



ООО «ПирроГрупп»

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ПИР-АГРО

с теплоизоляцией из плит PIRRO®
для утепления стен и крыш зданий

Аннотация

В жизненном цикле здания на стоимость строительства приходится пятая часть общих затрат, остальные расходы - это затраты на эксплуатацию. Очевидно, что уменьшение расходов на эксплуатацию становится ключевым условием в решении задач энергоэффективности.

Реализовать это условие в агропромышленном строительстве возможно через применение наружных ограждающих конструкций здания с инновационными теплоизоляционными материалами, внедрением эффективных систем обеспечения микроклимата и энергосбережения, повышением качества проектирования зданий.

Технико-экономическое обоснование ориентировано на собственников крупных фермерских хозяйств, специалистов в области агропромышленного строительства (службы Заказчика, генподрядные и подрядные организации), проектные организации, специализирующиеся на объектах сельскохозяйственного назначения, использующих современные и альтернативные технологии.

В технико-экономическом обосновании приведен сравнительный анализ двух вариантов конструктивного исполнения ограждающих конструкций: на сэндвич-панелях из минеральной ваты и с использованием плит PIR в системе утепления ПИР-Агро.

ТЭО позволяет оценить воздействие различных эксплуатационных факторов на теплоизоляцию и выявить экономическую эффективность одного из предлагаемых решений.

1. Объект исследования

В качестве объекта исследования рассматривается одноэтажное складское здание сельскохозяйственного назначения с размерами в плане 42х12м и высотой до низа несущих конструкций крыши – 3м, расположенное в г.Ногинск, Московская область.

Здание представляет собой однопролетный стальной каркас с шагом рам каркаса 6м, с кровельными и стеновыми прогонами по колоннам и трапециевидным фермам (см. рис.1),

В качестве ограждающих конструкций и теплоизоляционного слоя рассматриваются 2 варианта:

Вариант №1:

Конструктивные слои ограждающей конструкции:

-теплоизоляционный слой из пенополиизоциануратных плит на основе пенополиуретана – PIR-плита марки PiroMembrane (далее PIR-плита) с системными комплектующими.

-внешняя обшивка из профилированного листа (для кровли марки Н57-750, для стен – марки С20-1100).

Вариант №2:

сэндвич панель с утеплителем из минеральной ваты на основе горных пород и листами обшивки 0,5мм.

Сечение по конструкциям для вариантов представлено на рис.2, рис.3.

Общий вид здания

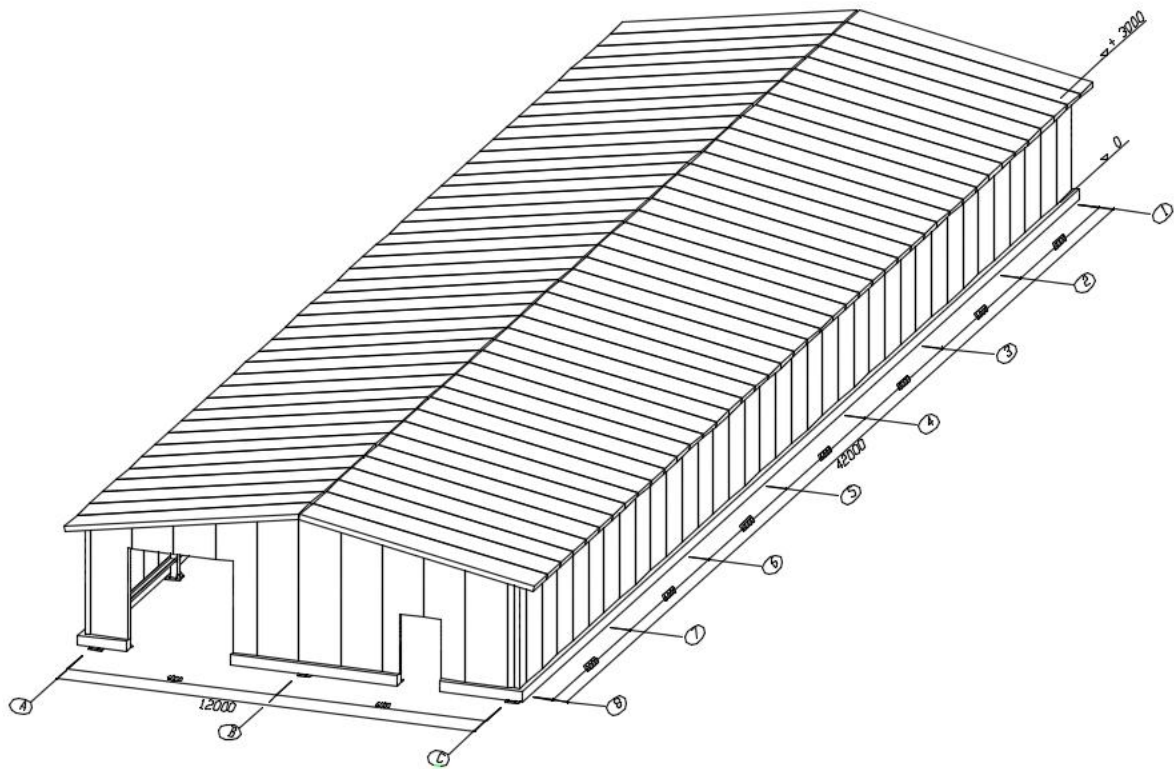


Рис. 1 Общий вид здания

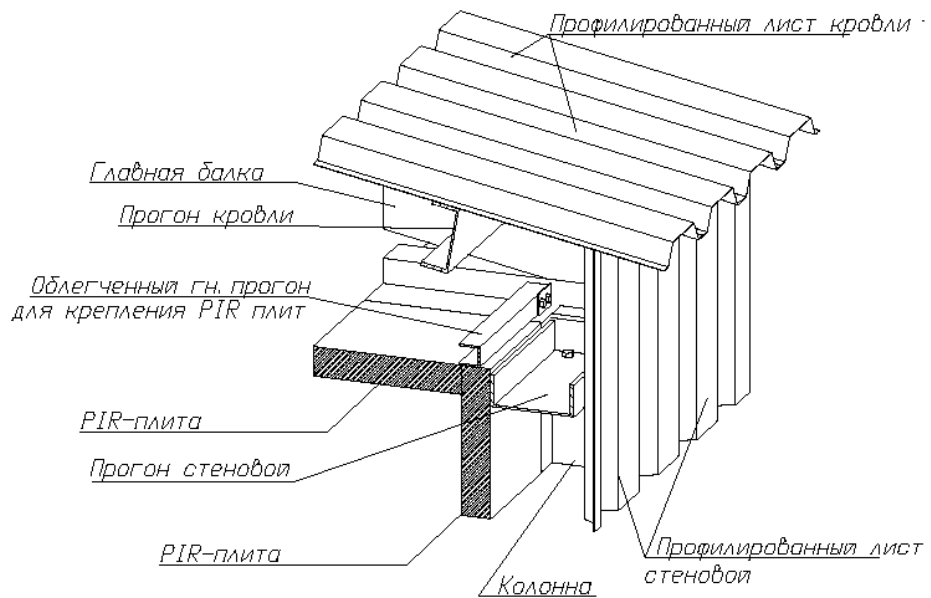


Рис. 2 Вариант ограждающих конструкций с применением PIR-плиты.

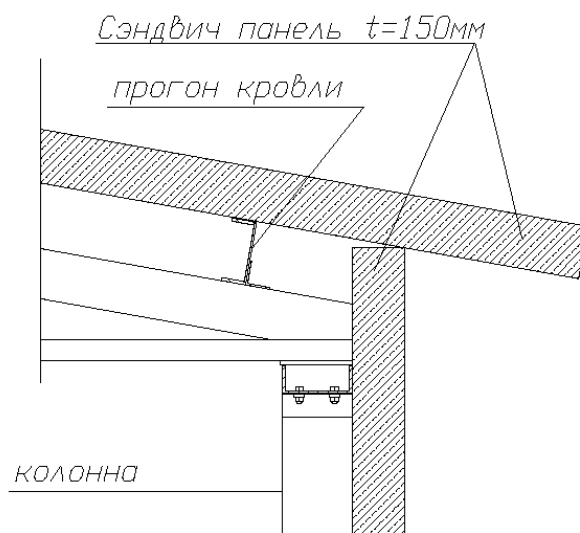


Рис. 3 Вариант ограждающих конструкций с применением сэндвич-панелей.

2. Определение толщины слоя теплоизоляции

Теплофизические и механические показатели вариантов утеплителя представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Вариант утеплителя	Характеристика материала в сухом состоянии		Расчетное массовое отношение влаги в материале, %, при условиях эксплуатации		Расчетные коэффициенты теплопроводности, Вт/м°C при условиях эксплуатации	
	Плотность, кг/м ³	Кэф-нт теплопроводности, Вт/м°C	А	Б	А	Б
А. PIR-плита PirroMembrane	31±2	0,021	1	2	0,022	0,023
Б. Базальтовая минвата	100-120	0,038	2	5	0,041	0,042

Используя расчетные климатические и теплоэнергетические параметры для г. Москвы согласно СП131.13330 «Строительная климатология», и по методике теплотехнического расчета согласно СП50.13330 «Тепловая защита зданий», получаем следующие толщины теплоизоляционных слоев сравниваемых материалов:

- толщина слоя минераловатного утеплителя в стеновой сэндвич-панели составит – **150** мм,
- толщина PIR плиты в системе ПИР-Агро составит - **80** мм.

3. Особенности работы утеплителя в ограждающей конструкции

3.1 Стеновые поверхности.

3.1.А. Сэндвич-панели.

Конструкция сэндвич-панелей такова, что даже при относительно герметичных стыковых соединениях панелей их торцы ничем не защищены от проникновения внутрь сэндвича водяного пара (традиционно стыки торцевых частей сэндвич-панелей только декорируются снаружи нащельниками из оцинкованной окрашенной стали). Высокая паропроницаемость задается структурой минеральной ваты. Волокна, скрепленные фенол-формальдегидной смолой, образуют мелкие воздушные поры, по которым попавший внутрь кровельного пирога водяной пар может перемещаться как в направлении толщины сэндвич-панели, так и по ее плоскости.

При снижении температур, например, зимой, водяной пар конденсирует, и, если зона конденсации находится близко к внешней поверхности, сконденсированная влага может замерзнуть. В результате термическое сопротивление сэндвич-панели существенно понижается, и затраты на отопление здания соответственно – возрастут.

3.1.Б. PIR-плиты.

При использовании PIR-плит влияние влаги на свойства утеплителя отсутствует. Структура PIR -плит представляет собой массив из закрытых ячеек – стенки одной ячейки являются одновременно и стенками соседней ячейки. Вкупе с диффузионно герметичными облицовками на основе фольги такая структура материала обеспечивает паронепроницаемость материала. А значит, и стабильность его теплотехнических характеристик.

3.2 Скатные поверхности

3.2.А. Сэндвич-панели.

Несмотря на наличие стальной облицовки, распределяющей нагрузку, сэндвич-панели с минватой также как и в стеновых поверхностях, подвержены влиянию водяного пара изнутри помещения (через стыковые соединения под воздействием снеговой нагрузки).

Стоит отметить, что при повреждении наружной обшивки панели внешняя вода получает доступ к среднему слою панели – влага напитывает слои минваты от места повреждения до низа панели. Такая сэндвич-панель теряет свои теплозащитные функции и подлежит замене, сопровождаемой значительными расходами.

3.2.Б. PIR-плиты в скатных поверхностях.

Кровельные PIR-плиты в системе ПИР-Агро не воспринимают внешнюю снеговую нагрузку, и находятся в благоприятных условиях работы, определяющих долговечность эксплуатации.

Согласно результатам исследований по изменению состояния изоляционных материалов из минеральной ваты в результате воздействия влаги (подготовлено Аахенским институтом строительных браков и прикладной строительной физики совместно с Научно-исследовательским институтом теплоизоляционных материалов FIW), можно сделать следующие выводы:

1. Минеральная вата как утеплитель способна накапливать влагу.
2. При воздействии влаги устойчивость минераловатной изоляции в условиях сжатия 10% значительно снижается (согласно проведенных испытаний, прочность образцов во влажном состоянии уменьшается на 25-50% от начальной в сухом состоянии).
3. В отличие от изоляционных пеноматериалов, структура которых терпит лишь незначительные изменения при гораздо более сильном воздействии влаги, изоляционные материалы из минеральной ваты намного более чувствительны к внешним условиям.
4. При сильном давлении на минеральную вату происходит разрушение ее волокон и связей между ними, что приводит к необратимому уплотнению волокнистой структуры. Ввиду этого данный материал может выдержать лишь ограниченное количество нагрузок.

4. Долговечность применяемых конструкций

Долговечность – это свойство материала сохранять в течение заданного периода времени свои расчетные характеристики.

Согласно исследования, проведенного немецким институтом FIW Munich в области исследований и испытаний тепловой изоляции по заказу ассоциации производителей полиуретана в Европе PU EUROPE, следует вывод о том, что долговечность пенополиуретановой изоляции составляет не менее 30 лет (PU Europe – Factsheet 16 «Durability of polyurethane insulation products»).

Эксперты в области эксплуатации зданий и сооружений сходятся во мнении о том, что срок службы сэндвич-панелей с минеральной ватой с этой изоляцией составляет до 15 лет.

5. Основные технические показатели здания

Вариант 1. Ограждающие конструкции по системе ПИР-Агро.

-Общая полезная площадь здания в границах внутренних стен S_p	– 485,8 м ²
-Отапливаемый объем внутреннего пространства	– 1457,3 м ³
-Площадь плит PIR 80мм для стен	– 321,6 м ²
-Площадь плит PIR 80мм для крыши	– 493,2 м ²

Вариант 2. Сэндвич-панели на минвате.

-Общая полезная площадь здания в границах внутренних стен S_p	– 514,9 м ²
-Отапливаемый объем внутреннего пространства	– 2002,0 м ³
-Площадь стеновых сэндвич-панелей 150мм	– 341,2 м ²
-Площадь кровельных сэндвич-панелей 150мм	– 589,1 м ²

6. Анализ стоимости вариантов ограждающих конструкций

Сравнение удельных стоимостных показателей к 1м.кв. полезной площади здания приведено в таблице 2.

Удельные стоимостные показатели определены по формуле:

$$C_u = C_t / S_p, \text{ где}$$

C_t – стоимость материала (стоимость работы по монтажу материала), руб.

S_p – полезная площадь, руб.

Табл.2 Сравнение удельных стоимостных показателей, приведенных к 1 м² полезной площади здания

№	Параметр	Здание по системе ПИР-Агро из PIR плит	Здание из сэндвич-панелей на минвате
1.	Стоимость сэндвич-панелей -стеновых -кровельных	-	932,3 1879,8
	Монтаж сэндвич-панелей: -стеновых -кровельных	-	322,4 644,3
2.	Стоимость PIR-плит	937,7	-
3.	Монтаж PIR-плит	439,3	-
4.	Стоимость профлистов -стенового -кровельного	213,4 285,1	- -
5.	Монтаж профлистов -стеновых -кровельных	266,8 304,5	- -
6.	Стоимость доборных элементов и стоимость их установки	582,3	305,4
7.	Средняя стоимость аренды подъемных механизмов, руб./м ²	18,7 Подъемник стеновой ПС-320	439,6 Кран автомобильный
8.	Стоимость доставки материала утеплителя, руб./м ² 35000руб/еврофура	72,1 1 еврофура, подходит любой вид транспорта	136,0 2 еврофуры, требуется длинномерный транспорт
Итого средняя стоимость 1 м ² площади здания, руб.		3119,9	4659,8

7. Сравнение основных показателей материалов для утепления

Информация по сравниваемым показателям сведена в таблицы 3,4

Табл.3 Сравнение основных показателей материалов

№	Параметр	PIR плита PirroUniversal, PirroMembrane	Минераловатные сэндвич-панели
1.	Прочность на сжатие при 10% деформации, кПа	120	55-65
2.	Температурный диапазон эксплуатации, °С	-70...+120	-50...+60
3.	Среда для развития бактерий	Отсутствует. Структура PIR – закрытые (герметичные к влаге) ячейки	Благоприятная. Структура минваты открытые воздушные поры
4.	Группа горючести	Г1	НГ

Табл.4 Сравнение прочих параметров

№	Параметр	Здание по системе ПИР-Агро из PIR плит	Здание из сэндвич-панелей на минвате
1.	Складирование и хранение материала	Не требует особых условий	Хранение в сухом месте
2.	Экологичность	Нет выделений Имеются сертификаты и проведенные испытания	Выделяет вредные формальдегидные и фенольные смолы
3.	Плотность PIR/минваты, кг/м ³	31	150
4.	Вес 1 м ² PIR-плиты/ сэндвич-панели, кг	11,7	27,7
5.	Технологичность	Имеется возможность обрабатывать (резать с помощью ножа) материал по месту его монтажа, без применения специальных инструментов. Обработка не занимает много времени.	Требуются специальный инструмент (болгарка или др.) для подрезки материала. Обработка занимает много времени
6.	Ремонтопригодность	Высокая, затраты минимальные	Низкая, затраты высокие
7.	Влияние погоды на монтажные работы	Материал не боится влаги. Монтаж не привязан к погодным условиям и ведется изнутри	Монтаж ведется с учетом погодных условий. Необходима защита от воды.
8.	Материалоемкость кг /1 м ²	50,3	72,2

8. Конструктивные преимущества системы утепления ПИР-Агро

1. Доставка всех элементов системы не требует специального транспорта.
2. Перемещение теплового контура здания внутрь стального каркаса позволяет уменьшить внутренний отапливаемый объем.
3. Низкий вес PIR-плит и отсутствие необходимости в использовании большегрузной техники для монтажа делают работу более удобной и прогнозируемой, не зависящей от внешних обстоятельств.
4. Сокращение сроков производства работ за счет быстрого этапа монтажа наружной оболочки здания (из профлиста) и последующего утепления по системе ПИР-Агро при плохих погодных условиях.

9. Заключение

Произведено технико-экономическое обоснование выбора конструктивного решения по устройству ограждающих конструкций с применением системы утепления ПИР-Агро для зданий сельскохозяйственного назначения.

На основе технико-экономического обоснования можно сделать следующие выводы:

1. Применение системы утепления ПИР-Агро в составе ограждающих конструкций стен и покрытия является наиболее экономически выгодным решением.
2. Система утепления зданий сельскохозяйственного назначения ПИР-Агро незаменима при строительстве зданий в малонаселенных районах, удаленных от промышленных мест производства сэндвич-панелей.
3. Система позволяет сокращать затраты на отопление за счет уменьшения обогреваемого объема здания.
4. Система позволяет создавать ровные плоские внутренние поверхности стен и потолка, уменьшая количество мест, накапливающих пыль и грязь и затрудняющих санитарную обработку поверхностей, способствует правильной схеме движения конвекционных потоков воздуха внутри помещения.
5. Система ПИР-Агро позволяет сократить не только первоначальные затраты Заказчика на строительство, но и приведенные капитальные затраты (т.е. затраты на метр квадратный конструкции к году эксплуатации).