

DOI: 10.12737/24212

Жунин А.А., аспирант

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

## ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД УСТРОЙСТВА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

zhunin@bk.ru

*В статье приводятся результаты исследований по созданию вентилируемых фасадных систем с использованием заводской технологии. Приводятся основные конструктивно-технологические решения по созданию и монтажу панелей вентфасадов в условиях строительной площадки, особенности применяемых средств механизации, контроля качества работ и надежности системы. Использование технологии в монолитном и крупнопанельном домостроении снижает трудоемкость и себестоимость работ.*

**Ключевые слова:** вентилируемые фасады, стеновые панели вентфасадов, кронштейны, теплоизоляция, беспетлевой монтаж, фиксаторы, самобалансирующаяся траверса, монтажный горизонт, телескопические подкосы.

**Введение.** Сегодня наиболее распространенными являются конструкции наружных стен с использованием навесных вентилируемых фасадов. Традиционный метод возведения вентфасадов состоит в устройстве стенового ограждения в виде самонесущих стен из мелкоштучных изделий (кирпич, блок) с последующей поэлементной сборкой НВФ на формируемой плоскости фасада и предусматривающий наличие большого числа технологически-сложных рабочих операций, требующих инструментального контроля [1–12].

Выполнение рабочих операций по установке кронштейнов, монтажу утеплителя, направляющих и облицовочных элементов требует участия высококвалифицированных рабочих. Для производства комплекса работ по устройству подосновы и облицовки требуется выполнять технологический регламент и требования альбома технических решений на применяемую подсистему НВФ. Особое место в производстве работ отводится геодезическим работам, с помощью которых контролируется проектное размещение конструктивных элементов.

Основным технологическим документом является проект производства работ и технологические карты, которые устанавливают технологические параметры и контроль качества работ.

Выполнение рабочих операций по монтажу утеплителя, облицовке и регулированию ее проектного положения, возможно только с внешней стороны фасада. Следовательно, при производстве работ с помощью указанного метода возведения НВФ, необходимо применять фасадные подъемники, платформы, строительные леса, люльки и другие средства механизации и подмащивания, обеспечивающие возможность производства работ и доступ к конструктивным

элементам ограждающих конструкций с внешней стороны. Удельные трудозатраты по устройству 1м.кв. НВФ может составлять от 0,5 до 2 чел. дней. Стоимость работ по устройству 1м.кв. НВФ по состоянию на 2016 год составляет от 2000 до 5000 р/м. кв. Монтаж с подвесных люлек является наиболее трудозатратным, но, в то же время, наиболее дешевым вариантом устройства НВФ [13].

С увеличением высотности зданий усложняется контроль качества, возрастают трудоемкость рабочих процессов, связанных с транспортировкой материала и монтажом. Заделкой стыков и узлов [21, 22].

**Методология.** В результате оптимизации организационно-технологических и конструктивных решений при возведении энергоэффективных ограждающих конструкций в гражданском строительстве, разработан метод устройства навесных вентилируемых фасадов путем укрупнительной сборки, предусматривающий существенное снижение трудоемкостей работ.

В основу заложенного метода принята технология заводского производства железобетонных ограждающих элементов шириной, равной осевому размеру между внутренними несущими стенами. Изготавливается несколько типов панелей с оконными и дверными проемами (для лоджий и балконов). Возможно также изготовление элементов эркеров.

Производство работ по устройству панелей вентфасада осуществляется на технологической линии с постами, на которых выполняются определенные типы операций.

**Основная часть.** После тепловой обработки бетона стеновых панелей и достиганием прочности не менее 70 %  $R_u$  осуществляют бурение отверстий для установки кронштейнов и распорных анкеров. Для обеспечения проектно-

го размещения анкеров, используются специальные шаблоны. Выбуривание производится специальными сверлами с режущей частью с алмазным напылением и ограничителями по глубине.

Весьма важным условием создания панелей вентфасада является высокая точность геометрических размеров, которая достигается фрезерованием отдельных участков. Подобную обработку панелей осуществляют в зоне опорных элементов на сборные, или монолитные перекрытия, где относительный горизонт (монтажный горизонт) достигается обработкой угловой шлифмашиной, либо фрезерным станком по бетону.

Кроме обработки торцевых элементов и опорных частей панелей, осуществляют установку выверочных винтов, предназначенных для окончательной фиксации панели в вертикальном положении. При этом, должно обеспечиваться совпадение швов облицовки как в горизонтальном, так и вертикальном направлении.

В процессе изготовления панели в заводских условиях, после выполнения фрезерных работ осуществляют продувку отверстий под анкера и устанавливают распорные анкера и кронштейны. Отклонение размещения кронштейнов относительно проектного положения должно удовлетворять требованиям технических условий на применяемую систему НВФ, либо проектным решениям на устройство соответствующей системы. Для различных подконструкций данные отклонения могут отличаться. В среднем, допустимые отклонения составляют от 5 до 20 мм.

Наличие кронштейнов дает основание для утепления поверхности минераловатными пли-

тами. Для обеспечения стабильного геометрического положения плит утеплителя требуется их проектное крепление полимерными анкерами с металлическим сердечником к основанию. Целесообразно использовать жесткие и полужесткие плиты утеплителя с расчетной толщиной для соответствующего города [22].

Заводская установка подсистемы производится на технологической линии с соблюдением последовательности монтажа и технологических операций.

В зависимости от конструктивного решения подсистемы, ее сборка производится на специально оборудованных постах. Обязательным условием является контроль качества работ и геометрических размеров [14].

Особое внимание уделяется разработке средств механизации для установки панелей в проектное положение. При возведении крупнопанельных зданий первоначально устанавливаются вертикальные несущие конструкции внутренних стен. При этом должен соблюдаться монтажный горизонт, положение панелей в соответствии с осями разбивки перекрытий с обязательным расчетом технологических допусков. С подобным допуском изготавливаются панели вентфасада.

Их монтаж осуществляется с использованием башенных кранов. Необходимо применять систему беспетлевого монтажа с траверсы. Такое решение позволяет получать единый монтажный горизонт и простое размещение панелей. При наличии возможных отклонений, доводка панелей производится с использованием выверочных домкратов и телескопических подкосов (рис. 1).

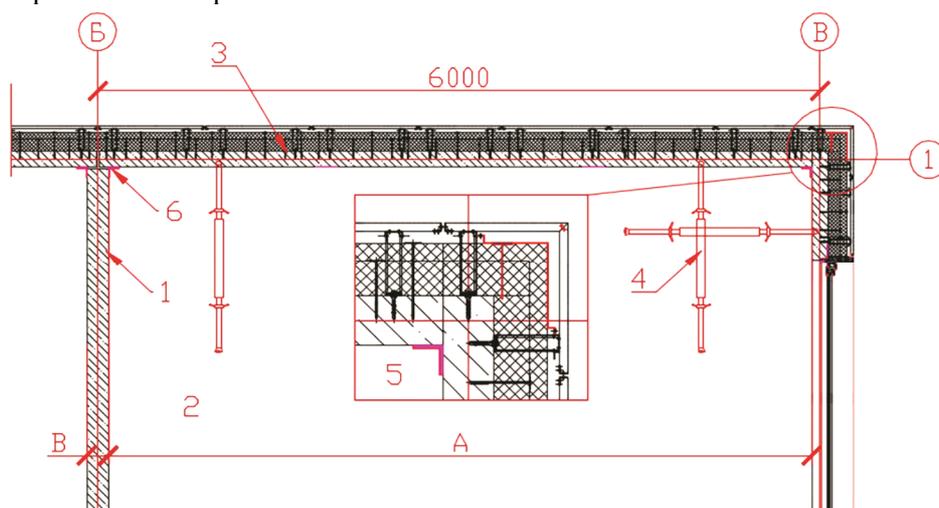


Рис. 1. Схема размещения вентфасадных панелей на фрагменте типового этажа панельного дома:

1 – внутренние стеновые панели; 2 – плита перекрытия; 3 – вентилируемые панели; 4 – телескопические подкосы; 5 – устройство для беспетлевого монтажа; 6 – болтовые, либо сварные соединения

Следует отметить, что использование фасадных вентилируемых панелей требует изготовления всех железобетонных конструкций с требуемыми допусками [19].

Для проектного закрепления вентфасадных панелей используются болтовые и/или сварные соединения закладных деталей. Предпочтение

отдается болтовым соединениям, т.к. они дают возможность более гибкой регулировки.

Экспериментальные исследования показали, что некачественная подготовка монтажного горизонта, как и отклонения вертикальности стеновых конструкций, приводят к трудно исправимым дефектам.

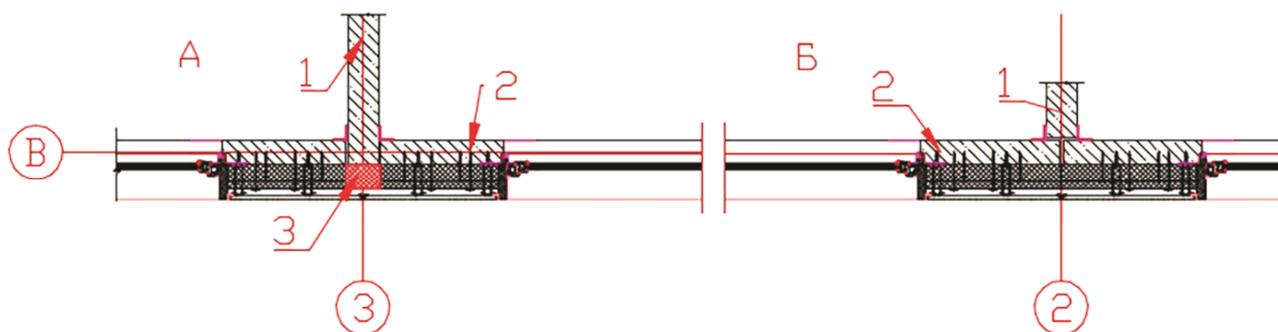


Рис. 2. Варианты размещения фасадных панелей между вертикальными несущими панелями (А) и на напольных частях перекрытия (Б). Причины: 1. Толщина панели уменьшена. 2. Осевое расстояние нарушено. Важный момент: в области торцов вертикальных конструкций нарушается теплоизоляция, которая требует специальных приемов восстановления, увеличивающих трудоемкость монтажа

На рис. 2 (а, б) приведен вариант монтажа панелей вентфасада с размещением несущей части между торцевыми элементами вертикальных конструкций и с установкой на консольной части перекрытий. Анализ результатов показал, что размещение на консольной части позволяет увеличить допуск в горизонтальном положении с последующей компенсацией за счет применения меньшей ширины панели.

Наибольшую технологическую сложность представляет вариант установки фасадных панелей при наличии монолитных несущих конструкций.

При возведении монолитных конструкций добиться требуемых геометрических размеров значительно сложнее, чем в крупнопанельном домостроении. Кроме соблюдения технологических допусков несущих конструкций, необходимо разработать технологию монтажа вентфасадных панелей с их размещением между нижней и верхней плитой перекрытия.

Для обеспечения безопасной технологии монтажа разработана специальная самобалансирующаяся траверса, позволяющая перемещать вентфасадную панель в проектное положение, за счет создания в перекрытии прорезей толщиной 1.5-2.0 диаметра строповочного троса и глубиной до 0.7-0.8 толщины несущей части вентфасадной плиты (рис. 3). После заведения панели устанавливаются выверочные телескопические подкосы. Панель освобождается от строповоч-

ных устройств после выверки в проектное положение и болтового крепления.

При выполнении выверки особое внимание уделяется совмещению горизонтальных и вертикальных швов между облицовочными плитами применяемых панелей.

В случае заметного отклонения швов, производят дополнительное смещение с использованием гидравлических мини-домкратов.

Геодезический контроль точности монтажа (возведения) вертикальных и горизонтальных конструкций (перекрытия):

Порядок расчета:

1) Вычерчиваются эскизы конструкций или отдельных узлов.

2) Устанавливается технологическая последовательность монтажа (возведения) несущих элементов.

3) В качестве ориентиров используются грани вертикальных конструкций или оси. Для стеновых панелей важно вертикальное положение и соответствие осевой линии.

4) Приводится анализ составляющих звеньев цепи погрешностей и разрабатывается схема полей допусков. Каждому допуску присваивается буквенный индекс (рис. 4).

5) Устанавливаются величины технологических допусков.

Рассматривается вариант, когда наружный торец вертикальных несущих конструкций находится на уровне перекрытия.

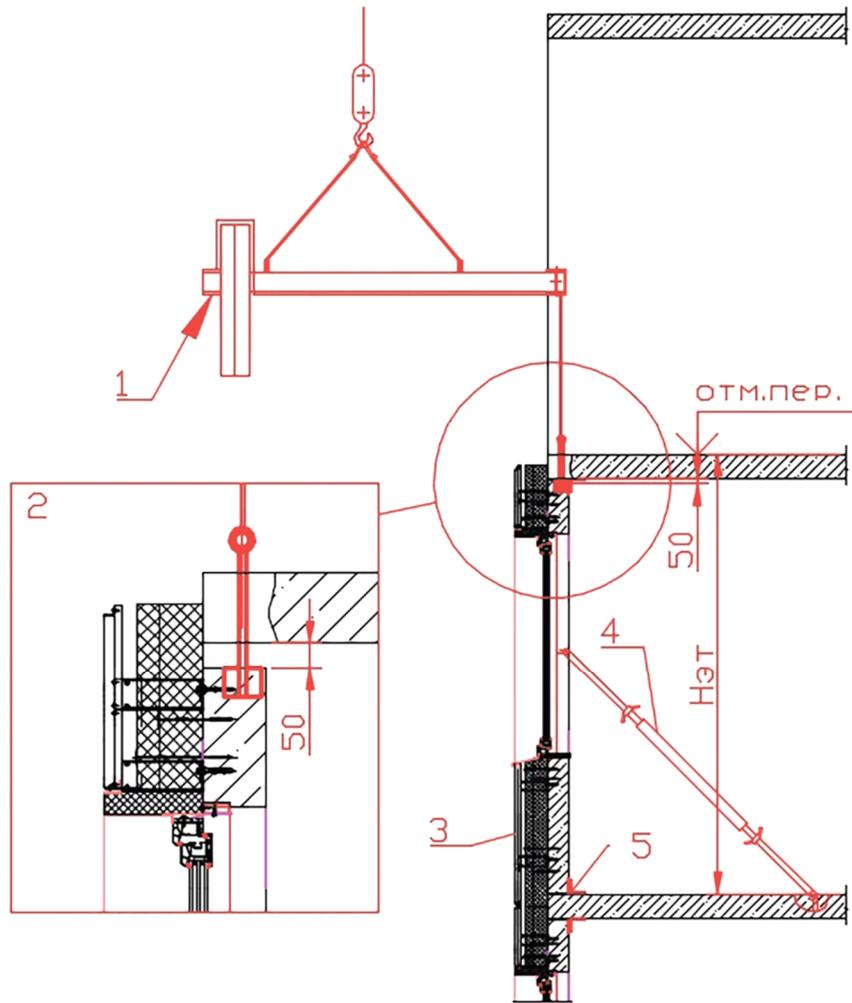


Рис. 3. Схема установки фасадной панели:

- 1 – траверса с противовесом; 2 – беспетлевой монтаж панели;  
 3 – панель ветфасада; 4 – телескопический подкос для выверки панели; 5 – выверочные домкраты

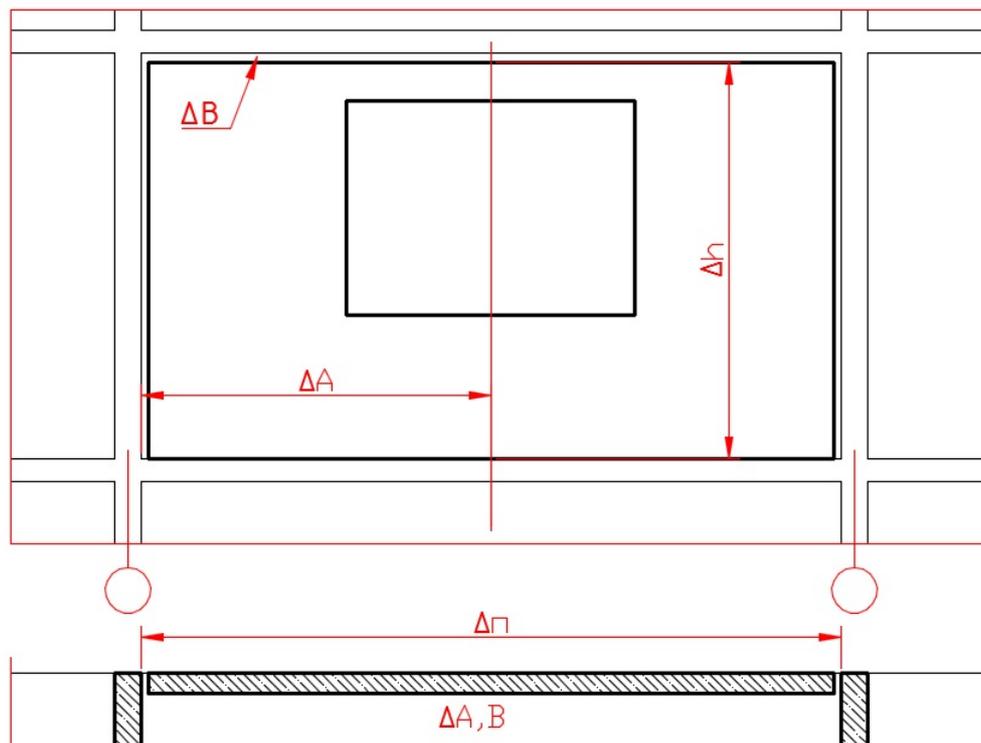


Рис. 5. Технологические допуски

Допуск зазора между вентилируемой панелью и вертикальными стенами определяется следующим образом:

$$\Sigma \Delta_{\text{п}} = \sqrt{\frac{1}{2}(\Delta_{\text{р}})^2 + \frac{1}{2}(\Delta_{\text{вп}})^2 + \frac{1}{2}(\Delta_{\text{пвп}})^2} \quad (1)$$

где  $\Delta_{\text{р}}$  – допуск разбивки осей в плане;  $\Delta_{\text{вп}}$  – допуск при изготовлении несущей части вентпанели;  $\Delta_{\text{пвп}}$  – допуск погрешности установки панели вентфасада.

В случае, когда  $\Delta_{\text{пвп}} < 0$ , монтаж наружной вентфасадной панели не возможен без срезания части бетонной поверхности.

Как показали исследования, размещение несущих панелей на плитах перекрытия с выступами, равными по толщине несущей части вентфасадных панелей, существенно увеличивается допуск установки  $\Delta_{\text{у}}$ .

При сочетании суммарного расчетного допуска обеспечивается проектная установка панели вентфасада с некоторым смещением в сторону монтажа.

**Выводы.** Результаты комплексных исследований показали, что использование вентфасадных панелей заводского производства позволяет снизить трудоемкости работ в 4-6 раз с обеспечением высокого качества фасадных работ.

При разработке схемы производства и приемки работ по устройству панелей были учтены требования СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции», а также СП 48.13330.2011 «Организация строительства» [14, 15].

Разработана методика организации и производства работ по возведению предлагаемой системы ограждающих конструкций, обустройства строительной площадки и рабочих мест, отвечающих требованиям Федерального закона №384-ФЗ и №123-ФЗ [16, 17].

При разработке индустриального метода возведения энергоэффективных ограждающих конструкций были предусмотрены требования правил законодательства Российской Федерации, а также требования СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве» [18].

Конструктивное решение разработанной фасадной системы учитывает требования ГОСТ 11024-2012 и ГОСТ 13015-2012, а также требования сертифицированных альбомов технических решений на устройство элементов подсистемы и утеплителя [19, 20].

На основании существующих строительных норм и полученных опытным и аналитическим путем трудозатрат, а также на основании полученных стоимостных данных по различным кон-

структивным решениям навесных вентилируемых фасадных систем, путем регрессионного анализа были получены линии тренда зависимости удельных трудозатрат и стоимостей материала.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афанасьев А.А., Жунин А.А. Модульные фасады в высотном строительстве // Вестник МГСУ. 2011. № 1. Т. 2. С. 19–23.
2. Афанасьев А.А., Жунин А.А. Индустриальная технология возведения энергоэффективных ограждающих конструкций // Технология и организация строительного производства. 2014. № 2 (7). С. 28–30.
3. Ершов М.Н., Вильман Ю.А. Технология облицовки 25-этажного монолитного железобетонного жилого дома. Стройка глазами ученых // Механизация строительства. 2012. № 10. С. 24–31.
4. Ершов М.Н., Бабий И.Н., Меньлюк И.А. Анализ технологических особенностей применения фасадных систем теплоизоляции // Технология и организация строительного производства. 2015. № 4-1 (9). С. 43–47.
5. Жуков А.Д. Технология теплоизоляционных материалов. Часть 2. Теплоэффективные строительные системы. М.: МГСУ, 2011. 248 с.
6. Жунин А.А. Методы сокращения трудозатрат и улучшения контроля качества работ при возведении энергоэффективных ограждающих конструкций // Вестник гражданских инженеров. 2014. № 3 (44). С. 137–141.
7. Ивакина Ю.Ю. Повышение эффективности навесных вентилируемых фасадов. М.: Книга по требованию, 2011. 112 с.
8. Лapidус А.А., Говоруха П.А. Организационно-технологический потенциал ограждающих конструкций многоэтажных жилых зданий // Вестник МГСУ. 2015. № 4. С. 143–149.
9. Малявина Е.Г. Строительная теплофизика и проблемы утепления современных зданий // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика, 2009. № 1. С. 4–7.
10. Feng X., Yang Hua, Feng X., Jin F., Xia G. A review of research development of ventilated double-skin façade // Applied Mechanics and Materials. 2014. V. 587-589: 709–713.
11. Balocco C. A simple model to study ventilated facades energy performance // Energy and Buildings. 2002. V. 34(5): 469–475.

12. Lopez F.P., Jensen R.L., Heiselberg P., Santiago M.R.A. Experimental analysis and model validation of an opaque ventilated facades // Building and Environment. 2012. V. 56: 265–275.

13. Вайнштейн М.С., Ждановский Б.В., Синенко С.А., Афанасьев А.А., Павлов А.С., Ефименко А.З., Долганов А.И. Оценка эффективности организационно-технологических решений при выборе средств механизации производства строительно-монтажных работ // Научное обозрение. 2015. № 13. С. 123–128.

14. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.0301-87. М.: Госстрой, 2013. 203 с.

15. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СП 48.13330.2011. М.: Госстрой России, 2010. 21 с.

16. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ.

17. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 23.06.2014).

18. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. М.: Госстрой России, 2001.

19. ГОСТ 11024-2012. Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 19 с.

20. ГОСТ 13015-2012. Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения. М.: Стандартинформ, 2014. 40 с.

21. Альбом технических решений Конструкция навесной фасадной системы с воздушным зазором «РУСЭКСП» с облицовкой керамогранитными плитами. М.: ООО «Атлас Москва», 2012.

22. Альбом технических решений «ROCKWOOL»: Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов. М.: ОАО «ЦНИИПромзданий», 2013. 388 с.

---

**Zhunin A.A.**

**INNOVATIVE METHODS OF INSTALLATION OF THE FACADE DESIGNS  
IN THE CONSTRUCTION OF MULTI-STOREY RESIDENTAL BUILDING**

*The results of studies on the development of ventilated facade systems by using factory techniques are presented in this article. The basic construction and technological decisions for development and installation of panels of ventilated facades in conditions of construction area, the features of employed mechanization means, quality control work and system reliability are presented. The using of technology in monolithic and concrete panel building decreases the laboriousness and cost price of the work.*

**Key words:** ventilated facades, wall panels of ventilated facades, brackets, thermal insulation, without loops installation, clamps, self-balancing traverse, mounting horizon, telescopic struts.

---

**Жунин Андрей Алексеевич**, аспирант кафедры технологии и организации строительного производства.  
Московский государственный строительный университет  
Адрес: Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26  
E-mail: zhunin@bk.ru