

К вопросу о термоизоляции тентовых сооружений

Популярность тентовых конструкций, обусловленная их экономической эффективностью и скоростью строительства, в последние годы неуклонно растет. Расширяется и их сфера применения. Если 10-15 лет назад область использования быстровозводимых тентовых сооружений ограничивалась складами и быстровозводимыми ангарами, то сейчас подобные конструкции активно используются в качестве спортивных, сельскохозяйственных сооружений, ангаров для хранения и технического обслуживания техники (в том числе и такой сложной и дорогостоящей как самолеты, яхты), общественных заведений (кафе, рестораны, развлекательные центры).



Специфика круглогодичной эксплуатации данных сооружений предъявляет повышенные требования к качеству и параметрам тентовых конструкций. Это связано с необходимостью поддержания заданного температурного режима и энергоэффективности. Однако конструкция, спроектированная под быстровозводимый склад, не станет спортивным или сельскохозяйственным сооружением простой сменой названия. Потребуется доработка, внесение дополнительных элементов, применение других материалов.

Иллюзии и реальность

Наиболее существенная доработка тентовой конструкции заключается в установке термоизоляционного слоя и сопутствующих монтажных элементов. В частности, **СНиП 23-02-2003** напрямую **устанавливает требования к сопротивлению теплопередаче** ограждающих конструкций для помещений различного назначения, однако эти требования выполняются далеко не всеми. К чему может привести несоответствие фактических параметров сооружения требуемым? Последствия будут. Пусть не

столь критичными, как при несоответствии требованиям снеговых нагрузок, вследствие чего имеется вероятность обрушения конструкции, и даже не всегда заметными невооруженным глазом. **Несоответствие параметров сопротивления теплопередаче** требуемым значениям **приводит к увеличению теплопотерь здания**. То есть, для поддержания требуемой температуры **необходимо увеличение количества подводимого тепла** (тепловой мощности), что, в свою очередь, означает **увеличение затрат на отопление**. И чем

больше несоответствие параметров, тем больше затраты. В худшем же варианте, когда увеличить количество тепла на отопление невозможно, в здании попросту будет холодно. А что значит холодно, скажем, в спортооружении? Это значит уменьшение посещаемости и дохода, срывы тренировок, а иногда и повреждение дорогого спортивного инвентаря. Если у вас производство? Получите падение работоспособности персонала и производительности труда. А если установлено оборудование, для которого определен температурно-влажностный режим работы, – получите простой оборудования или выход его из строя.

Приведем два абсолютно реальных примера из жизни

Пример 1: каркасно-тентовое сооружение теннисных кортов «Русской академии тенниса». В качестве термоизоляционного слоя была использована пресловутая воздушная прослойка (речь о ней пойдет ниже), коэффициент сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции в целом составил $\sim 0,665 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, при требуемом значении согласно СНиП не менее $2,55 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. Несоответствие более чем в 3 раза! Расходы заказчика на отопление составили более 10 млн рублей, тогда как при нормальной термоизоляции они были бы в 3 раза ниже. **Прямой убыток вследствие перерасхода тепловой энергии – 7 млн рублей!**

Пример 2: каркасно-тентовое сооружение баскетбольного зала СОЛ «Олимпийские надежды». Все те же грабли – утепление воздушной прослойкой. Разница между объектами в том, что максимальная возможная тепловая мощность оказалась недостаточной для поддержания требуемой температуры. В результате

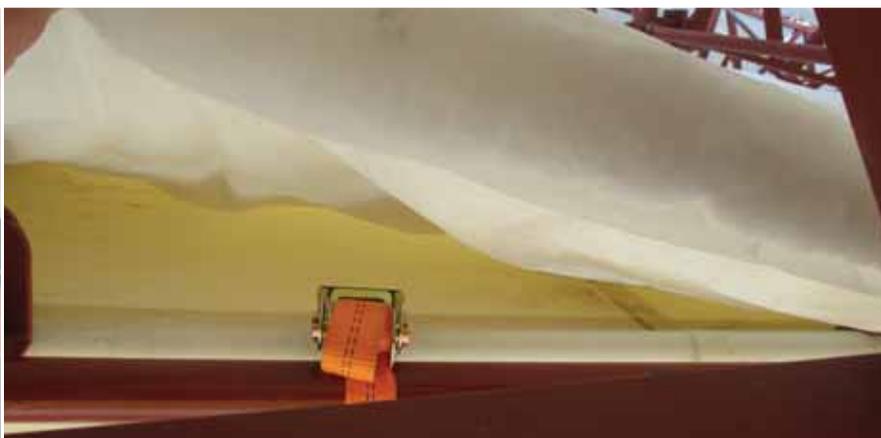


Рис.1. Пример «термоизоляционной магии» от одного производителя. Следуя правилам деловой этики мы намеренно убрали название и контакты компании.

возник **серьезный риск безвозвратного повреждения специального спортивного покрытия – паркета ценой пару сотен тысяч евро.**

Иллюзии или гладко было на бумаге

К сожалению, на рынке присутствует ряд производителей идущих по пути наименьшего сопротивления: установки дополнительного внутреннего тента. В их случае (прямо как в одном известном фильме «легким движением руки брюки превращаются...») холодный тентовый склад путем добавления **воздушной прослойки** между двумя тентовыми покрытиями превращается в утепленное сооружение. Магия в действии, не иначе как сотрудники таких производителей заканчивали Хогвартс. И все было бы прекрасно, если бы подобная «магия» действительно работала, «превращая» холодный склад для материалов в утепленную конструкцию с коэффициентом сопротивления теплопередаче



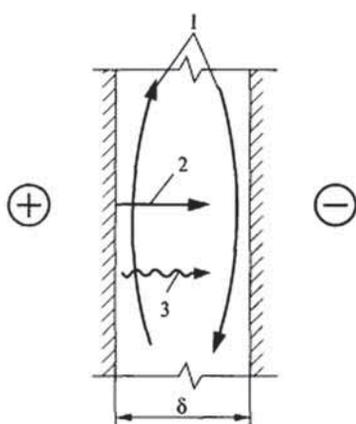


Рис. 2. Схема передачи теплоты через воздушную прослойку: 1 – конвекция; 2 – излучение; 3 – теплопроводность

как у утепленных конструкций более $2 \text{ м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт}$.

Производители, устанавливающие данный тип «утеплителя», заявляют, что воздушная прослойка толщиной 0,5-1 м выполняет роль утеплителя, ведь «воздух – лучший термоизолятор». Здесь наши «друзья», мягко говоря, лукавят.

Реальность: суровая и действительная, или от законов природы не уйдешь

К сожалению, как нам бы ни хотелось, против законов физики подобная магия на бумаге не действительна. Специалисты по теплотехнике знают, что использовать ультранизкое значение коэффициента теплопроводности неподвижного воздуха ($0,024 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{град}$) для оценки процессов теплопередачи через реальный воздух абсолютно некорректно, поскольку воздух в крупных пустотах является крайне подвижной субстанцией.

Тепловой поток, проходящий через воздушную прослойку, складывается из потоков, передаваемых теплопроводностью (номинальное значение для воздуха), конвекцией, и излучением.

Таким образом, теплопередача в межтентовом пространстве сооружения увеличивается на величину конвективной составляющей, величина которой зависит от пространственной ориентации и шерохова-

тости поверхности. Так коэффициент теплопередачи от воздуха к внутренним поверхностям ограждающих конструкций может принимать значения от $8,0 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{град}$ (СНиП 23-02-2003) до $23 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{град}$ (при наличии потоков воздуха со скоростью в среднем $2 \text{ м} / \text{с}$).

Прямой расчет этих составляющих для конкретного объекта достаточно сложен. В табл. 1 мы приводим данные о термических сопротивлениях замкнутых воздушных прослоек, взятые из СП 23-101-2004, которые были получены по результатам экспериментов.

Как видно из таблицы, значения термического сопротивления замкнутой воздушной прослойки далеки от декларируемых некоторыми «волшебниками» тентовых конструкций значений в 2 и более $\text{м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт}$. Реальное же значение термического сопротивления ограждающей конструкции с воздушной прослойкой более 20 см колеблется в пределах $0,35-0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт}$.

Мы не знаем, чем вызвана подобная дезинформация потребителя со стороны некоторых компаний о теплоизоляционных свойствах используемого ими метода «утепления». Можем лишь предполагать банальное незнание основ теплотехники или преднамеренное введение в заблуждение. Оба варианта не сулят покупателю такого «утепленного» ангара ничего хорошего.

Практика и практика. Она тоже бывает разной

Негативный опыт тоже опыт

К счастью, большинство производителей каркасно-тентовых конструкций являются профес-

Таблица 1. Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, $\text{м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт}$ (СП 23-101-2004)

Толщина воздушной прослойки, см	для горизонтальной прослойки при потоке тепла снизу вверх или для вертикальной прослойки		для горизонтальной прослойки при потоке тепла сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
1	0,13	0,15	0,14	0,15
2	0,14	0,15	0,15	0,19
3	0,14	0,16	0,16	0,21
5	0,14	0,17	0,17	0,22
10	0,15	0,18	0,18	0,23
15	0,15	0,18	0,19	0,24
20-30	0,15	0,19	0,19	0,24