

Данила Валерьевич Иванов, Магистрант,
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Danila Valerievich Ivanov,
FGBOU VO "KSEU", Kazan, Russia

Научный руководитель:
Танеева Алина Вячеславовна, канд. хим. наук,
доцент кафедры энергообеспечение предприятий,
строительство зданий и сооружений
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

СРАВНЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВНУТРЕННИХ ПЕРЕГОРОДОК ЗДАНИЙ С ЦЕЛЮ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Аннотация: В статье проведен сравнительный анализ теплоизоляционных материалов для внутренних перегородок производственного здания. Произведен сравнительный расчет тепловых потерь через внутренние перегородки до и после применения теплоизоляционного материала.

Ключевые слова: тепловая изоляция, тепловые потери, пенополиуретан, пенополистирол, минеральная вата, энергосбережение.

В современном мире актуальность использования теплоизоляционных материалов не оставляет сомнения. Теплоизоляция является одним из важнейших аспектов при строительстве и ремонте зданий. Она позволяет сохранять тепло внутри помещений, что в свою очередь снижает затраты на отопление и повышает комфортность проживания. Современные утеплители должны обладать надежностью, долговечностью при эксплуатации, невысокой стоимостью, а также быть энергоэффективными [1-3].

В результате замены изношенной старой теплоизоляции с низким коэффициентом сопротивления на новую с более высокими показателями теплозащиты происходит снижение теплопотерь за счет нагрева инфильтрационного воздуха, и соответственно энергосбережение. Утепление внутренних перегородок производят при разнице температур в помещениях, разделяемых перегородками, от 4 °С и более, в результате чего возможно избежать самопроизвольных теплоперетоков из помещений с комфортными условиями в помещения с менее комфортными [4]. Важно учитывать перепад температур в помещениях, так как это может сильно повлиять на энергетический и экономический показатели от утепления перегородок, а также площадь перегородок и сопротивление теплопередаче ограждений более холодного помещения. [5]

Использование теплоизоляционных материалов при утеплении внутренних перегородок зданий является необходимым для обеспечения комфортных условий проживания и снижения затрат на отопление. В качестве заполнения перегородок применяются различные виды теплоизоляционных материалов, таких как пенопласт, пенополистирол, пенополиуретан, минеральную вату, отражатель (изолон), кокосовые и пробковые пластины.

При выборе утеплителя необходимо знать его характеристики. Для этого рассмотрели показатели некоторых наиболее широко используемых изоляционных материалов.



Пенополистирол широко используется в качестве утеплителя, имеет небольшую массу, высокую влагостойкость, высокий показатель теплового сопротивления, он экологичен и долговечен. Однако у него низкий показатель прочности при физических нагрузках [6-8].

Минеральная вата широко используется в строительстве. Она имеет вариативность в своем составе и различается: по исходному сырью, из которого производится, по форме выпуска, плотности и другим параметрам. Минеральная вата имеет низкую теплопроводность за счет волокнистости и невысокой плотности [9].

Минеральная вата бывает нескольких видов, таких как стекловата, базальтовая вата, каменная вата, шлаковая вата. Наиболее часто используется стекловата, в состав, который входят песок, бур, сода и известняк [10]. К её преимуществам можно отнести нетоксичность, хороший показатель теплопроводности, устойчивость к воздействию агрессивной среды, огнестойкость, отличные звукоизоляционные средства, а к недостаткам – ломкость волокон в структуре, а также низкую термоустойчивость. При воздействии на нее температуры более 450 °С она теряет свои эксплуатационные свойства.

Базальтовая вата используется не так часто. Она обладает замечательными тепло- и звукоизолирующими свойствами, термоустойчива, нетоксична, однако характеризуется высокой стоимостью. Поэтому её как правило используют для теплоизоляции подверженных воздействию постоянно нагреваемых объектов (печи, камины, трубопроводы) температуры от +450 до +800 °С, также на объектах, где повышенные требования к пожарной безопасности [10-11].

Отражатель (изолон) на основе фольги и резиновой основы не так распространен. Обладает оптимальными теплоотражающими и шумопоглощающими свойствами, не впитывает влагу, долговечен, не токсичен, устойчив к температурным перепадам, эластичен за счет прорезиненного основания.

Экспериментальная часть

В таблице приведены характеристики некоторых теплоизоляционных материалов.

Таблица

Сравнительный анализ теплоизоляционных материалов

Характеристика	Пенополиуретан (ППУ)	Пенополистирол (ППС)	Минеральная вата
Плотность, кг/м ³	35 -160	15 -45	15 -150
Коэффициент теплопроводности Вт/м·С	0,02 -0,025	0,035	0,04 – 0,045
Толщина, мм	50	80	120
Горючесть (группа горючести)	Г1, Г2, Г3	Г4 (не горит, но плавится)	Г1-НГ (не горюч)
Механические свойства	высокие	ломкий	низкие
Срок эксплуатации, лет	30	15	3 -8
Экологичность	безопасный	безопасный	фенол, формальдегид
Влагостойкость	высокая	высокая	низкая
Водопоглощение, %	1,0	0,5	10-15

Поскольку пенополистирол считается наиболее часто используемым утеплителем для перегородок и недорогим по сравнению с пенополиуретаном, то мы использовали утепление перегородок производственного помещения для энергосбережения именно пенополистиролом.



Были определены тепловые потери через внутренние перегородки до и после внедрения теплоизоляционного материала пенополистирола.

Средняя за отопительный период тепловая мощность, передаваемая через внутренние перегородки [12]:

$$Q = \frac{1}{R} \cdot F \cdot (t_{в} - t_{нар}^{cp}), \quad (1)$$

где R – термическое сопротивление, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$;

F – площадь утепляемых внутренних перегородок, m^2 ;

$t_{в}$ – внутренняя расчетная температура воздуха, $^\circ C$;

$t_{нар}^{cp}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период.

Термическое сопротивление внутренней перегородки R ($m^2 \cdot ^\circ C / Вт$) определяли по формуле:

$$R = \frac{1}{\alpha_{в}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{н}}, \quad (2)$$

где $\alpha_{в}$ – коэффициент теплоотдачи от внутреннего воздуха перегородке $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$;

δ – толщина теплоизоляционного слоя, m ;

λ – коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя $Вт / (m \cdot ^\circ C)$;

$\alpha_{н}$ – коэффициент теплоотдачи от перегородки к наружному воздуху $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$.

Среднюю за отопительный период тепловую мощность, передаваемую через внутреннее ограждение, определяли как до, так и после утепления перегородок производственного помещения.

Экономия тепла (Гкал) за отопительный период рассчитывали, как разницу между тепловой мощностью, передаваемой через внутреннее ограждение до утепления и после утепления стен:

$$\Delta Q = (Q_1 - Q_2) \cdot n \cdot C, \quad (3)$$

где n – длительность отопительного периода, ч;

C – коэффициент перевода кВт·ч в Гкал, равный $0,86 \cdot 10^{-3}$.

Годовую экономию (тыс.руб) в денежном выражении определяли:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta Q \cdot T_3, \quad (4)$$

где T_3 – тариф на тепловую энергию, руб/Гкал [9].

В производственном корпусе 4 помещения, в которых поддерживается одинаковая температура $t = 21^\circ C$, выходят одной из стен в производственный зал, в котором температура составляет $15^\circ C$. Площадь перегородок между помещениями и производственным корпусом составляет $123,8 m^2$.

Стены состоят из глиняного кирпича однослойного на цементно-песчаном растворе (коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,7 Вт / (m \cdot ^\circ C)$, толщина $\delta = 65$ мм) и гипсокартона с обеих сторон (коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,15 Вт / (m \cdot ^\circ C)$, толщина $\delta = 10$ мм).

Утепление стен проводили с обеих сторон пенополистиролом $\lambda = 0,052 Вт / (m \cdot ^\circ C)$ и толщиной $\delta = 10$ мм. После утепления перегородок рассчитывали годовую экономию тепловой энергии.

Термическое сопротивление стены до утепления R_1 и после утепления R_2 составило $0,48 m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ и $0,86 m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ соответственно.

Средняя тепловая мощность за отопительный период, передаваемая через внутреннюю перегородку, до утепления составила $6,91 кВт$., а после утепления – $3,86 кВт$. Экономия тепла за отопительный период составила $13,91$ Гкал. Годовая экономия в денежном выражении составила $30395,6$ руб.

Заключение

Таким образом, использование теплоизоляционных материалов при утеплении внутренних перегородок является важным фактором для снижения теплопотерь и повышения



энергоэффективности зданий. При этом необходимо учитывать характеристики различных видов утеплителей и выбирать наиболее подходящий в каждом конкретном случае. Однако исходя из характеристик, достоинств и недостатков вышеперечисленных теплоизоляционных материалов, можно сделать вывод, что теплоизоляционный материал пенополистирол в одинаковых условиях более предпочтителен. Показано, что экономия тепла за отопительный период после внедрения теплоизоляционного материала пенополистирол составила 13,91 Гкал и соответственно 30395,6 рублей в денежном выражении.

Список литературы:

1. Использование современных видов изоляции трубопроводов для повышения энергетической эффективности инженерных систем / И. И. Низамов, Р. Р. Самигуллин, А. Р. Самигуллина, Г. М. Ахмерова // Тенденции развития науки и образования. – 2018. – № 44-6. – С. 54-55.
2. Тактамышева, Р. Р. К вопросу о переработке строительных отходов / Р. Р. Тактамышева // Технологический суверенитет и цифровая трансформация: Международная научно-техническая конференция, Казань, 05 апреля 2023 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 195-198.
3. Зацаринная Ю.Н., Староверова Н.А., Келеш Ф.Г., Рахмаев Р.Н., Чечков А.В., Десятникова Ю.С. Энергосбережение – актуальное направление экологической политики // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т.18. №12. С.182-184.
4. Федюк Р.С. Долговечность различных марок строительного пенополистирола // Вестник Кузбасского государственного технического университета 2013. Т.99. №. 5. С. 143-148.
5. Ананьев А.А. Долговечность и теплоизоляционные качества ограждающих конструкций, утепленных пенополистиролом // Сборник докладов VII Научно-практической конференции НИИСФ. – М.: НИ-ИСФ, 2002
6. Эл. ресурс <https://mrgipsokarton.ru/steny/uteplitel>
7. Татаринцева О.С., Углова Т.К., Самойленко В.В., and Фирсов В.В.. Влияние термообработки на кристаллизацию волокон и свойства базальтовой ваты // Ползуновский вестник. 2011. №. 4-1. С. 160-164.
8. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*. – Введ. 2013-01-01. – М.: Минрегион России, 2012. – 109 с.
9. Теплоизоляционные материалы и конструкции: учебник / Ю. Л. Бобров, Е. Г. Овчаренко, Б. М. Шойхет, Е. Ю. Петухова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Инфра-М, 2018. – 266 с.
10. Дядин А.А. Методы устранения тепловых потерь в жилых зданиях // Развитие науки и образования: новые подходы и актуальные исследования: сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции, Анапа, 23 июня 2020 года. Анапа: ООО «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2020. С. 79-82.
11. Макачук Г.В., Саркисов С.В., Мележик А.О. К вопросу о выборе современных теплоизоляционных материалов // Актуальные проблемы военно-научных исследований: Сборник научных трудов / Под ред. В.Б. Коновалова. СПб.: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2019. С. 336-343.
12. Методология оценки свойств теплоизоляционных изделий / А. Д. Жуков, Е. Ю. Боброва, И. В. Бессонов, И. Б. Зеленчиков // Строительные материалы. 2016. № 6. С. 25-27.

