

Хакимов А.Р.,

магистрант

2 курс, факультет трубопроводного транспорта

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Россия, г. Уфа

Ахметшина Л.А.,

магистрант

2 курс, факультет трубопроводного транспорта

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Россия, г. Уфа

ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОГЕЛЯ В ЗДАНИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

***Аннотация:** В этой статье показаны технические свойства коммерчески доступных аэрогелевых материалов, таких как одеяла, плиты и штукатурка, и сценарии их использования в исторических зданиях с учетом критериев подлинности, целостности, обратимости и совместимости.*

***Ключевые слова:** аэрогель, архитектурное наследие, высокоэффективная изоляция, консервация, реконструкция.*

***Annotation:** This article shows the technical properties of available aerogel materials such as blankets, slabs and plasters and their uses in terms of appearance value, purity, reversibility and protection.*

***Key words:** aerogel, architectural heritage, high-performance insulation, conservation, refurbishment.*

Аэрогели — это высокоэффективные теплоизоляционные материалы с открытыми порами, которые можно использовать для очень тонкой теплоизоляции зданий. Их физические свойства, в первую очередь низкая

теплопроводность и открытость для диффузии пара, делают аэрогелевые материалы хорошо подходящими для применения в исторических зданиях. Чтобы более подробно оценить их пригодность, потенциальные преимущества и вред их применения были изучены в отношении четырех критериев подлинности, целостности, обратимости и совместимости. Эти универсальные принципы гласят, что новые дополнения не должны изменять аутентичный вид оригинальной конструкции и не должны нарушать целостность аутентичных строительных конструкций. Кроме того, новые дополнения должны быть обратимы к предыдущему состоянию, и материалы и детали должны быть совместимы в долгосрочной перспективе (химически и физически) с исходной конструкцией здания. Кроме того, были оценены их пригодность и потенциальные преимущества и риски применения материалов в различных позициях использования на ограждающих конструкциях здания, а именно для стен по периметру, фундаментов, полов, крыши, окон и проемов, а также для решения деталей[3].

Сравнение аэрогелевых материалов в традиционных формах штукатурки, досок и одеял, кажутся подходящими для использования при сохранении наследия и обычном ремонте. Штукатурка является наиболее подходящим материалом, так как не требует дополнительного крепежного оборудования и, таким образом, оказывает меньшее влияние на целостность исторического здания. Его можно наносить на неровные поверхности и с разной толщиной по мере необходимости. Кроме того, его можно удалить из оригинала, что облегчает обратимость. На окончательные свойства штукатурки при реконструкции влияет использование отделочных слоев, поэтому их следует оценивать вместе со штукатуркой. Одеяла и доски обладают лучшими тепловыми свойствами, чем штукатурка, и, следовательно, также являются очень интересным решением. Для полупрозрачных панелей, наполненных гранулятом аэрогеля, может потребоваться дополнительная анкерная монтажная рама. Существует большой потенциал для применения в

зданиях промышленного наследия, таких как исторические фабричные здания, где старые окна и световые люки можно заменить полупрозрачными панелями. Заполнение стенок полости гранулятом аэрогеля представляется нецелесообразным из-за возможного высвобождения мелких частиц аэрогеля и гидрофобизации окружающих структур. Из-за этого эффекта, несмотря на то, что материал соответствует историческим требованиям, частицы аэрогеля практически не используются в качестве изоляции для существующих полых стен.

Кроме того, различные типы продуктов были организованы в соответствии с положением применения на ограждающих конструкциях существующих исторических зданий. Для стен по периметру подходящим продуктом являются маты, доски и штукатурка, где отделочный слой существующего фасада не защищен целиком и внешне. Необходимо учитывать, что наружные аэрогелевые плиты толщиной более 10 мм изготавливаются путем склеивания слоев толщиной 10 мм. Следовательно, они нуждаются в анкеровке с помощью пластиковых дюбелей, которые не создают прочных тепловых мостов.

В полах в большинстве случаев можно использовать одеяла и доски, если места для обычных материалов недостаточно. Для крыш необходимо оценить влияние фиксации и потенциальное изменение внешнего вида одеял и досок. Двери и проемы можно отремонтировать с помощью пледов, а для окон полупрозрачные панели могут обеспечить хорошее сочетание теплозащиты и освещения.

Одеяла и доски часто являются подходящими материалами для архитектурных деталей, если они совместимы с требованиями защиты фасада.

Существует несколько основных проблем, связанных с использованием аэрогеля в исторических зданиях. Во-первых, в настоящее время все еще довольно высокая стоимость аэрогеля — примерно в 10–15 раз выше по сравнению с обычными материалами, рассматриваемыми при том же

коэффициенте теплопередачи, — может полностью предотвратить использование аэрогеля. Высокая стоимость в основном является результатом дорогого производственного процесса и дорогого сырья, но есть разные подходы, направленные на ее снижение в ближайшем будущем:

- улучшение метода синтеза;
- принципы наследия должны позволять использование материала в рассматриваемом строительном элементе, т.е. для одеял должна быть возможна фиксация дюбелями. Однако это проблема, с которой сталкивается любая модернизация, независимо от материала;
- по сравнению с обычными изоляционными материалами тепловые мостики становятся более важными, поскольку толщина изоляции меньше[2].

Следовательно, тепловые мосты, такие как оконные откосы или проходы через изоляционный слой, должны рассматриваться более тщательно, как с точки зрения потерь тепла, так и с точки зрения потенциального повреждения конструкции здания.

С другой стороны, аэрогелевые материалы открывают большие возможности по сравнению с обычными строительными материалами, особенно для исторических зданий. Во-первых, аэрогелевые материалы представляют собой высокоэффективные изоляционные материалы. Следовательно, они могут обеспечить гораздо более тонкие решения, чем обычные материалы, что часто необходимо для того, чтобы сделать энергетическую модернизацию вообще возможной. Во-вторых, они поставляются в различных типах продуктов, которые охватывают широкий спектр типов применения и обладают благоприятными рабочими свойствами. т.е. плиты можно резать обычными инструментами, штукатурку можно наносить с помощью распылителей и т.д. В-третьих, аэрогели очень удобны с точки зрения строительной физики, поскольку они открыты для диффузии водяного пара, гидрофобны и могут достигать хороших показателей огнестойкости. В-четвертых, риски, связанные с использованием нового типа

продукта из-за отсутствия доступных знаний, в значительной степени устранены за счет достаточного количества примеров построения[1].

Таким образом, хотя аэрогелевые материалы по-прежнему дороги, а тепловые мосты более важны по сравнению с обычными материалами, они часто являются единственным материалом, который позволяет найти разумный компромисс между консервацией и энергетической модернизацией. Как правило, очень тонкие слои изоляции, которые могут быть реализованы с соблюдением требований наследия, с использованием обычных материалов, часто не оказывают достаточно значительного влияния на энергетические характеристики и комфорт, чтобы в первую очередь оправдать модернизацию. У аэрогелевых материалов очень низкий коэффициент теплопроводности. Следовательно, хороший уровень комфорта и приемлемые энергетические характеристики могут быть достигнуты при использовании всего нескольких сантиметров материала.

Использованные источники:

1. M. Aksoezen, M. Daniel, U. Hassler, N. Kohler. Building age as an indicator for energy consumption. *Energy Build.*, 87 (2015), pp. 74-86.
2. R. Baetens, B.P. Jelle, A. Gustavsen. Aerogel insulation for building applications: a state-of-the-art review. *Energy Build.*, 43 (2011), pp. 761-769.
3. S. Zhao, M.S. Manic, F. Ruiz-Gonzalez, M.M. Koebel. Aerogels. in: *Sol-Gel Handb*, John Wiley & Sons, Ltd (2015), pp. 519-574.