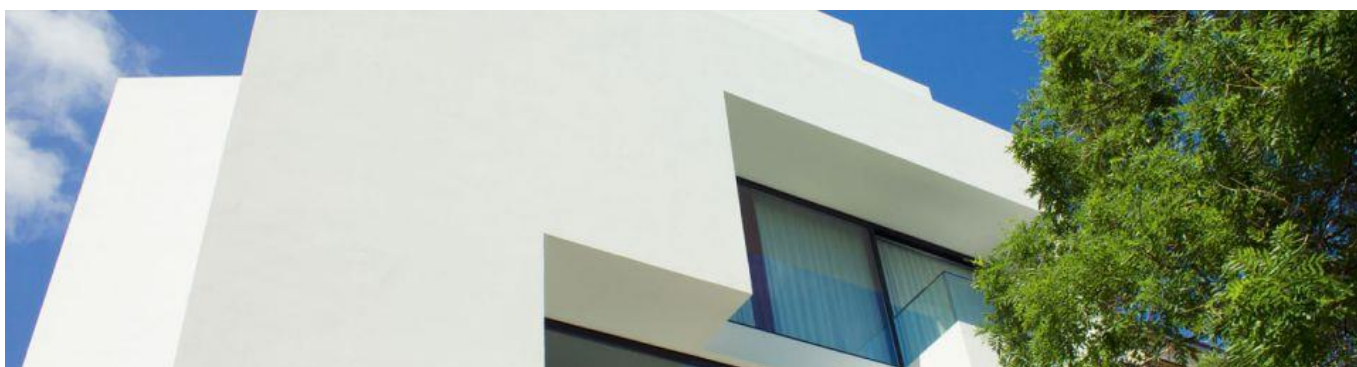


01/09/2020

К вопросу о теплозащитных свойствах современных фасадных систем

Михаил Александрия, дипломированный инженер-строитель

В современном гражданском строительстве важное значение имеет вид внешней оболочки зданий, как один из основных факторов, влияющих на стоимость и ликвидность недвижимости.



Во многом именно поэтому на смену старым панельным и кирпичным домам постепенно приходят новые архитектурные и конструктивные решения фасадов зданий, такие как фасадные теплоизоляционные композиционные системы с наружными штукатурными слоями (далее СФТК), навесные фасадные системы с воздушным зазором (далее НФС) и модульное остекление.

Они дают архитекторам гибкость и разнообразие форм, большую вариативность цвета и фактуры отделки и облицовки. При этом современные фасадные системы сразу рассчитаны на использование эффективного утеплителя и позволяют создавать энергоэффективные ограждающие конструкции.

Несмотря на свое внешнее визуальное различие, СФТК и НФС обладают определенным конструктивным сходством, в связи с тем, что обе эти системы являются ограждающими конструкциями с наружным утеплением.

При использовании минераловатных плит в качестве утеплителя в СФТК, эти системы еще больше кажутся теплотехнически идентичными между собой. Из-за этого инженеры-проектировщики при проведении теплотехнических расчетов часто считают их теплотехнические характеристики близкими и используют одни и те же удельные потери теплоты узлов.

Например, в [1] ([СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей»](#)) в принципе не делается различий между этими системами для большинства узлов.

Создается иллюзия, что указанные системы равнозначны по своей теплотехнике, но это не так. Хотя с помощью обеих систем можно добиться весьма больших значений приведенных сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций (стен), при равной толщине утеплителя СФТК всегда будут более однородны, а значит иметь большее приведенное сопротивление теплопередаче, чем НФС. Это происходит из-за наличия различных металлических элементов, прорезающих утеплитель, необходимых для удержания тяжелой облицовки НФС, обеспечения пожарных требований и т.д.

Наиболее существенное снижение теплотехнических свойств фасадов происходит из-за кронштейнов – элементов несущего каркаса НФС - достаточно массивных стальных или алюминиевых штучных изделий, расположенных на фасаде с заданным шагом.

Чтобы проиллюстрировать влияние элементов несущего каркаса НФС на их теплотехнические свойства, был проведен сравнительный расчет приведенного сопротивления теплопередаче одной и той же стены с СФТК и НФС. При этом был выбран типовой для Центральной России случай, не слишком однородный, но и не самый холодный вариант конструкции.

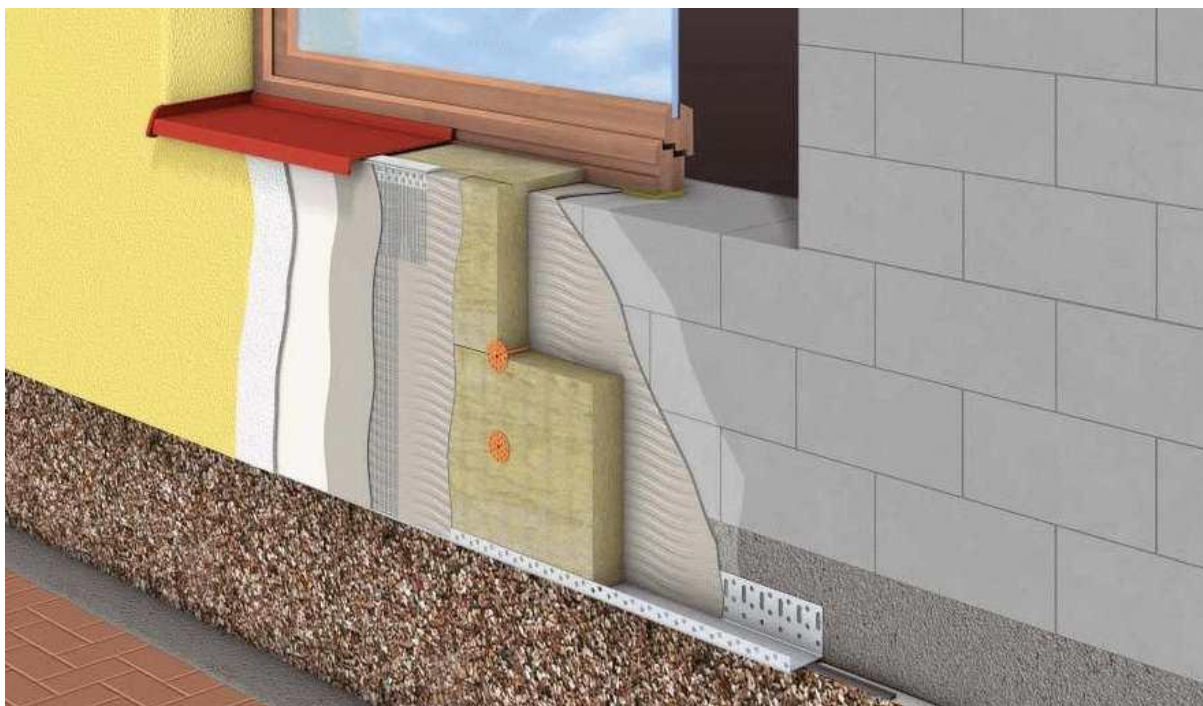
Все узлы, кроме кронштейнов и противопожарной рассечки, приняты идентичными, как это сейчас в основном и делается. Углом здания и примыканием стены к цокольному ограждению можно пренебречь, так как они оказывают малое влияние для современных многоэтажных зданий и не важны в данной задаче. Внутренняя и наружная облицовки не учтены, так как они мало влияют на результат. Для упрощения картины рассматривается здание без лоджий и балконов.

Характеристики узлов приняты по [1] (СП 230.1325800.2015 с изменением №1). В качестве основания стены выбран тяжелый бетон 200 мм, а в качестве теплоизоляционного материала - минераловатные плиты толщиной 160 мм. Теплопроводность утеплителя в расчетных условиях принята для СФТК равной 0,042 Вт/(м·°С), а для НФС равной 0,039 Вт/(м·°С). Как видно, по гледи при одинаковой толщине утеплителя СФТК даже проигрывает НФС. Для расчета использованы типичные алюминиевые П-образные кронштейны с существенным терморазрывом, удельные потери теплоты которых приведены в таблице Г.69 [1] (СП 230.1325800.2015 с изменением №1).

Такие решения широко распространены в России и не являются ни самыми холодными, ни самыми теплыми решениями. Остальные характеристики конструкции и узлов сведены в таблицы 1 и 2. Считаю необходимым сразу обозначить, что с целью лучшей наглядности расчетов было принято одинаковое количество тарельчатых анкеров, приходящихся на квадратный метр поверхности фасада – 8 штук, хотя на самом деле более корректно учитывать при расчетах 6 – 7 тарельчатых анкеров на кв.метр для СФТК, а для НФС – 10 – 12 тарельчатых анкеров.

Кроме того, в нормативных требованиях к СФТК (п. 6.13) [2]. (ГОСТ Р 58359-2019) есть нормативное ограничение по максимальной удельной потере теплоты на одном тарельчатом анкере через геометрические параметры тарельчатого анкера, а для тарельчатых анкеров, применяемых в составе НФС, такие ограничения отсутствуют и удельные потери теплоты на одном тарельчатом анкере могут быть более чем в два раза больше принятых в приведенном ниже расчете. В этом же расчете принят условно усредненный фрагмент фасада здания.

При проведении подобного расчета на конкретном объекте могут существенно отличаться (как правило, в большую сторону) количество и характеристики точечных включений (тарельчатых анкеров и кронштейнов), размеры и конструктивные особенности примыканий оконных проемов, противопожарных рассечек – всё это может существенно повлиять на результаты расчета.



Для большинства строящихся в настоящее время жилых зданий характерны смешанные стены. Несущие железобетонные участки (стены, балки, торцы плит перекрытия), перемежаются другими более легкими заполнениями, чаще всего ячеистым бетоном. Нужно понимать, что на участках ограждающих конструкций из ячеистого бетона приведенное сопротивление теплопередаче стен при обоих видах фасадных систем будет больше, как за счет дополнительного термического сопротивления ячеистого бетона, так и за счет более высокой однородности узлов. Но в целом влияние кронштейнов и прочих конструктивных элементов по-прежнему будет весьма значительным.

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче проводится в табличной форме по [3] (СП 50.13330.2012).

Таблица 1.

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче для СФТК

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м ² °C)	Доля общего потока теплоты, %
Стена по глади	a1 = 1 м ² /м ²	U1 = 0,245 Вт/(м ² °C)	U1 a1 = 0,245	74,3
Примыкание оконного блока	l1 = 1,0 м/м ²	Ψ1 = 0,069 Вт/(м °C)	Ψ1 l1 = 0,069	19,9
Тарельчатый анкер	n1 = 8 шт/м ²	χ1 = 0,0025 Вт/ °C	χ1 n1 = 0,02	5,8
Итого			1/R _{пр} = 0,334	100

Приведенное сопротивление теплопередаче стены составляет:

$$R_{\text{СФТК}}^{\text{пр}} = \frac{1}{0,334} = 2,99 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Как видно, в данной конструкции основное влияние на теплотехническую однородность оказывают оконные откосы (20%). От качества их решения во многом зависят конечные характеристики конструкции. С учетом участков стены с другим основанием общее приведенное сопротивление теплопередаче будет более 3,4 (м²×°C)/Вт, что удовлетворяет требованиям к приведенному сопротивлению теплопередаче стен в Центральной России без понижающих коэффициентов.

Таблица 2

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче для НФС

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты	Удельный поток теплоты, обусловленный элементом, Вт/(м ² °С)	Доля общего потока теплоты, %
Стена по глади	a1 = 1 м ² /м ²	U1 = 0,227 Вт/(м ² °С)	U1 a1 = 0,227	45,5
Примыкание оконного блока	l1 = 1,0 м/м ²	Ψ1 = 0,069 Вт/(м °С)	Ψ1 l1 = 0,069	13,8
Противопожарная рассечка	l2 = 0,125 м/м ²	Ψ2 = 0,141 Вт/(м °С)	Ψ2 l2 = 0,018	3,6
Тарельчатый анкер	n1 = 8 шт/м ²	χ1 = 0,0025 Вт/ °С	χ1 n1 = 0,02	4,0
Кронштейны	n2 = 3 шт/м ²	χ2 = 0,055 Вт/ °С	χ2 n2 = 0,165	33,1
Итого			1/R _{пр} = 0,499	100

Приведенное сопротивление теплопередаче стены составляет:

$$R_{\text{НФС}}^{\text{пр}} = \frac{1}{0,499} = 2,0 \quad (\text{м}^2 \cdot \text{°С})/\text{Вт}$$

Как видно, в данной конструкции основное влияние на теплотехническую однородность оказывают кронштейны (33%). От их выбора и качества решения во многом зависят конечные характеристики конструкции. С учетом участков стены с другим основанием общее приведенное сопротивление теплопередаче будет более 2,5 (м²×°С)/Вт, что удовлетворяет требованиям к приведенному сопротивлению теплопередаче стен в Центральной России только с понижающим коэффициентом.

В рамках сравнения на стене из тяжелого бетона СФТК обладает примерно в полтора раза большим приведенным сопротивлением теплопередаче. При этом не учтен ряд нюансов, например различие в конструктивных решениях оконных откосов, которые еще больше увеличивают эту разницу. На стенах из ячеистого бетона эта разница окажется значительно меньше. При использовании кронштейнов из коррозионностойкой стали эта разница также окажется меньше. Но во многих случаях, например для алюминиевых кронштейнов без использования мощного терморазрыва, разница между СФТК и НФС будет еще больше.

Приведенный пример показывает, что нельзя равнять теплозащитные свойства этих двух видов фасадных систем (СФТК и НФС) и обходиться сделанными спустя рукава расчетами тепловой защиты зданий. Особенно это важно для современных фасадных систем, где каждая мелочь сказывается не только на потерях теплоты, но и на качестве конструкций и долговечности примененных систем, да и всех ограждающих конструкций в целом.

Библиография:

СП 230.1325800.2015 Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей (с изменением № 1); ГОСТ Р 58359-2019 «Анкеры тарельчатые для крепления теплоизоляционного слоя в фасадных теплоизоляционных композиционных системах с наружными штукатурными слоями. Технические условия»; СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий» (с изменением № 1).