

К вопросу повышения энергоэффективности фасадных систем зданий

Т.Ф. Чередниченко, О.Г. Чеснокова, В.В. Устинова, М.Д. Журбенко

*Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного
технического университета*

Аннотация. Мировые запасы возобновляемых источников энергии неуклонно снижаются, но комфортность жизни современного общества должна оставаться на прежнем уровне. Современное решение задач теплозащиты фасадных систем зданий связано с анализом удельной теплоемкости материалов, входящих в их состав. Особенно актуальным становится использование новых энергоэффективных материалов. К таким материалам можно отнести вакуумные теплоизоляционные панели, которые значительно уменьшают потери тепла в сравнении с традиционной теплоизоляцией.

Ключевые слова: энергоэффективность зданий, теплозащита фасадных систем, теплоизоляция, вакуумные теплоизоляционные панели, строительное производство

Основной концепцией развития строительной отрасли в аспекте энергосбережения является идея непосредственного влияния на качество жизни и улучшение окружающей среды обитания. Исходя из этого, формулируются требования к современным зданиям и сооружениям: функциональная и техническая целесообразность; художественная выразительность; экономическая рентабельность. Выполнение всех перечисленных требований достигается их взаимоувязанным решением, которое позволяет полноценно использовать объект по назначению [1, 2].

Наибольшую актуальность приобрело строительство энергоэффективных зданий именно в контексте уменьшения потребления традиционных энергетических ресурсов, так как мировые запасы возобновляемых источников энергии неуклонно снижаются. При этом комфортность жизни современного общества не должна снижаться, нельзя допустить удорожания энергии. Вследствие этого, вопрос энергоэффективности зданий выходит на первый план.

Современный проект в условиях энергосбережения создает высокотехнологичный и эффективный теплоизоляционный контур здания, а не оптимизирует систему отопления [3, 4]. Важнейшим критерием для

подбора теплозащитных материалов является их экологичность.

Основные требования к теплоизоляционным материалам:

- тепловой контур здания должен эффективно защищать помещения от перегрева в летний период и минимизировать потери тепла в зимний, при сохранении комфортной среды внутри помещения;

- качественные энергоэффективные материалы должны предохранять ограждающие конструкции от внешних воздействий (мороз, ветер, дождь, солнечная радиация);

- теплоизоляция должна создавать надежный барьер температурным деформациям конструкций и, как следствие увеличивать срок их службы.

Многослойная конструкция стены должна соответствовать следующим критериям:

- в течении всего периода эксплуатации выдерживать механические, ветровые, температурные и инсоляционные воздействия, не теряя своих теплозащитных свойств;

- обеспечивать защиту здания при оптимальном соотношении толщины теплозащитных слоев стены и их теплопроводности;

- иметь достаточную паропроницаемость для создания комфортной и удовлетворяющей санитарно-гигиеническим требованиям внутренней среды здания;

- не выделять вредных веществ при текущей эксплуатации и в случае экстремальных воздействий;

- обеспечивать безопасность при пожаре, иметь определенную степень огнестойкости;

- обеспечивать возможность просушки утеплителя в летний период и недопущения скопления конденсата в зимний период.

Утеплители классифицируют по следующим критериям: по теплопроводности, структуре, жесткости, форме, плотности, возгораемости.

На рынке существуют различные формы утеплителя: плитный, блочный, в виде цилиндров, рулонный, шнуровидный, рыхлый (вата), пастообразный и сыпучий. Материалы, из которых изготавливается утеплитель, могут быть органическими и неорганическими. Структурированный утеплитель может быть в виде ячеек, волокон, пасты или зерен.

Наиболее применим плотный утеплитель, вследствие удобства транспортировки и монтажа и широкой области применения. Плотность утеплителя имеет широкий спектр и варьируется в пределах: 400-600 кг/м³ - плотный утеплитель; 200-390 кг/м³ - утеплитель средней плотности; 100-190 кг/м³ - утеплитель низкой плотности; 15-90 кг/м³ - утеплитель особо низкой плотности. Теплопроводность утеплителя изменяется в пределах: 0,115-0,175 Вт/м²°С – повышенная теплопроводность; 0,06-0,1115 Вт/м²°С – средняя теплопроводность; менее 0.06 Вт/м²°С – низкая теплопроводность.

При строительстве наружных стен энергоэффективных зданий активно используются многослойные конструкции. При этом конструктивный несущий слой имеет высокую плотность и теплопроводность. Благодаря использованию эффективного утеплителя удаётся достичь нужного термического сопротивления наружной стены в целом.

Многослойные наружные ограждающие конструкции подразделяются на две группы: системы с вентилируемым фасадом и комплексные системы термоизоляции - невентилируемый фасад [5].

Современная нормативная база, разработанная для снижения затрат ресурсов, предъявляет высокие требования к тепловой защите зданий: СП 293.1325800.2017 «Системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями Правила проектирования и производства работ», СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей», СП 345.1325800.2017 «Здания жилые и общественные. Правила проектирования

тепловой защиты».

Основной задачей строителей и проектировщиков является необходимость достижения максимальной энергоэффективности строительных конструкций при сохранении оптимального микроклимата помещений. Эффективность теплового контура напрямую коррелируется с теплопроводностью материалов. Тепловая энергия внутри ограждающих конструкций переносится при помощи теплопроводности, излучения и конвекции. Существующие на сегодняшний день требования энергоэффективности способствуют развитию строительной отрасли в области энергосбережения. Разработка и применение новых энергоэффективных теплоизоляционных материалов является важным условием для соблюдения этих требований. При решении задачи экономии ресурсов путём улучшения тепловой защиты здания необходимо учесть энергозатраты на производство теплоизоляционных материалов. Затраты на создание новых теплоизоляционных материалов не должны быть выше 10-15 кг условного топлива на 1 м² поверхности теплоизоляции здания. Несоблюдение этих требований сведёт на нет экономию ресурсов при повышении теплозащитных свойств здания. При решении данной проблемы большой интерес представляют высокие теплоизоляционные свойства материалов и систем с использованием вакуума.

Подобные технологии начали разрабатываться в середине прошлого века для целей космического ракетостроения и в установках глубокого охлаждения. Эта идея была использована в наше время для создания строительных панелей, которые позволяют найти широкий спектр применения в области архитектуры, дизайна и строительства [6].

Вакуумная панель состоит из многослойной оболочки, которая состоит из тонкой металлической пленки (алюминий или нержавеющая сталь) с обеих сторон покрытую слоем пластика. Пластик запаивает оболочку панели. Далее внутри панели снижается давление. Панель заполняется нанопористым

диоксидом кремния с размером частиц от 5-20 нм» [7]. Также в качестве наполнителя возможно использовать пенополиуретан и аэрогели различных характеристик. Таким образом получается достаточно тонкая панель (20-50 мм). Для удобства монтажа размеры панелей могут быть от 500 до 1500 мм [8, 9]. Заявленный производителями коэффициент теплопроводности панели $\lambda=0,0022 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$, что позволяет эффективно использовать их при минимальных толщинах ограждающих конструкций.

Теплоизоляционные свойства и срок службы панели зависит от нескольких факторов: толщины панели, условий транспортировки и монтажа, герметичности оболочки, материала оболочки, вида наполнителя, количества слоев оболочки, величины вакуума [10]. Установка вакуумных панелей значительно уменьшает потери тепла в сравнении с традиционной теплоизоляцией. Передача тепла конвекцией исключается за счёт наличия вакуума. Отсутствие передачи тепла излучением объясняется применением отражающего материала в составе оболочки панели. Вакуумные панели имеют достаточное распространение в зарубежной строительной практике. Ведущим производителем и потребителем таких панелей является Германия, страна, занимающая лидирующие позиции в области исследования теплозащитных качеств материалов.

К достоинствам вакуумных панелей относится длительный срок службы; меньшая, в отличие от других утеплителей, толщина; паронепроницаемость материала; возможность изготовления размеров и формы по нужным меркам. Коэффициент теплопроводности вакуумных панелей гораздо ниже, чем у других распространенных видов утеплителей.

К недостаткам таких панелей относятся особые условия перевозки, монтажа (повреждение тонкой металлической плёнки приведёт к разгерметизации панели) и их высокая стоимость. Нарушение герметичности приведёт к потере особых теплоизоляционных свойств панели [7].

Важнейшим вопросом в создании качественного теплового контура

здания является компенсация влияния мостиков холода. Ученые проводят анализ проблемных примыканий и стыков, оптимизируют геометрию конструкций - совершенствуют крепления, формы узлов и деталей, уменьшая их деформации, ведущие к нарушению целостности теплового контура.

Борьба с мостиками холода идет в направлении размещения дублирующих элементов фасада с терморазрывом между ними и основной стеной или введения дополнительных элементов, создающих препятствие для теплопередачи через выступающий элемент.

Типовые ошибки проектирования, комплектации и монтажа систем утепления в 90% всех повреждений на фасадах новых зданий возникают в течение первых пяти лет эксплуатации. Причинами этого являются: ошибки при выборе фасадной системы; ошибки проектирования; ошибки, допущенные при монтаже (риски субъективного фактора); недостатки строительных материалов; неправильная эксплуатация.

При сложившейся культуре и дисциплине производства в строительстве, влияние субъективного фактора становится еще более выраженным, что особенно опасно, ведь качество и долговечность фасадов напрямую зависят от их выполнения. Ситуация влияния субъективного фактора усугубляется, когда выбранная система требует строгого соблюдения всех технологических моментов.

Нельзя недооценивать материальную и уголовную ответственность за несоблюдение требований пожарной безопасности при проектировании фасадных систем, в особенности систем вентилируемых фасадов.

Первый шаг при выборе фасада — оценка климатических условий. Фасады, не соответствующие местным условиям, являются причиной появления дефектов. Только качественно выполненная фасадная система теплоизоляции отличается функциональной надежностью. Важнейшим критерием успешного выбора фасадной системы является сохранение целостности и прочности при высоких ветровых нагрузках. Оценкой

фасадной системы является успешное ее функционирование.

Важно понимать, что материальные затраты по устранению ущерба от появившихся повреждений, могут значительно увеличиться, если оценить ущерб от будущих правовых споров, потерю репутации в случае отсутствия заявленных качеств конструкции.

Современное решение задач теплозащиты фасадных систем зданий идет путем анализа теплопроводности, плотности, удельной теплоемкости и влагопоглощения материала, длины свободного пробега молекулы газа, размера пор, их герметичности, а также вероятности фазового перехода. Особо актуальным становится появление современных высокотехнологичных материалов с уникальными характеристиками.

Таким образом, в повышении энергоэффективности зданий лидируют материаловедческие аспекты, позволяющие принять нетривиальные решения при проектировании зданий. Обоснованное использование материалов помогает решить проблемы тепловой защиты зданий.

Литература

1. Егорочкина И.О., Романенко Е.Ю., Бузанова А.В., Дохленко И.А. Повышение теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Инженерный вестник Дона, 2021, № 1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2021/6774.

2. Дедаханов Б. Особенности конструктивно-технологических решений ограждающих конструкций энергоэффективных зданий // Символ науки. 2017. №12. С. 22-25.

3. Кварчия Г.Э., Чеснокова В.Д., Чередниченко Т.Ф. Влияние технологических решений устройства фасадных систем на их энергоэффективность // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса: сб. трудов. Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч.. Волгоград, 2020. С. 151-155.

4. Зильберова И.Ю., Петрова Н.Н. Модернизация зданий с целью

повышения энергоэффективности, комфорта и безопасности проживания, а также продления срока эксплуатации жилых зданий // Инженерный вестник Дона, 2012, № 4-1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4-1y2012/149.

5. Бадьин Г.М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома. СПб.: БХВ, 2011. 432 с.

6. Черкашин А., Пилипенко В., Данилевский Л. Порошковая вакуумная теплоизоляция // Вестник МГСУ. 2013. №3 (14). С.16-21.

7. Барабанщиков Ю.Г., Шарифуллина А.Р. Эффективность использования вакуумных теплоизоляционных панелей в строительстве // Синергия наук. 2017. № 11. С. 815-821.

8. Kalnæs S.E., Jelle B.P. Vacuum insulation panel products: a state-of-the-art review and future research pathways // Applied Energy. 2014. №116. pp. 355–375.

9. Zach J., Novák V., Peterková J., Bubeník J. Development of vacuum insulation panels with utilization of organic by-products // Energies, 2020, №13(5). pp. 1–11. doi: 10.3390/en13051165.

10. Киселёв Н.Н., Лияскин О.В., Оценка долговечности вакуумной теплоизоляции // Материалы XX научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва в 3 ч. 2016. Ч. 1. С. 10-15.

References

1. Egorochkina I.O., Romanenko E.Yu., Buzanova A.V., Dokhlenko I.A. Inženernyj vestnik Dona, 2021, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2021/6774.

2. Dedakhanov B. Simvol nauki. 2017. №12. pp. 22-25.

3. Kvarchiya G.E., Chesnokova V.D., Cherednichenko T.F. Vliyanie tekhnologicheskikh resheniy ustroystva fasadnykh sistem na ikh energoeffektivnost' // Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya stroitel'nogo kompleksa : sb. trudov. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: v 2 ch.. Volgograd, 2020.

pp. 151-155.

4. Zil'berova I.Yu., Petrova N.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №4-1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4-1y2012/149.

5. Bad'in G.M. Stroitel'stvo i rekonstruktsiya maloetazhnogo energoeffektivnogo doma [Construction and reconstruction of a low-rise energy-efficient house]. SPb.: BKhV, 2011. 432 p.

6. Cherkashin A., Pilipenko V., Danilevskiy L. Vestnik MGSU. 2013. №3 (14). pp.16-21.

7. Barabanshchikov Yu.G., Sharifullina A.R. Sinergiya nauk. 2017. № 11. pp. 815-821.

8. Kalnæs S.E., Jelle B.P. Applied Energy. 2014. №116. pp. 355–375.

9. Zach J., Novák V., Peterková J., Bubeník J. Energies, 2020, №13(5). pp. 1–11. doi: 10.3390/en13051165.

10. Kiselev N.N., Liyaskin O.V. Materialy XX nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh, aspirantov i studentov natsional'nogo issledovatel'skogo Mordovskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.P. Ogareva v 3 ch. 2016. № 1. pp. 10-15.