

УДК 692.4

## УТЕПЛЕНИЕ СОВМЕЩЕННЫХ ПОКРЫТЫЙ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ПОСРЕДСТВОМ ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ И УЗЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОНСТРУКЦИИ

**Михеев Денис Александрович**доцент кафедры «Проектирование зданий и экспертиза недвижимости»,  
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск  
dmikheev@sfu-kras.ru**Волкова Ольга Владимировна**магистрант, кафедра «Проектирование зданий и экспертиза недвижимости»,  
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск  
volkova.olya13@mail.ru

### Аннотация

В настоящее время в России возведено множество домов с совмещенными кровлями. Этому поспособствовала программа по развитию полносборного жилищного строительства, проведенная в СССР. Однако, долговечность совмещенных покрытий была равна срокам их возведения – в скором времени понадобился капитальный ремонт, который, благодаря закрытой конструкции был неэффективным. На сегодняшний день конструкция покрытий изменилась, но недостатки такой кровли не были решены. С учетом существующих норм проектирования, были предложены мероприятия по утеплению совмещенных кровель, разработанные в ПК COMSOL Multiphysics – изменение парапетных панелей и плит перекрытия для минимизации потери тепла из здания и создания тепловой «подушки».

**Ключевые слова:** совмещенное покрытие, перфорация, термовкладыши, сопротивление теплопередачи, температура, конденсатообразование, парапетные панели.

## INSULATION OF COMBINED COATED MULTI-STOREY BUILDINGS BY CHANGING THE ELEMENTS AND NODAL CONNECTIONS OF THE STRUCTURE

**Denis A. Mikheev**Associate Professor of the Department of Building Design and Real Estate Expertise, Siberian  
Federal University, Krasnoyarsk  
dmikheev@sfu-kras.ru**Olga V. Volkova**undergraduate, department "Design of buildings and expertise of real estate",  
Siberian Federal University, Krasnoyarsk  
volkova.olya13@mail.ru

## ABSTRACT

At present, many houses with combined roofs have been built in Russia. This was facilitated by the program for the development of prefabricated housing construction, carried out in the USSR. However, the durability of the combined coatings was equal to the time of their erection - a major overhaul was soon needed, which, due to the closed structure, was ineffective. To date, the design of coatings has changed, but the shortcomings of such a roof have not been resolved. Taking into account existing design standards, measures for the insulation of combined roofs developed in the COMSOL Multiphysics software were proposed - changing parapet panels and floor slabs to minimize heat loss from the building and create a thermal "cushion".

**Keywords:** combined coating, perforation, thermal liners, heat transfer resistance, temperature, condensation, parapet panels.

**Введение**

Совмещенные кровельные покрытия возводятся со времен появления программы по развитию полносборного жилищного строительства. Такие кровли устраиваются в большинстве панельных домов и сейчас – по статистике, они занимают 70-80% от возведенных существующих, остальными же являются чердачные крыши [7]. Выбору покрытия поспособствовало налаженное производство сырьевой базы, ресурсов производства, а также скорость возведения и стоимость.

Исходная конструкция пришла в разрушение спустя 3-5 лет благодаря используемым материалам и неспособностью их заменить.

- В утеплитель попадала влага – в летнее время превращаясь в пар, а в зимнее – в ледяную конструкцию.
- Не учитывался климат строительства – в северных районах не допустимо возводить совмещенные покрытия из-за отрицательной температуры на внутренней поверхности стены.
- Человеческий фактор – строительство в любую погоду и время года.

В настоящее время были приняты меры по изменению совмещенного покрытия – были изменены материалы кровли [2,7]. Так, рулонные материалы заменены на наплавляемые материалы и на более современные и дорогостоящие – ПВХ мембраны. Благодаря этому – влага не попадает в утеплитель, и конструкция имеет большую долговечность. Также, уклоны кровли выполняются из керамзитового гравия, уложенного непосредственно по железобетонным несущим конструкциям, что тоже повышает надежность конструкции.

На данный момент существует единственная и самая главная проблема совмещенного покрытия – существующий мостик холода в стыковом соединении. Благодаря этому на внутренней поверхности стены образуется конденсация влаги, и температура не достигает точки росы. Особенно значима данная проблема тогда, когда последний этаж является жилым.

Квартиры, находящиеся на последнем этаже здания с совмещенными покрытиями терпят наибольший дискомфорт и материальный ущерб.

Для устранения проблем уже были рассмотрены варианты утепления узла совмещенного покрытия [4, 5, 7]. Исследования показали, что наилучшими результатами по

утеплению является наружное утепление стеновых и парапетных панелей. Благодаря утеплению швов сопряжения панелей температура на внутренней поверхности стены повышается и конденсатообразование практически отсутствует. Однако, добиться требуемой температуры ( $11,6^{\circ}\text{C}$ ) не удалось.

Разработанные технические решения узла сопряжения стеновых и парапетных панелей

Для устранения проблемы мостика холода были предложены следующие решения: устройство углового термовкладыша в плиту перекрытия (рис. 1); устройство перфорации и термовкладышей в парапетную панель (рис. 2). Рассматриваемые варианты будут служить тепловой «подушкой» для мостика холода.

Для расчета было принято панельное (серия 97) многоэтажное здание, этаж непосредственно под совмещенным покрытием заселен жилыми квартирами. В таблице 1 представлены граничные условия для г. Красноярск [1, 6].

Таблица 1 - Граничные условия для расчета теплопотерь для г. Красноярск [6]

г. Красноярск	Коэффициент теплоотдачи поверхности $\alpha_{н,в}$ , Вт/м <sup>2</sup> ·оС	Температура, оС	Влажность, %
Внешняя	23	-37	72
Внутренняя	8,7	21	55

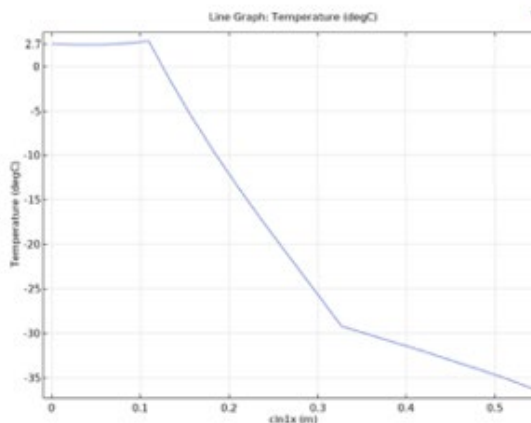
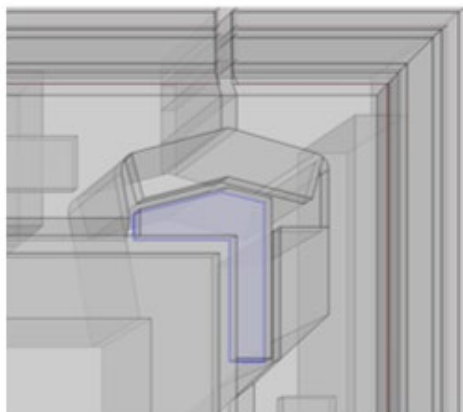
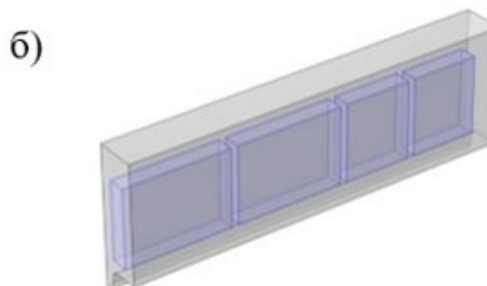
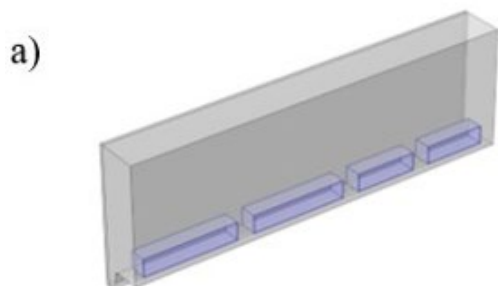


Рисунок 1 - Угловой термовкладыш, установленный в наружный угол плиты перекрытия

Рассмотрим решения по изменению парапетных панелей исходной конструкции (рис. 2).



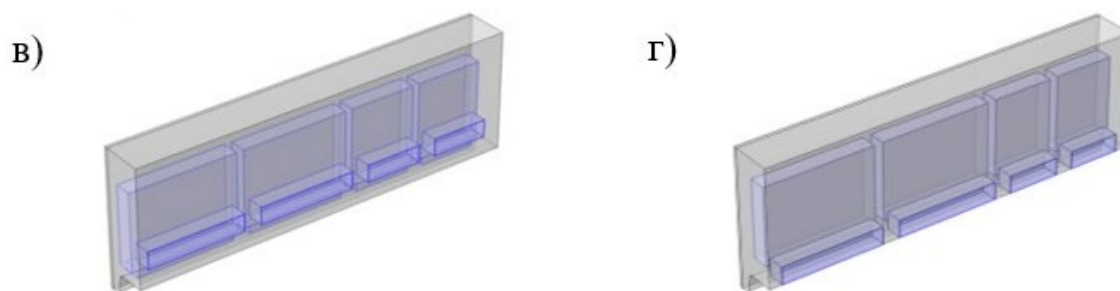


Рисунок 2 – Модели парапетных панелей:

а) парапетная панель с перфорацией; б) парапетная панель с термовкладышами; в)- г) парапетная панель с термовкладышами и перфорацией.

На рисунке 2 представлены разработанные парапетные панели для повышения внутренней температуры здания и создания тепловой «подушки» мостика холода. Для модернизации парапетных панелей было принято использование устройства термовкладышей из пенополистирола с шагом 50 мм; перфорации с шагом 150. Также рассматривалось совместное применение перфорации и термовкладышей – в данных вариантах (г-е) менялся размер перфорации, их расположение – середина парапетной панели, боковая часть, а также использовалось устройство перфорации и в боковой части, и в середине непосредственно под термовкладышами.

Требования тепловой защиты и санитарно – гигиенические требования выполняются [2], если:

- Сопротивление теплопередаче больше  $3,66 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$  (г. Красноярск);
- Температура на внутренней поверхности больше температуры точки росы  $11,6^\circ\text{C}$ .

Исходя из этих требований, рассмотрим рисунок 3.

На рисунке 3 представлены результаты расчетов температур на внутренней поверхности стены – модернизированная парапетная панель и плита перекрытия. Температура исходной модели составляет  $1,1^\circ\text{C}$ , что меньше требуемой в более чем 10 раз (температура точки росы  $11,6^\circ\text{C}$ ). Устраивая перфорацию или термовкладыши, температура увеличивается на  $0,5-0,7^\circ\text{C}$ , конденсатообразование по поверхности стыка стены становится чуть меньше. При совместном использовании перфорации и термовкладышей температура поднимается на  $1,5-1,7^\circ\text{C}$ . Самые эффективные решения – устройство перфорации в боковой части парапетной панели, термовкладышей за перфорацией или над ней, в зависимости от размеров перфорации и устройство наружного утепления.

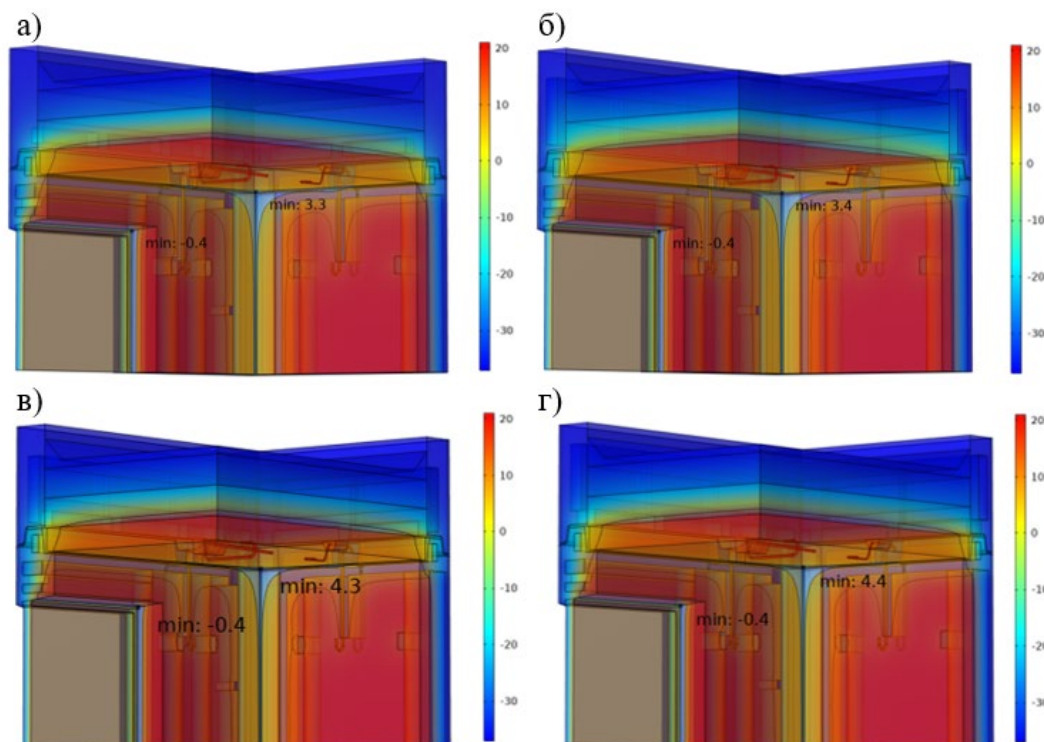


Рисунок 3 – Изотермы узла сопряжения стеновых и парапетных панелей:

а) парапетная панель с перфорацией; б) парапетная панель с термовкладышами; в)- г) парапетная панель с термовкладышами и перфорацией.

Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты теплотехнических расчетов вариантов узлов с наружным утеплением

№ варианта	$Q_{общ}$ , Вт	$S_{общ}$ , м <sup>2</sup>	$q$ , Вт/м <sup>2</sup>	$t_{в}$ , °C	$t_{н}$ , °C	$R_{пр}$ , м <sup>2</sup> · °C / Вт	$T_{min}$ , °C	
							Откос окна	Стык стен
а	184,43	7,72	23,89	21	-37	2,43	-0,4	3,3
б	176,53	7,72	22,87	21	-37	2,54	-0,4	3,4
в	173,61	7,72	22,49	21	-37	2,58	-0,4	4,2
г	173,02	7,72	22,41	21	-37	2,59	-0,4	4,3

Рассмотрим результаты использования измененной парапетной панели (рис. 3 г) и наружного утепления узла сопряжения парапетных и стеновых панелей (рис.4).

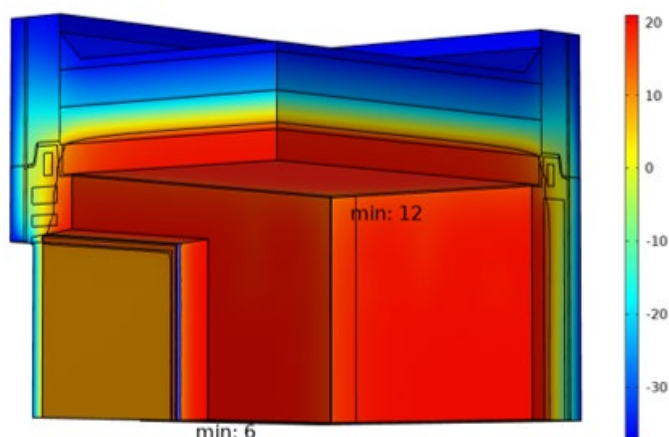


Рисунок 4 – Изотермы узла сопряжения стеновых и парапетных панелей

Таким образом, используя перфорацию и термовкладыши в парапетных панелях, угловой термовкладыш в зоне плиты перекрытия и наружное утепление панелей удастся повысить температуру до 12°C (> 11,6°C). Все показатели больше необходимых значений санитарно – гигиенических требований и требований тепловой защиты.

#### Выводы

Для достижения требуемых значений проектные решения совмещенных покрытий необходимо:

- использовать наружное утепление;
- изменить используемую парапетную панель – включить в нее перфорацию, термовкладыши.

Благодаря предлагаемым решениям температура на внутренней поверхности больше требуемого значения, а конденсация влаги отсутствует.

#### Список литературы:

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – введ. 01.07.2013. – М.: Минрегион России, 2013. – 100 с.;
2. Черноиван В. Н., Черноиван Н. В. Оценка эксплуатационной эффективности покрытия совмещенных утепленных рулонных кровель // промышленное и гражданское строительство. 2016. № 1. С. 47-51.
3. Старшов А.П. Крыша поехала. Может ли энергоэффективный дом иметь крышу без чердака? // Энергоэффективность в строительстве. 2013. № 6 (31). С. 49-53.
4. СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. Введ. 29.05.2019. М.: Стандартинформ, 2019. 105 с.
5. Матвеева И. В., Тихонова М. А. Проблемы эксплуатации бесчердачных покрытий гражданских зданий и пути их решения при реконструкции и капитальном ремонте // Инженерные системы и сооружения. 2016. №1 (22). С. 176-182.
6. Ишков А.Н., Шмелёв Г.Д. Проблемы ремонта и эксплуатации совмещенных плоских кровель // Строительная наука и техника. 2011. № 3(36). С. 33-35.
7. Черноиван В. Н., Черноиван Н. В., Черноиван А. В. Пути обеспечения эксплуатационных характеристик совмещенных утепленных рулонных кровель // Вестник Брестского государственного технического университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 1. С. 108-110.

**References:**

1. SP 50.13330.2012 Thermal protection of buildings. Updated edition of SNIIP 23-02-2003. - input. 07/01/2013. - M.: Ministry of Regional Development of Russia, 2013. - 100 p.;
2. Chernoiyan VN, Chernoiyan NV Evaluation of the effectiveness of the use of combined insulated rolled roofs // Industrial and civil construction. 2016. No. 1. P. 47-51.
3. Starshov A.P. The roof has gone. Can an energy efficient house have a roof without an attic? // Energy efficiency in construction. 2013. No. 6 (31). pp. 49-53.
4. SP 131.13330.2018 Building climatology. Updated edition of SNIIP 23-01-99\*. Introduction 05/29/2019. Moscow: Standartinform, 2019. 105 p.
5. Matveeva I. V., Tikhonova M. A. Problems of operation of bare facades of buildings and ways of their solution during reconstruction and overhaul. Inzhenernye sistemy i sooruzheniya. 2016. No. 1 (22). pp. 176-182.
6. Ishkov A.N., Shmelev G.D. Problems of repair and operation of combined flat roofs // Construction science and technology. 2011. No. 3(36). pp. 33-35.
7. Chernoiyan V. N., Chernoiyan N. V., Chernoiyan A. V. Ways of using the operational characteristics of combined insulated rolled roofs // Bulletin of the Brest Technical University. Series: Construction and architecture. 2017. No. 1. P. 108-110.