

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ЛИРА САПР

А. Е. КОНДРАШКОВА

*Научный руководитель – Ю. В. Шафиева (канд. физ.-мат. наук, доцент)
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Одним из традиционных путей уменьшения потребления тепловой энергии является снижение теплопотерь здания. Анализ данных из различных заключений экспертных групп свидетельствует о том, что среди потерь теплоты зданиями определяющую роль играют инфильтрация, а также потери через ограждающие конструкции. Решению этой проблемы способствует непрерывный процесс совершенствования средств и методов строительства, благодаря которому на мировом рынке появляются современные высокоэффективные материалы и изделия [1]. Более того, в условиях рыночной экономики производители ограждающих конструкций, будучи заинтересованными в результатах своей деятельности, непрерывно работают над повышением показателей качества выпускаемой продукции, определяющих их конкурентоспособность [2].

Эффективное применение в строительстве легких ограждающих конструкций привело, в частности, к расширению объектов строительства из трехслойных конструкций с малопрочным материалом заполнителя – панелей типа «сэндвич». Они востребованы при строительстве промышленных предприятий и объектов производственного назначения, складских комплексов и логистических центров, объектов торговой недвижимости, выставочных комплексов, общественных и спортивных сооружений, объектов энергетики, автомоек, автосервисов, гаражей, котельных и тепловых узлов, объектов энергетики.

Распространенное конструктивное решение таких панелей представляет собой пакет из двух листов металлической обшивки (для обеспечения необходимой коррозионной устойчивости в большинстве случаев применяются оцинкованные листы) и срединного слоя заполнителя – современного изоляционного материала, в том числе пенополиизоцианурата и минераловатных плиты. Востребованность этого весьма важного класса слоистых элементов конструкций обусловлена не только их энергоэффективностью, но и способностью одновременного удовлетворения ряду противоречивых требований: высоких механических характеристик и теплоэффективности при минимальных весовых показателях.

Основным фактором, определяющим перспективные позиции сэндвич-панелей среди современных материалов для ограждающих конструкций, является их высокая теплоизоляционная характеристика [3]. Это обусловлено конструктивным решением трехслойного пакета, потому что основу панели составляет теплоизолирующий сердечник. Таким образом, если для большинства видов сэндвич-панелей термоизоляция является важнейшей функцией, то сравнительный анализ результатов теплотехнического расчета стеновой сэндвич-панели с различными видами теплоизолирующего сердечника позволит определить степень влияния материала заполнителя на работу конструкции в условиях температурных воздействий. Для решения поставленной задачи был использован многофункциональный программный комплекс – ПК ЛИРА САПР.

Система «Теплопроводность» позволяет выполнить расчет температурного поля для задач стационарной теплопроводности (теплопередачи) и задачи нестационарного теплообмена с использованием всех типов граничных условий для конструкций с произвольной геометрией. А также преобразовать вычисленные температурные поля в температурную нагрузку для дальнейшего определения напряженно-деформированного состояния конструкции.

Предположим, что ограждающая конструкция стены производственного здания будет выполнена из сэндвич-панелей. Примем для расчета и сравнительного анализа панели с утеплителем из минеральной ваты и пенополиизоцианурата толщиной 100 мм, обшитые оцинкованным листом $t = 0,5$ мм.

Исходные данные для расчета:

город – Гомель;

расчетная температура внутреннего воздуха $t_v = +10$ °С;

температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 $t_n = -28$ °С;

коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности $\alpha_v = 8,7$ Вт/(м² · °С);

коэффициент теплоотдачи наружной поверхности $\alpha_n = 23$ Вт/(м² · °С);

влажностный режим помещений в здании – нормальный.

Состав сэндвич-панели с минераловатным утеплителем (вариант 1):

– оцинкованный лист с полимерным покрытием:

$\delta = 0,5$ мм, $\lambda = 52$ Вт/(м · °С), $\rho = 7850$ кг/м³.

– минераловатный утеплитель: $\delta = 100$ мм, $\lambda = 0,044$ Вт/(м · °С), $\rho = 115$ кг/м³.

– оцинкованный лист с полимерным покрытием:

$\delta = 0,5$ мм, $\lambda = 52$ Вт/(м · °С), $\rho = 7850$ кг/м³.

Состав сэндвич-панели с утеплителем из пенополиизоцианурата (вариант 2):

– оцинкованный лист с полимерным покрытием:

$\delta = 0,5$ мм, $\lambda = 52$ Вт/(м · °С), $\rho = 7850$ кг/м³;

– пенополиизоцианурат: $\delta = 100$ мм,
 $\lambda = 0,022$ Вт/(м · °С), $\rho = 28$ кг/м³;

– оцинкованный лист с полимер-
ным покрытием:

$\delta = 0,5$ мм, $\lambda = 52$ Вт/(м · °С),
 $\rho = 7850$ кг/м³.

В расчетах использована версия
ЛИРА САПР 2021.

Построение расчетной модели
выполнялось путем триангуляции
контура, ограниченного наружной и
внутренней поверхностями конструи-
ции. Мозаика конечных элементов,
представленная на рисунке 1, будет
справедлива для панели с утеплителем
из минеральной ваты и пенополи-
изоцианурата.

Поверхности ограждающей кон-
струкции подвержены воздействию
температуры воздуха в помещении и
снаружи. Разница между температу-
рой внутренней поверхности сэндвич-
панели и температурой воздуха внут-
ри помещения не превысила макси-
мально допустимого значения по
СП 2.04.02-2020 «Тепловая защита
жилых и общественных зданий.
Энергетические показатели». На ри-
сунке 2, а, б представлены результа-
ты построения изополей температур
по высоте сечения конструкции сте-
новой панели соответственно с утеп-
лителем из минеральной ваты и пенополиизоцианурата.

Анализ распределения изополей температур по толщине рассматриваемых панелей позволяет сделать следующие выводы: 1) утеплитель из минеральной ваты (вариант 1) обеспечивает сравнительно меньший температурный перепад между помещением и внутренней поверхностью ограждающей конструкции; 2) при работе в составе конструкции пакета минеральная вата является более предпочтительным вариантом с точки зрения обеспечения эффективной теплоизоляции.

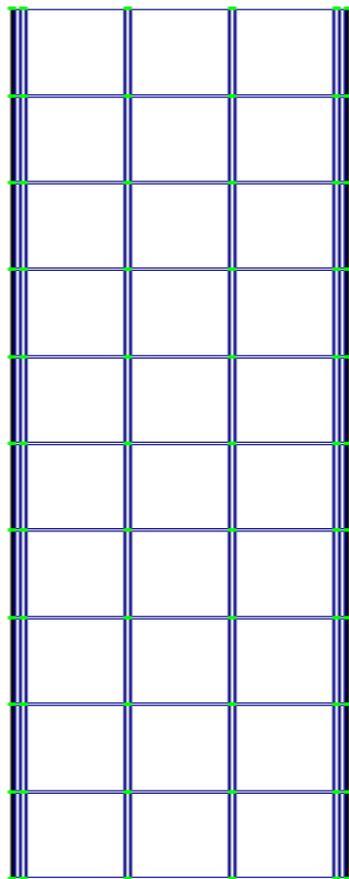
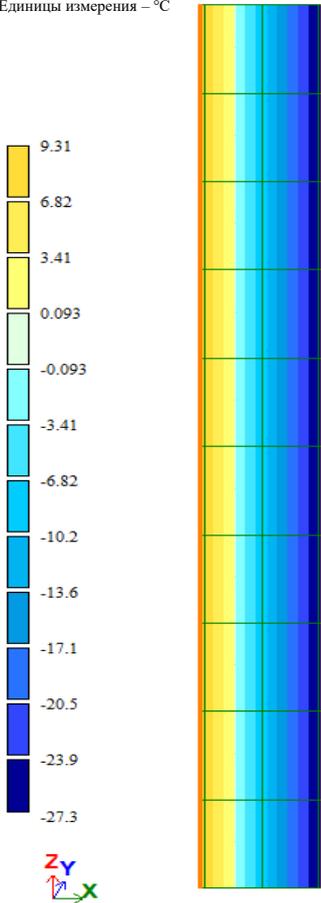


Рисунок 1 – КЭ-модель
стенной сэндвич-панели

а) Сабдооаи ёаи
 Ёрїї ёу оаї адаооо
 Единицы измерения – °С
 1



б) Сабдооаи ёаи
 Ёрїї ёу оаї адаооо
 Единицы измерения – °С

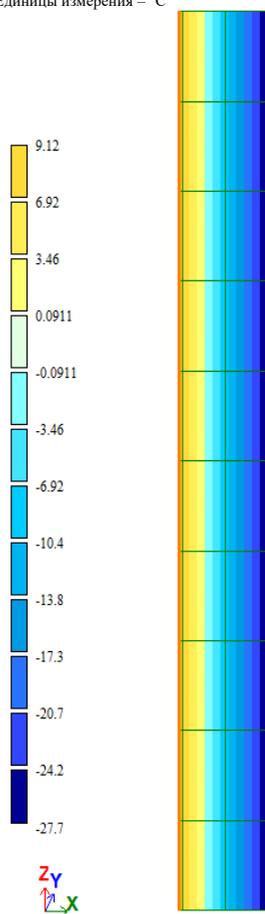


Рисунок 2 – Изополя температур в сечении сэндвич-панели с материалом утеплителя:
 а – минеральная вата; б – пенополиизоцианурат

Список литературы

1 **Захарчук, Ю. В.** Анализ прочностных характеристик сэндвич-панелей при эксплуатационной нагрузке / Ю. В. Захарчук, К. А. Курчева // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 25–26 ноября 2021 г. : в 5 ч. / редкол. Ю. И. Кулаженко [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2021. – Ч. 2. – С. 133–135.

2 **Голушкова, О. В.** Сэндвич-панели как альтернатива классическим строительным материалам и оценка их конкурентоспособности / О. В. Голушкова, С. Л. Кома-

рова, Д. Д. Янович // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2015. – № 3 (48). – С. 127–134.

3 **Кондрашкова, А. Е.** Сравнительный анализ материалов заполнителей современных сэндвич-панелей / А. Е. Кондрашкова, Ю. В. Шафиева // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 160-летию Бел. ж. д. (Гомель, 24–25 ноября 2022 г.) : в 2 ч. Ч. 2 / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 37–38.

УДК 711.00

НОВЫЕ ПРИЁМЫ В ДИЗАЙНЕ ДЕТСКИХ ИГРОВЫХ ПРОСТРАНСТВ

В. А. КУХАРЕВА

*Научный руководитель – А. В. Евстратенко (канд. архитектуры, доцент)
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В настоящее время детская игровая среда воспринимается в качестве «третьего учителя». Ребёнку необходимо свободное и безопасное пространство, в котором у него будет возможность исследовать, играть, обучаться, укреплять иммунитет и насыщаться кислородом, тем самым развиваясь.

Проектирование детского игрового пространства выступает как одно из средств взаимодействия ребёнка с природой. Оно направлено на создание атмосферы, способствующей обучению детей, формированию многообразия игровой деятельности, развитию свободной игры, где дети могут быть самостоятельными и свободными в своих замыслах и их воплощении. В этом смысле и в современном представлении игровое пространство – это место рождения личности.

Цель исследования – выявление перспективных принципов формирования детских игровых пространств в городской среде и приёмов их реализации на основе имеющегося опыта.

Рассмотрим работу И. А. Корепановой-Котляр и М. В. Соколовой [1], в которой исследовалось поведение детей на традиционных площадках со стандартным набором малых архитектурных форм, покрытием асфальтом или резиной и площадках нового поколения с оборудованием, «приглашающим» к сотрудничеству, экспериментированию, риску, при том что все материалы экологичны, а покрытие выполнено щепой или галькой.

Наблюдение за поведением детей и подростков на традиционных площадках показало, что использование детского оборудования ограничено стереотипными действиями (с горки – спуск, на качелях – раскачивание). Эксперименты с возможностями своими и объекта наблюдались редко (ме-