

УДК 697.1 : 536.2.

Ю.С. ВЫТЧИКОВ**И.Г. БЕЛЯКОВ****Е.Н. НОХРИНА****УТЕПЛЕНИЕ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ЖИЛОГО ФОНДА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ***INSULATION OF RESIDENTIAL BUILDINGS FACADES DURING MAJOR REPAIRS
(APPLICABLE FOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN SAMARA REGION)*

Представлен анализ нормативных требований по теплозащите и энергоэффективности для строящихся и капитально-ремонтируемых жилых зданий в Самарской области. Установлена зависимость удельного расхода тепла на отопление жилых зданий от значения приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен, анализ которой позволяет определить оптимальный уровень теплозащиты фасадов. Приведены результаты расчета и экспериментального исследования теплопотерь ограждающими конструкциями эксплуатируемых пятиэтажных кирпичных и панельных зданий.

Рассмотрены различные технологии по утеплению фасадов жилых зданий и представлены рекомендации по их применению при капитальном ремонте.

Ключевые слова: капитальный ремонт, энергоэффективность, теплопотери, фасадная система, сопротивление теплопередаче, тепловизор, температура.

В связи с реализацией Федерального закона № 261 – ФЗ от 23 ноября 2009 г. [1] в настоящее время большое внимание уделяется повышению энергоэффективности существующего жилого фонда.

Решить поставленную задачу можно лишь существенно снизив теплопотери через строительные ограждающие конструкции. Если утеплить наружные стены жилых зданий, построенных по старым строительным нормам, действующим до 1995 г., в два раза, то экономия тепловой энергии на отопление будет составлять 20-25 % [2].

Утепление фасадов позволяет также повысить долговечность существующих зданий, так как наружные стены будут эксплуатироваться преимущественно при положительных температурах. Наряду с этим следует отметить, что утепленные стены будут защищены от воздействия атмосферных осадков,

This paper aims to provide analysis of normative requirements concerning thermal protection and energy efficiency of those residential buildings in Samara region which are under construction or undergo major repairs. The research proves heat rate that used for heating residential buildings depends on the value of reduced resistance to heat-transferring ability of the outer walls. Proper analysis of the value in question helps define the optimal level of facades thermal protection. The authors present calculations and results of their experimental research of heat losses caused by building envelopes of five-floor brick and bearing-wall constructions.

The paper also describes different methods of insulation of residential buildings facades and recommends how these methods should be used during major repairs.

Key words: major repairs, energy efficiency, heat loss, facade system, heat-transfer resistance, thermal camera, temperature.

а также существенно снизится инфильтрация холодного воздуха в жилые помещения.

Существующими нормами [3] установлены три показателя тепловой защиты здания:

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;

б) санитарно-гигиенический, включающий в себя температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы;

в) удельный расход тепловой энергии на отопление здания, позволяющий варьировать величинами теплозащитных свойств различных видов ограждающих конструкций зданий с учетом объемно-планировочных решений здания и выбора

Таблица 1

Нормативные значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций для жилых зданий

Вид ограждающей конструкции	Сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	
	потребительский подход	предписывающий подход
Наружные стены	2,01	3,19
Окна и балконные двери	0,53	0,53
Покрытия и перекрытия над проездом	3,81	4,76
Перекрытия чердачные над неотапливаемыми подпольями и подвалами	3,36	4,20

систем поддержания микроклимата для достижения нормируемого значения этого показателя.

При разработке проекта капитального ремонта жилых зданий следует руководствоваться, согласно [3], одним из двух альтернативных вариантов выбора уровня теплозащиты ограждающих конструкций.

При реализации предписывающего подхода нормативные требования по теплозащите предъявляются к отдельным ограждающим конструкциям. Поэтому должны быть соблюдены требования показателей «а» и «б».

При реализации потребительского подхода энергетическая эффективность здания оценивается по величине удельного расхода тепловой энергии на отопление здания в целом или его отдельных замкнутых объектов – блок-секций, пристроек и пр. При этом должны соблюдаться требования показателей «б» и «в».

В табл. 1 представлены нормативные значения сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций жилых зданий, строящихся в Самарской области.

Анализируя представленные в табл. 1 нормативные значения по теплозащите ограждающих конструкций, можно сделать вывод о том, что реализация потребительского подхода при капитальном ремонте наружных стен позволяет существенно уменьшить материальные затраты. Это связано с тем, что нормативные требования по теплозащите наружных стен, покрытий и перекрытий при реализации потребительского подхода существенно ниже нормативных требований при предписывающем подходе.

Целесообразность применения потребительского подхода подтверждается результатами исследований, проведенных в СГАСУ [4, 5].

Зависимость удельного расхода тепловой энергии на отопление жилых зданий от величины сопротивления теплопередаче наружных стен показана на рис. 1.

Анализируя данные, представленные на рис. 1, можно сделать вывод о том, что увеличение сопротивления теплопередаче наружных стен от 1,0 (стена неутепленная) до 2,0 $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ позволяет уменьшить

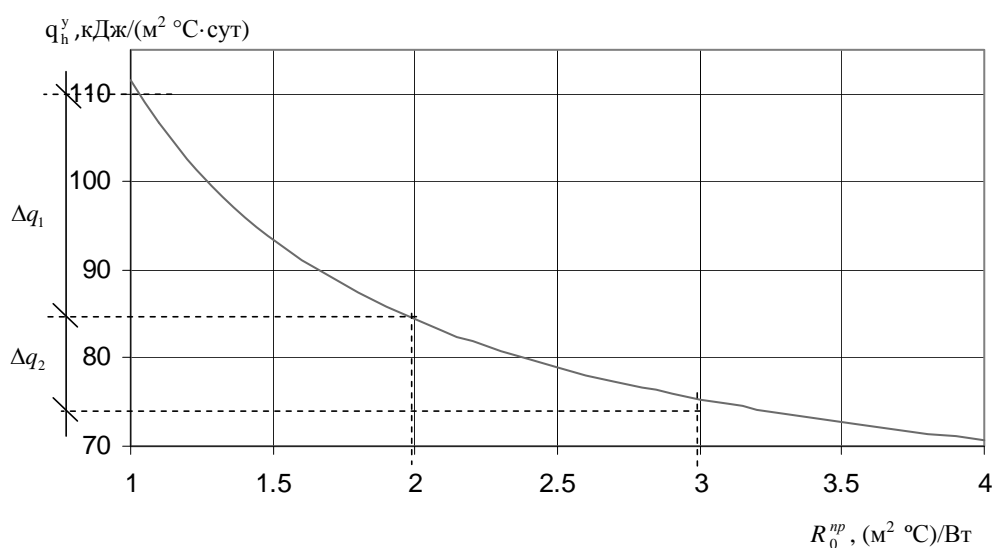


Рис. 1. Зависимость удельного расхода тепла на отопление жилых зданий от сопротивления теплопередаче наружных стен

расход тепла на отопление здания на 25 %. Дальнейшее увеличение значения R_0^{np} с 2 до 3 м²·°С/Вт приводит к незначительному уменьшению удельного расхода тепла на отопление здания.

В течение последних пяти лет в Самарской области реализуется программа по капитальному ремонту существующих жилых зданий. Одними из первых были отремонтированы панельные пятиэтажные жилые дома, расположенные по улице Гагарина в Самаре, построенные в конце 50-х гг. прошлого столетия. Фотография одного из утепленных домов представлена на рис. 2.

Несколько позже были отремонтированы многие девятиэтажные панельные здания в 15-м микрорайоне г. Самары, построенные в 70-х гг. XX в.

Тепловизионное обследование фасадов зданий, выполняемое сотрудниками центра «Энергосбережение в строительстве» СГАСУ, позволяет определять фактические теплопотери эксплуатируемых зданий по методике, приведенной в [6].

На рис. 3 показан фрагмент неутепленного фасада панельного здания в инфракрасном и видимом спектрах, на рис. 4 – утепленного фасада.

Анализ приведенных данных тепловизионного обследования показал, что повышенные теплопотери наблюдаются в местах установки оконных блоков, отопительных приборов и в межпанельных швах.

В целях определения фактических теплопотерь в жилых зданиях, построенных в 60-е гг. XX столетия, были выбраны шесть зданий, пять из которых выполнены из силикатного кирпича, а одно панельное. Адреса обследуемых зданий представлены в табл. 2. В этой же таблице приведены результаты расчета теплопотерь по данным тепловизионного обследования ограждающих конструкций, а также расчетным теплозащитным характеристикам строительных ограждающих конструкций согласно типовым проектам.

Для сравнения представлены ожидаемые теплопотери в обследуемых зданиях после проведения в них капитального ремонта фасадов.

На основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что в результате утепления фасадов теплопотери эксплуатируемых зданий уменьшатся примерно в три раза.

Двухслойные наружные стены, используемые при капитальном ремонте фасадов, состоят из несущего и теплоизоляционных слоев. В практике строительства нашли применение два варианта фасадных систем:

- система с наружным штукатурным слоем;
- система с вентилируемым воздушным зазором.

Согласно стандарту организации, разработанному Российским обществом инженеров строитель-



Рис. 2. Жилой дом по ул. Гагарина в Самаре после капитального ремонта

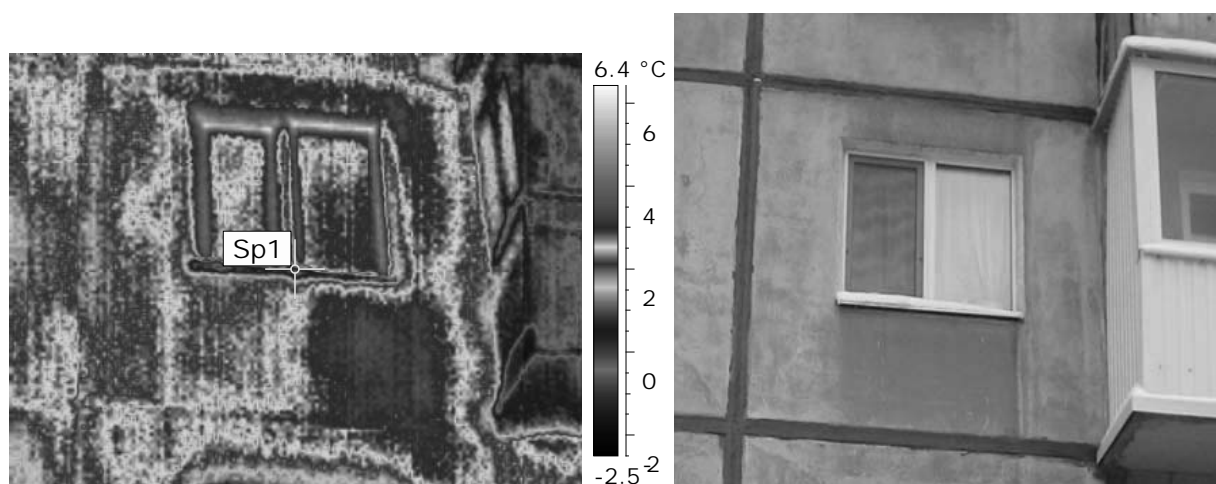


Рис. 3. Жилой дом по ул. Тухачевского, 241 в Самаре

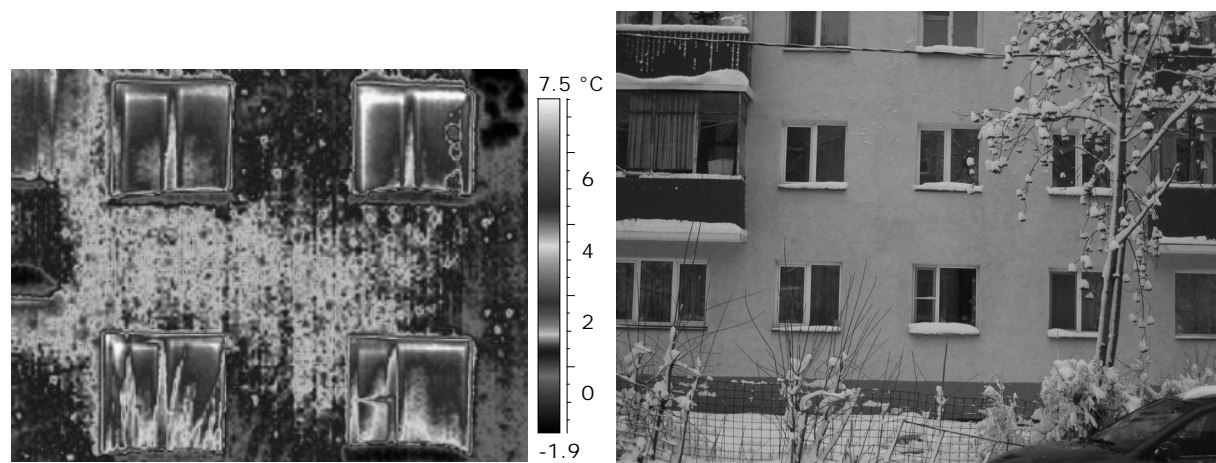


Рис. 4. Жилой дом по ул. Тухачевского, 243 в Самаре

Таблица 2

Результаты расчета теплопотерь жилыми зданиями, полученные по данным тепловизионного обследования

Адрес жилого здания	Вид здания	Теплопотери, Вт		
		фактические	расчетные по проекту	планируемые после капремонта
Самара, ул. Урицкого, 22	5-этажное здание, стены из силикатного кирпича	311 400	168 000	112 000
Самара, ул. Желябова, 1	5-этажное здание, стены из силикатного кирпича	265 800	146 100	97 400
Самара, ул. Мечникова, 50	5-этажное здание, стены из силикатного кирпича	245 980	218 800	145 400
Самара, ул. Мечникова, 52	5-этажное здание, стены из силикатного кирпича	293 785	167 900	111 400
Самара, ул. Урицкого, 14	5-этажное здание, стены из силикатного кирпича	293 785	167 900	111 400
Самара, ул. Стара Загора, 125	5-этажное панельное здание	808 300	440 600	293 700

ства (РОИС) [7], продолжительность эффективной эксплуатации наружных стен зданий до первого капитального ремонта для первого варианта составляет 25 лет, для второго – 40 лет.

В качестве утеплителей в фасадных системах с тонкостенной штукатуркой используются пенополистирольные плиты марки ПСБС-25 или минплиты из базальтового волокна марки ФАСАД БАТТС. При использовании пенополистирольных плит выполняются межэтажные противопожарные рассечки из базальтовой минплиты толщиной не менее 150 мм. Рассечки устанавливаются также со стороны оконных проемов.

Как показал опыт эксплуатации многоэтажных жилых зданий, противопожарные рассечки не всегда спасают фасады от пожара. Примерами могут служить два пожара, возникших в жилом здании, расположенном в границах улиц Молодогвардейской, Ульяновской, Галактионовской и Студенческого переулка г. Самары. Причинами пожара в обоих случаях послужило возгорание пенополистирольных плит от зажатого строительного мусора и листвы, находящихся на отмостке.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что при капитальном ремонте фасадов жилых зданий не следует использовать горючие материалы в качестве утеплителей.

Способ наружной теплоизоляции стен с оштукатуриванием утеплителя состоит в приклеивании и механическом креплении к стенам теплоизоляционных плит и нанесении на них полимерцементного покрытия. В практике строительства на территории Самарской области наибольшее распространение получили фасадные системы ЛАЭС, Ceresit, Класик, Saramol, Сенержи и т.д.

Фасадная система состоит из следующих элементов:

- адгезив (клей) для приклеивания плит утеплителя к основанию;
- плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем;
- пластиковые дюбели с сердечками из стали;
- базовый слой (клей, армированный тканой стеклосеткой);
- фактурный слой.

Требования, предъявляемые к элементам фасадных систем с тонкостенной штукатуркой, приведены в нормативной литературе [8].

Обязательные условия применения фасадных систем с тонкостенной штукатуркой:

1. Работы по устройству систем разрешается выполнять при температуре изолируемой поверхности и окружающего воздуха не ниже +5 °С и не выше +28 °С.

2. В холодное время года поверхность фасада должна закрываться полиэтиленовой пленкой с установкой отопительных приборов с расчетом, чтобы круглые сутки поддерживать температуру под пленкой не ниже + 5 °С в процессе работы и на период формирования покрытия.

Фасадные системы с вентилируемым зазором являются одними из наиболее эффективных способов утепления и отделки фасадов зданий за счет следующих конструктивных особенностей этих систем:

- утепляющий слой сплошным массивом располагается с внешней стороны наружной стены с незначительным количеством «мостиков» холода, что позволяет вынести точку росы из внутреннего слоя стены;
- экран, установленный с воздушным зазором относительно утепляющего слоя, хорошо защищает конструкции стен от атмосферных осадков и обеспечивает эффективное удаление из утеплителя влаги, поступающей из жилых помещений;
- рассматриваемая конструкция наружной стены существенно снижает теплопотери в отапливаемый период, а также защищает от перегрева жилые помещения;
- отсутствие «мокрых» процессов позволяет выполнять работы по монтажу системы в любое время года;
- облицовочные материалы и несущие конструкции фасадных систем обеспечивают долговечность фасадной отделки и утеплителя наружных стен, одновременно они позволяют легко ремонтировать поврежденные участки фасада.

К недостаткам вентилируемых фасадов следует отнести:

- относительно высокую стоимость;
- относительно невысокий коэффициент тепло-технической однородности.

В качестве утеплителя используются негорючие теплоизоляционные материалы из базальтовой минплиты марок ВЕНТИ БАТТС, ИЗОВЕНТ, а также из штапельного стекловолокна марок URSA «П30ГС» и ISOVER.

Плотность применяемого утеплителя находится в пределах от 30 до 80 кг/м³.

Со стороны вентилируемого воздушного зазора утеплитель должен быть защищен от воздействия атмосферной влаги и разрушения с помощью раз-

личных ветрозащитных мембран или стеклохолста. Теплоизоляционные материалы, применяемые в вентилируемых фасадах, подвергаются гидрофобизации специальными составами для предотвращения от излишнего увлажнения.

Металлические каркасы системы могут быть алюминиевыми, оцинкованными с антикоррозионным покрытием, а также из нержавеющей стали. Алюминиевые конструкции навесных фасадов характеризуются большим линейным расширением. Так как температура металлических конструкций в процессе эксплуатации здания колеблется от -30 до $+80$ °С, большое значение для долговечности данных конструкций имеет создание температурно-деформационных швов и узлов.

Оцинкованные металлоконструкции характеризуются низкой стоимостью и малой долговечностью в связи с неоднородностью цинкового антикоррозионного покрытия, а также по причине электрокоррозии металла.

Самой высокой долговечностью обладают металлические конструкции из нержавеющей стали, однако они имеют повышенную стоимость, сравнимую с импортными алюминиевыми системами.

Защитно-декоративная облицовка может быть разнообразной: из листовых и плиточных материалов – фиброцементные и цементные плиты («Волна», «Краспан» и «Деколан»), композитные плиты («Альполик» ФР, «Алюкобонд» А-2, керамический гранит и т.д.). Вид защитно-декоративной облицовки определяет и вид её крепления.

В большинстве случаев металлическая подконструкция включает в себя кронштейны и направляющие. Она воспринимает и перераспределяет нагрузки от декоративного экрана и передает их на основные конструкции каркаса здания или сооружения.

Площадь сечения кронштейнов напрямую влияет на величину коэффициента теплотехнической однородности слоя теплоизоляции и теплозащитные качества ограждения.

Толщина слоя теплоизоляции определяется на основании теплотехнического расчета наружной стены, утепленной вентфасадом.

При устройстве двуслойной теплоизоляции внутренний слой может быть выполнен из минераловатных плит марки Г1 (слабогорючий), а наружный – из минераловатных плит марки НГ (негорючий). Внутренний слой в этом случае может иметь плотность 30-80 кг/м³.

Для крепления минераловатных плит должны применяться тарельчатые дюбели с распорным элементом из стали или стеклопластика.

Система утепления наружных стен с помощью сайдинга мало отличается от вентилируемых фасадов.

Металлический или пластиковый сайдинг представляет собой облегченный навесной фасад, который широко используется для утепления малоэтажных зданий. Конструкция наружной стены, утепленная с помощью сайдинга, состоит из следующих основных элементов:

- металлических кронштейнов и направляющих;
- гидрофобизированного минераловатного утеплителя;
- паропроницаемой ветрогидрозащитной мембраны (Изоспан А, Ютафол, Тайвек и др.);
- сайдинга металлического или пластикового.

«Теплая» штукатурка представляет собой смесь на основе цементного раствора, но вместо обычного кварцевого песка в состав материала входят: перлитовый песок, керамзитовая крошка, порошок из пемзы, гранулы пенополистирола и т.п.

Существуют различные виды «теплых» штукатурок. В одном из видов «теплой» штукатурки в её состав входит вспученный вермикулит, представляющий собой легкий минеральный наполнитель, получаемый термообработкой вермикулитовой горной породы. Вермикулитовые системы обладают антисептическими свойствами. Их применяют как для внутренней, так и для наружной отделки помещений.

Наибольшее распространение в последнее время в строительстве нашли «теплые» штукатурки, в состав которых входят гранулы пенополистирола. Помимо пенополистирола в составе «теплой» штукатурки присутствуют: цемент, известь, добавки и наполнители. Применять такую штукатурку можно как для наружного утепления фасадов зданий, так и для внутренних работ.

В практике строительства на территории Российской Федерации применяются различные «теплые» штукатурки: «ЕКО-Терм П» (Тольятти), «ПЕТРО ПЕРЛИТ» (Санкт-Петербург), «БИРСС Термокорт» (Москва), «ИВСИЛ ТЕРМОСИЛ» (Москва), «Термофикс» (г. Грязи, Липецкая область).

Весьма перспективным направлением в утеплении фасадов эксплуатируемых зданий является использование жестких теплоизоляционных плит

Таблица 3

Рекомендации по выбору технологии утепления фасадов жилых зданий

Вид здания	Фасадная система с наружным штукатурным слоем	Вентилируемый фасад	Утепление с помощью сайдинга	Утепление с помощью «теплых» штукатурок	Утепление жесткими плитами из керамзитобетона
Крупнопанельные 5-этажные постройки 50-60-х гг. XX в.	+	+	-	+	+
Крупнопанельные 9-16-этажные постройки 70-80-х гг. XX в.	+	+	-	+	-
Кирпичные 5-этажные из силикатного кирпича постройки 50-60-х гг.	+	+	-	-	+
Кирпичные 5-этажные из керамического кирпича постройки 50-60-х гг.	+	+	-	+	+
Кирпичные 9-16-этажные из силикатного кирпича постройки 70-80-х гг.	+	+	-	-	-
Кирпичные 9-16-этажные из керамического кирпича постройки 70-80-х гг.	+	+	-	+	-
Кирпичные 5-этажные постройки 30-50-х гг.	+	+	-	+	+
Малоэтажные (1-3 этажа) кирпичные или из шлакоблоков	-	+	+	+	+
Деревянные малоэтажные	-	-	+	-	-

из крупнопористого беспесчаного керамзитобетона [9, 10]. Исследования, проведенные в СГАСУ [6, 11], показали, что при плотности 300 кг/м^3 значение коэффициента теплопроводности беспесчаного керамзитобетона составляет $0,1 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{С}$. Следовательно, плита из керамзитобетона при данной плотности толщиной 100 мм обладает таким же термическим сопротивлением, что и наружная стена, выполненная из силикатного кирпича толщиной 640 мм.

Выбор варианта технологии утепления фасадов при капитальном ремонте необходимо осуществлять с учетом стоимости работ, эксплуатационной надежности и энергетической эффективности.

Толщина теплоизоляционного слоя фасадной системы определяется на основании теплотехнического расчета, выполняемого согласно СНиП 23-02-2003 [3]. В целях предотвращения возможности накопления влаги в наружных стенах необходимо выполнить расчет влажностного режима утепленной наружной стены, руководствуясь методикой, изложенной в нормативных документах [3, 7] и в статье [12].

Перед разработкой проекта капитального ремонта эксплуатируемого жилого здания необходимо произвести его обследование, руководствуясь ГОСТ

Р 53778- 2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

В табл. 3 представлены рекомендации по выбору технологии утепления фасадов здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон ФЗ № 261 от 23 ноября 2009 г. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации. М., 2009.
2. Булгаков С.Н. Технологии по утеплению существующего жилого фонда России. Проблемный доклад. Всероссийский научно-исследовательский институт проблем научно-технического прогресса и информации в строительстве. Строительство и архитектура. М., 1998. 106 с.
3. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. М.: Госстрой России, 2004. 40 с.
4. Горин В.М., Токарева С.А., Вытчиков Ю.С. Современные ограждающие конструкции из керамзитобетона для энергоэффективных зданий // Строительные материалы. 2011. № 3. С. 34-36.
5. Горин В.М., Токарева С.А., Кабанова М.К., Кривопалов А.М., Вытчиков Ю.С. Перспективы применения керамзитобетона на современном этапе жилищного строительства // Строительные материалы. 2004. № 12. С. 22-23.
6. Вытчиков Ю.С., Беляков И.Г., Белякова Е.А., Славов С.Д. Повышение энергоэффективности реконструи-

руемых жилых зданий // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2008. № 1. С. 62-63.

7. СТО 00044807-001-2006. Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий. М.: Российское общество инженеров строительства (РОИС), 2006. 63 с.

8. МДС 55 – 1.2005. Стены с теплоизоляцией из пенополистирола и минераловатных плит с отделочным слоем из тонкостенной штукатурки. Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов. ОАО «ЦНИИ-Ипромзданий». М., 2005. 64 с.

9. Вытчиков Ю.С., Горин В.М., Токарева С.А. Исследование теплофизических характеристик стеновых камней из беспесчаного керамзитобетона // Строительные материалы. 2011. № 8. С. 42-43.

10. Вытчиков Ю.С., Дементьева А.А., Горин В.М. Теплофизический расчет трехслойной керамзитобетонной стеновой панели // Строительные материалы. 2012. № 11. С. 82-83.

Об авторах:

ВЫТЧИКОВ Юрий Серафимович

кандидат технических наук, профессор кафедры общей и прикладной физики и химии Самарский государственный архитектурно-строительный университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846)339-14-76

БЕЛЯКОВ Игорь Геннадьевич

заместитель директора центра «Энергосбережение в строительстве» Самарский государственный архитектурно-строительный университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846)339-14-76

НОХРИНА Елена Николаевна

старший преподаватель кафедры общей и прикладной физики и химии Самарский государственный архитектурно-строительный университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846)339-14-76

11. Вытчиков Ю.С., Горин В.М., Горин М.В., Беляков И.Г. Исследование теплозащитных характеристик стеновых керамзитобетонных камней производства ООО ПСК «АТЛАНТ» // Строительные материалы. 2013. № 11. С. 7-9.

12. Вытчиков Ю.С., Беляков И.Г. Исследование влажностного режима строительных ограждающих конструкций с помощью метода безразмерных характеристик // Известия высших учебных заведений. Строительство. 1998. № 3. С. 76.

© **Вытчиков Ю.С., Беляков И.Г.,
Нохрина Е.Н., 2014**

VITCHIKOV Yuri

PhD in Engineering Science, Professor of the General and Application-Oriented Physics and Chemistry Chair Samara State University of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 339-14-76

BELIAKOV Igor

Vice-Director of the Center «Energy Efficiency for Building» Samara State University of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 339-14-76

NOKHRINA Elena

Senior Lecturer of the General and Application-Oriented Physics and Chemistry Chair Samara State University of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 339-14-76

Для цитирования: Вытчиков Ю.С., Беляков И.Г., Нохрина Е.Н. Утепление фасадов зданий при капитальном ремонте существующего жилого фонда Самарской области // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2014, Вып. № 3(16). С. 103-110.