УДК 691.213.5-278:691.553.4

© С. Г. Головина, канд. архит., доцент

© Ю. В. Сокол, аспирант, ст. преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: Golovinasvetlana579@yandex.ru,
usokol2009@mail.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2018-15-3-112-117

© S. G. Golovina, PhD in Arch., Associate Professor

© Yu. V. Sokol, post-graduate student, senior teacher
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)

E-mail: Golovinasvetlana579@yandex.ru,
usokol2009@mail.ru

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ В БЫВШИХ ДОХОДНЫХ ДОМАХ ИСТОРИЧЕСКОГО ЦЕНТРА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

TO THE ISSUE OF STUDYING THE JOINT PERFORMANCE OF BUILDING MATERIALS OF ENCLOSING STRUCTURES IN THE FORMER PROFITABLE HOUSES OF THE HISTORICAL CENTER IN ST. PETERSBURG

В настоящее время некоторые доходные дома исторического центра Санкт-Петербурга подвергаются капитальному ремонту по программе «Доступное жилье для молодежи». В связи с требованиями нового федерального закона об энергосбережении по повышению сопротивления теплопередаче наружных стен в 3,5 раза стены бывших доходных домов рекомендуется утеплять изнутри для сохранения исторического облика фасада. Проведен расчет сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций без использования и с применением теплоизоляционного слоя.

Ключевые слова: доходный дом, кирпич, энергосбережение, фасад, негорючие теплоизоляционные материалы, доступное жилье.

The article presents the results of the study of joint performance of building materials used in enclosing structures of former profitable houses in the city center. Currently, some profitable houses of the city historic center are undergoing major repairs under the program «Affordable Housing for Youth». In connection with the release of a new federal law on energy conservation and increasing resistance to heat transfer of external walls by 3.5 times, the walls of former profitable houses are recommended to be insulated from the inside, in order to preserve the historical appearance of the facade. There has been made calculation of the heat transfer resistance of enclosing structures without the use and with the use of thermal insulation layer.

Keywords: profitable apartment house, brick, energy saving, facade, heat insulation materials, affordable housing.

Доходный дом — это тип жилья для сдачи внаем, который возник в Санкт-Петербурге еще в середине XVIII в. [2]. Первые доходные дома возводили деревянными, как и все жилье в Санкт-Петербурге. После отмены крепостного права и с развитием технического прогресса в город потянулись бывшие крестьяне. И уже к середине XIX в. «доходный дом» представлял собой 4–5-этажное здание, вписанное в плотную городскую застройку.

Для строительства фундамента каменных зданий, в том числе и доходных домов, вблизи

реки Тосны и у Пулковской горы добывали бутовую известковую плиту. По берегам рек добывали известняк для обжига и получения извести, которой для кирпичной кладки требовалось довольно большое количество [1]. Кладка как фундаментов и цоколя, так и наружных и внутренних кирпичных стен велась на известково-цементном растворе.

Наружные стены «доходных домов», выполненные из полнотелого кирпича с лицевым штукатурным слоем, чаще всего имеют толщину в 2,5–3 кирпича (640–770 мм), а в подвальных

помещениях, где перекрытия выполнялись по сводам, достигает 1 м и более [10]. В результате термическое сопротивление кирпичных стен, выполненных из полнотелого керамического кирпича, составляет [3]:

$$R^1 = \frac{\delta^1}{\lambda_{\text{кирп}}} = \frac{0,64}{0,87} = 0,74 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт;}$$

$$R^2 = \frac{\delta^2}{\lambda_{\text{кирп}}} = \frac{0,77}{0,87} = 0,89 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт;}$$

$$R^3 = \frac{\delta^3}{\lambda_{\text{кирп}}} = \frac{1,0}{0,87} = 1,15 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт,}$$

где δ — толщина наружной стены.

Окна всегда обрамляли наличниками. Такие элементы, как пояски, пилястры, рустовка, богато украшали фасад и одновременно являлись «одеждой» для здания, что способствовало сохранению эксплуатационных качеств кирпича. Для отделки фасадов применялись такие породы, как гранит, мрамор, известковые плиты, пудостский камень (туф), песчаник и горшечный камень [11].

Значительная часть «доходных домов», которая и сейчас составляет большую долю жилья в центре Санкт-Петербурга, была построена в 1860–1917 гг. Это был бум строительства. Таким образом, практически все жилые здания исторической застройки необходимо адаптировать к современным условиям эксплуатации.

С января 1997 г. вступили в силу Изменения 3 к СНиП П-3-79 «Строительная теплотехника»: требуемое сопротивление теплопередаче для жилых помещений нового строительства увеличено вдвое, а с января 2000 года оно было повышено в 3,45 раза [5], то есть на данный момент должно составлять 3,45 (м² · К)/Вт для Санкт-Петербурга и Ленинградской области¹. В силу этого во вновь возводимых зданиях необходимо использовать энергосберегающие системы наружных стен с эффективным утеплителем — комбинированные конструкции наружных стен: несущая часть стены минимальной толщины и массы плюс эффективный утеплитель и декоративная отделка. Но новые нормы приняты только для вновь возводимых зданий.

¹ Федеральный закон от 23.11.2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 261-ФЗ.

Начиная с основания Санкт-Петербурга по 90-е гг. XX в. можно проследить, что в зависимости от использованных материалов для возведения наружных стен постепенно повышалось термическое сопротивление стены теплопередаче (табл. 1). Сначала это был обычный глиняный полнотелый кирпич, на смену ему пришли более легкие и дешевые силикатный и керамический пустотелый кирпич [4]. С началом массового панельного и блочного домостроения появились такие материалы, как керамзитобетон, газобетон и трехслойные панели с эффективным утеплителем (см. рисунок).

Если принимать во внимание современные нормативные требования по энергосбережению, то можно прийти к выводу, что не только здания исторической застройки рассматриваемого периода, но и здания постройки 1960–1990 гг. не удовлетворяют требованиям современных норм энергосбережения и теплопередачи.

Большая часть застройки исторического центра Санкт-Петербурга находится в аварийном или предаварийном состоянии. Существует необходимость замены оконных конструкций, ликвидации мостиков холода в местах конструкций балконов и эркеров в силу особенности их конструктивного решения и материалов, которые при этом были использованы [12]. Происходит частичное разрушение кирпича и штукатурного слоя. Многие здания требуют капитального ремонта и создания многослойной стеновой системы для обеспечения современных норм по энергосбережению.

Для повышения энергоэффективности жилья при реконструкции необходимо утепление фасадов с использованием современных теплоизоляционных материалов. Это превратит однослойную кирпичную стену в многослойную систему и повысит ее собственное сопротивление теплопередаче. Теплоизоляционный слой должен быть защищен слоем пароизоляционного материала, который в процессе монтажа и эксплуатации не должен потерять свою целостность, для сохранения теплоизоляционных качеств утеплителя [14].

Этот вопрос в Санкт-Петербурге сейчас стоит особенно остро и актуально, так как в данный момент проводится капитальный ремонт и реновация исторических доходных домов по городской программе «Доступное жилье для молодых

Таблица 1

Сравнительная материалоемкость и термическое сопротивление наружных стен жилых домов постройки 1960–1990 гг. в Ленинграде [4]

Вид стен	Средняя плотность, кг/м ³	Расчетная теплопроводность, Вт/(м · К)	Термическое сопротивление, (м ² · К)/Вт	Масса 1 м ² стены, кг
Стена из силикатного полнотелого кирпича толщиной 0,64 м	1800	0,87	0,74	1152
Стена из керамического пустотелого кирпича толщиной 0,51 м	1600	0,64	0,80	816
Керамзитобетонная стена толщиной 0,35 м	1000	0,41	0,85	350
Газобетонная стена толщиной 0,24 м	600	0,26	0,92	144
Трехслойная стеновая панель с минераловатным утеплителем и железобетонными скорлупами	100	0,07	1,61	236
	2500	2,04

Стены из различных материалов постройки 1960–1990-х гг.: 1 — силикатный полнотелый кирпич; 2 — керамический пустотелый кирпич; 3 — керамзитобетон; 4 — газобетон; 5 — трехслойная стеновая панель с минераловатным утеплителем и железобетонными скорлупами [4]

семей». Тем самым городские власти решают две проблемы: сохраняют архитектурное наследие Санкт-Петербурга и обеспечивают жильем молодые семьи. Рассматриваемые дома, вошедшие в «молодежную» программу, реконструируют с сохранением первоначального исторического облика, изменению подлежат только объемно-

планировочные параметры с целью улучшения качества жилья в современных условиях.

Например, в перечень объектов для реконструкции в рамках программы «Молодежи — доступное жилье»² входят дома, расположенные по адресам: наб. р. Фонтанки, д. 135; наб. Обводного канала, д. 128; Серпуховская ул., д. 2/68; Рижский пр., д. 23; 11-я Красноармейская ул., д. 7; 9-я линия В. О., д. 46, лит. А и Б. Ранее по этой программе были отремонтированы дома на Верейской ул., 29 и на Измайловском пр., 22.

В бывшем доходном доме, расположенном по адресу: СПб., Измайловский пр., д. 22, была проведена тепловизионная съемка помещений квартиры, находящейся на 4-м этаже. Четырехэтажный дом был построен в 1863 г. по проекту архитектора Вениамина Стуккея. В 1911 г. его перестроил Густав Голи. По результатам обследования здание было признано аварийным, и в 2011 г. в нем был проведен капитальный ремонт [7]. Была сделана наружная и внутренняя лицевая отделка стен без утепления: наружные стены толщиной в три кирпича (770 мм), с декоративной штукатуркой толщиной 1,5 мм по грунтовке толщиной 3 см, с внутренней стороны — слой грунтовки по арматурной пластиковой сетке толщиной 1 см и декоративный слой толщиной 1,5 мм.

Температура воздуха внутри исследуемого помещения квартиры составляет 24 °С, на

² Для программы «Молодежи — доступное жилье» реконструируют 14 объектов. URL: <https://spb.dolgostroyunet.ru/novosti/8959-dlya-programmy-molodezhi-dostupnoe-zhile-rekonstruiyut-14-obektov.html>

улице — минус 5 °С. Относительная влажность воздуха в помещении 22–25 %. По результатам тепловизионного обследования определено, что температура самой холодной точки на стыке наружной и внутренней поверхности стены составляет 18,6 °С. Температура точки росы на внутренней поверхности стены при температуре воздуха в помещении 24 °С и относительной влажности 55 % составляет 11,1 °С. Следовательно, при оптимальном температурном и влажностном режиме в помещении выпадения конденсата не образуется.

Экспериментально определенное сопротивление теплопередаче наружных стен дома составляет 1,00 ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт (табл. 2), что не удовлетворяет требованиям современных норм по энергосбережению. Исследуемое здание находится в исторической части города и охраняется КГИОП, а значит, при реконструкции фасад здания должен сохранить исторический облик, что невозможно с использованием наружного утепления. Поэтому при реконструкции и капитальном ремонте возможно только применение внутреннего теплоизоляционного слоя [8]. При применении внутреннего негорючего теплоизоляционного материала на основе минеральной ваты сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций повышается до 3,30 ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт (табл. 3).

Исходя из вышеизложенного следует вывод, что для выполнения требований по энергоэффективности согласно Федеральному закону от 23.11.2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Рос-

сийской Федерации» № 261-ФЗ стены доходных домов исторического центра Санкт-Петербурга для сохранения исторической отделки фасадов нужно утеплять изнутри.

Выводы

1. Были проведены замеры наружных стен бывшего доходного дома, расположенного по адресу: Санкт-Петербург, Измайловский пр., д. 22. Толщина стен составляет 770 мм, наружный штукатурный слой 30 мм, внутренний слой 1,5 мм.

2. Опытным путем установлено сопротивление теплопередаче наружных стен, равное 1,00 ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт. Федеральный закон об энергосбережении гласит, что сопротивление теплопередаче наружных стен жилых зданий должно составлять 3,5 ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт.

3. Достигнуть нужного сопротивления теплопередаче возможно при условии утепления наружной стены изнутри, так как фасад здания находится под охраной КГИОП.

4. Для утепления стен изнутри возможно использование негорючего теплоизоляционного материала на основе каменной (базальтовой) ваты [6].

Каменная вата обладает следующими свойствами:

- негорючесть;
- коэффициент теплопроводности от 0,032 до 0,048 [9], что позволяет сохранять тепло зимой и поддерживать прохладу летом;
- способна выдерживать большие нагрузки, предел прочности на сжатие составляет от 5 до 80 кПа, соответственно, материал прослужит долгие годы, не меняя форму и размеры;

Таблица 2

Расчет сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций без использования теплоизоляционного слоя

№	Материал стены	Толщина слоя δ , м	Расчетная теплопроводность материала λ , Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)	Термическое сопротивление конструкции R , ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт
1	Цементно-песчаный раствор (внутренняя поверхность стены)	0,01	0,93	0,01
2	Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого, 1800 кг/м ³	0,77	0,81	0,95
3	Известково-песчаный раствор (наружная поверхность стены)	0,03	0,81	0,04
Общее термическое сопротивление наружной стены				1,00

Таблица 3

**Расчет сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с внутренним слоем
из негорючего теплоизоляционного материала**

№	Материал стены	Толщина слоя δ , м	Расчетная теплопроводность материала λ , Вт/(м ² · К)	Термическое сопротивление конструкции R , (м ² · К)/Вт
1	Цементно-песчаный раствор (внутренняя поверхность стены)	0,01	0,93	0,01
2	Минеральная (каменная) вата, 45–75 кг/м ³	0,10	0,043	2,33
3	Пароизоляционная мембрана	0,1	0,0	0,0
4	Кладка на ЦПР кирпича керамического полнотелого, 1800 кг/м ³	0,77	0,81	0,95
5	Известково-песчаный раствор (наружная поверхность стены)	0,03	0,81	0,04
Общее термическое сопротивление наружной стены с внутренним теплоизоляционным слоем				3,33

- акустические свойства [13] материала позволяют защищать помещение от звуковых волн;
- усадка около 5 % обеспечивает долговечность и отсутствие мостиков холода;
- низкая паропроницаемость и стойкость к агрессивной среде;
- экологичный материал, поскольку состоит из натурального сырья.

Библиографический список

1. Булах А. Г. Каменное убранство Петербурга. Шедевры архитектурного и монументального искусства Северной столицы. М.: Центрполиграф, 2009. 315 с.
2. Юхнёва Е. Д. Петербургские доходные дома. Очерки из истории быта. М.: ЗАО Центрполиграф, 2008. 362 с.
3. Тихонов Ю. М. Современные строительные материалы для частей зданий. СПб.: СПбГАСУ, 2006. 128 с.
4. Тихонов Ю. М., Панибратов Ю. П., Мещеряков Ю. Г., Зверев В. Б., Малахов О. М. Архитектурное материаловедение / под ред. Ю. М. Тихонова, Ю. П. Панибратова. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 288 с.
5. Тихонов Ю. М., Головина С. Г., Шарапенко А. Ф. Современные строительные материалы и архитектурно-строительные системы зданий: учеб. пособие. СПб.: СПбГАСУ, 2016. Ч. 1: Современные строительные материалы для частей зданий. 155 с.
6. Зверев В. Б., Панибратов Ю. П., Тихонов Ю. М. Путеводитель по строительным материалам № 2

[Электронный ресурс] / СПб.: СПбГАСУ, ООО «СПАЕРО», 2002. 1 CD-ROM.

7. Маклакова Т. Г., Нанасова С. М. Конструкции гражданских зданий. М.: АСВ, 2000.
8. Горчаков Г. И., Баженов Ю. М. Строительные материалы. М.: Стройиздат, 1986. 688 с.
9. Рахимов Р. З., Шелихов Н. С., Смирнова Т. В. Теплоизоляция из каменной ваты. М.: АСВ, 2010. 312 с.
10. Кириштейн Г. Строительное искусство. Рига: Н. Киммель, 1904. 436 с.
11. Лисовский В. Г. Архитектура Петербурга. Три века истории. СПб.: Славия, 2004. 416 с.
12. Петров П. Н. Материалы по истории строительной части в России. СПб.: типография Академии наук, 1869. 56 с.
13. Горлов Ю. П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий. М.: Высшая школа, 1989. 384 с.
14. Китайцев В. А. Технология теплоизоляционных материалов. М.: Издательство литературы по строительству, 1970. 384 с.
15. Бобров Ю. Л. Долговечность теплоизоляционных минераловатных материалов. М.: Стройиздат, 1987. 102 с.

References

1. Bulakh A. G. *Kamennoe ubranstvo Peterburga. Shedevry arkhitekturnogo i monumental'nogo iskusstva Severnoy stolitsy* [Stone decoration of St. Petersburg. Masterpieces of architectural and monumental art of the Northern Capital]. Moscow, Tsentrpoligraf Publ., 2009, 315 p.

2. Yukhnyova E. D. *Peterburgskie dokhodnye doma. Ocherki iz istorii byta* [St. Petersburg profitable houses. Sketches from life history]. Moscow, Tsentrpoligraf Publ., 2008, 362 p.
3. Tikhonov Yu. M. *Sovremennye stroitel'nye materialy dlya chastey zdaniy* [Modern construction materials for parts of buildings]. St. Petersburg, SPSUACE Publ., 2006, 128 p.
4. Tikhonov Yu. M., et al. *Arkhitekturnoe materialovedenie* [Architectural materials science]. Ed. by Tikhonov Yu. M., Panibratov Yu. P. Moscow, Akademiya Publ., 2013, 288 p.
5. Tikhonov Yu. M., Golovina S. G., Sharapenko A. F. *Sovremennye stroitel'nye materialy i arkhitekturno-stroitel'nye sistemy zdaniy* [Modern construction materials and architectural and construction systems of buildings]. St. Petersburg, SPSUACE Publ., 2016, Pt. 1, 155 p.
6. Zverev V. B., Panibratov Yu. P., Tikhonov Yu. M. *Putevoditel' po stroitel'nym materialam no. 2* [Guidebook to construction materials]. [Electronic resource]. St. Petersburg, SPSUACE Publ., SPAERO, 2002, 1 CD-ROM.
7. Maklakova T. G., Nanasova S. M. *Konstruksii grazhdanskikh zdaniy* [Design of civil buildings]. Moscow, ASV Publ., 2000.
8. Gorchakov G. I., Bazhenov Yu. M. *Stroitel'nye materialy* [Construction materials]. Moscow, Stroyizdat publ., 1986, 688 p.
9. Rakhimov R. Z., Shelikhov N. S., Smirnova T. V. *Teploizolyatsiya iz kamennoy vaty* [Thermal insulation from stone cotton wool]. Moscow, ASV Publ., 2010, 312 p.
10. Kirshteyn G. *Stroitel'noe iskusstvo* [Construction art]. Riga, N. Kimmel Publ., 1904, 436 p.
11. Lisovskiy V. G. *Tri veka arkhitektury* [Three centuries of architecture]. St. Petersburg, Slavia Publ., 2004, 416 p.
12. Petrov P. N. *Materialy po istorii stroitel'noy chasti v Rossii* [Materials on history of construction field in Russia]. Saint-Petersburg, 1869, 56 p.
13. Gorlov Yu. P. *Tekhnologiya teploizolyatsionnykh i akusticheskikh materialov i izdeliy* [Technology of heat-insulating and acoustic materials and products]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1989, 384 p.
14. Kitaytsev V. A. *Tekhnologiya teploizolyatsionnykh materialov* [Technology of heat-insulating materials]. Moscow, Izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu Publ., 1970, 384 p.
15. Bobrov Yu. L. *Dolgovechnost' teploizolyatsionnykh mineralovatnykh materialov* [Durability of heat-insulating mineral-cotton materials]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1987, 102 p.