

Мухамедьяров Нур Мансурович
студент 3 курса
архитектурно-строительный институт
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Россия, г. Уфа
e-mail: nur.0663@mail.ru

Научный руководитель: Анваров Аскар Рамилевич
архитектурно-строительный институт
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Россия, г. Уфа

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ВЫБОРЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ, ТОРГОВЫХ И СКЛАДСКИХ ЗДАНИЙ

Аннотация: Рассматриваются результаты анализа ограждающих конструкций стен малоэтажных нежилых сооружений по различным технико-экономическим показателям. Для исследования выбраны следующие конструкции стен: стены из трехслойных сэндвич-панелей с негорючим утеплителем, стены из монолитного железобетона с наружным утеплением, и стены из керамического блока без утеплителя. В результате сравнения показателей выявлены наиболее эффективные и рентабельные варианты конструкции стены для промышленных, торговых и складских нежилых зданий в условиях Ленинградской области.

Ключевые слова: промышленное сооружение, энергоэффективность, технико-экономическое сравнение, ограждающие конструкции стен, экономичность.

Mukhamedyarov Nur Mansurovich
3rd year student
Architectural and Construction Institute
Ufa State Petroleum Technical University
Russia, Ufa

Scientific adviser: Anvarov Askar Ramilevich
Architectural and Construction Institute
Ufa State Petroleum Technical University
Russia, Ufa

RESEARCH OF TECHNICAL AND ECONOMIC PARAMETERS WHEN CHOOSING THE TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION OF ENCLOSING STRUCTURES FOR INDUSTRIAL, COMMERCIAL AND WAREHOUSE BUILDINGS

Abstract: *The results of the analysis of the enclosing structures of the walls of low-rise non-residential buildings according to various technical and economic indicators are considered. The following wall designs were selected for the study: walls made of three-layer sandwich panels with non-combustible insulation, walls made of monolithic reinforced concrete with external insulation, and walls made of ceramic block without insulation. As a result of the comparison of indicators, the most effective and cost-effective wall design options for industrial, commercial and warehouse non-residential buildings in the Leningrad region were identified.*

Key words: industrial construction, energy efficiency, technical and economic comparison, wall enclosure structures, economy.

Строительство малоэтажных промышленных, торговых и складских объектов набирает все большую популярность [1, с. 2]. Наряду с увеличением количества данных зданий и сооружений, проявляется интерес к строительным материалам, конструкциям и технологиям возведения, применяемым при строительстве вышеуказанных объектов. Современный строительный рынок предлагает широкий спектр материалов, конструкций и технологий для строительства. При анализе предложений строительных компаний на рынке малоэтажного промышленного строительства были выявлены основные группы строительных материалов для возведения ограждающих конструкций – это монолитный железобетон, керамические блоки и трехслойные сэндвич-панели. Сразу отметим, что наиболее популярным материалов для строительства и изготовления конструкций стен для промышленных, торговых и складских зданий остается трехслойная сэндвич-панель [2, с. 9-20].

Целью данного исследования в магистерской диссертации является определение наиболее оптимального варианта устройства наружных стен, рассматриваемых в качестве ограждающих конструкций малоэтажного промышленного здания.

В качестве объекта исследования принято здание ремонтно-механических мастерских с помещениями производственного и административно-бытового

назначений с общими размерами в плане 57,0 x 12,0. В связи с технологическими требованиями, здание разделено на два блока: высокая часть – 7,2 м и низкая часть – 4,8 м. Поэтому для исследования принята только низкая часть блока в осях 1-7 размерами в плане 36,0 x 12,0. Объемно-планировочные решения рассматриваемого здания приняты в соответствии с заданием на проектирование, технологическими требованиями, габаритами размещаемого оборудования, рациональным размещением помещений, с учетом функциональной взаимосвязи основных, вспомогательных и помещений для размещения инженерного оборудования и требования нормативных документов, обеспечивающих их безопасную эксплуатацию. Высота зданий и сооружений приняты исходя из назначения помещений, предъявляемых к ним технологических требований.

Для сравнительной оценки выбраны три варианта наружных стен:

1. Стены из трехслойных сэндвич-панелей толщиной 150 мм с негорючим утеплителем из минеральной ваты базальтовых пород со стальными обшивками толщиной 0,6 мм, с коэффициентом теплопроводности 0,044 Вт/(м·°С). Конструктивная схема представлена на рисунке 1.

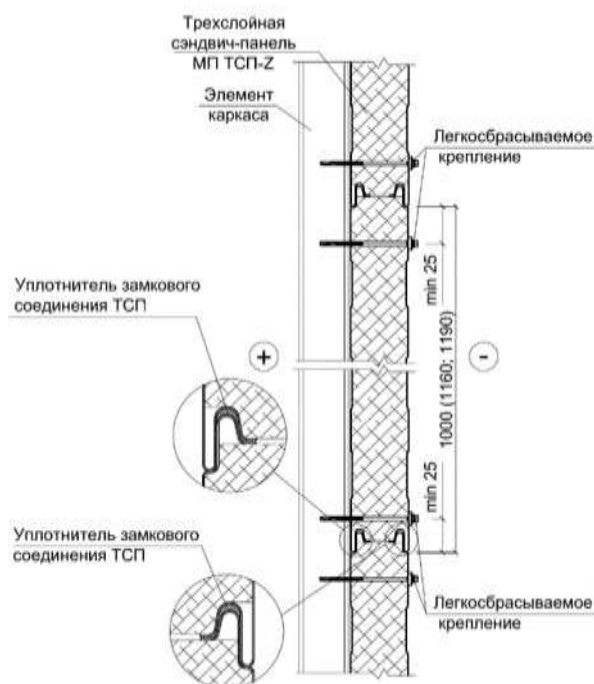


Рисунок 1. Стена из трехслойных сэндвич-панелей.

2. Стены из керамического блока Porotherm 38 Thermo размерами 250x380x219 мм (ШxГxВ) на цементно-песчаном растворе М50, F50 по морозостойкости с армированием в каждом ряду горизонтальными сетками С1. Наружная отделка предусмотрена в виде слоя цементно-песчаной штукатурки толщиной 15 мм. Конструктивная схема представлена на рисунке 2.

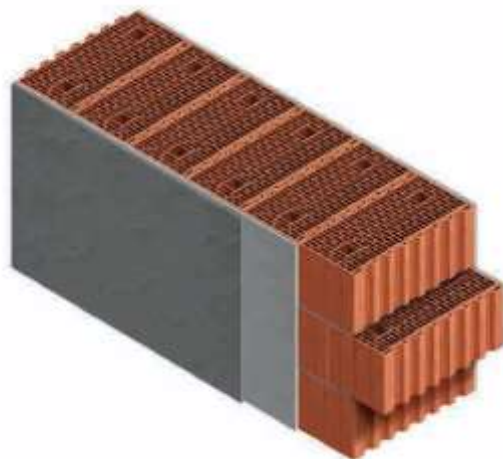


Рисунок 2. Стена из керамического блока Porotherm с наружной штукатуркой

3. Стены из монолитного железобетона толщиной 300 мм с наружным утеплением негорючими минераловатными плитами толщиной 100 мм с коэффициентом теплопроводности 0,048 Вт/(м·°С) и с обшивкой фасадными стальными панелями на стальном каркасе.



Рисунок 3. Стена из монолитного железобетона с наружным утеплением и облицовкой профлистом

Для каждого из рассмотренных вариантов конструкции стен были определены основные параметры технологических процессов: затраты труда рабочих, затраты времени машин и механизмов, расчетная продолжительность выполнения работ, часовая выработка и трудоемкость монтажа приведенной единицы измерения работ. Расчеты произведены на основании данных единых норм и расценок (ЕНиР) и на основании данных государственных элементных сметных норм (ГЭСН). В качестве рассматриваемого объема работ принята низкая часть блока вышеуказанного здания ремонтно-механических мастерских. Расчет продолжительности производства работ произведен с учетом состава звена в соответствии с данными ЕНиР и при работе в одну смену длительностью 10 рабочих часов. Результаты сравнения технологических показателей представлены в таблице 1.

Также для каждого из рассмотренных вариантов конструкции стен выполнен теплотехнический расчет ограждающих конструкций по методике СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий в соответствии с СП 131.13330.2020 Строительная климатология. На основе СП 131.13330.2020 приняты расчетные параметры наружного воздуха в Ленинградской области:

- зимняя температура для расчета отопления и вентиляции – минус 26 °С;
- средняя температура отопительного периода – минус 1,7 °С;
- продолжительность отопительного периода – 219 сут.;
- условия эксплуатации ограждающих конструкций – "Б";
- расчетная температура внутреннего воздуха здания – плюс 16 °С.

Согласно расчету значение градусо-суток района строительства для здания составило 3877 °С·сут/год, соответственно, требуемое значение сопротивления теплопередаче $R_{\text{стена}}^{\text{тр}} = 1,78 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$. Далее для каждого варианта стен определено расчетное сопротивление теплопередаче $R_n^{\text{факт}}$. Показателем соответствия строительным нормам по теплотехническим характеристикам является выполнение условия $R_n^{\text{факт}} \geq R_{\text{стена}}^{\text{тр}}$. При подборе толщин слоев

конструкций всех трех вариантов стен это условие соблюдено. Результаты теплотехнического расчета представлены в таблице 1.

Как видно из результатов сравнения технологических показателей возведения стен, наиболее трудоемкими в исполнении являются стены из монолитного железобетона. Стены из крупноформатных блоков Porotherm и трехслойных сэндвич-панелей имеют сопоставимые показатели по трудоемкости и продолжительности производства работ. Стены, выполняемые из трехслойных сэндвич-панелей, характеризуются наименьшей стоимостью самих материалов, которые не требуют дополнительных материалов для их монтажа, что можно аргументировать продуманной технологией и высоким качеством исходных строительных материалов. Исходя из сравнения часовой выработки на 1 м² наиболее производительными являются стены из трехслойных сэндвич-панелей.

Для сравнения экономических показателей рассматриваемых вариантов наружных стен в работе был выполнен расчет рыночной стоимости строительно-монтажных работ по возведению наружных ограждающих конструкций исследуемого сооружения (низкая часть). При расчете стоимости учитывались только возведение наружной стены без учета других видов работ.

Прямые расходы рассчитывались путем мониторинга предложений работодателей оплаты труда рабочих-строителей и механизаторов по каждому виду строительно-монтажных работ в открытых источниках сети интернет. Накладные расходы в расчете не учитывались. Результаты сравнения экономических показателей рассматриваемых вариантов наружных стен и расчетов сметной стоимости строительства здания приведены в таблице 1.

Как видно из результатов сравнения, по экономическим показателям наиболее затратной является железобетонная конструкция стены с наружным утеплением и облицовкой профлистом. На втором месте по стоимости – конструкция стены с использованием крупноформатных блоков Porotherm. Наиболее эффективными с точки зрения стоимостных показателей признана конструкция с применением трехслойных сэндвич-панелей.

Таблица 1. Сравнение расчетных (технических, конструктивных), технологических и экономических показателей вариантов наружных стен.

Расчетные показатели конструкций	Варианты конструкций стен		
	Трехслойные сэндвич-панели	Керамические блоки	Монолитный железобетон
Технические, конструктивные показатели			
Толщина стен, м	0,15	0,395	0,31
Сопrotивление теплопередаче, м ² °C/Вт	3,56	2,81	2,38
Вес 1 м ² , кг	25,61	243,1	755
Технологические показатели			
Рассматриваемый объем работ, м ³ , м ²	57,9/385,9	152,4/385,9	119,6/385,9
Общая трудоемкость работ, чел./ч	717,77	948,75	1909,72
Затраты машинного времени, маш./ч	360	-	570
Расчетная продолжительность работ, ч/см	179,44/18	181/19	662,9/67
Часовая выработка, м ³ /ч, м ² /ч	3,09/0,046	1,18/0,049	5,54/0,17
Трудоемкость устройства 1 м ³ , 1 м ² конструкции, чел.ч	12,39/1,86	6,22/2,45	15,96/4,95
Экономические показатели			
Прямые затраты, руб.,	1 903 989,1	2 412 531,6	6 202 552,1
В том числе:			
- основная зарплата	223 999,9	231 166,6	2 702 333,2
- эксплуатация машин и механизмов	990 000	-	114 000
- материалы	689 989,2	2 181 365	3 386 218,9

Наиболее трудоемкой и дорогой в изготовлении из рассматриваемых вариантов является конструкция стены из монолитного железобетона с наружным утеплением и облицовкой профлистом. Конструкции стен из монолитного железобетона не могут рассматриваться как эффективные по технологическим и экономическим показателям при строительстве малоэтажных зданий. Данная технология будет, на наш взгляд, более рациональной при возведении зданий начиная с средней этажности (от 3 этажей).

В качестве наиболее эффективных конструкций стен при возведении малоэтажных сооружений могут рассматриваться конструкции с применением крупноформатных блоков Porotherm и трехслойных сэндвич-панелей, при этом материалы для обеих видов наружной стены производятся на территории Ленинградской области.

Крупноформатные блоки Porotherm 38 Thermo имеют отличные теплоизоляционные свойства, благодаря которым стеновой материал не требует

дополнительное утепления. Но толщина блоков уменьшает объем помещения, а вместе с ним и общую площадь.

Трехслойные сэндвич-панели обладают отличными тепло- и шумоизоляционными характеристиками, отвечают всем требованиям пожарной безопасности. Возможность осуществлять строительные мероприятия в течение всего года, благодаря высокой адаптированности стеновых сэндвич-панелей к любым климатическим условиям. Возможность изготовления по индивидуальным размерам и цветовому решению. Кроме того, по сравнению с монолитным железобетоном и крупноформатными блоками, трехслойная сэндвич-панель имеет высокую скорость монтажа, что не требует больших трудозатрат, имеет низкое влагопоглощение утеплителя и легкость конструкции (малый удельный вес). Эстетическая привлекательность здания и экономия отделочных материалов – как снаружи, так и изнутри не требует дополнительной отделки.

Список литературы

1. Про рынок. Анализ рынка нежилого строительства в России. II квартал 2023. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://cmpro.ru/rus/catalog/analitika/stroitelstvo/pro-rinok.-analiz-rinka-nezhilogo-stroitelstva-v-rossii.-ii-kvartal-2023.html>. (дата обращения: 06.11.2023 г.).

2. Анализ рынка стеновых материалов в России в 2018-2022 гг, прогноз на 2023-2027 гг. в условиях санкций. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://businessstat.ru/catalog/id78433/>. (дата обращения: 06.11.2023 г.).

3. СП 56.13330.2021 Производственные здания. М.: Издательство стандартов, 2021. 57 с.

4. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. М.: Издательство стандартов, 2013. 52 с.

5. СП 131.13330.2020 Строительная климатология. М.: Издательство стандартов, 2021. 68 с.