

К ВОПРОСУ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Сафончик Д.И.⁽¹⁾, Черкас Л.А.⁽²⁾

⁽¹⁾УО «ГрГУ имени Я.Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь, d.safonchyk@mail.ru

⁽²⁾УО «ГрГУ имени Я.Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь, lacherkas@grsu.by

Аннотация: В статье изложены сведения о существующем в Республике Беларусь подходе к проектированию теплоизоляции ограждающих стеновых конструкций реконструируемых зданий и сооружений. На примерах показано, что если действовать в соответствии с нормами и правилами, существующими в стране в настоящее время, то нельзя гарантировать нормальную и длительную эксплуатацию стен, так как в них возможно возникновение конденсата, который может привести к снижению теплозащитных характеристик наружной оболочки. Исходя из этого авторами предложено пересмотреть действующие ТНПА в области теплоизоляции наружных стен.

TO THE QUESTION OF THE DESIGN OF THERMAL INSULATION OF THE ENVIRONMENTAL STRUCTURES OF BUILDINGS AND STRUCTURES TO BE RECONSTRUCTED

Safonchyk D.I.⁽¹⁾, Cherkas L.A.⁽²⁾

⁽¹⁾EI "Yanka Kupala State University of Grodno", Grodno, Republic of Belarus, d.safonchyk@mail.ru

⁽²⁾EI "Yanka Kupala State University of Grodno", Grodno, Republic of Belarus, lacherkas@grsu.by

Abstract: The article presents information about the existing approach in the Republic of Belarus to the design of thermal insulation of enclosing wall structures of reconstructed buildings and structures. The examples show that if you act in accordance with the norms and rules that currently exist in the country, then normal and long-term operation of the walls cannot be guaranteed, since condensation may occur in them, which can lead to a decrease in the heat-shielding characteristics of the outer shell. Based on this, the authors proposed to revise the existing technical regulations in the field of thermal insulation of external walls.

В настоящее время в Республике Беларусь очень много зданий и сооружений, которые были построены во времена Советского Союза. Эти объекты требуют или сноса, или реконструкции. Чаще всего выбирают реконструкцию, так как в основном несущие строительные конструкции способны выполнять свои функции. Однако теплотехническое состояние ограждающих конструкций таких зданий и сооружений совершенно не соответствует современному уровню.

Беларусь имеет недостаточное количество собственных ресурсов, поэтому важно относиться к их расходованию очень бережно. При недостаточной тепловой изоляции ограждающих конструкций много тепла теряется через вертикальные ограждения, что влечет за собой перерасход энергетических ресурсов на отопление в холодный период

года [1]. Поэтому, требуется уделять значительное внимание проектированию тепловой изоляции реконструируемых зданий и сооружений.

В настоящее время при тепловой реабилитации используют, как правило, две системы утепления: «термошуба» или вентилируемый фасад [2-4]. Каждая из систем имеет свои недостатки, но большинство заказчиков отдают предпочтение «термошубе», так как она дешевле и позволяет придать фасадам любую форму. При использовании системы утепления наружная стена становится многослойной, что меняет её работу по сравнению с однослойными конструкциями. При выполнении работ по тепловой реабилитации проектировщику требуется определить величину сопротивления теплопередачи существующей конструкции и выбрать подходящие материалы и изделия, которые помогут обеспечить общее сопротивление теплопередачи всей конструкции на уровне не ниже, чем указано в современных нормативных документах [2-5]. Такой подход зачастую приводит к тому, что в процессе эксплуатации здания, после его реконструкции, на поверхности ограждающих конструкций появляются дефекты, пример которых можно увидеть на рисунке 1.



Рисунок 1 – Характерные дефекты штукатурного слоя системы утепления «термошуба»: а – вздутие и разрушение; б – шелушение и отслоение

На рис. 1а отчетливо видно, что штукатурный слой поврежден и причина этого, вероятнее всего заключается в замокании системы утепления. Замокание обычно появляется из-за образования конденсата внутри теплоизоляционного слоя и последующего замерзания скопившейся воды.

Дефект, представленный на рис. 1б, может быть вызван несколькими причинами: осуществление штукатурных работ при низких температурах; твердение штукатурного состава при низких положительных или отрицательных температурах; скопление влаги внутри утеплителя.

Очевидно, что если при проектировании учитывать только обеспечение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, то нельзя

гарантировать длительную и беспроблемную работу системы «термошуба». При определении общей величины сопротивления теплопередаче многослойной конструкции наружной стены необходимо просто просуммировать величины сопротивлений каждого отдельного слоя, при этом расположение этих слоев относительно друг друга не играет никакой роли. Если же рассматривать сложную многослойную конструкцию более грамотно, то становится понятно, что необходимо учитывать и процессы прохождения пара через такую конструкцию. Считается, что для внутреннего слоя паропроницаемость должна быть самой низкой, а чем ближе к улице, тем большая величина этого параметра должна быть у материала [6-8]. Но такое правила невыполнимо, если учесть, что наружный слой – это штукатурка или облицовка. Наружный слой, с одной стороны, должен способствовать высыханию влаги, образовавшейся внутри из-за возможного конденсата, а с другой стороны – препятствовать проникновению вовнутрь стены внешней влаги, то есть, с одной стороны, материал наружного слоя должен быть пористым, чтобы обеспечивать паропроницаемость, с другой – быть плотным и водонепроницаемым. Возникает парадокс.

На примере нескольких объектов рассмотрим, какие были приняты решения проектировщиками при проектировании и к чему эти решения могут привести при эксплуатации.

В табл. 1 собрана информация о конструкции наружных стен до их тепловой реабилитации и после.

В таблице под объектом №1 понимается многоэтажное здание, в котором изначально стены были выполнены из кирпича. Объекты №2 и №3 – это панельные здания. Причем по объекту №2 панели были однослойные, а по объекту №3 – трехслойные. Необходимо сразу отметить, что панельные здания были построены в семидесятых годах прошлого столетия и расчетный срок их эксплуатации, составляющий 50-60 лет, подходит к своему естественному завершению. А это означает, что реальное состояние материалов панелей в настоящее время может быть очень отличающимся от того, которое были на момент строительства этих объектов.

Номера на рисунках означают следующее: 1 – плитка лицевая типа «Кабанчик»; 2 – кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе из кирпича глиняного обыкновенного; 3 – штукатурка цементно-песчаная; 4, 7 и 10 – плиты теплоизоляционные пенополистирольные; 5, 8 и 13 – штукатурка цементная «Люкс»; 6 – однослойная керамзитобетонная панель; 9 и 11 – тяжелый бетон.

Таблица 1 – Конструктивные решения стен по объектам реконструкции

Конструкция наружной стены	
до утепления	После утепления
Объект №1	
Объект №2	
Объект №3	

Для каждого материала и изделия конструкций наружных стен по объектам №№1-3 рассчитаны величины приведенной паропроницаемости, полученные результаты приведены в табл. 2.

Многослойное ограждение имеет большую неопределенность в процессах паропереноса. В подавляющем большинстве известных ограждающих конструкций наружный облицовочный слой имеет меньшую паропроницаемость, чем слои теплоизоляции, в связи с чем такая конструкция заведомо предполагает конденсацию водяного пара в ограждении [9, 10].

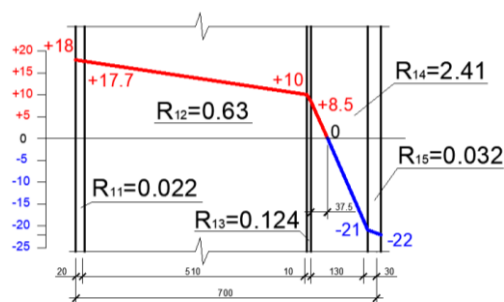
Таблица 2 – Приведенная паропроницаемость материалов

№ п/п	Характеристики слоя	Приведенная паропроницаемость $\mu \times \delta$
Объект №1		
1	Штукатурка цементно-песчаная ($\delta=20$ мм, $\mu=0,09$ мг/(м×ч×Па))	$0,02 \times 0,09 = 0,0018$
2	Кладка из сплошногоглиняного кирпича на цементно-песчаном растворе ($\delta=510$ мм, $\mu=0,11$ мг/(м×ч×Па))	$0,51 \times 0,11 = 0,00561$
3	Плитка облицовочная типа «Кабанчик» ($\delta=10$ мм, $\mu=0,11$ мг/(м×ч×Па))	$0,01 \times 0,11 = 0,0011$
4	Плита пенополистирольная плотностью 15 кг/м ³ ($\delta=130$ мм, $\mu=0,53$ мг/(м×ч×Па))	$0,13 \times 0,53 = 0,0689$
5	Штукатурка цементная «Люкс» ($\delta=30$ мм, $\mu=0,09$ мг/(м×ч×Па))	$0,03 \times 0,09 = 0,0027$
Объект №2		
1	Керамзитобетонная панель плотностью 800 кг/м ³ ($\delta=300$ мм, $\mu=0,075$ мг/(м×ч×Па))	$0,3 \times 0,075 = 0,0225$
2	Плита пенополистирольная плотностью 15 кг/м ³ ($\delta=120$ мм, $\mu=0,53$ мг/(м×ч×Па))	$0,12 \times 0,53 = 0,0636$
3	Штукатурка цементная «Люкс» ($\delta=30$ мм, $\mu=0,09$ мг/(м×ч×Па))	$0,03 \times 0,09 = 0,0027$
Объект №3		
1	Бетон плотностью 2400 кг/м ³ ($\delta=140$ мм, $\mu=0,03$ мг/(м×ч×Па))	$0,14 \times 0,03 = 0,042$
2	Плита пенополистирольная плотностью 25 кг/м ³ ($\delta=100$ мм, $\mu=0,05$ мг/(м×ч×Па))	$0,1 \times 0,05 = 0,005$
3	Бетон плотностью 2400 кг/м ³ ($\delta=60$ мм, $\mu=0,03$ мг/(м×ч×Па))	$0,06 \times 0,03 = 0,0018$
4	Плита пенополистирольная плотностью 15 кг/м ³ ($\delta=60$ мм, $\mu=0,53$ мг/(м×ч×Па))	$0,06 \times 0,53 = 0,0318$
5	Штукатурка цементная «Люкс» ($\delta=30$ мм, $\mu=0,09$ мг/(м×ч×Па))	$0,03 \times 0,09 = 0,0027$

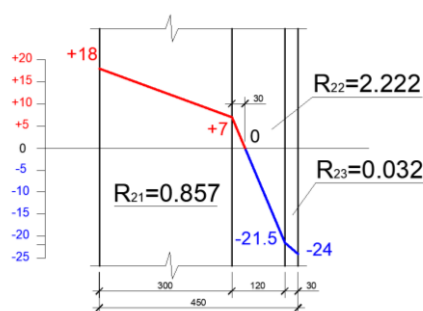
Из таблицы 2 видно, что для объекта №1 выполняется правило, которое гласит, что приведенная паропроницаемость материалов от внутреннего слоя к наружному должна увеличиваться. Нарушено указанное правило только для последнего слоя. Для объекта №2 ситуация такая же. Для объекта №3 идет нарушение несколько раз.

По рассматриваемым конструкциям стен были рассчитаны температуры на поверхности каждого слоя (рис. 2).

№1



№2



№3

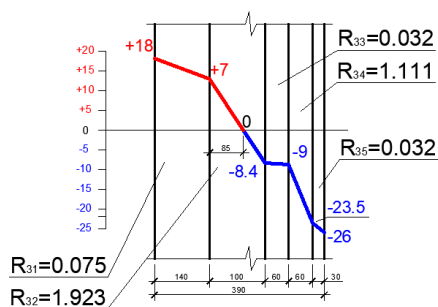


Рисунок 2 – Схемы распределения температур в толще стен

Очевидно, что для стены объекта №3 конденсация может появиться уже в конструкции многослойной панели и дополнительное утепление не будет этому препятствовать. С точки зрения теплозащиты, переувлажнение материала приводит к увеличению теплопроводности, а, следовательно, к снижению общего сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции в целом.

В теплый период года, когда температуры наружного и внутреннего воздуха близки друг к другу, ограждение начинает терять влагу. В процессе высыхания влаги в ограждениях в летнее время возможны два случая: первый – когда температуры наружного воздуха близки к таковым во внутреннем воздухе; и второй – когда температура наружного воздуха значительно выше температуры внутреннего воздуха. Процесс высыхания ограждающих конструкций в этих случаях идет по различным механизмам. В первом случае влага достаточно хорошо испаряется, покидая толщу стены. Во втором случае часть влаги может в конструкции накапливаться, так как не будет успевать высыхать в теплое время года [9, 10].

С увеличением количества парообразной влаги, проходящей через ограждение, растет объем конденсированной влаги, что снижает эксплуатационные свойства ограждений: повышается теплопроводность увлажненных слоев, усиливаются процессы замораживания и оттаивания облицовочных слоев и снижается их долговечность. В связи с этим необходимо ограничивать количество парообразной влаги, поступающей из помещения в ограждающую конструкцию. Количество парообразной влаги в ограждении растет с увеличением разности действительной упругости водяного пара по обеим сторонам ограждения и с уменьшением общего сопротивления паропрооницанию ограждения. Разность действительной упругости водяного пара определяется требованиями к микроклимату помещений, климатом места строительства и мало зависит от проектировщика, в то время как сопротивление паропрооницанию ограждения и отдельных его слоев зависит только от проектировщика и его квалификации [9, 10].

Изложенные в статье материалы убедительно доказывают, что при проектировании ограждающих конструкций должны одновременно учитываться как требования по достижению необходимого уровня теплозащиты, так и требования по не накоплению в ограждении парообразной или конденсированной влаги. В настоящее время такой подход не отражен в действующих ТНПА Республики Беларусь. Следовательно, необходимо вносить изменения в нормативные документы, регламентирующие проектирование теплоизоляции наружных стен, что позволит повысить надёжность эксплуатации ограждающих конструкций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. О государственной программе «Энергосбережение» на 2021–2025 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 24 февр. 2021 г., № 103 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь, 27.02.2021, 5/48822. – Режим доступа : https://www.nbrb.by/mp/target/pser/program_ek2021-2025.pdf?ysclid=I3u8jnuqyn. – Дата доступа : 25.02.2022.
2. Тепловая изоляция наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений. Система "Термошуба". Правила проектирования и устройства: ТКП 45-3.02-24-2006 (02250). – Введ. 01.07.2006. – Минск : Минстройархитектуры, 2006. – 29 с.
3. Тепловая изоляция зданий и сооружений: СП 3.02.01-2020. – Введ. 07.12.2020. – Введ. впервые (с отменой ТКП 45-3.02-113-2009 (02250)). – Минск : Минстройархитектуры, 2022. – 44 с.
4. Тепловая защита жилых и общественных зданий. Энергетические показатели: СП 2.04.02-2020. – Введ. впервые (с отменой ТКП 45-2.04-196-2010 (02250)) 01.02.2021. – Минск : Минстройархитектуры, 2020. – 33 с.
5. Тепловая изоляция наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений. Правила устройства: ТКП 45-3.02-114-2009 (02250). – Введ. 01.01.2010. – Минск : Минстройархитектуры, 2009. – 17 с.
6. **Куприянов В.Н.** К вопросу о паропроницаемости ограждающих конструкций / В.Н. Куприянов, И.Ш. Сафин, А.Г. Хабибуллина // Журнал РААСН АКАДЕМИА. Строительство и архитектура, 2009, №5, с.504-507. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-paropronitsaemosti-ograzhdayuschih-konstruktsiy/viewer>. – Дата доступа : 12.03.2022.
7. **Сафончик Д.И.** К вопросу о повышении энергоэффективности ограждающих конструкций / Д.И. Сафончик, Г.В. Вороньков, А.Н. Ягубкин // Инженерные проблемы строительства и эксплуатации сооружений: сб. науч. трудов. Вып. 2. – Новополоцк: УО «ПГУ», 2006. – С. 47–51.
8. **Сафончик Д.И.** К вопросу об энергоэффективности малоэтажных зданий / Д.И. Сафончик // Перспективы развития строительного комплекса: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов, 27–30 окт. 2014 г. / под общ. ред.: В.А. Гутмана, Д.П. Ануфриева. – Астрахань: ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2014. – С. 297–302.
9. **Фокин К.Ф.** Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Изд. 4-е перераб. и доп. М.: СИ, 1973г. – 287 с.
10. **Роджерс Т.С.** Проектирование тепловой защиты зданий. Пер. с англ. – М.: СИ, 1966 г. – 228 с.