



УДК 692.8:699.86

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДЕФЕКТЫ УЗЛОВ ПРИМЫКАНИЯ ОКОННЫХ
И ВИТРАЖНЫХ БЛОКОВ К СТЕНОВЫМ ПРОЕМАМ И ИХ ВЛИЯНИЕ
НА ТЕПЛОПТЕРИ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ РЕЗКО
КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА УЗБЕКИСТАНА**

Ассистент-преподаватель кафедры «Строительство зданий и сооружений».

Qodirov Sardor Sobir o'g'li

(Ташкентский архитектурно-строительный университет.

sardorqodirov110599@gmail.com)

**Доктор технических наук (DSc), и. о. профессора кафедры «Строительство
зданий и сооружений». Рашидов Ж. Г.**

(Ташкентский архитектурно-строительный университет. j.rashidov@taqu.uz)

Аннотация. В статье рассмотрены технологические дефекты, возникающие при устройстве узлов примыкания оконных и витражных блоков к стеновым проемам, и оценено их влияние на теплопотери зданий в климатических условиях Узбекистана. На основе анализа нормативных документов и научных публикаций предложена классификация дефектов по стадиям технологического процесса: подготовка проема, установка и крепление блока, заполнение монтажного зазора, устройство изоляционных слоев и отделка откосов. Для каждого дефекта указаны последствия и методы выявления. По многолетним климатическим данным для г. Ташкента выполнена оценка продолжительности отопительного периода и градусо-суток (около 2090 °С·сут) и проведен параметрический расчет дополнительных теплопотерь через узел примыкания. Показано, что при увеличении удельных потерь теплоты через узел с 0,05 до 0,30 Вт/(м·°С), характерном для монтажа с дефектами, дополнительные теплопотери через узел типового окна возрастают с 7–10 % до 44–62 % от теплопотерь через сам оконный блок. Определены требуемые значения температурного фактора внутренней поверхности для исключения конденсации. Предложена карта пооперационного контроля качества работ, включающая тепловизионный контроль при приемке.

Ключевые слова: узел примыкания, оконный блок, монтажный шов, технологический дефект, теплопотери, удельные потери теплоты, энергоэффективность, тепловизионный контроль, резко континентальный климат.



DERAZA VA OYNAVAND BLOKLARNING DEVOR O'RNIGA TUTASHISH TUGUNLARIDAGI TEXNOLOGIK NUQSONLAR VA ULARNING O'ZBEKISTONNING KESKIN KONTINENTAL IQLIMI SHAROITIDA BINOLAR ISSIQLIK YO'QOTISHLARIGA TA'SIRI

Annotatsiya. Maqolada deraza va oynavand bloklarning devor o'rniga tutashish tugunlarini bajarishda yuzaga keladigan texnologik nuqsonlar ko'rib chiqilgan va ularning O'zbekiston iqlim sharoitida binolarning issiqlik yo'qotishlariga ta'siri baholangan. Me'yoriy hujjatlar va ilmiy manbalar tahlili asosida nuqsonlarning texnologik jarayon bosqichlari bo'yicha tasnifi taklif etilgan: devor o'rnini tayyorlash, blokni o'rnatish va mahkamlash, montaj tirqishini to'ldirish, izolyatsiya qatlamlarini qo'yish va qiyaliklarni pardoqlash. Har bir nuqson uchun uning oqibatlarini va aniqlash usullari ko'rsatilgan. Toshkent shahrining ko'p yillik iqlim ma'lumotlari asosida isitish davri davomiyligi va gradus-sutkalar (taxminan 2090 °C·sut) baholangan, tutashish tuguni orqali qo'shimcha issiqlik yo'qotishlarning parametrik hisobi bajarilgan. Tugun orqali solishtirma issiqlik yo'qotishlar nuqsonli montajga xos bo'lgan 0,05 dan 0,30 Wt/(m·°C) gacha oshganda, odatiy deraza tuguni orqali qo'shimcha issiqlik yo'qotishlar deraza blokining o'zi orqali yo'qotishlarga nisbatan 7–10 % dan 44–62 % gacha ortishi ko'rsatilgan. Kondensatsiyani istisno qilish uchun ichki yuzaning talab etiladigan harorat omili qiymatlari aniqlangan. Qabul qilishda teplovizion nazoratni o'z ichiga olgan ishlarni operatsion nazorat qilish xaritasi taklif etilgan.

Kalit so'zlar: tutashish tuguni, deraza bloki, montaj choki, texnologik nuqson, issiqlik yo'qotish, solishtirma issiqlik yo'qotish, energiya samaradorligi, teplovizion nazorat, keskin kontinental iqlim.

TECHNOLOGICAL DEFECTS OF WINDOW AND GLAZED UNIT-TO-WALL JUNCTIONS AND THEIR EFFECT ON BUILDING HEAT LOSSES IN THE SHARPLY CONTINENTAL CLIMATE OF UZBEKISTAN

Abstract. The paper examines technological defects arising during the execution of window and glazed unit-to-wall junctions and assesses their effect on building heat losses in the climatic conditions of Uzbekistan. Based on an analysis of standards and scientific publications, a classification of defects by stages of the technological process is proposed: preparation of the opening, installation and fixing of the unit, filling of the installation gap, application of sealing layers and finishing of the reveals. For each defect, its consequences and detection methods are given. Using long-term climate data for Tashkent, the heating period duration and heating degree-days (about 2090 °C·day)



were estimated, and a parametric calculation of additional heat losses through the junction was performed. It is shown that when the linear thermal transmittance of the junction increases from 0.05 to 0.30 W/(m·K), which is typical of defective installation, the additional heat loss through the junction of a typical window rises from 7–10 % to 44–62 % of the heat loss through the window unit itself. The required values of the internal surface temperature factor to prevent condensation are determined. An operational quality control chart, including infrared thermographic inspection at acceptance, is proposed.

Keywords: window-to-wall junction, window unit, installation joint, technological defect, heat loss, linear thermal transmittance, energy efficiency, infrared thermography, sharply continental climate.

Введение

Повышение энергетической эффективности зданий является одним из приоритетных направлений государственной политики Республики Узбекистан. Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-4422 от 22 августа 2019 года определены ускоренные меры по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии [1]. В строительстве эта задача решается прежде всего за счет повышения теплозащитных качеств ограждающих конструкций, требования к которым установлены КМК 2.01.04-2018 «Строительная теплотехника» [7, 11].

Светопрозрачные конструкции остаются наиболее уязвимым элементом теплозащитной оболочки здания. Современные оконные блоки из ПВХ-профилей и алюминиевых систем с однокамерными и двухкамерными стеклопакетами обладают достаточно высоким сопротивлением теплопередаче, однако их фактическая эффективность в значительной мере определяется качеством узла примыкания блока к стеновому проему. Узел примыкания представляет собой линейную теплотехническую неоднородность, через которую проходит дополнительный тепловой поток, не учитываемый при расчете по сопротивлению теплопередаче отдельно стены и окна [3, 4, 9]. Расчеты Д. В. Крайнова и соавторов на примере узла оконного откоса показали, что относительные дополнительные удельные теплотери через такой узел составляют 11,8 % для стены из кирпичной кладки и 23,2 % для многослойной стены с эффективным утеплителем [12]. Следовательно, по мере роста теплозащиты основного поля стены относительная роль узлов примыкания возрастает.



Конструкция и технология устройства монтажного шва узла примыкания регламентированы ГОСТ 30971-2012 [2], согласно которому шов должен состоять из трех слоев с различными функциями: наружного водоизоляционного паропроницаемого, центрального теплоизоляционного и внутреннего пароизоляционного. Аналогичный принцип «изнутри плотнее, чем снаружи» лежит в основе европейской практики монтажа окон [16]. Вместе с тем обзор И. Котлярской, А. Уланова и Н. Ватина показывает, что нормируемые значения паропроницаемости слоев шва не имеют достаточного научного обоснования, а требования к соотношению сопротивлений паропропусканию наружного и внутреннего слоев в разных странах различаются в несколько раз (от 1:10 в Дании до 1:80 в Финляндии) [13]. Исследования С. Ван Линден и Н. Ван Ден Боссе показали, что обеспечить водонепроницаемость поверхностно герметизированного примыкания окна к стене без дополнительного воздухопроницаемого слоя или возможности дренажа затруднительно [15]. Р. Нота и З. Данигелова установили, что минимальные удельные потери теплоты через узел достигаются при расположении оконного блока в том слое стены, где проходит изотерма 0°C [14].

Для условий Узбекистана указанные вопросы приобретают особое значение. Резко континентальный климат характеризуется значительными годовыми и суточными амплитудами температуры наружного воздуха, высокой интенсивностью солнечной радиации в летний период и частыми переходами температуры через 0°C в зимний период [8, 11, 17]. Эти факторы усиливают деградацию материалов монтажного шва, особенно при отсутствии или повреждении защитных слоев. Между тем в строительной практике узел примыкания нередко выполняется упрощенно: монтажный зазор заполняется только пенным утеплителем, а наружный и внутренний изоляционные слои не устраиваются. Систематизированных данных о технологических дефектах узлов примыкания и их количественном влиянии на теплопотери зданий в климатических условиях Узбекистана в доступной литературе недостаточно.

Цель настоящей работы — систематизировать технологические дефекты узлов примыкания оконных и витражных блоков к стеновым проемам по стадиям технологического процесса и количественно оценить их влияние на теплопотери зданий в климатических условиях г. Ташкента. Для достижения цели решались следующие задачи: анализ нормативных требований и научных публикаций; разработка классификации дефектов с указанием последствий и методов выявления; оценка климатических параметров отопительного периода;



параметрический расчет дополнительных тепловпотерь и оценка риска конденсации; разработка предложений по пооперационному контролю качества работ.

Материалы и методы

Исследование выполнено в три этапа. На первом этапе проведен анализ нормативных документов, регламентирующих устройство и теплотехнические характеристики узлов примыкания: ГОСТ 30971-2012 [2], СП 50.13330.2012 [3], СП 230.1325800.2015 [4], ГОСТ Р 56733-2015 [5], ГОСТ Р 54852-2011 [6], КМК 2.01.04-2018 [7], международных стандартов ISO 10211 [9] и ISO 14683 [10], а также научных публикаций по рассматриваемой проблеме [12–16]. На основе анализа технологический процесс устройства узла примыкания разделен на пять последовательных стадий, для каждой из которых выявлены характерные дефекты, их последствия и методы обнаружения.

На втором этапе определены климатические параметры отопительного периода для г. Ташкента. В качестве исходных данных приняты среднемесячные температуры наружного воздуха за период 1991–2021 гг. [17]. Отопительный период принят как совокупность месяцев со среднемесячной температурой не выше +8 °С. Градусо-сутки отопительного периода определялись по формуле:

$$ГСОП = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{в}}$ — расчетная температура внутреннего воздуха, принятая равной +20 °С; $t_{\text{от}}$ — средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С; $z_{\text{от}}$ — продолжительность отопительного периода, сут.

На третьем этапе выполнен параметрический расчет дополнительных тепловпотерь через узел примыкания. В соответствии с методологией СП 50.13330.2012 и ISO 14683 [3, 10] узел рассматривался как линейная теплотехническая неоднородность, характеризующаяся удельными потерями теплоты ψ , Вт/(м·°С). Дополнительный удельный тепловой поток через узел примыкания определялся по формуле:

$$\Delta H = \psi \cdot L, \quad (2)$$

где L — длина узла примыкания, равная периметру оконного проема, м. Дополнительные тепловпотери за отопительный период вычислялись по формуле:

$$\Delta Q = 0,024 \cdot \psi \cdot L \cdot ГСОП, \quad (3)$$

где ΔQ — дополнительные тепловпотери, кВт·ч; 0,024 — коэффициент перевода (24 ч/сут · 10⁻³ кВт/Вт). Относительное влияние узла оценивалось отношением дополнительного теплового потока к тепловому потоку через сам оконный блок:



$$\eta = \psi \cdot L / (U_w \cdot A_w) \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где U_w — коэффициент теплопередачи оконного блока, Вт/(м²·°C); A_w — площадь оконного блока, м².

Расчет выполнен для типового оконного блока размером 1,5 × 1,5 м ($A_w = 2,25$ м², $L = 6,0$ м) при двух значениях коэффициента теплопередачи: $U_w = 1,3$ Вт/(м²·°C), что соответствует блоку с двухкамерным стеклопакетом, и $U_w = 1,8$ Вт/(м²·°C), что соответствует блоку с однокамерным стеклопакетом. Значения ψ варьировались в диапазоне от 0,05 до 0,50 Вт/(м·°C). Нижняя часть диапазона соответствует правильно выполненному узлу, верхняя — узлу с технологическими дефектами (смещение блока относительно теплоизоляционного слоя стены, пустоты в теплоизоляционном слое шва, его увлажнение). Принятый диапазон является расчетным допущением и подлежит уточнению по результатам натурных измерений и численного моделирования температурных полей по ГОСТ Р 56733-2015 [5].

Риск конденсации влаги на внутренней поверхности откоса оценивался по температурному фактору внутренней поверхности:

$$f_{Rsi} = (\theta_{si} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e), \quad (5)$$

где θ_{si} — минимальная температура внутренней поверхности в зоне узла, °C; θ_i и θ_e — температуры внутреннего и наружного воздуха, °C. Условие отсутствия конденсации $\theta_{si} \geq t_p$, где t_p — температура точки росы, определяемая по приближенной формуле Магнуса:

$$t_p = b \cdot \gamma / (a - \gamma), \quad \gamma = \ln(\phi/100) + a \cdot t_b / (b + t_b), \quad (6)$$

где ϕ — относительная влажность внутреннего воздуха, %; $a = 17,62$; $b = 243,12$ °C. Все расчеты выполнены в программной среде Python; исходные данные и промежуточные результаты приведены в тексте статьи, что обеспечивает возможность их проверки.

Результаты и обсуждение

Классификация технологических дефектов

Анализ нормативных требований [2, 3, 16] и научных публикаций [12–15] позволил выделить пять стадий технологического процесса устройства узла примыкания и характерные для каждой стадии дефекты (табл. 1). Принципиальная схема трехслойного монтажного шва, на которую опирается классификация, приведена на рис. 1.

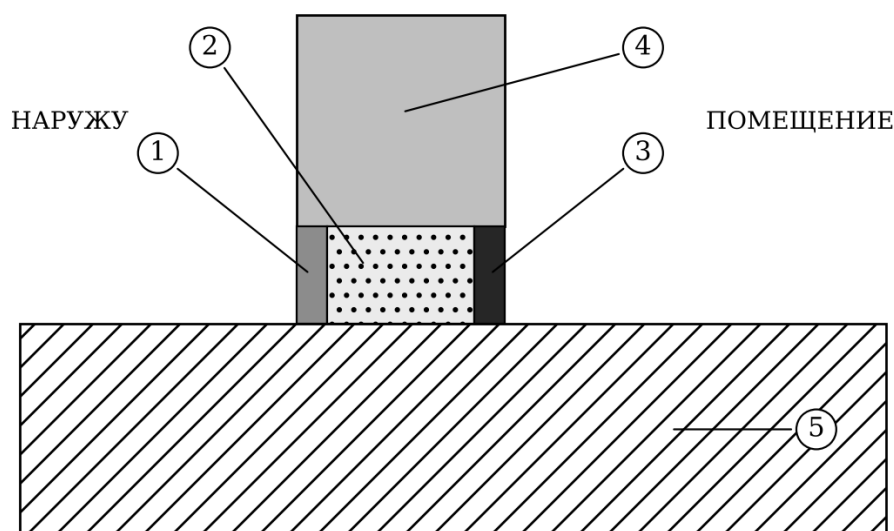


Рис. 1. Принципиальная схема трехслойного узла примыкания оконного блока к стеновому проему (горизонтальный разрез, схематично): 1 — наружный водоизоляционный паропроницаемый слой; 2 — центральный теплоизоляционный слой; 3 — внутренний пароизоляционный слой; 4 — профиль оконного блока; 5 — стена

Таблица 1. Классификация технологических дефектов узла примыкания по стадиям технологического процесса

Стадия	Характерные дефекты	Последствия	Методы выявления
1. Подготовка проема	Неудаленные остатки раствора, пыль, наледь; неровности и сколы четвертей; отклонение размеров проема от проектных	Снижение адгезии лент и пены; неравномерная ширина зазора; локальные пустоты	Визуальный осмотр; измерение проема и ширины зазора
2. Установка и крепление блока	Положение блока по глубине проема не совпадает с проектным; недостаточное число или неправильный шаг крепежных элементов;	Смещение изотерм, рост ψ и снижение температуры откоса; деформации блока, раскрытие шва	Измерение положения блока; контроль крепежа до заполнения шва



	отклонения от вертикали и горизонтали		
3. Заполнение монтажного зазора	Пустоты и неполное заполнение; избыточное расширение пены; срезание наружной корки пены без последующей защиты	Локальные мостики холода; деформация профиля; ускоренное водопоглощение пены	Визуальный контроль; тепловизионный контроль; контрольное вскрытие
4. Устройство изоляционных слоев	Отсутствие внутреннего пароизоляционного слоя; отсутствие или повреждение наружного водоизоляционного слоя; нарушение непрерывности лент по периметру	Увлажнение центрального слоя, снижение его теплозащитных свойств; разрушение пены от ультрафиолета и циклов замораживания–оттаивания	Визуальный контроль непрерывности лент до отделки; тепловизионный контроль
5. Отделка откосов	Отделка без утепления откосов; жесткое примыкание отделки к профилю без герметизации; закрытие дефектов шва отделкой	Понижение температуры откоса, конденсат и плесень; скрытые дефекты, выявляемые только при эксплуатации	Тепловизионный контроль при отрицательных наружных температурах; измерение температуры поверхности

Существенно, что дефекты стадий 3–5 после выполнения отделочных работ становятся скрытыми и выявляются, как правило, только в период эксплуатации — по появлению конденсата, плесени и промерзания откосов. Поэтому ключевым технологическим требованием является контроль непрерывности изоляционных слоев до начала отделки откосов, а также инструментальный



контроль готового узла при приемке. Наиболее значимым с точки зрения теплопотерь представляется дефект стадии 2 — неправильное положение блока по глубине проема, поскольку он закладывается в начале процесса, не может быть исправлен без демонтажа и непосредственно влияет на распределение температур в узле [4, 14].

Климатические параметры отопительного периода

По среднемесячным температурам за 1991–2021 гг. [17] к отопительному периоду в г. Ташкенте отнесены четыре месяца — с ноября по февраль, среднемесячные температуры которых составляют соответственно +6,7; +1,2; +0,3 и +2,2 °С. Март со среднемесячной температурой +8,8 °С в расчет не включен. Продолжительность отопительного периода составила $z_{от} = 120$ сут, средняя температура $t_{от} = +2,6$ °С. По формуле (1) градусо-сутки отопительного периода ГСОП = $(20 - 2,6) \cdot 120 \approx 2090$ °С·сут. Полученное значение находится в пределах диапазона, характерного для территории Узбекистана [11], и является оценкой снизу, поскольку фактическая продолжительность отопительного сезона в Ташкенте, как правило, несколько больше и захватывает часть марта.

Для оценки условий работы монтажного шва важны не только средние значения. В январе средние минимальная и максимальная температуры составляют –4,9 и +6,2 °С [17], то есть суточный ход температуры регулярно пересекает 0 °С. Это означает большое число циклов замораживания–оттаивания для увлажненного теплоизоляционного слоя шва, не защищенного снаружи. В июле средняя максимальная температура воздуха составляет +34,6 °С [17], а интенсивность солнечной радиации на горизонтальную поверхность достигает 754–809 Вт/м² [11]. При таких воздействиях температура темных поверхностей наружного слоя шва может приближаться к верхней границе рабочего диапазона +70 °С, установленного для монтажных швов [2, 13]. Таким образом, в климатических условиях Узбекистана монтажный шов работает в условиях как зимних, так и летних экстремальных воздействий, что повышает требования к наружному защитному слою.

Влияние дефектов на теплопотери

Результаты расчета по формулам (2)–(4) приведены в табл. 2 и на рис. 2.

Таблица 2. Дополнительные теплопотери через узел примыкания типового оконного блока 1,5 × 1,5 м (L = 6,0 м, ГСОП = 2090 °С·сут)

ψ , Вт/(м·°С)	ΔH , Вт/°С	ΔQ за отопительный	η при $U_w = 1,3$ Вт/(м ² ·°С), %	η при $U_w = 1,8$ Вт/(м ² ·°С), %
-----------------------	--------------------	-------------------------------	--	--



		период, кВт·ч		
0,05	0,30	15,1	10,3	7,4
0,10	0,60	30,1	20,5	14,8
0,20	1,20	60,2	41,0	29,6
0,30	1,80	90,3	61,5	44,4
0,50	3,00	150,5	102,6	74,1

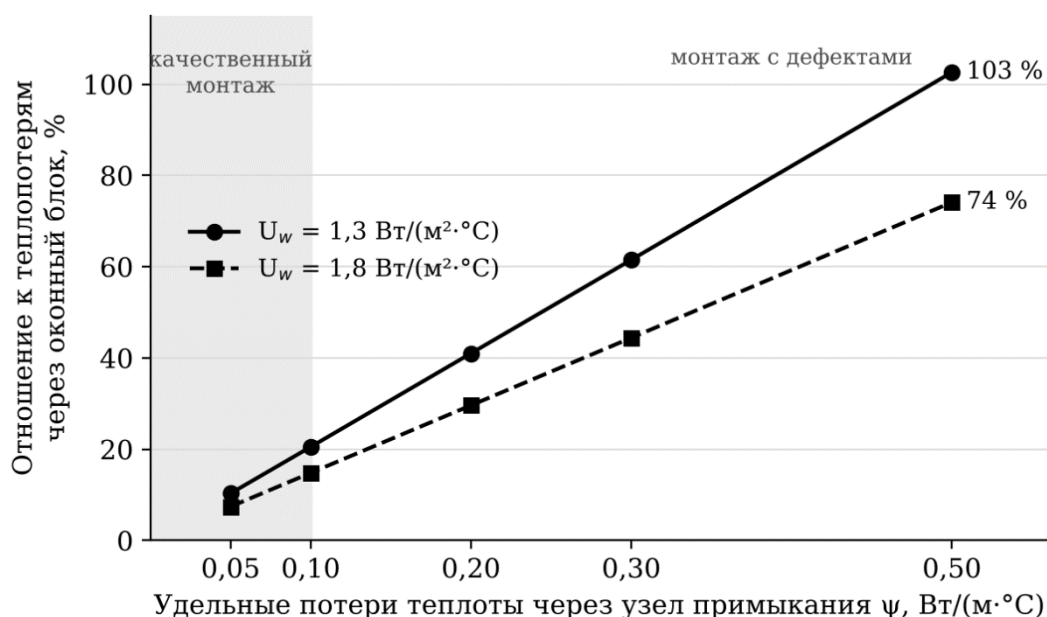


Рис. 2. Отношение дополнительных теплопотерь через узел примыкания к теплопотерям через оконный блок в зависимости от удельных потерь теплоты ψ (выделенная область условно соответствует качественно выполненному узлу)

Как видно из табл. 2 и рис. 2, зависимость имеет линейный характер, однако ее практическое значение определяется диапазоном, в котором фактически находятся значения ψ . При качественно выполненном узле ($\psi = 0,05 \text{ Вт/(м·°C)}$) дополнительные теплопотери составляют 7–10 % от теплопотерь через оконный блок, что согласуется с порядком величин, приводимых в литературе [12]. При $\psi = 0,30 \text{ Вт/(м·°C)}$, что может соответствовать узлу со смещенным положением блока и увлажненным теплоизоляционным слоем, это отношение возрастает до 44–62 %. Иными словами, дефекты монтажа способны в значительной степени нивелировать эффект от применения более дорогих энергоэффективных оконных блоков. Характерно, что относительное влияние узла тем больше, чем выше теплозащитные качества самого окна: при $U_w = 1,3 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ доля дополнительных потерь в 1,4 раза выше, чем при $U_w = 1,8 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$.



В пересчете на объект строительства разница между качественным ($\psi = 0,05$) и дефектным ($\psi = 0,30$ Вт/(м·°C)) выполнением узлов на каждые 1000 м длины узлов примыкания, что соответствует примерно 167 оконным блокам размером $1,5 \times 1,5$ м, составляет около 12,5 МВт·ч тепловой энергии за отопительный период. Эта величина накапливается ежегодно в течение всего срока эксплуатации здания, тогда как затраты на правильное устройство узла (пароизоляционная и паропроницаемая ленты, контроль положения блока) являются однократными.

Оценка риска конденсации на откосах

Температура точки росы, вычисленная по формуле (6), при температуре внутреннего воздуха +20 °C составляет +7,7 °C при относительной влажности 45 %, +10,7 °C при 55 % и +12,0 °C при 60 %. Требуемые значения температурного фактора f_{Rsi} по формуле (5) для влажности 55 % приведены в табл. 3.

Таблица 3. Требуемый температурный фактор внутренней поверхности откоса для исключения конденсации ($t_b = +20$ °C, $\phi = 55$ %, $t_p = +10,7$ °C)

Температура наружного воздуха θ_e , °C	-5	-10	-15
Требуемое значение f_{Rsi} , не менее	0,63	0,69	0,73

Полученные значения показывают, что при похолоданиях, характерных для зимнего периода в Ташкенте, температура внутренней поверхности откоса должна составлять не менее 63–73 % перепада температур между внутренним и наружным воздухом. Дефекты стадий 2–5 (табл. 1), приводящие к снижению f_{Rsi} в зоне узла, создают риск конденсации и образования плесени на откосах. Значение f_{Rsi} для конкретного узла может быть определено численным моделированием температурного поля по ISO 10211 [9] либо натурно по результатам тепловизионного обследования [6], что позволяет использовать его как количественный критерий приемки.

Предложения по пооперационному контролю качества

Анализ показывает, что значительная часть дефектов узла примыкания имеет технологическое происхождение и может быть предупреждена организацией контроля в момент выполнения соответствующей операции, а не после завершения работ. На основе классификации (табл. 1) разработана карта пооперационного контроля, привязывающая контрольные операции к стадиям технологического процесса (табл. 4).



Таблица 4. Карта пооперационного контроля устройства узла примыкания

Стадия	Контролируемые параметры	Метод и момент контроля	Документирование
1. Подготовка проема	Чистота и состояние поверхностей; размеры проема и проектная ширина зазора	Визуально и измерительно — до установки блока	Журнал работ
2. Установка и крепление	Положение блока по глубине проема относительно теплоизоляционного слоя стены; вертикальность и горизонтальность; шаг крепежа	Измерительно — до заполнения шва	Журнал работ; фотофиксация
3. Заполнение зазора	Сплошность заполнения, отсутствие пустот	Визуально; выборочное контрольное вскрытие	Акт освидетельствования скрытых работ
4. Изоляционные слои	Наличие и непрерывность внутреннего и наружного слоев по всему периметру; качество примыкания лент	Визуально — до начала отделки откосов	Акт освидетельствования скрытых работ; фотофиксация
5. Приемка узла	Отсутствие локальных зон пониженной температуры; f_{Rsi} не ниже требуемого (табл. 3)	Тепловизионный контроль по ГОСТ Р 54852-2011 при отрицательной наружной температуре	Термограммы; протокол обследования

Особенностью предлагаемой карты является выделение двух обязательных точек приемки скрытых работ: после установки и крепления блока (стадия 2) и



после устройства изоляционных слоев до начала отделки (стадия 4). Именно на этих стадиях закладываются дефекты, которые впоследствии не могут быть исправлены без демонтажа отделки или самого блока. Завершающий тепловизионный контроль позволяет объективно оценить качество узла и сформировать базу данных о фактическом состоянии узлов примыкания на объектах, необходимую для уточнения расчетных значений ψ .

Полученные результаты имеют ограничения. Значения ψ в расчете приняты параметрически, а не определены для конкретных конструкций стен, применяемых в Узбекистане. Не учтено влияние инфильтрации наружного воздуха через неплотности шва, которая может дополнительно увеличивать теплопотери. Эти вопросы являются предметом дальнейших исследований, включающих натурные тепловизионные обследования эксплуатируемых зданий в г. Ташкенте и численное моделирование температурных полей типовых узлов примыкания.

Заключение

1. Предложена классификация технологических дефектов узлов примыкания оконных и витражных блоков к стеновым проемам по пяти стадиям технологического процесса с указанием последствий и методов выявления каждого дефекта. Показано, что наиболее значимые дефекты — неправильное положение блока по глубине проема и отсутствие или нарушение непрерывности изоляционных слоев — закладываются на стадиях, после которых они становятся скрытыми.
2. По многолетним климатическим данным для г. Ташкента получена оценка продолжительности отопительного периода 120 сут, средней температуры $+2,6$ °C и градусо-суток отопительного периода около 2090 °C·сут. Выявлены климатические факторы, усиливающие деградацию монтажного шва: частые переходы температуры через 0 °C зимой, высокая летняя температура и интенсивная солнечная радиация.
3. Параметрический расчет показал, что при увеличении удельных потерь теплоты через узел примыкания с 0,05 до 0,30 Вт/(м·°C) дополнительные теплопотери через узел типового окна возрастают с 7–10 % до 44–62 % от теплопотерь через сам оконный блок, а на каждые 1000 м узлов примыкания перерасход тепловой энергии составляет около 12,5 МВт·ч за отопительный период.
4. Определены требуемые значения температурного фактора внутренней поверхности откоса $f_{Rsi} = 0,63–0,73$ при наружных температурах от -5 до -15 °C,



которые предложено использовать как количественный критерий приемки узлов примыкания.

5. Разработана карта пооперационного контроля с двумя обязательными точками освидетельствования скрытых работ и завершающим тепловизионным контролем. Ее применение позволяет предупреждать дефекты в момент их возникновения и повысить энергоэффективность зданий без существенного удорожания строительно-монтажных работ.

Список литературы

1. Постановление Президента Республики Узбекистан от 22.08.2019 г. № ПП-4422 «Об ускоренных мерах по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии».
2. ГОСТ 30971-2012. Швы монтажные узлов примыкания оконных блоков к стеновым проемам. Общие технические условия. — М.: Стандартинформ, 2014.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. — М.: Минрегион России, 2012.
4. СП 230.1325800.2015. Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей. — М.: Минстрой России, 2015.
5. ГОСТ Р 56733-2015. Здания и сооружения. Метод определения удельных потерь теплоты через неоднородности ограждающей конструкции. — М.: Стандартинформ, 2016.
6. ГОСТ Р 54852-2011. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. — М.: Стандартинформ, 2012.
7. КМК 2.01.04-2018. Строительная теплотехника. — Ташкент, 2018.
8. КМК 2.01.01-94. Климатические и физико-геологические данные для проектирования. — Ташкент, 1994.
9. ISO 10211:2017. Thermal bridges in building construction — Heat flows and surface temperatures — Detailed calculations. — Geneva: ISO, 2017.
10. ISO 14683:2017. Thermal bridges in building construction — Linear thermal transmittance — Simplified methods and default values. — Geneva: ISO, 2017.
11. Ходжаев С. А., Якубов А. А. Нормы проектирования ограждающих конструкций энергоэффективных зданий в климатических условиях Узбекистана // Тенденции и перспективы развития городов. — 2023. — Т. 1, № 1. — С. 307–313.
12. Крайнов Д. В., Сафин И. Ш., Любимцев А. С. Расчет дополнительных



- теплопотерь через теплопроводные включения ограждающих конструкций (на примере узла оконного откоса) // Инженерно-строительный журнал. — 2010. — № 6 (16). — С. 17–22.
13. Kotliarskaia I., Ulanov A., Vatin N. Assembly joints: A review of scientific literature, standards and terminology // AlfaBuild. — 2025. — No. 35. — Article No. 3501. — DOI: 10.57728/ALF.35.1.
14. Nôta R., Danihelová Z. Analysis of the thermal bridge of wood-aluminum window installation position // Acta Facultatis Xylogiae Zvolen. — 2021. — Vol. 63, No. 2. — P. 93–102. — DOI: 10.17423/afx.2021.63.2.08.
15. Van Linden S., Van Den Bossche N. On the feasibility of watertight face-sealed window-wall interfaces // MATEC Web of Conferences. — 2019. — Vol. 282. — Article 02015. — DOI: 10.1051/matecconf/201928202015.
16. Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren. — RAL-Gütegemeinschaft Fenster, Fassaden und Haustüren e. V., 2020.
17. Climate-Data.org. Климат: Ташкент (Узбекистан). Среднемесячные данные за 1991–2021 гг. [Электронный ресурс]. — URL: <https://en.climate-data.org/asia/uzbekistan/tashkent/tashkent-485/> (дата обращения: 06.10.2026).