

Теплотехнический расчёт наружной стены производственного помещения с повышенной влажностью для города Биробиджан

Духнов Константин Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Цель исследования определить минимальное необходимое количество утеплителя для соответствия наружной стены производственного помещения требованиям СП. В статье производится теплотехнический расчёт наружной стены производственного помещения с повышенной влажностью для города Биробиджан. После обоснования выбора конкретного утеплителя произведён расчёт необходимой толщины утеплителя.

Ключевые слова: утеплитель, теплотехнический расчёт, экструдированный пенополистирол, утепление наружных стен производственных помещений, влажность, Биробиджан.

Thermal calculation of the external wall of an industrial facility with high humidity for the city of Birobidzhan

Dukhnov Konstantin Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamurskiy State University

Student

Abstract

The purpose of this study is to determine the minimum amount of insulation required to ensure that the exterior wall of an industrial building complies with SP requirements. This article provides a thermal calculation for the exterior wall of an industrial building with high humidity in the city of Birobidzhan. After justifying the choice of a specific insulation material, the required thickness of the insulation material was calculated.

Keywords: Insulation, thermal engineering calculations, extruded polystyrene foam, insulation of external walls of industrial premises, humidity, Birobidzhan.

Введение

Для обеспечения комфортного микроклимата в помещениях и снижения затрат на обогрев критически важно минимизировать теплопотери. Выбор подходящего теплоизоляционного материала представляет собой непростую задачу, поскольку необходимо учитывать разнообразные параметры - от климатических условий и уровня влажности до назначения объекта. Современный рынок предлагает множество видов утеплителей, каждый из

которых обладает своими преимуществами и недостатками, что требует тщательного и комплексного анализа перед их внедрением в проект.

Оптимальный подбор материалов для теплоизоляции играет решающую роль не только в создании уютной атмосферы внутри зданий, но и в существенном сокращении расхода энергии. В современных строительных проектах именно экономия энергоресурсов выходит на передний план, а грамотное утепление помещений становится основой для достижения этой цели.

Обзор исследований

В статье М.А. Дериной рассматриваются различные вопросы, связанные с подбором материалов для утепления вентилируемого навесного фасада [4]. Д.А. Бабухин и В.В. Полякова анализируют вопросы выбора утеплителя для внутреннего утепления жилых многоквартирных домов [5]. А.М. Нестерова и И.Б. Иванова описывают методику выбора утеплителя применительно к частному строительству [1], в то время как работа А.В. Угляницы и М.Р. Марковой посвящена анализу и обоснованию выбора утеплителя для наружных стен [2]. С.А. Титова уделяет внимание технологическим аспектам выбора эффективных утеплителей [3].

Цель исследования: выбрать утеплитель и рассчитать его толщину для наружной ограждающей конструкции.

Выбор утеплителя для расчёта

Утепление наружных стен производственных помещений с повышенной влажностью требует особого подхода, поскольку обычные материалы могут быстро терять свои теплоизоляционные свойства под воздействием влаги. Вспененный пенополистирол (ВППС) выделяется среди утеплителей благодаря низкой влагопоглощаемости, высокой прочности и долговечности. Эти характеристики делают пенополистирол оптимальным решением для зданий с повышенной влажностью, в том числе пищевых производств, складов с жидкими веществами и других объектов промышленного назначения. Кроме того, ППС обладает отличной пароизоляцией, предотвращая конденсацию влаги внутри конструкции и уменьшая риск развития плесени и коррозии.

Вспененный пенополистирол (ВППС) представляет собой легкий, пористый материал с закрытой ячеистой структурой, обеспечивающей высокие теплоизоляционные свойства и низкое водопоглощение. Благодаря своей структуре, ВППС устойчив к воздействию влаги, что делает его пригодным для утепления наружных стен производственных помещений с повышенной влажностью. Материал обладает высокой механической прочностью и химической инертностью, не подвергается гниению и коррозии, что особенно важно в агрессивных условиях эксплуатации. ВППС сохраняет свои теплоизоляционные характеристики при длительном контакте с влажной средой, препятствуя проникновению конденсата внутрь конструкции. Однако для предотвращения образования мостиков холода и защиты от механических

повреждений рекомендуется применять защитные штукатурные или облицовочные слои. Важно учитывать паропроницаемость материалов системы утепления, чтобы избежать накопления влаги в стенах. Таким образом, вспененный пенополистирол является эффективным и долговечным решением для теплоизоляции наружных стен в условиях повышенной влажности, обеспечивая надежную защиту и энергосбережение производственных зданий.

Монтаж утеплителя из вспененного пенополистирола на наружные стены производственного помещения с повышенной влажностью требует особого подхода для обеспечения долговечности и сохранения теплоизоляционных свойств. Сначала поверхность стены тщательно очищают от пыли, загрязнений и следов масла, после чего выравнивают и при необходимости обрабатывают антисептическими средствами для предотвращения развития грибка и плесени. Затем наносят грунтовочный состав, повышающий адгезию утеплителя к основанию. Листы пенополистирола крепят механическим способом с помощью тарельчатых дюбелей, соблюдая плотное прилегание без зазоров и перекосов. Для дополнительной защиты от влаги и ветрового воздействия используют паро- и гидроизоляционные мембраны, которые устанавливают поверх утеплителя. Особое внимание уделяют швам между плитами: их проклеивают специализированной лентой или герметиком, чтобы избежать проникновения влаги внутрь теплоизоляционного слоя. Завершающим этапом является монтаж декоративной или защитной отделки, которая придаст фасаду эстетичный вид и обеспечит дополнительную защиту от внешних факторов. Такой подход позволяет надежно утеплить стены, снизить теплопотери и защитить конструкцию от разрушительного воздействия влаги. (рис. 1)



Рисунок 1 – Листы ВППС

Теплотехнический расчет наружной стены производственного помещения с повышенной влажностью

Исходные данные:

Район строительства: Биробиджан

Относительная влажность воздуха: $\phi_v=75\%$

Тип здания или помещения: Производственные

Вид ограждающей конструкции: Наружные стены

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания: $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$

Таблица 1. Состав перекрытия

№ п/п	Наименование	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м °C)
1	Экструдированный пенополистирол	0,1	30	0,031
1	Железобетон (ГОСТ 26633)	0,15	1300	2,04

Порядок расчета

Согласно таблице 1 СП 50.13330.2024 при температуре внутреннего воздуха здания $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $\phi_v=55\%$ влажностный режим помещения устанавливается, как влажный [7].

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче $Ro^{тр}$ исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче (п. 5.2) СП 50.13330.2024 согласно формуле [7]:

$$Ro^{mp}=a \cdot \Gamma COП + b$$

где a и b - коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3 СП 50.13330.2024 для соответствующих групп зданий [7].

Так для ограждающей конструкции вида- наружные стены и типа здания - производственные $a=0.00035$; $b=1.2$

Вычислим градусо-сутки отопительного периода $\Gamma COП$, $0\text{C} \cdot \text{сут}$ по формуле (5.2) СП 50.13330.2024 [7]

$$\Gamma COП=(t_{в}-t_{от})z_{от}$$

где $t_{в}$ -расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, $^{\circ}\text{C}$
 $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$

$t_{от}$ -средняя температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$ принимаемые по таблице 5.1 СП 50.13330.2024 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8°C для типа здания - производственные [7]

$$t_{об}=-9.8^{\circ}\text{C}$$

зот-продолжительность, сут, отопительного периода принимаемые по таблице 5.1 СП 50.13330.2024 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С для типа здания – производственные. [7]

$$z_{от}=207 \text{ сут.}$$

Тогда

$$ГСОП=(20-(-9.8))207=6168.6 \text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$$

По формуле в таблице 3 СП 50.13330.2024 определяем требуемое сопротивление теплопередачи $R_{отр}$ ($\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$) [7].

Тогда

$$R_{отр}=0.0003\cdot 6168.6+1.2=3.05 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Поскольку населенный пункт Биробиджан относится к зоне влажности - нормальной, при этом влажностный режим помещения - влажный, то в соответствии с таблицей 2 СП50.13330.2024 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации Б [7].

Схема конструкции наружной стены показана на рисунке 2 (рис. 2)

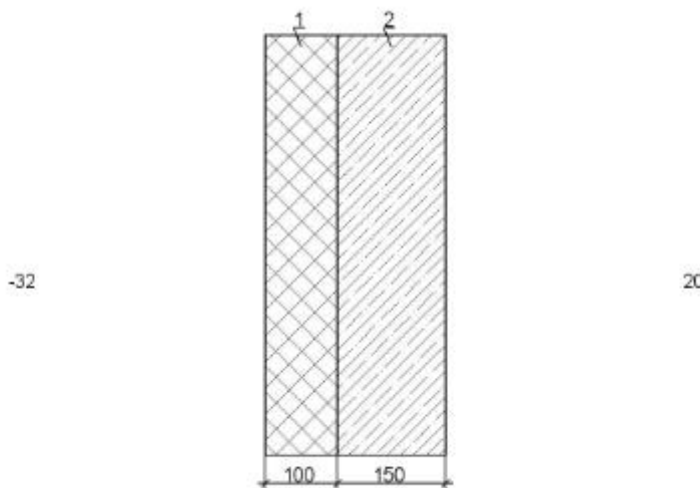


Рисунок 2 – Схема конструкции

1. Экструдированный пенополистирол Стиродур 2500С, толщина $\delta_1=0.1\text{м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б1}=0.031\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$
2. Железобетон (ГОСТ 26633), толщина $\delta_2=0.15\text{м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б2}=2.04\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$

Условное сопротивление теплопередаче $R_{0\text{усл}}$, ($\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$) определим по формуле Г.6 СП 50.13330.2024 [7]:

$$R_{0\text{усл}}=1/\alpha_{в}+\delta_{п}/\lambda_{п}+1/\alpha_{н}$$

где $\alpha_{в}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$, принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.2024 [7]

$$\alpha_{\text{в}}=8.7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$$

$\alpha_{\text{н}}$ - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности, ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по таблице 6 СП 50.13330.2024 [7]

$\alpha_{\text{н}}=23$ -согласно п.1 таблицы 6 СП 50.13330.2024 для наружных стен.
[7].

$$R_0=1/8.7+0.1/0.031+0.15/2.04+1/23$$

$$R_0=3.46\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче R_{0r} , ($\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$) определим по формуле Г.4 СП 50.13330.2024 [7]:

$$R_{0r}=R_0 \cdot r$$

r -коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений

$$r=0.92$$

Тогда

$$R_{0r}=3.46 \cdot 0.92=3.18\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$$

Величина приведённого сопротивления теплопередаче R_{0r} больше требуемого $R_{0\text{тр}}(3.18>3.05)$ следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

Вывод

Выбранный тип утеплителя и его толщина достаточны для соответствия наружной стены производственного помещения требованиям СП 50.13330.2024.

Библиографический список

1. Нестерова А.М., Иванова И.Б. Методика выбора утеплителя для малоэтажного жилищного строительства // Молодые ученые — ускорению научно-технического прогресса в XXI веке. 2016. С. 922–927. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26197773>
2. Угляница А.В., Маркова М.Р. Анализ и обоснование выбора утеплителя для наружных стен многоквартирных домов // Россия молодая. 2021. С. 112-117 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47823260>
3. Титова С.А. Технологические аспекты выбора эффективного утеплителя // Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции. 2013. С. 158–164. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25487650>
4. Дерина М.А. Выбор утеплителя для навесного фасада с вентилируемым воздушным зазором // Региональная архитектура и строительство. 2018. С. 133-136. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35166209>
5. Бабухин Д.А., Полякова В.В. К вопросу выбора утеплителя для внутреннего утепления в многоквартирных и жилых домах // IX Международный молодежный форум «Образование. Наука.

-
- Производство». 2017. С. 1077-1081.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37149330>
6. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий // Официальный интернет-проект: Документ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525>
7. СП 50.13330.2024. Тепловая защита зданий // Нова-Т-Ру. URL: <https://nav.tn.ru/cloud/iblock/bd3/bd34ae08e01127c276d7679a315ee294/SP-50.13330.2024-Teplovaya-zashchita-zdaniy.pdf>