

"Системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями. Правила проектирования и производства работ"

Статья продолжает тему анализа [1, 2, 3] стандартов для систем фасадных теплоизоляционных композиционных (СФТК), разработанных в рамках ассоциации "АНФАС", и посвящена вопросам проектирования СФТК согласно СП 293.293.1325800.2017.

Анализ проведем, как и в [2], на основе следующих системных критериев оценки СФТК:

- надежность эксплуатации;
- пожарная опасность;
- теплозащита;
- влагоперенос.

1. Надежность эксплуатации

В [2] автором был сформулирован и приведен тезис об ошибочном и искусственном нормировании надежности эксплуатации только приклеенной СФТК в ГОСТ Р 56707-2015[4].

Суть его заключалась в том, что при неизменной(!) прочности при растяжении в направлении перпендикулярно лицевым поверхностям эффективных утеплителей ППС (плиты пенополистирольные) или МВП (минераловатные плиты), повышение надежности эксплуатации только приклеенной СФТК за счет увеличения по трем классам надежности СК2, СК1 и СК0 прочности сцепления клеевых составов (приклеивание и базовый слой) с бетоном не повышает надежности эксплуатации только приклеенной СФТК и является ошибочным нормированием, а привязка этих классов надежности, соответственно, к пониженному, нормальному и повышенному уровням ответственности зданий и сооружений есть пример искусственного нормирования.

Повышение по трем классам надежности СК2, СК1 и СК0 прочности сцепления клеевых составов с бетоном, как цементных, так и полимерных, применяемых в СФТК на приклеивание плит утеплителя и на базовый слой, несомненно, увеличивает клеевую связь этих составов с наружной поверхностью плиты утеплителя. Однако при этом для всех трех классов надежности допустимые минимальные прочности при растяжении для ППС или МВП, количественное значение которых определено, соответственно, в ГОСТ 15588-2014[5] и ГОСТ Р 56707-2015, остаются априори неизменными для всех трех классов надежности.

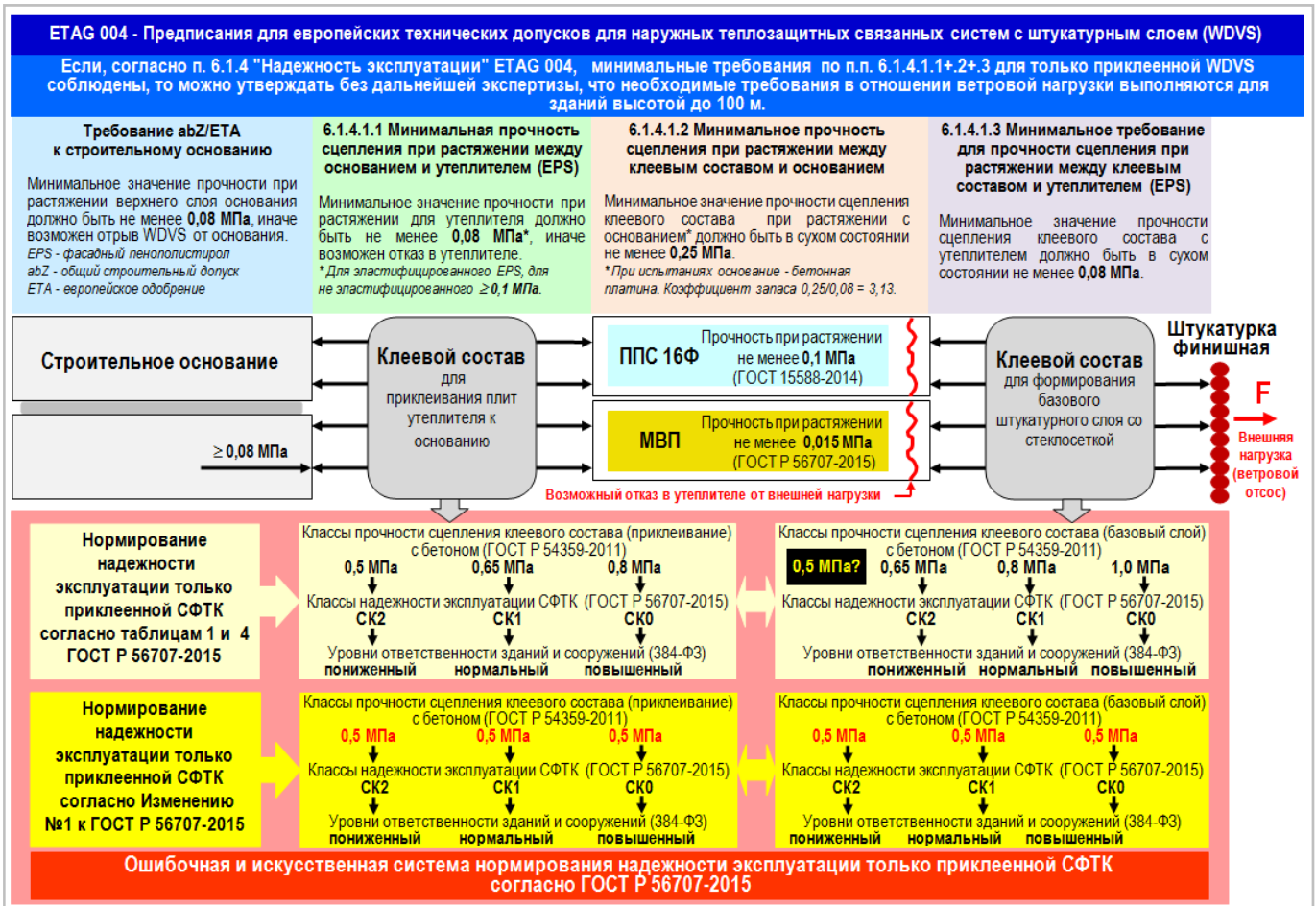


Рис. 1. Блок-схема сравнения нормирования надежности СФТК между ETAG 004 и ГОСТ Р 56707-2015 с Изменением №1

Если, например, тот же ветровой отсос превысит прочность при растяжении утеплителя перпендикулярно лицевой поверхности плиты, то отказ в утеплителе неизбежен, как при СК2, так и при СК1 и СК0, как бы при этом не повышалась прочность сцепления с бетоном клеевых составов.

Такой подход к нормированию надежности только приклеенной СФТК, реализованный в ГОСТ Р 56707-2015, противоречит европейской системе нормирования надежности, изложенной в ETAG 004[6] для аналогичных штукатурных систем утепления фасадов зданий и сооружений.

Это хорошо иллюстрируется блок-схемой на рис. 1, в которой автор свел вместе, как перевод положений раздела 6.1.4 "Надежность эксплуатации" ETAG 004, так и соответствующие положения действующего ГОСТ Р 56707-2015 и Изменения №1 к ГОСТ Р 56707-2015 в отношении прочности сцепления с бетоном минеральных клеевых составов. Для простоты в блок-схеме приведены требования к минеральным клеевым составам только в сухом состоянии.

Уравнивание в Изменении №1 для всех трех классов надежности СК2, СК1 и СК0 прочности сцепления клеевых составов (приклеивание и базовый слой) с бетоном до минимального значения 0,5 МПа, что соответствует п. 4.14 ГОСТ 31357-2007[7], есть фактическое признание авторами ГОСТ Р 56707-2015 несостоятельности выбранной схемы нормирования повышения надежности только приклеенной СФТК. А если это так, то какой смысл в вводе классов надежности СК2, СК1 и СК0 для таких показателей, как прочность на сжатие и прочность на растяжение при изгибе для тех же клеевых и штукатурных составов, как минеральных, так и полимерных?!

Принципиальная разница в нормировании надежности только приклеенной ETICS/WDVS в ETAG 004 от СФТК в ГОСТ Р 56707-2015 состоит в том, что в ETAG 004 краугольным камнем нормирования надежности является **минимальная прочность при растяжении ППС**, что вполне логично, а не прочность сцепления с бетоном клеевых составов.

Также в [1] автором был отмечен тот факт, что в стандартах СФТК на клеевые составы и штукатурки, при переходе в ГОСТ Р 56707-2015 к трем классам надежности, появилось много, потерявших всякий смысл(!) показателей. На рис.1 это **0,5 МПа**.

И это не так безобидно, как кажется на первый взгляд. Например, клеевой состав для базового слоя с прочностью сцепления с бетоном 0,6 МПа будет соответствовать требованиям ГОСТ Р 54359-2011 и ГОСТ 31357-2007 и производитель без проблем получит сертификат соответствия. Однако далее ввести это клеевой состав в СФТК не получится, т.к. такая прочность сцепления с бетоном не соответствует ни одному классу надежности в ГОСТ Р 56707-2015. Такая же ситуация для клеевых составов и штукатурок и с такими показателями как прочность на сжатие и прочность на растяжение при изгибе.

К сожалению, такая схема нормирования надежности только приклеенной СФТК была перенесена и в СП 293.1325800.2017.

В [2] уже отмечалось, что в ГОСТ Р 56707-2015 по надежности нормируется исключительно приклеенная СФТК, а нормирование СФТК с комбинированным креплением, в которой плита утеплителя приклеивается к наружной поверхности ограждения и дополнительно закрепляется на него тарельчатыми дюбелями (анкерами), просто отсутствует. И это при том, что только приклеенная СФТК в России практически не применяется! Далее рассмотрим как представлен данный вопрос в СП 293.1325800.2017.

Как в ГОСТ Р 56707-2015, так и в СП 293.1325800.2017, автор не нашел фундаментального тезиса надежности СФТК с комбинированным креплением, заключающийся в том, что количество дюбелей при проектировании такой СФТК должно рассчитываться без учета приклеивания.

К обоснованию нормирования дюбелей в СФТК также есть ряд принципиальных вопросов.

Обратимся, например, к таблице 7.2 СП 293.1325800.2017.

В которой, согласно п. 7.33, категории применения дюбелей определяются следующим образом:

А - применение в тяжелом бетоне марки В20 и выше, плотностью не менее 1800 кг/м³;

В - применение в основаниях из полнотелых штучных материалов марки по прочности М100 и выше;

С - применение в основаниях из пустотелых или перфорированных штучных материалов марки по прочности М100 и выше;

Д - применение в бетоне с легким наполнителем марки по прочности В7,5 и выше, плотностью не менее 1200 кг/м³;

Е - применение в ячеистом бетоне автоклавного твердения марки В2,5 и выше, плотностью не менее 400 кг/м³.

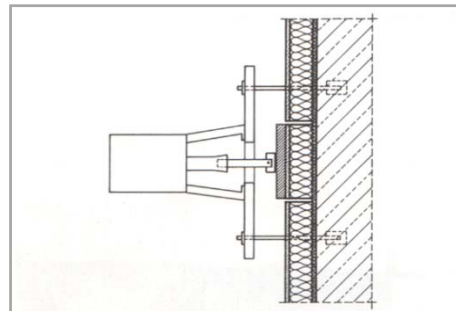


Рис. 2. Принципиальная схема испытаний для определения прочности сцепления WDVS с основанием ограждения[27].



Фото 1. Полевой контроль прочности сцепления WDVS с основанием ограждения[27].



Фото 2. Отказ WDVS с комбинированным креплением. Полевой контроль прочности сцепления с основанием и дюбельного крепления непосредственно на объекте[28].

Таблица 7.2 - Минимальные значения вытягивающего усилия анкеров с тарельчатым дюбелем

Категории применения тарельчатого анкера	Расчетное вытягивающее усилие F_{Pch} , кН, не менее в зависимости от класса надежности СФТК по применению		
	СК0	СК1	СК2
A	0,35	0,30	0,20
B	0,35	0,30	0,20
C	0,25	0,20	0,15
D	0,25	0,20	0,15
E	0,25	0,15	0,15

Далее для расчета количества дюбелей для СФТК на 1 м² ограждения и выбора схемы дюбелирования предлагается, соответственно, использовать Приложения Б, В и схемы крепления дюбелей на рис. 7.9 СП 293.1325800.2017.

Сначала приведем замечания, а затем сформулируем вопросы.

Автор считает, что Приложение Б "Методика определения вытягивающего усилия анкерного крепления СФТК" фактически есть сокращенная компиляция СТО 44416294-010-2010[8]. Удивляет, что разработчики стандарта не указали СТО 44416294-010-2010 в нормативных ссылках к СП 293.1325800.2017.

Приложение В "Методика расчета требуемого количества анкеров с тарельчатым дюбелем на единицу площади СФТК", к сожалению, содержит ошибки в расчетах (см. пример В.6.1), некорректные ссылки и формулировки.

Так, в таблице В.1 нормативное значение давления ветра приведено для I-VII ветровых районов, тогда как согласно п.5.1 раздела 5 "Требования к СФТК" СП 293.1325800.2017 СФТК можно устраивать с наружной стороны ограждения только(?) для районов I-VI по давлению ветра согласно СП 20.13330.2016[9].

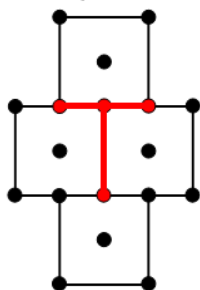
В Приложении В речь идет о ветровом отсосе, в этом случае, согласно первому абзацу раздела 11.2 СП 20.13330.2016, пиковое отрицательное воздействие w ветровой нагрузки должно иметь подстрочный индекс "-". Однако в формуле (В.2) приложения В для пиковой нагрузки w введен подстрочный индекс "-(+)", а в следующей строчке уже почему-то уже "+(-)"!

Вызывает удивление у автора и представление дюбелей на типовых рисунках приложения А СП 293.1325800.2017, когда распорная часть дюбеля находится в клеевом составе. Как правило, распорная часть дюбеля должна находиться в несущей стене с запасом по понятной причине, т.к. любой сверлильный инструмент (перфоратор, дрель) имеет биение шпинделя.

СП 293.1325800.2017 есть нормативный документ уровня национального стандарта, в котором, к сожалению, таких некорректных моментов, мягко говоря, немало.

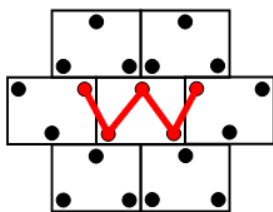
В практике монтажа СФТК, как правило, применяются три схемы установки дюбелей (рис. 3).

1. "Т - установка"



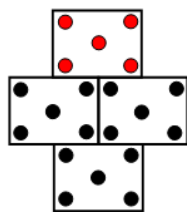
ППС, 1000x1000 мм

2. "W - установка"



МВП, 1000x600 мм

3. "Центр/углы - установка"



МВП, 1000x600 мм

1 - допустимая схема дюбелирования, как правило, для ППС
2/3 - рекомендуемые схемы дюбелирования, как правило, для МВП

Рис. 3. Типовые схемы установки дюбелей

Очевидно, что для любой из представленных схем дюбелирования, при необходимости, можно легко, путем установки дополнительных дюбелей на плиту, увеличить количество дюбелей на 1 м² ограждения. Такие схемы, как правило, приведены в альбомах типовых технических решений системодержателей СФТК. В России на практике применяются обычно 1 и 3 схемы дюбелирования.

При проектировании СФТК необходимо понимание того, каким образом по выбранной схеме дюбелирования считать количество дюбелей на 1 м² ограждения? Ответ на этот вопрос отсутствует в СП 293.1325800.2017.

Приведем возможный вариант расчета количества дюбелей для ППС 16Ф типового размера 1000x1000 мм в рядовой (рис. 4) и краевой зонах (рис. 5), соответственно, при схемах "Т - установка" и "Центр/углы - установка".

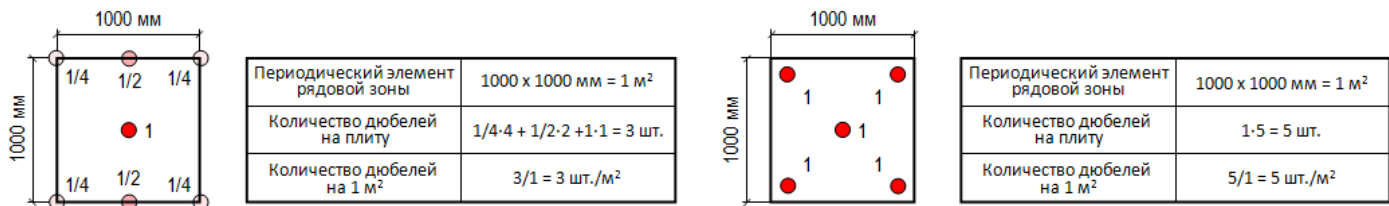


Рис. 4. Расчет количества дюбелей на 1 м² рядовой зоны для схем "Т - установка" и "Центр/углы - установка" для ППС



Рис. 5. Расчет количества дюбелей на 1 м² краевой зоны для схем "Т- установка" и "Центр/углы - установка" для ППС

В п.6.6 СНИП 2.01.07-85*[10] ширина краевой зоны на углах здания с отрицательным давлением ветра имела постоянную величину равную 1,5 м, в настоящее время согласно п.11.2 СП 20.13330.2016 ширину краевой зоны для прямоугольного в плане здания можно определить в соответствии со схемой В.1.17 приложения В СП 20.13330.2016. Для другой ширины краевой зоны расчет количества дюбелей на 1 м² аналогичен расчету, представленному на рис. 5.

Отметим, что при расчете количества дюбелей в краевой зоне, прежде всего, необходимо определиться с размером периодического элемента краевой зоны, площадь которого, как правило, из-за перевязки плит между собой по рядами и зубчатого зацеплением на внешних углах, превышает площадь плиты утепления.

Расчет количества дюбелей на 1 м² в рядовой и краевой зонах ограждения для МВП, которые имеют свой диапазон типовых размеров плит, например, 1000x600 мм, 1200x500 мм, 1000x200 мм (тип Ламелла) и т.д., аналогичен расчету для ППС. Так, для МВП при схеме "Центр/углы - установка" и размере 1000x600 мм, что равно площади 0,6 м², при 5 дюбелях на плиту по схеме "Центр/углы - установка" количество дюбелей на 1 м² ограждения составит 5/0,6=8,3 шт./м².

Из рис. 4 видно, что минимальное количество дюбелей для ППС 16Ф типового размера 1000x1000 мм, которые выпускаются многими производителями пенополистирола, исходя из схемы "Т - установка", составит 3 дюбеля на 1 м². Однако п.7.35.1 СП 293.1325800.2017 требует на зданиях нормального и повышенного уровней ответственности устанавливать дюбели в количестве не менее 5 шт./м² ограждения. Требование весьма спорное и, несомненно, направлено в сторону производителей дюбелей для СФТК.

Если обратиться к карте 2 Приложения Е СП 20.13330.2016, то можно увидеть, что не менее 50% площади России составляют вместе Ia, I и II ветровые районы.

Далее, в качестве примера, рассчитаем по формуле (В.1) приложения В СП 293.1325800.2017 пиковое отрицательное воздействие w ветровой нагрузки в рядовой зоне на высоте $z_e=40$ м для здания жилого многоквартирного на городской территории (тип местности В) нормального уровня ответственности для II ветрового района с нормативным давлением ветра $w_0=0,3$ кПа (таблица В.1).

$$w = w_0 \cdot k(z_e) \cdot [1 + \zeta(z_e)] \cdot c_p \cdot v = 0,3 \cdot 1,1 \cdot [1 + 0,8] \cdot (-1,2) \cdot 0,65 = -0,463 \text{ кПа} \quad (1),$$

где коэффициенты изменения давления $k(z_e)=1,1$ и пульсации давления $\zeta(z_e)=0,8$ ветра по высоте выбраны по таблице В.2 СП 293.1325800.2017, а пиковое значение аэродинамического коэффициента отсоса(-) $c_p=-1,2$ для рядовой зоны и коэффициент корреляции $v=0,65$ ветровой нагрузки при отсосе(-), соответственно, из В.1.17 приложения В и таблицы 11.8 раздела 11.2 СП 20.13330.2016.

Предположим, что здание каркасно-монолитного типа, самонесущие стены этажа выполнены из штучного материала категории применения С (см. выше таблицу 7.2). В результате полевых испытаний дюбелей на объекте получено расчетное вытягивающее усилие $F_{pч}=0,18$ кН дюбеля. Условное значение 0,18 кН выбрано автором намеренно (см. ниже). Тогда необходимое минимальное количество дюбелей на 1 м² ограждения в рядовой зоне для противодействия ветровому отсосу, без учета приклеивания плиты, составит

$$N_{dm} = w / F_{pч} = -0,463 / 0,18 = 2,57 \text{ шт./м}^2$$

Таким образом, в этом случае на ППС размером 1000x1000 мм и площадью 1 м² достаточно установить только 3 дюбеля. Это, очевидно, также будет верным при тех же начальных условиях для Ia и I ветровых районов для местности типа В с более низким нормативным давлением ветра w_0 . Зачем тогда требовать установки не менее 5 дюбелей на 1 м² ограждения?

Концептуально сначала необходимо рассчитывать необходимое минимальное количество дюбелей на 1 м² ограждения, а затем уже выбирать такую схему дюбелирования, в которой количество дюбелей на 1 м² должно быть не менее необходимого минимального количества дюбелей.

Следует обратить внимание на еще один практический нюанс монтажа дюбелей. Это установка дюбелей в застекленных лоджиях и балконах. Если руководствоваться не ветровой нагрузкой, которая воспринимается остеклением и не тем, что дюбель в этом случае является фактически установочным креплением, а следовать строго п.7.35.1, то можно далеко уйти от здравого смысла в определении количества дюбелей на 1 м² ограждения в остекленных лоджиях и балконах.

Помимо определения необходимого минимального количества дюбелей на 1 м² ограждения и выбора схемы дюбелирования требует внимания другой важный вопрос. Это количество дюбелей по высоте в краевой и рядовой зонах, обоснование которой отсутствует в СП 293.1325800.2017.

Так, если, например, здание имеет высоту более 20 м, то определение количества дюбелей на 1 м² по ветровому отсосу на верхней отметке здания и распространение этого количества до нижней отметки на всю высоту установки СФТК приведет к чрезмерному общему количеству дюбелей на здание и, как следствие, к повышению общей стоимости СФТК.

С учетом положений СП 20.13330.2016, разумным представляется следующий подход, принцип которого реализован в европейском нормировании.

Таблицы 11.2 и 11.4 раздела 11.1 СП 20.13330.2016 позволяют определить значения коэффициентов $k(z_e)$ и $\zeta(z_e)$ до высоты здания $z_e \leq 300$ м, со следующей градацией высоты $\leq 5, 10, 20, 40, 60, 80, 100$ м и т.д. Пиковое отрицательное воздействие w рассчитывается на этих высотах и на этих же высотах, исходя из расчетного вытягивающего усилия $F_{pч}$ дюбеля, следует определять количество дюбелей на 1 м² в рядовой и краевой зонах ограждения.

Следующим шагом следует распространить, рассчитанное необходимое минимальное количество дюбелей на 1 м² ограждения на выбранной высоте, согласно таблицам 11.2 и 11.4, на всю высоту от этой отметки до предыдущей отметки и так далее по всей высоте здания до нижней отметки установки СФТК. Если верхняя высота здания имеет промежуточное значение, то коэффициенты $k(z_e)$ и $\zeta(z_e)$ на этой отметке рассчитываются интерполяцией.

Такой подход позволяет существенно снизить общее количество дюбелей для конкретного здания без ущерба надежности СФТК.

Анализируя СП 293.1325800.2017, автор так и не смог понять смысл ввода таблицы 7.2. Представляется, что она была создана исключительно для того, чтобы искусственно привязать нормирование дюбелей к классам надежности СФТК. Свою позицию по классам надежности СФТК автор уже высказал выше и неоднократно.

А можно ли обосновать необходимое минимальное количество дюбелей на 1 м² без использования таблицы 7.2? Да, несомненно.

Из общих соображений по надежности дюбельного крепления плит утеплителя в СФТК, прежде всего, необходимо определиться с вопросом функцией каких переменных является количество дюбелей на 1 м² ограждения?

Во-первых, это ветровой отсос, во-вторых, величина допустимого вытягивающего усилия дюбеля и, в-третьих, геометрические размеры плиты эффективного утеплителя, которые определяют ее площадь.

Следующий вопрос заключается в том, а что в СФТК закрепляется дюбелями? Очевидно, плита эффективного утеплителя, которая закрепляется дюбелями под армирующей сеткой или через сетку на ограждение.

Это определяет то, что в европейском нормировании ETICS/WDVS расчетные значения количества дюбелей на 1 м² ограждения приводятся в строительном допуске на плиты утеплителя.

В качестве примеров приведем сводные таблиц несложного расчета необходимого минимального количества дюбелей на 1 м² ограждения. В них пиковое отрицательное воздействие ветра w определено на разных высотах в краевой и рядовой зонах для зданий, расположенных в двух разных ветровых районах России, и введена градация по расчетному вытягивающему усилию $F_{pч}$ дюбеля в диапазоне 0,15...0,35 кН, который охватывает практически все возможные материалы для ограждений в СФТК.

Например, в таблице А1 для ППС 16Ф размером 1000x1000 мм для II ветрового района и типа местности В (городские территории) при схеме дюбелирования "Т - установка" приведены количества дюбелей на 1 м² ограждения, округленные для всех значений в большую сторону до целого числа, причем согласно схеме "Т - установка" минимальное количество дюбелей для ППС такого размера не может быть меньше 3 шт./м². Отметим, что с целью исключения выгиба и прогиба плиты утеплителя при монтаже, дюбели должны обеспечивать усилие прижатия к ограждению в диагональных углах и центре плиты.

Таблица А1. Количество дюбелей N_{dm} для плит пенополистирольных марки ППС 16Ф размером 1000x1000 мм для II ветрового района и типа местности В (городские территории)

Расчетное вытягивающее усилие $F_{pч}$ дюбеля, кН	Зона расчета количества дюбелей на 1 м ² ограждения											
	Краевая						Рядовая					
	Высота верхней границы зоны, м											
	10	20	40	60	80	100	10	20	40	60	80	100
	Пиковое отрицательное воздействие ветра w , кПа											
	-0,57	-0,70	-0,85	-0,97	-1,06	-1,15	-0,31	-0,38	-0,46	-0,53	-0,58	-0,63
0,15	4	5	6	7	8	8	3	3	4	4	4	5
0,20	3	4	5	5	6	6	3	3	3	3	3	4
0,25	3	3	4	4	5	5	3	3	3	3	3	3
0,30	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3
0,35	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3

Таблица А1 показывает, что для большинства случаев в рядовой зоне и частично в краевой зоне, при выбранных начальных условиях, достаточно 3 дюбелей на 1 м² ограждения для противодействия ветровому отсосу без учета

приклеивания, о чем уже упоминалось выше. Допустимые схемы "Т - установка", приведенные на рис.7.9 СП 293.1325800.2017, вполне можно рекомендовать при проектировании СФТК с комбинированным креплением в случае использования ППС.

Для СФТК с МВП типовых размеров 1000x600 мм и 1200x500 мм, имеющих одинаковую площадь 0,6 м², выберем для примера уже VI ветровой район с более высоким нормативным давлением ветра w_0 и типом местности А (побережье).

Из таблицы А2 видно, что для новых начальных условий применения СФТК количество дюбелей на 1 м² существенно возрастает и применение допустимой схемы "Т - установка" не рационально. В этом случае, очевидно, следует уже применять рекомендуемую для МВП схему "Центр/углы - установка" (см. рис. 2), которая на рис. 7.9 СП 293.1325800.2017 отсутствует.

Так, например, при высоте здания 40 м в диапазоне высот от 20 до 40 м, при том же расчетном вытягивающем усилии дюбеля $F_{pч}=0,18$ кН после полевых испытаний, в краевой зоне на МВП площадью 0,6 м² необходимо установить не менее 17 дюбелей на 1 м² ограждения, а, например, при $F_{pч}=0,28$ кН уже только 11 дюбелей.

Если расчетное вытягивающее усилие $F_{pч}$ дюбеля, определенное при полевых испытаниях, имеет промежуточное значение, то необходимое минимальное количество дюбелей следует выбираться для меньшего значения $F_{pч}$ дюбеля из диапазона 0,15..0,35 кН.

Таблица А2. Количество дюбелей N_{dm} для плит минераловатных размером 1000x600 мм и 1200x500 мм для VI ветрового района и типа местности А (побережье)

Расчетное вытягивающее усилие $F_{pч}$ анкера, кН	Зона расчета количества анкеров на 1 м ² ограждения											
	Краевая						Рядовая					
	Высота верхней границы зоны, м											
	10	20	40	60	80	100	10	20	40	60	80	100
	Пиковое отрицательное воздействие ветра w , кПа											
	-1,84	-2,21	-2,54	-2,80	-3,01	-3,22	-1,00	-1,20	-1,38	-1,53	-1,64	-1,75
0,15	13	15	17	19	21	22	7	9	10	11	11	12
0,20	10	12	13	15	16	17	6	7	7	8	9	9
0,25	8	9	11	12	13	13	5	5	6	7	7	7
0,30	7	8	9	10	11	11	4	5	5	6	6	6
0,35	6	7	8	9	9	10	3	4	4	5	5	6

Из вышесказанного, сделаем три замечания.

Во-первых, для расчета необходимого минимального количества дюбелей на 1 м² и выбора схемы дюбелирования таблица 7.2 СП 293.1325800.2017, в принципе, и не нужна.

Во-вторых, разумным выглядит европейское нормирование дюбельного крепления, когда технические характеристики дюбелей как изделий и допустимые вытягивающие усилия дюбелей в зависимости вида материала ограждения, приведены в строительных допусках на дюбели, а необходимое минимальное количество дюбелей на 1 м², обеспечивающее надежность ETICS/WDVS, приводится в строительных допусках на ППС/МВП.

В-третьих, автор уже не раз высказывал свое мнение о том, что с его точки зрения Технические свидетельства Минстроя РФ на СФТК, дюбели и плиты утеплителя и европейские строительные допуски на аналогичные изделия на ETICS/WDVS, фактически и функционально равнозначные по смыслу документы.

Теперь сформулируем вопросы к СП 293.1325800.2017.

Какие и чьи статистические данные по величине расчетного вытягивающего усилия $F_{pч}$ дюбелей были использованы при создании таблицы 7.2?

Что делать в случае, если, например, здание по проекту относится к нормальному уровню ответственности, материал ограждения соответствует категории применения С дюбелей, а полевые испытания дюбелей непосредственно на объекте по методике приложения Б СП 293.1325800.2017 показали расчетное значение вытягивающего усилия $F_{pч}$ дюбеля равно 0,18 кН? При этом, предположим, что ранее для этого дюбеля производитель представил, подтвержденное протоколом испытаний аккредитованной лаборатории, расчетное вытягивающее усилие $F_{pч}$ дюбеля для категории применения С не менее 0,2 кН на дюбель. Исходя из протокола и таблицы 7.2 именно этот дюбель и был выбран для полевых испытаний.

Формально, согласно таблице 7.2 СП 293.1325800.2017, такой дюбель применять нельзя, а фактически реально измеренное на объекте меньшее вытягивающее усилие приведет лишь к росту рассчитанного количества дюбелей на 1 м² конкретного ограждения. *Почему такие дюбели нельзя применять на этом объекте?*

Где гарантии, что результаты новых полевых испытаний на другом типе дюбеля будут соответствовать требованиям таблицы 7.2 по типу применения дюбеля? Следует отметить, что каждое новое испытание стоит определенных финансовых затрат и дополнительного времени.

Являются ли показатели марки по прочности и плотности материала ограждения достаточными для идентификации критических оснований по категориям применения дюбелей С, D и E?

Вопрос далеко не праздный. Например, обратимся к действующему строительному допуску abZ (Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung) ETA 05/009[11], выданного Институтом строительной техники (DIBt) в Берлине, на применение дюбелей ejotherm NT U и ejotherm NK U для WDVS известной немецкой компании EJOT, члена ассоциации АНФАС в России. Строительный допуск был выбран по причине, что внешний вид и конструкция этих дюбелей весьма близка к рисунку рекомендуемого дюбеля, приведенного в ГОСТ Р 56707-2015.

В таблице 6 abZ ETA 05/009 можно увидеть, что для такого критичного основания, как многопустотные блоки из легкого бетона согласно DIN V 18151-100/EN 771-3, приводятся не только плотность, кг/дм³, и минимальная прочность на сжатие, Н/мм²=МПа, но и рисунки конструкций блоков с указанием геометрических размеров блоков и толщины перегородок.

В СП 293.1325800.2017 отсутствует такой вопрос, как табличное количество дюбелей на 1 м² ограждения. Такая таблица позволяет обойтись без соответствующих расчетов. Тема требует отдельного обсуждения, хотя по мнению автора надо взять за правило всегда рассчитывать требуемое минимальное количество дюбелей на 1 м² ограждения для каждого здания.

Обратимся и в этом случае к немецкому опыту.

В качестве примера приведем таблицу 1 из действующего строительного допуска abZ Z-33.4-1571[12], выданного Институтом строительной техники (DIBt) в Берлине известной компании Rockwool, члена ассоциации АНФАС в России, на МВП толщиной изоляции до 400 мм под штукатурку для использования в теплозащитной связанной системе (WDVS).

Таблица 1. Минимальное количество дюбелей на 1 м² согласно разделу 3.2 с диаметром шляпки дюбеля не менее 60 мм для крепления изоляционных плит "RP PT 040" с размерами 800 x 625 мм* (дюбель под сеткой)[12]

Толщина изоляции, мм	Класс нагрузки дюбеля, кН/дюбель	Ветровой отсос w_e до кН/м ² =кПа				
		- 0,56	- 0,77	- 1,00	- 1,60	- 2,20
40 и 50	≥ 20	5	5	6	8	12
	0,15	5	6	8	10	14
≥ 60	≥ 20	4	5	6	8	12
	0,15	4	6	8	10	14

* При других размерах плиты утеплителя количество дюбелей должно быть скорректировано таким образом, чтобы обеспечить эквивалентное крепление.

В приложении 2 данного строительного допуска приведена таблица 1 для случая закрепления МВП дюбелями под армирующей сеткой (типичный вариант для России).

Отметим, что максимальный ветровой отсос - 2,20 кПа в Германии принят для краевой зоны в диапазоне надземной высоты здания 20-100 м. Причем следует отметить, что в некоторых ветровых районах РФ пиковое отрицательное воздействие w_e может значительно превышать ветровой отсос w_e , принятый в Германии. Сравните цифры для w_e на высоте 100 м из таблицы А2 (см. выше), $w_e = -3,22$ кПа, и для диапазона 20-100 м в Германии, $w_e = -2,2$ кПа.

Аналогично в Германии рассчитывается количество дюбелей на 1 м² ограждения в строительных допусках для ППС.

Такую же практику ввода табличных значений количества дюбелей на 1 м² можно, конечно, применить и в России. Например, если для градации высоты, как уже упоминалось выше, руководствоваться таблицами 11.2 и 11.4 СП 20.13330.2016 для коэффициентов $k(z_e)$ и $\zeta(z_e)$. Градацию класса нагрузки дюбеля выбрать в диапазоне 0,15-0,35 кН. Диапазон толщины утеплителя, например, 50-300 мм.

Выводы к разделу "Надежность эксплуатации"

- В СП 293.1325800.2017, как и в ГОСТ Р 56707-2015, реализована ошибочная схема нормирования надежности эксплуатации только приклеенной СФТК по классам надежности с искусственной привязкой этих классов к уровням ответственности зданий и сооружений.
- Отсутствует требование к минимальной прочности при растяжении верхнего слоя ограждения, на которое устанавливается СФТК и которая должна быть не менее минимальной прочности при растяжении ППС равное 100 кПа.
- Отсутствует фундаментальное требование определения количества дюбелей на 1 м² без учета приклеивания для СФТК с комбинированным креплением.
- Для СФТК с комбинированным креплением расчетное вытягивающее усилие $F_{рч}$ дюбеля искусственно привязано к классам надежности СК2, СК1 и СК0.
- Схемы дюбелирования на рис. 7.9 не отражают в полном объеме возможные варианты схем дюбелирования.
- Отсутствует методика расчета количества дюбелей на 1 м² по выбранной схеме дюбелирования.
- Отсутствует методика расчета количества дюбелей на 1 м² по зонам на разных высотах здания.
- Отсутствует табличное представление количества дюбелей на 1 м² без расчетов.
- Введено необоснованное требование минимального количества дюбелей в размере 5 шт./м².

2. Пожарная опасность

В [2] в разделе "Пожарная опасность" автор статьи уже приводил свои возражения против привязки ко всем трем классам надежности СК0, СК1 и СК2 класса К0 конструктивной пожарной опасности СФТК в ГОСТ Р 56707-2015.

Противопожарные требования к комбинированной СФТК с применением при монтаже негорючих минераловатных расщепов и окантовок впервые были сформулированы ЛПИИСИЭС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко после испытаний фасадных штукатурных систем утепления по временной методике "Программа натуральных огневых испытаний фрагментов фасадов зданий с дополнительной наружной теплоизоляцией", разработанной в 1997 году ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко совместно с ВНИИПО МЧС России. В 2014 году они легли в основу Рекомендаций[13], опубликованных ВНИИПО МЧС России.

К сожалению, по сравнению с Рекомендациями ВНИИПО МЧС России, количество чертежей в СП 293.1325800.2017, разъясняющих отдельные противопожарные требования к комбинированной СФТК, снизилось более, чем в три раза. Причем отсутствуют многие сложные по пониманию для строителей чертежи. Например, чертежи по установке СФТК на участки стен с разновысокой эксплуатируемой и не эксплуатируемой кровлей и т.п.

В п.7.33 допускается установка дюбелей в ячеистом бетоне плотностью не менее 400 кг/м^3 . Формально это противоречит требованию подпункта д) п.1.3 ГОСТ 31251-2008[14], согласно которому материал наружной стены здания, на которую устанавливается СФТК, должен иметь плотность не менее 600 кг/м^3 .

Выше уже отмечалась небрежность исполнения СП 293.1325800.2017. Например, согласно п.7.10 для периметра проемов (оконных, дверных, вентиляционных и др.) должны применяться противопожарные окантовки из негорючих МВП (см. рисунок 1). Ниже на рисунке 7.1 вокруг оконного проема речь идет уже о противопожарной расщепке(?).

Выводы к разделу "Пожарная опасность"

- Избыточное требование класса К0 для всех классов надежности по сравнению с таблицей 22 Приложения к 123-ФЗ[15].
- Снижение более, чем в 3 раза чертежей для комбинированной СФТК по сравнению с Рекомендациями ВНИИПО МЧС России.
- Отсутствие гармонизации по требованию к плотности материала ограждения между СП 293.1325800.2017 и ГОСТ 21351-2008.

3. Теплозащита

Толщину утеплителя в п. 7.7 СП 293.1325800.2017 предлагается рассчитывать согласно СП 50.13330.2012[16].

Однако в [1,2,3] автор уже высказывал целый ряд замечаний по тому, как в стандартах СФТК изложена тема теплозащиты. Так, например, такие показатели, как коэффициент теплопроводности и термическое сопротивление, в т.ч. и требования к ним, отсутствуют(!) для всех материалов во всех стандартах СФТК, выпущенных под эгидой ассоциации АНФАС, хотя СФТК, в первую очередь, позиционируется как теплоизоляционная система.

При проектировании, несомненно, надо понимать какие эффективные утеплители мы можем применять в СФТК? Граничные значения этих показателей, например, для МВП приведены в разделе 1 ГОСТ 32314-2012[17], в котором прямо сказано, что данный стандарт не распространяется на изделия, декларируемое значение термического сопротивления которых менее $0,25 \text{ (м·К)/Вт}$, а декларируемое значение теплопроводности более $0,060 \text{ Вт/(м·К)}$ при температуре $10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Следует отметить, что в [3] было показано, что европейские требования к этим показателям для теплозащитной связанной системы (WDVS) жестче, чем, например, в EN 13162[18], с которыми гармонизирован ГОСТ 32314-2012.

В п.7.8 СП 293.1325800.2017 указано, что заводская упаковка МВП должна содержать данные о следующих характеристиках: прочность на сжатие при 10% линейной деформации и прочность при растяжении перпендикулярно лицевым поверхностям. Несомненно, важные показатели! Но, где же данные по теплопроводности МВП? В Европе, у тех же производителей МВП, которые являются членами ассоциации АНФАС, на упаковке МВП, применяемых в ETICS/WDVS, на самом видном месте всегда указаны данные по расчетному коэффициенту теплопроводности и/или сопротивлению теплопередаче.

В настоящее время расчетный коэффициент теплопроводности МВП для СФТК при условиях эксплуатации А и Б, необходимый для теплотехнического расчета, проще всего найти в Технических свидетельствах Минстроя РФ.

К сожалению, для ППС 16Ф в ГОСТ 155588-2014 приведены расчетные коэффициенты теплопроводности только в сухом состоянии при температурах $10 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ и $25 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$. Некоторые производители ППС имеют протоколы испытаний НИИСФ, НИИМосстрой или других аккредитованных лабораторий, в которых можно найти расчетные коэффициенты теплопроводности при условиях эксплуатации А и Б.

Далее обратимся к таблице 7.1 - Технические требования к анкерам с тарельчатым дюбелем СП 293.1325800.2017. В ней для минимальной высоты изоляции термоголовки над стальным распорным элементом для классов надежности СК2, СК1 и СК0 приведены, соответственно, следующие значения 5 мм, 11 мм и 25 мм.

Ранее в [1,2] автор уже отмечал с каким пренебрежением разработчики стандартов для СФТК относятся к гармонизации стандартов для СФТК между собой. Так, если строго следовать п. 6.8.2 ГОСТ Р 56707-2015, то в нем указано, что эта высота должна быть не менее 14 мм, а в Изменении №1 к ГОСТ Р 56707-2015 эта цифра почему-то уже 13 мм(?). Фактически это означает, что дюбели с высотой изоляции термоголовки 5 и 11 мм просто не имеют право на применение.

Кроме того, автор убежден в том, что выбрана не правильная схема учета точечных теплопотерь через дюбель. Да, несомненно, данная высота влияет на величину точечных теплопотерь χ , $\text{Вт/}^\circ\text{C}$ конкретного дюбеля. Однако в Европе, да и в таблице Г.4 СП 230.1325800-2015[19], на который ссылается СП 293.1325800.2017, нормирование дюбеля, как

теплопроводного включения, ведется именно по величине χ . Причем, что интересно, в таблице Г.4 СП 230.1325800-2015 для диапазона высот изоляции термоголовки $11 < L_1 \leq 16$ мм приведена фиксированная(!) величина $\chi = 0,003$ Вт/°С. Вот и возникает вопрос. А в чем тогда был физический смысл изменения минимальной высоты изоляции термоголовки над стальным распорным элементом в Изменении №1 к ГОСТ Р 56707-2015 с 14 мм на 13 мм?!

Если обратится к строительному допуску abZ ETA 05/009 на дюбели eJotherm NT U и eJotherm NK U, который упоминался выше, то в нем точечные теплотери приведены в виде простой и понятной таблицы 4.2.

Таблица 4.2 Точечный коэффициент теплопередачи

Тип дюбеля	Толщина изоляции h_d , мм	Точечный коэффициент теплопередачи χ , Вт/К
EJOT eJotherm NT U	60-260	0,002

Интерес в плане варианта возможной увязки точечных теплотерей через дюбель и количества дюбелей на 1 м^2 ограждения представляет собой статья-реферат [20], которую можно найти на официальном сайте Института строительной техники (DIBt) в Берлине. В ней приведены новые правила учета дюбеля как теплопроводного включения и утверждается, что если ввести ограничение не превышения более, чем на 3% приведенного коэффициента теплопередачи из-за влияния дюбеля как теплопроводного включения, то это влияние можно не учитывать. Исходя из этого можно определиться с количеством дюбелей с разным значением χ на 1 м^2 ограждения без существенных дополнительных теплотерей.

Таблица 1. Количество дюбелей на 1 м^2 , для которых не требуется учет точечных теплотерей через дюбель с расчетным значением коэффициента теплопроводности утеплителя равным $0,040 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ [20]

χ , Вт/К	Количество анкеров на 1 м^2 без учета теплотерей через дюбель						
	Толщина изоляции d , мм	≤ 50	$50 < d \leq 100$	$100 < d \leq 150$	$150 < d \leq 200$	$200 < d \leq 250$	$d > 250$
0,004		5	3	2	1	1	1
0,003		7	4	2	2	2	1
0,002		10	5	4	3	2	2
0,001		16 ^{a)}	11	7	6	5	4

a) Максимальное количество дюбелей без взаимного влияния

Для примера из данной статьи-реферата приведем таблицу 1.

Из таблицы 1[20], с одной стороны, видно, что, например, для толщины утеплителя 100 мм при точечных теплотерях через дюбель равных $\chi = 0,004$ Вт/К и выполнения условия не превышения более, чем на 3% приведенного коэффициента теплопередаче, допустимое количество дюбелей составляет только 3 шт./ м^2 , а для дюбеля с $\chi = 0,001$ Вт/К уже 7 шт./ м^2 . С другой стороны, с учетом величины ветрового отсоса, 11 шт./ м^2 , очевидно, позволят установить СФТК с такими дюбелями на большую высоту здания.

Выводы к разделу "Теплозащита"

- В СП 293.1325800.2017, как и в других стандартах СФТК, для всех материалов не указаны требования для таких важных показателей с точки зрения теплозащиты, как расчетный коэффициент теплопроводности и сопротивление теплопередаче.
- Трактовка точечных теплотерей через дюбель неверна по своей сути.

4. Влагоперенос

СФТК представляет собой многослойное ограждение, в котором материалы слоев имеют разную паропроницаемость. Поверочный расчет защиты СФТК от переувлажнения при проектировании есть важнейшая задача, недооценка которой может привести к печальным последствиям в процессе эксплуатации СФТК.

Нет возражений против п.7.28 СП 293.1325800.2017, который предлагает расчет защиты от переувлажнения вести согласно СП 50.13330.2012.

Общее сопротивление паропроницанию штукатурных слоев полного образца согласно п.7.29 предлагается определять по ГОСТ Р 55412-2013[21] на минераловатной подложке, что автору представляется весьма сомнительным с точки зрения точности измерений. Возможно поэтому авторы стандарта и внесли в этот п.7.29 примечание, в котором общее сопротивление паропроницанию штукатурных слоев допустимо измерять в соответствии с ГОСТ 25898-2012[22], что легко позволяет вычислить общее сопротивление паропроницанию при наличии показателей по паропроницаемости отдельных слоев СФТК.

Для расчета защиты от переувлажнения при проектировании нужны характеристики паропроницаемости материалов СФТК.

В ГОСТ Р 56707-2015 приведены требования к расчетному коэффициенту паропроницаемости или к сопротивлению паропроницаемости, для материалов, входящих в общий наружный штукатурный слой. Однако такие характеристики отсутствуют для МВП и ППС. Нет никаких граничных условий по паропроницаемости МВП и в ГОСТ 32314-2012 в отличие от EN 13162, с которым он гармонизирован и где сказано, что при отсутствии испытаний по паропроницаемости следует принимать безразмерный коэффициент паропроницаемости по отношению к теплопроводности воздуха для такой МВП равным 1.

Для ППС в ГОСТ 15588-2014, к сожалению, также отсутствуют данные по паропроницаемости. Следует также отметить, что в EN 13163[23] для ППС они есть и где сказано, что при отсутствии испытаний по паропроницаемости следует принимать безразмерный коэффициент паропроницаемости по отношению к паропроводности воздуху для разных марок ППС в соответствии с таблицей F.2 данного стандарта.

Характеристики паропроницаемости, как и в случае теплопроводности при условиях эксплуатации А и Б, необходимые для расчетов, можно найти для МВП и ППС, соответственно, в Технических свидетельствах Минстроя РФ и протоколах испытаний аккредитованных и независимых лабораторий, например, НИИСФ и НИИМосстрой.

В [1,2,3] автор уже высказывал замечания и возражения по вопросам оценки паропроницаемости и водопоглощения в стандартах СФТК, разработанных в рамках ассоциации АНФАС.

Следует обратить внимание и на расхождение между минимальной расчетной зимней температуры наружного воздуха не ниже $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ в п.5.1 СП 293.1325800.2017 и требуемой минимальной отрицательной температуры $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ для испытательного климатического стенда согласно п.5.5 ГОСТ Р 55943-2014[24].

Выводы к разделу "Влагоперенос"

- Как в ГОСТ Р 56707-2015, так и в СП 293.1325800.2017, в отличие от клеевых составов, штукатурок и фасадных красок на разной связующей основе, полностью отсутствуют какие-либо данные по паропроницаемости для эффективных утеплителей МВП и ППС.
- При проектировании СФТК необходимо понимание, как минимум, граничных условий по паропроницаемости и водопоглощению материалов. При обращении к ГОСТ Р 56707-2015 налицо, как наличие/отсутствие граничных показателей по паропроницаемости и водопоглощению для всех материалов, так и разночтение в физическом смысле показателей. Например, во внутренних стандартах водопоглощение материалов измеряется в % по массе, а в ГОСТ Р 56707-2015 для всех трех классов надежности введено понятие водопоглощения при капиллярном всасывании за 24 часа.

В заключение статьи автор считает своим долгом высказать свои соображения и опасения по системе нормирования СФТК, разработанной в рамках ассоциации АНФАС.

I. Количество вопросов, которые возникают при анализе стандартов СФТК, однозначно, говорит о том, что стандарты не прошли тщательного анализа и критического обсуждения, как со стороны специалистов по производству и монтажу СФТК, так и специалистов в области испытаний и сертификации.

II. Сравнивая европейскую систему нормирования аналогичных фасадных систем утепления ETICS/WDVS и систему нормирования, разработанную в рамках ассоциации АНФАС, автор пришел к следующему выводу. Институт европейских строительных допусков, к которым, несомненно, можно отнести и Техническое свидетельство Минстроя РФ, на такие сложные строительные изделия, как СФТК в целом, эффективные утеплители и тарельчатые дюбели, с точки зрения оценки пригодности применения, нормирования и оперативного внедрения в практику выглядит более разумным и обоснованным.

Национальные стандарты на СФТК, как строительную систему, на эффективные утеплители и дюбели, по мнению автора, уступают строительным допускам в гибкости реагирования и скорости внедрения новых изделий и новых технических решений в области применения СФТК.

Так, например, в Германии по настоящее время нормирование WDVS, утеплителей и дюбелей осуществляется, именно, с помощью строительных допусков abZ (Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung), причем точкой отсчета начала применения WDVS считается 1957 год, что составляет уже более 60 лет практического применения.

III. Созданная в рамках ассоциации АНФАС система сертификации СФТК подразумевает возможность передачи прав нормирования СФТК фактически любому аккредитованному органу в России. Это, с одной стороны, вызывает серьезные опасения у автора с точки зрения компетенции этих органов, а также уровня ответственности и статуса получаемых разрешительных документов. С другой стороны, это противоречит европейской практике нормирования аналогичных фасадных штукатурных систем утепления. Так, например, в Германии строительные допуски на ETICS/WDVS выдает только Институт строительной техники (DIBt) в Берлине, а во Франции это Научно-технический центр по строительству (CSTB) в Париже и т.п.

IV. В п.4.1 СП 293.1325800.2017 указано, что следует применять СФТК, соответствующее требованиям ГОСТ Р 56707-2015.

Однако, обратимся к п.1 главы 6 статьи 26 162-ФЗ[25] и приведем его дословно.

1. Документы национальной системы стандартизации применяются на добровольной основе одинаковым образом и в равной мере независимо от страны и (или) места происхождения продукции (товаров, работ, услуг), если иное не установлено законодательством Российской Федерации.

Вопрос. Является ли ГОСТ Р 56707-2015 национальным стандартом обязательного применения? Для ответа на этот вопрос обратимся к Постановлению Правительства РФ № 1521 (с изменениями на 7 декабря 2016 года)[26].

В перечне национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил) обязательного применения ГОСТ Р 56707-2015 отсутствует, таким образом он является стандартом добровольного применения.

Далее обратимся к п.3 главы 6 статьи 26 162-ФЗ[25] и также приведем его дословно.

3. Применение национального стандарта является обязательным для изготовителя и (или) исполнителя в случае публичного заявления о соответствии продукции национальному стандарту, в том числе в случае применения обозначения национального стандарта в маркировке, в эксплуатационной или иной документации, и (или) маркировки продукции знаком национальной системы стандартизации.

Все предельно ясно и четко определено.

В заключении отметим, что уже некоторые системодержатели и производители дюбелей обратились в Департамент градостроительной деятельности и архитектуры Минстроя России за разъяснениями по поводу совместного применения на территории РФ Технического свидетельства и ГОСТ Р 56707-2015.

В официальных ответах Минстроя России подтверждено, что наличие Технического свидетельства является достаточным условием для применения данных систем и материалов на зданиях и сооружениях различного назначения.

ИСТОЧНИКИ:

1. Александров А.В., ВОПРОСЫ ПРАКТИКА К ГОСТ Р 56707-2015 "Системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями. Общие технические условия", журнал ЕВРОСТРОЙПРОФИ, выпуск "Изоляционные материалы", 2017.
2. Александров А.В. АНАЛИЗ ГОСТ Р 56707-2015 "Системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями. Общие технические условия", журнал Лучшие Фасады, Интернет-портал www.fasad-rus.ru, 2018.
3. Александров А.В., Требования к эффективным утеплителям для систем фасадных теплоизоляционных композиционных (СФТК), журнал Лучшие Фасады, Интернет-портал www.fasad-rus.ru, 2018.
4. ГОСТ 56707-2015 "Системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями. Общие технические условия".
5. ГОСТ 15588-2014 "Плиты пенополистирольные теплоизоляционные. Технические условия".
6. ETAG 004 - Leitlinie für Europäische Technische Zulassungen für Außenseitige Wärmedämm-Verbundsysteme mit Putzschicht.
7. ГОСТ 31357-2007 "Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия".
8. СТО 44416294-010-2010 "Крепления анкерные. Метод определения несущей способности по результатам натуральных испытаний".
9. СП 20.13330.2016 "Нагрузки и воздействия".
10. СНиП 2.01.07-85* "Нагрузки и воздействия".
11. Europäische technische Zulassungen ETA 05/009, DIBt.
12. Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung Z-33.4-1571, DIBt.
13. Рекомендации "Противопожарные требования при применении в строительстве систем фасадных теплоизоляционных композиционных с наружными защитно-декоративными штукатурными слоями", ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2014.
14. ГОСТ 31251-2008 "Стены наружные с внешней стороны. Метод испытаний на пожарную опасность".
15. Федеральный закон №384-ФЗ от 30.12.2009 г. "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений".
16. СП 50.13330.2012 "Тепловая защита зданий".
17. ГОСТ 32314-2012 "Изделия из минеральной ваты теплоизоляционные промышленного производства, применяемые в строительстве. Общие технические условия".
18. DIN EN 13162:2012+A1:2015 Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) — Spezifikation.
19. СП 230.1325800-2015 "Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей".
20. Neue Regelungen zur Berücksichtigung der Wärmebrückenwirkung der Dübel in WDVS, Referat II 1, Oktober 2016, DIBt.
21. ГОСТ Р 55412-2013 "Системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями. Методы измерений".
22. ГОСТ 25898-2012 "Материалы и изделия строительные. Методы определения паропроницаемости и сопротивления паропроницанию".
23. DIN EN 13163:2012+A2:2016 Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS) — Spezifikation.
24. ГОСТ Р 55943-2014 "Системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями. Методы определения и оценки устойчивости к климатическим воздействиям".
25. Федеральный закон № 162-ФЗ "О стандартизации в Российской Федерации" (с изменениями на 3 июля 2016 года).
26. Постановление Правительства РФ №1521 "Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" (с изменениями на 7 декабря 2016 года).
27. Cziesielski E., Vogdt F. U. Schäden an Wärmedämm-Verbundsystemen, Fraunhofer IRB Verlag, 2007.
28. Werner Riedel, Heribert Oberhaus, Frank Frössel, Wolfgang Haegele Wärmedämm-Verbundsysteme. Von der Thermohaut bis zur transparenten Wärmedämmung, Fraunhofer IRB Verlag, 2010.