

кронштейном подконструкции и *ветрогидрозащитная мембрана* (пленка). Каждый из этих элементов выполняет свою функцию для обеспечения нормальной работоспособности НВФ.

Для сравнения приводим устройство и схему монтажа современного «мокрого» фасада (рис.2). Он имеет также утеплитель и ряд др. слоев (элементов). Как видно из этих иллюстраций, *главным отличием НВФ от штукатурного*, так называемого «мокрого» фасада является наличие специальной *подконструкции*, *воздушного вентилирующего зазора* между плитой утеплителя (толщиной до 100-120 мм), закрепленной на стену здания, и внешней декоративно-защитной облицовкой фасада, отсутствие в технологии строительства фасада операции оштукатуривания стены, т.е. НВФ – это навешиваемый на стену и вентилируемый фасад здания. В мокром фасаде все конструктивные элементы, за исключением плиты утеплителя и армирующей сетки, непосредственно наносятся слой за слоем (клей, штукатурный раствор и краска) на стену и удерживаются за счет сил адгезии, а утеплитель и сетка еще дополнительно крепятся тарельчатыми дюбелями, т.е. здесь присутствуют «*мокрые*» операции - приготовление растворов и нанесение их на стену.

Рис. 2 – Современный штукатурный («мокрый») фасад

Очень редко в системе НВФ тепло-изоляция может отсутствовать, однако и в этом случае воздушный зазор обязательно имеется. Благодаря воздушному зазору, который является естественным теплоизолирующим слоем, стена «дышит» и не образуется конденсат.

На основе обзора известных конструкций систем НВФ, *разработана их классификация* (см. ниже на рис.4). В качестве *классификационных признаков* приняты типы материала и самой подконструкции, тип кронштейна подконструкции, типы крепления подконструкции и облицовки, тип материала и виды облицовки.

По типу материала и конструктивным особенностям основных элементов, главным образом каркаса и наружной облицовки, навесные *вентфасады можно разделить на деревянные и металлические*. Деревянные НВФ часто используют для утепления и облицовки индивидуального жилья, особняков и коттеджей, в т. ч. построенных из деревянных брусев, а также отдельных зданий небольшой этажности [7]. Металлические вентфасады более эффективны для облицовки высотных зданий (жилые дома, торговые центры, офисы и др.).

Деревянные вентфасады в зависимости от назначения и конструкции могут быть 2 видов: *полноценная и облегченная системы вентфасад*ов (рис.3) Полноценный деревянный вентфасад соответствует вышеприведенной общей структуре НВФ (см. рис.1) и применяется для утепления и облицовки домов в районах с холодными и продолжительными зимами.

Рис.3 – Деревянный вентфасад: облегченная с металлическим каркасом (слева) и полноценная со всеми элементами (справа)

Первая обрешетка выполняется из деревянных реек сечением 100х50 мм. Рейки крепят к стене вертикально с расстоянием 60 см с помощью металлических уголков с шагом 50 см. Затем в образовавшиеся ячейки закладывают плиты утеплителя и покрывают его так

Рис.4 – Классификационная схема систем навесных вентилируемых фасадов

называемой *супердиффузионной мембраной*. Такие мембраны содержат 2-4 слоя полипропилена, наружный слой обладает влагоотталкивающим, пыле- и ветрозащитными свойствами, а внутренний слой имеет диффузионные качества. Это обеспечивает оптимальный режим работы утеплителя НВФ. Стена может «дышать», мембрана пропускает наружу испарения из помещения, в то же время она исключает проникновение влаги во внутрь утеплителя и сохраняет его от воздействия ветра. Поверх мембраны монтируют *вторую обрешетку*, закрепляя деревянные рейки сечением 3х4 см на рейки первой обрешетки. Вторая обрешетка служит для образования воздушного вентиляционного зазора НВФ и закрепления на них декоративно-защитной облицовки.

Облегченная система деревянного вентфасада не имеет утеплителя, используется в основном в теплых районах, служит для контроля влажности сооружения. Это - простая конструкция из тонкого каркаса, монтируется к стене без большого выноса. Каркас, т.е. подконструкция вентфасада может быть выполнена из *деревянных* или *металлических деталей*. Последние могут быть в виде вертикальных крепежных профилей, закрепляемых к стене здания при помощи П-образных профилей (см.рис.3). На крепежные профили с помощью саморезов монтируют облицовку. Воздушный (вентиляционный) зазор (для деревянных домов обычно 4-8 см) образуется за счет консоли П-образного профиля.

Для постройки обеих видов деревянного НВФ используются следующие виды *облицовочных изделий (облицовки) из дерева*: планкен, вагонка, блок-хаус, термообработанные (термодерево - термовагонка, термопланкен, вельвет и др.) и импрегнированные (пропитанные антисептическими и негорючими спецрастворами) изделия. В качестве облицовки могут быть использованы и др. виды облицовок, которые применяются для металлических НВФ.

Общее устройство *металлических НВФ* показано выше на рис.1, они более универсальны, могут быть использованы практически для любых зданий, но эффективны для высотных и элитных зданий, т.к. дороже и более надежны по сравнению с деревянными.

В классификации (рис.4) выделены *эффективно* и *не эффективно вентилируемые вентфасады*. Это связано тем, что навесные фасады структурно можно четко различить на «мокрые», т.е. штукатурные, навесные вентилируемые и *навесные не вентилируемые* или *не эффективно вентилируемые* фасады. Не эффективность их обусловлена тем, что они имеют воздушную прослойку, где вентиляция осуществляется только за счет гравитационного давления воздуха. *Эффективно вентилируемым является такой НВФ*, у которого в воздушном зазоре создается давление воздушного потока, препятствующее проникновению атмосферных осадков внутрь системы, т.е. *НВФ имеет активную защиту*. Она достигается расчетами, проектированием и строительством НФС исходя из конкретных условий данного здания.

Вентфасады различаются по внешнему виду и по типу *подконструкции (подсистемы, каркаса)*. Она состоит из *кронштейнов* и *направляющих профилей*, на которые монтируется облицовка. Подконструкция, как основной несущий элемент НВФ, *должна выдерживать* вес облицовки (панели, плиты и др.), ветровые, снеговые, сейсмические и др. нагрузки и *обладать* высокой устойчивостью от коррозии (коррозионностойкостью), на них оказывает агрессивное воздействие также и окружающая среда. Поэтому применяются подконструкции из алюминия и его сплавов (*алюминиевая*), из стали (*стальная оцинкованная* и *стальная нержавеющая*). Каждая из них отличается по свойствам и цене. Кронштейны из нержавеющей стали намного прочнее, долговечнее, чем оцинкованные и алюминиевые, но значительно дороже чем они.

Подконструкции могут иметь *L-образный, U-образный, межэтажный, комбинированный, подвижный и неподвижный кронштейны*. Наряду с конструкцией (форма, геометрия, размеры, регулируемость), важное значение имеет физико-механические параметры материалов подсистемы, прежде всего самого кронштейна, т.к. он является основным элементом, непосредственно имеющим контакт со стеной здания и удерживающим всю систему НВФ.

Было выявлено, что U-образные алюминиевые кронштейны сильнее нагревают подконструкцию, чем L-образные, из-за плохой теплопроводности последних. В целях повышения надежности и снижения стоимости НВФ создаются новые виды кронштейнов. Одним из них являются *комбинированные металлокомпозитные L-образные кронштейны* компании «Краспан», которые увеличивают несущую способность, уменьшают металлоемкость и имеют низкую теплопроводность. Они сделаны из огнестойкого композитного многослойного материала, сердечником которого служит полимерный компаунд, а лицевая и тыльная поверхности являются оцинкованной или коррозионностойкой сталью толщиной 0,1-0,5 мм. За счет повышения коэффициента теплотехнической однородности кронштейна до 0,92 (у оцинкованного и нержавеющей - 0,81, алюминиевого – 0,7) в фасадной системе практически отсутствуют промерзания, в результате можно уменьшить толщину утеплителя на 10-15%.

Имеются новые разработки по *кронштейнам из пластика* фирмы MAAS Profile (ФРГ). Кронштейн для вентфасада из термопластичного Ультрамида (Ultradid) наполовину содержит стекловолокно с теплопроводностью 0,37 Вт/м·К и по этому показателю во много раз лучше, чем кронштейны из алюминия (в 500 раз меньше). Это позволяет исключить мостики холода между фасадом и стеной, увеличить теплоизоляцию зданий на 20-40%. НВФ с новыми кронштейнами получил техническую регистрацию и разрешение для применения от немецкой аккредитационной организации Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) за хорошую термо-стойкость, УФ-стабильность и устойчивость к старению. Они могут с успехом заменять алюминиевые кронштейны.

По типу крепления подконструкции системы НВФ можно различать, в основном, на 3 вида: с направляющими *профилями горизонтального, вертикального или комбинированного* (горизонтально-вертикального, перекрестного) *крепления*, системы с *вертикальными межэтажными и усиленными вертикальными профилями* являются вариантами второго вида. НВФ с горизонтальными профилями более дешёвы, хорошо используются в фасадных системах с облицовкой из профлиста, линейных панелей, но имеют ограничения по массе, следовательно и по габаритам, навешиваемых облицовочных панелей, т.к. горизонтальный профиль подвергается сильному кручению и изгибу от их веса и др. реактивных сил. Системы с *вертикальными профилями* испытывают в основном нагрузки на сжатие и растяжение, предъявляют повышенные требования к прочности и креплению кронштейнов. При выполнении этих требований жесткие ограничения по размерам и весу облицовки могут быть сняты. Эта система лучше еще тем, что несущие профили не препятствуют воздушному потоку и будет хорошая вентиляция под облицовкой. Вертикальная подсистема широко используется в НВФ с облицовкой сайдингом, линейными панелями, кассетами, керамогранитом. Для перераспределения нагрузок и повышения надежности НВФ используют *комбинированную (перекрестную) систему*, где к стене здания крепят горизонтальные направляющие профили, а к ним – вертикальные несущие профили, на которые монтируется облицовка. Такие системы используются для навески тяжелых облицовок (например, плит натурального камня, из стекла и др.), для реализации сложных по форме архитектурных решений, а также при облицовке очень высоких зданий. Недостатком может быть металлоемкость и большая стоимость.

Подконструкция НВФ обычно имеет *статически жесткую конструкцию*. В последние годы в МГСУ проводились исследования и созданы экспериментальные образцы НВФ, где направляющие (несущая конструкция) заменены *гибкими связями в виде перфоленты с узловым креплением облицовки*. Целью является повышение теплотехнической однородности подконструкции НВФ за счет частичного исключения жестких кронштейнов, которые являются «мостиками холода». Керамогранитные плиты крепятся на анкерных резьбовых шпильках в узловых точках (по углам) по размеру плит. Гибкие перфоленты устанавливаются вертикально между анкерными шпильками и несущими кронштейнами. Испытания показали, что новая конструкция НВФ работоспособна даже в условиях

воздействия сейсмонагрузок в 7-9 баллов (на виброплатформе), обладает повышенным коэффициентом теплотехнической однородности (0,753 против 0,668 у типовых), что позволяет снизить затраты на отопление здания на 6-10%. Затраты по изготовлению несущей конструкции составляют ок. 25% стоимости новой подсистемы НВФ, т.е. дают экономию средств, поэтому она рекомендована к применению.

По типу крепления облицовки системы НВФ бывают *механического* или *клеевого монтажа*, причем в последнем случае – это скрытое крепление, а при механическом могут быть с видимым или скрытым креплением облицовки на подконструкции.

В металлических НФС используется большой ассортимент *фасадной облицовки*. По *типу материалов* их можно сгруппировать на НВФ с облицовкой из: *каменных материалов, металлических, пластиковых, керамических и стеклянных материалов*. В классификационной схеме (см. рис.4) показаны основные элементы крепления и типы облицовок систем НВФ.

На практике широко применяются следующие виды облицовок для НВФ:

- из *керамогранита*, отличается прочностью, долговечностью, устойчивостью погодным условиям (морозоустойчивостью), это плиты искусственного камня, производят путем прессования и обжига под высокой температурой, имеют глянцевый блеск поверхности;
- из *природного камня*, отличается сложностью монтажа и высокой стоимостью, но долговечны, огнестойки и очень презентабельны;
- из *HPL-панелей*, представляет собой пластик из бумажных слоев, которые плотно спрессовываются между собой, панели очень прочны;
- из *композитных панелей*, имеют многослойную структуру, между металлическими (алюминиевыми) листами с полимерным покрытием с помощью клея крепится однородный наполнитель, материал лёгкий, устойчивый к ржавчине и ультрафиолету;
- из *терракотовых панелей*, изготавливают из терракоты, которую обрабатывают специальным образом, относится к элитному классу;
- из материалов *под кирпич*: *фиброцементные плиты*, делают из цемента, минеральных заполнителей и целлюлозы, морозоустойчивы, огнеустойчивы, имеют др. полезные качества, современный вид, улучшают тепло- и звукоизоляцию; также применяют *литевой бетон под кирпич*, *клинкерные плитки* и *полнотелые облицовочные кирпичи*;
- из *металла*: *металлокассета*, хорошо сопротивляется действию открытого пламени, основой являются пластины из стали или алюминия, поверхность покрывается полимером, продлевающим срок службы материала до полувека, лёгкая и долговечная облицовка фасада; *сайдинг металлический* (металлосайдинг), *алюминиевые панели*; *медные панели* отличаются прочностью, пластичностью и долгим сроком службы, но очень дорогие;
- из *пластиковых материалов*: *линейные панели*, изготавливают из полиэстера; *виниловый сайдинг*, отличается простотой в монтаже, малым весом, что позволяет устанавливать даже на деревянный каркас;
- из *стекла*, улучшает тепло- и звукоизоляцию, выглядит красиво; изготавливают в виде *стеклопанелей* из закаленного особым образом стекла значительной прочности;
- из *солнечных батарей* – обособленный вид облицовки вентфасада, имеющий сложную и дорогую электронную систему, используется в элитном или промышленном строительстве;
- из *дерева*: *планкен, вагонка*, представляют собой обычные доски из натуральной древесины, которыми обшивают фасад; применяют также *термодревесину* и *блок-хаус*.

Таким образом, в настоящее время системы навесного вентилируемого фасада нашли широкое применение в строительной отрасли ведущих стран Европы и Америки, в странах СНГ также начали их массово применять. В Кыргызской Республике навесные вентфасады начали использовать при строительстве новых высотных зданиях, прежде всего в жилых домах. Специалистами Госстроя КР при участии ученых и строителей разработаны и находятся на стадии утверждения и внедрения строительные нормы и правила по

применению систем навесных вентфасадов, что открывает возможность дальнейшего их развития. Первые отечественные компании, такие как ОсОО «Стилекс» (г.Бишкек), начали производить свои изделия – подконструкцию НВФ, которые уже начали применяться при строительстве. Это подтверждает, что системы НВФ как новые инновационные изделия и технология строительства уже состоялись и за ними большое будущее.

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> (дата обр. 04.04.20)
2. Об итогах социально-экономического развития КР за 2019 год и задачах до конца 2020 года // Министерство экономики КР. - URL:<http://mineco-nom.gov.kg/ru/post/6158> (дата обр. 04.04.2020).
3. Фасад - история и этапы развития понятия / ООО «КомплексСтрой». - URL: <http://complex-stroi.ru/istoriya-fasada-i-sovremennye-tendentsii.html> (07.05.20).
4. Сергеева М. Стили фасадов домов от древности до современности. - URL:<https://ptp-svarog.ru/stili-fasadov-domov-ot-drevnosti-do-sovremennosti.html> (дата обр. 25.07.20).
5. Умнякова Н.П. Прообразы конструкций вентилируемых фасадов в зданиях Древней Руси // Науч.-техн. и произв. журнал «Жилищное строительство». - №6-2012. – С.25-28.
6. Из истории вентфасадов. - URL:<http://fasad02.ru/iz-istorii-ventfasadov.html> (обр. 25.07.20).
7. Вентилируемый деревянный фасад. – URL:<https://luchiefasady.ru/ventiliruemyiy-derevyan-nyiy-fasad.html> (дата обр. 28.07.20).