

## ТРЕБОВАНИЯ к эффективным утеплителям для систем фасадных теплоизоляционных композиционных (СФТК)

Данная статья является продолжением темы анализа стандарта ГОСТ Р 56707-2015 "Системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями. Общие технические условия", которая ранее была поднята в [1] и [2]. К сожалению, требования к эффективным утеплителям, изложенные в разделе 6 ГОСТ Р 56707-2015, с точки зрения автора, например, в Германии были актуальны более десяти лет назад и к настоящему времени претерпели существенные изменения. Поэтому у автора, как системодержателя, и возникает вопрос. Зачем в стандарт ГОСТ Р 56707-2015 были внесены такие требования?

Сравнительный анализ требований к эффективным утеплителям проведем на основе немецкого опыта их применения в Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS - теплозащитная связанная система), т.к. СФТК, несомненно, является аналогом WDVS.

На вопрос, почему в сравнении именно с WDVS? Можно ответить так. Весь уже более чем 20-летний опыт работы автора с СФТК и общение со специалистами из разных стран Европы, привели к пониманию того, что в теории, исследованиях и практическом применении штукатурных систем утепления Германия однозначно занимает лидирующие позиции в Европе.

Так какие же они современные требования к эффективным утеплителям в СФТК?

Рассмотрим два утеплителя, которые наиболее часто применяются в СФТК на территории России. Это, в первую очередь, минераловатные плиты (МВП), которые по разным оценкам в настоящее время занимают 60-70% рынка СФТК. Во вторую очередь, это плиты пенополистирольные (ППС) марки ППС 16Ф (старое название ПСБ-С 25Ф) согласно ГОСТ 15588-2014[3].

### **I. Требования к МВП для СФТК.**

Количественные показатели требований для МВП приведены в таблице 3 п.6.1 ГОСТ Р 56707-2015 согласно ГОСТ 32314-2012[4], гармонизированного с EN 13162[5].

Для сравнения уровня требований к МВП в Германии и России обратимся к Руководству "Qualitätsrichtlinie für Dämmstoffe aus Mineralwolle zur Verwendung in Wärmedämm-Verbundsystemen"[6], которое можно перевести как "Руководство по качеству для теплоизоляционных плит из минерального волокна для применения в теплозащитных связанных системах".

Руководство было опубликовано 04.08.2016 г. немецким профессиональным союзом разработчиков и поставщиков теплоизоляционных систем WDVsysteme и индустриальным союзом производителей минераловатных плит FMI при одобрении трех профессиональных союзов, имеющих отношение в Германии к производству строительных растворов, красок, защите и отделки фасадов зданий.

В разделе "Общий" Руководства по качеству[6] указано, что теплоизоляционные плиты из минеральной ваты должны соответствовать стандарту DIN EN 13162 и общим эксплуатационным допускам строительного надзора (abZ - allgemeine bauaufsichtliche Zulassung) Z-33.4-xxxx или Z-33.40-xxxx. Руководство по качеству определяет повышенные требования к теплоизоляционным плитам из минеральной ваты для WDVS.

Более того, в общую сводную таблицу 1.1 дополнительно, для лучшего понимания эволюции требований к МВП для WDVS в Германии, внесем показатели более ранней версии Руководства по качеству МВП для WDVS, которое было опубликовано немецким профессиональным союзом разработчиков и поставщиков теплоизоляционных систем FV WDVS (позднее переименован в WDVsysteme) в 19.09.2006 г. [7].

Анализ таблицы 1.1 приводит к следующим соображениям и замечаниям.

1.1. В отличие от ППС (см. ниже таблицу 2.1) в таблице 1.1 для МВП отсутствует такой показатель, как плотность, кг/м<sup>3</sup>. Интересно, что нет этого показателя и в п. 3.2 "Обозначения, единицы, сокращения"[3] и в аналогичном п. 3.2[4].

Однако, по мнению автора как системодержателя, в вопросе плотности есть о чем задуматься.

Например, на сайте немецкого производителя Paroc GmbH Heidenkampsweg 20097 Hamburg, на момент написания статьи, в разделе "Плиты для WDVS" перечислены следующие марки МВП: PAROC FAL 1, PAROC FAL 1cc, PAROC FAS 2cc, PAROC FAS 3cc, PAROC FAS 4, PAROC Linio 80, PAROC Linio 80cc.

Далее обратимся к действующему до 07 августа 2019 г. допуску abZ № Z-33.40-176[8], выданному компании Paroc GmbH Hamburg институтом строительной техники (DIBt) в Берлине, на МВП для использования в теплозащитной связанной системе (WDVS). Предметом нормирования стали МВП под штукатурку марок Paroc FAS, FAL и Linio. Кроме того, используя таблицу 2 данного допуска abZ, сведем уже в свою таблицу 1.2 такие показатели, как плотность и прочность при растяжении в направлении перпендикулярно к плоскости плиты.

Таблица 1.1. Сводная сравнительная таблица по показателям МВП для СФТК и WDVS

№ п/п	Показатели	Таблица 3 ГОСТ Р 56707-2015 согласно ГОСТ 32314-2012	Руководство по качеству в редакции от 19.09.2006 г.		Руководство по качеству в редакции от 04.08.2016 г.	Наличие <sup>(1)</sup> / совпадение <sup>(2)</sup>
			По DIN EN 13162 согласно требованиям DIN V 4108-10	Повышенные требования согласно союзу FV WDVS		
1	Допуск отклонения от плотности, %	Нет требований	Нет требований	±15% Отклонение согласно abZ <sup>(3)</sup>	±15% Отклонение согласно abZ <sup>(3)</sup>	
2	Допуск по ширине, мм	± 1,5%	± 1,5%	МВП ± 2 мм МВП ламелла +3/-1 мм	МВП ± 2 мм МВП ламелла +3/-1 мм	
3	Допуск по длине, мм	± 2%	± 2%	± 5 мм	± 5 мм	
4	Допуск по толщине, мм	T4: -3% или - 3 мм выбирают наибольшее значение допуска +5% или +5 мм выбирают наименьшее значение допуска	T4: -3% или - 3 мм max значение является определяющим +5% или +5 мм min значение является определяющим	МВП + 3/-1 мм (T5) МВП ламелла ± 1 мм	МВП + 3/-1 мм (T5) МВП ламелла ± 1 мм	
5	Прямоугольность, мм/м	5 мм/м	5 мм/м	2 мм на 500 мм на длину стороны	2 мм на 500 мм на длину стороны	
6	Допуск плоскостности, мм	± 6 мм	S <sub>max</sub> ≤ 6 мм/м на плиту	S <sub>max</sub> ≤ 3 мм/м	S <sub>max</sub> ≤ 3 мм/м	
7	Стабильность при заданных температурных условиях, %	DS (T+) ± 1 % стабильность размеров при температуре 70±2 °C, 48 ч	DS (T+) 48 ч хранения при 70±2 °C Изменение размеров ≤ 1%	DS (T+)	DS (70, -)	
8	Прочность при растяжении перпендикулярно к плоскости плиты, кПа	МВП ≥ 15 кПа (TP15) МВП ламелла ≥ 80 кПа (TP80)	МВП WAP-zg <sup>(4)</sup> ≥ 5,0 кПа WAP-zh <sup>(4)</sup> ≥ 7,5 кПа МВП ламелла WAP-zh ≥ 7,5 кПа	МВП WAP-zg <sup>(4)</sup> ≥ 5,0 кПа WAP-zh <sup>(4)</sup> ≥ 14,0 кПа МВП ламелла WAP-zh ≥ 80,0 кПа	МВП нормальная 5,0 кПа высокая 15,0 кПа МВП ламелла Высокая 80,0 кПа	
9	Прочность на сдвиг τ/модуль сдвига G (только для МВП - ламелла), кПа/МПа	Нет требований	Нет требований	Нет требований	≥ 20 кПа / ≥1 МПа	
10	Напряжение сжатия при 10% деформации или прочность на сжатие, кПа	МВП ≥ 30 кПа (CS(10)30) МВП - ламелла ≥ 40 кПа (CS(10)40)	Только для WAP-zh <sup>(4)</sup> ≥ 10 кПа	МВП WAP-zg <sup>(4)</sup> ≥ 5,0 кПа WAP-zh <sup>(4)</sup> ≥ 40,0 кПа МВП ламелла WAP-zh ≥ 40,0 кПа	МВП низкая 5,0 кПа высокая 40,0 кПа МВП ламелла высокая 40,0 кПа	
11	Коэффициент паропроницаемости, б/р <sup>(5)</sup>	Нет требований	Нет требований	μ ≈ 1,0	μ = 1,0	
12	Водопоглощение, кг/м <sup>2</sup> , 24 ч	≤1 кг/м <sup>2</sup> за 24 ч согласно ГОСТ EN 1609	Требование согласно DIN EN 13162	Требование согласно DIN EN 13162	Требование согласно DIN EN 13162	
13	Расчетный коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	Нет требований	Согласно DIN 4108-4 МВП WAP-zg <sup>(4)</sup> ≤ 0,036 WAP-zh <sup>(4)</sup> ≤ 0,040 МВП ламелла WAP-zh <sup>(4)</sup> ≤ 0,041	Согласно DIN 4108-4 МВП WAP-zg <sup>(4)</sup> ≤ 0,036 WAP-zh <sup>(4)</sup> ≤ 0,040 МВП ламелла WAP-zh <sup>(4)</sup> ≤ 0,041	Согласно DIN 4108-4 и/или значение из abZ <sup>(3)</sup>	
14	Пожарная опасность, класс	Нет требований	Негорючая согласно DIN 4102-1, класс A2	Еврокласс A1	Еврокласс A1	

**Примечания:**

- (1) Наличие(+)/отсутствие(-) показателей в ГОСТ Р 56707-2015 и Руководстве по качеству МВП для WDVS от 04.08.2016 г.  
 (2) Совпадение(+)/отличие(-) показателей между ГОСТ Р 56707-2015 и Руководством по качеству МВП для WDVS от 04.08.2016 г.  
 (3) Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung - общий эксплуатационный допуск строительного надзора (abZ) на МВП конкретного производителя.  
 (4) WAP-zg/zh согласно DIN V 4108-10: WAP - наружная изоляция стены под штукатуркой; z - прочность при растяжении; zg - наружная изоляция стены под облицовкой; zh - наружная изоляция стены под штукатуркой.  
 (5) б/р - безразмерный

Таблица 1.2. Данные из abZ № Z-33.40-176 на МВП Paroc GmbH

Марка плиты	Плиты под штукатурку FAS					Плиты под штукатурку FAL		Плиты под штукатурку Linio	
	4	3	3cc	2	2cc	1	1cc	80	80cc
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	150	120		100		80		80	
Прочность при растяжении перпендикулярно к плоскости плиты, кПа	≥14	≥5		≥9		≥80		≥80	

К МВП высокой плотности (см. также ниже п.1.4) типа "HD (hohe Dichte/high density)", можно отнести плиты FAS 3 и FAS 4, причем прочность при растяжении только FAS 4 совпадает с требованиями Руководства по качеству от 19.09.2006 г.[6]. Т.к. abZ № Z-33.40-176 был выдан 07 августа 2014 г., раньше опубликования Руководства по качеству от 04.08.2016 г., то требуемая минимальная прочность при растяжении в обоих документах равна 14 кПа.

А теперь давайте обратимся к российскому сайту [www.paroc.ru](http://www.paroc.ru), где можно узнать, что МВП Paroc FAS 4 снята с производства и там же на сайте, в действующем техническом свидетельстве на МВП Paroc, можно найти, что прочностные при растяжении и плотности для Linio 15 (ранее FAS 3) и Linio 20 (ранее FAS 4), составляют, соответственно,  $\geq 15$  кПа/96-120 кг/м<sup>3</sup> и  $\geq 20$  кПа/105-125 кг/м<sup>3</sup>, что соответствует таблице 3 ГОСТ Р 56707-2015 и Руководству по качеству [6] от 04.08.2016 г.

Налицо требуемая прочность при растяжении при более низкой плотности плиты и расхождение с abZ № Z-33.40-176. Да, несомненно, технология производства МВП не стоит на месте и такое вполне возможно.

Этот нюанс напоминает автору разговор с одним известным европейским производителем щелочестойкой сетки для СФТК, который заявил, что может даже при поверхностной плотности рядовой армирующей стеклосетки 145 г/м<sup>2</sup> достичь разрывной нагрузки не менее 2000 Н/5 см по основе и утку. Очевидно, как для МВП, так и для сетки, определяющими показателями при нормировании являются, соответственно, прочность при растяжении и разрывная нагрузка.

Однако, при всем своем уважении к такой известной компании, как Paroc, автор статьи, как системодержатель, с учетом тех рисков применения МВП в СФТК, которые приведены в данной статье, хотел бы быть полностью уверенным в величине декларируемых показателей при растяжении в направлении перпендикулярно лицевым поверхностям МВП.

Другим вопросом применения на фасадах СФТК с МВП такой низкой плотности является вопрос совместной работы общего штукатурного слоя и утеплителя. На 4 фасадном конгрессе, который прошел в Москве 12-14 сентября 2017 г. было высказано мнение, что такая низкая плотность МВП может привести к увеличению расхода базового клеевого состава на 1 м<sup>2</sup>. Все вышесказанное в п. 1.1. требует проверки и подтверждения.

1.2 В ГОСТ Р 56707-2015 для МВП по сравнению с Руководством по качеству[6] отсутствуют следующие показатели: допуск отклонения от плотности, коэффициент паропроницаемости, расчетный коэффициент теплопроводности, прочность на сдвиг, группа горючести.

В [2] автор уже озвучивал мысль о том, что показатели по теплопроводности и паропроницаемости являются важнейшими системными показателями, влияющими на надежность эксплуатации СФТК.

Интересно, что в п. 6.2.1 ГОСТ Р 56707-2015 такое требование по пожарной опасности для пенополистирольных плит (ППС), как время самостоятельного горения не более 1 с, присутствует, а группа горючести НГ для МВП, как материала, отсутствует.

Прочность на сдвиг влияет на совместную работу МВП и общего наружного штукатурного слоя.

1.3 Все допуски Руководства по качеству[6] на геометрические размеры МВП (п.п. 2-6 таблицы 1.1) существенно превышают требования таблицы 3 ГОСТ Р 56707-2015. Например, для типовой длины МВП 1000 мм допуск в  $\pm 2\%$  составит 20 мм, тогда как аналогичное требование для МВП для WDVS в Германии только  $\pm 5$  мм!

При рядной установке плит точность геометрических размеров МВП весьма важна. Накопление систематической ошибки установки в виде зазоров между соседними плитами приводит к увеличению трудоемкости и времени монтажа, к снижению качества монтажа СФТК.

1.4 В [1] и [2] автор уже касался темы повышения в Германии прочности при растяжении перпендикулярно лицевой поверхности плиты МВП типа "WV" с 7,5 кПа (DIN 18165-1[9]) до 15 кПа для типа "HD" согласно [6]. Повышение было связано с возможным падением прочности при растяжении до 50% при возможном насыщении влагой МВП в процессе эксплуатации.

Так, в Руководстве по качеству [7] уже в редакции от 19.09.2006 г. было введено следующее требование. Прочность при растяжении после искусственного старения согласно ETAG 004 и общего эксплуатационного допуска строительного надзора (abZ) должна составлять не менее 50% от начального значения.

1.5 Минимальная прочность на сжатие при 10% деформации в ГОСТ Р 56707-2015 для МВП высокой плотности принята равной 30 кПа, а в Руководствах по качеству [5] и [6] - 40 кПа.

Некоторые известные производители МВП со ссылкой на ГОСТ Р 56707-2015 заявили, что снижение минимальной прочности на сжатие с 40 кПа до 30 кПа, позволит понизить стоимость МВП.

Вопрос. Величина 40 кПа избыточная и проблем не будет или это снижение стоимости МВП в ущерб надежности?

1.6 В [1] и [2] автор также касался темы паропроницаемости МВП для СФТК.

В п. 4.3.8 DIN EN 13162 указано, что для МВП следует приводить коэффициент паропроницаемости  $\mu$ , а для неоднородных или кашированных плит сопротивление паропроницаемости  $Z$ . Если испытания отсутствуют, то производитель должен устанавливать безразмерный коэффициент паропроницаемости МВП по отношению к теплопроводности воздуха равным  $\mu=1$  для однородных МВП и для кашированных МВП с открытопористой структурой минеральной ваты.

Отметим следующий интересный нюанс. Практически во всех технических свидетельствах Минстроя РФ на МВП для СФТК приводится коэффициент паропроницаемости  $\mu$  равный 0,3 мг/(м·ч·Па). Если руководствоваться рис. 1 ГОСТ EN 12086-2011[10], то паропроводность воздуха при температуре 23 °С составит ~ 0,7 мг/(м·ч·Па), тогда при  $\mu=1$  коэффициент паропроницаемости МВП те же 0,7 мг/(м·ч·Па).

А теперь давайте обратимся к п. 10.9.1 ГОСТ Р 55412-2013[11], в котором паропроводность воздуха указана как 1,01 мг/(м·ч·Па), что, между прочим, противоречит, как действующему ГОСТ 25898-2012[12], так и ГОСТ EN 12086-2011. Тогда при  $\mu=1$  коэффициент паропроницаемости МВП формально составит уже 1,01 мг/(м·ч·Па).

Разница между крайними значениями коэффициента паропроницаемости составляет 1,01/0,3=3,7 раза. Учитывая, что сопротивление паропроницаемости МВП обратно пропорционально коэффициенту паропроницаемости, то фактически это будет означать, что в зоне конденсации внутри плиты влаги будет накоплено в 3,7 раза больше. Для районов с низкими зимними температурами наружного воздуха и длительным отопительным сезоном есть, несомненно, возможны риски в отношении надежности эксплуатации СФТК с МВП. В таких случаях поверочный расчет по защите многослойного ограждения от переувлажнения следует признать обязательным.

1.7 В соответствии с п. 4.3.7.1 [6] кратковременное водопоглощение не должно превышать 1,0 кг/м<sup>2</sup> за 24 часа, поэтому в последней ячейке строки 12 таблицы 1 поставлено +/+.

1.8 Несколько замечаний по теплопроводности МВП для СФТК.

В п. 6.1 ГОСТ Р 56707-2015 указано, что технические требования, приведенные в таблице 3, соответствуют МВП, выпускаемой по ГОСТ 32314-2012, который гармонизирован с EN 13162. В разделе 8 "Маркировка и этикетирование" ГОСТ 32314-2012 находим, что изделия, соответствующие требованиям настоящего стандарта, должны иметь четкую маркировку, нанесенную на изделие или этикетку, или упаковку и содержащую, в том числе, декларируемые термическое сопротивление и теплопроводность.

Как в стандарте DIN EN 13162, так и в ГОСТ 32314-2012, указано, что нормы не имеют силы для материалов, значение термического сопротивления которых ниже чем 0,25 (м<sup>2</sup>·°С)/Вт или значение коэффициента теплопроводности которых не более, чем 0,060 Вт/(м·°С) при температуре 10 °С.

К сожалению, в ГОСТ Р 56707 по количественной величине показателей теплопроводности МВП для СФТК нет ни слова.

#### **Выводы к разделу 1. Требования к МВП для СФТК**

- В таблице 3 ГОСТ Р 56707-2015 отсутствуют важные показатели.
- Большинство показателей в таблице 3 занижены по сравнению с аналогичными показателями для WDVS в Германии.
- Большинство количественных показателей по качеству МВП для СФТК в Германии для аналогичной WDVS устарели более, чем на 10 лет.

#### **2. Требования к ППС для СФТК.**

Требования к плитам пенополистирольным (ППС) для СФТК изложены в п.п. 6.1-6.3 ГОСТ Р 56707-2015 со ссылкой на ГОСТ 15588-2014[3].

В п. 3.1 ГОСТ 15588-2014 перечислены плиты марок ППС 15Ф, ППС 16Ф, ППС 20Ф, которые предназначены для применения в фасадных теплоизоляционных композиционных системах с наружными штукатурными слоями (СФТК).

Так же, как и для МВП, создадим сводную таблицу 3 требований к ППС для СФТК в сравнении с аналогичными требованиями в Германии.

Использовать будем следующие немецкие документы. Руководство "Qualitätsrichtlinie für Dämmstoffe aus Polystyrol-Hartschaum zur Verwendung in Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS)[13] - Руководство по качеству плит из вспененного пенополистирола для применения в теплозащитных связанных системах (WDVS)", которые были опубликованы 04.08.2016 г. немецким профессиональным союзом разработчиков и поставщиков теплоизоляционных систем WDVsysteme и промышленным союзом производителей вспененных материалов IVH при одобрении трех профессиональных союзов, имеющих отношение в Германии к производству строительных растворов, красок, защите и отделки фасадов зданий.

В разделе "Общий" Руководства по качеству[13] указано, что ППС должны соответствовать стандарту DIN EN 13163:2012+A1:2015 [14] и общему эксплуатационному допуску строительного надзора (abZ - allgemeine bauaufsichtliche Zulassung). Руководство по качеству определяет повышенные требования к ППС для WDVS.

В таблицу 3, так же, как и в разделе 1, дополнительно, для лучшего понимания эволюции требований к ППС для WDVS в Германии, внесем показатели более ранней версии Руководства по качеству ППС для WDVS, которое было опубликовано промышленным союзом производителей вспененных материалов IVH и профессиональным союзом разработчиков и поставщиков теплоизоляционных систем FV WDVS (позднее переименован в WDVsysteme) 19.09.2006 г.[15].

Анализ таблицы 3 приводит к следующим соображениям и замечаниям.

2.1 В ГОСТ Р 56707-2015 и ГОСТ 15588-2014 для ППС по сравнению [13] отсутствуют следующие показатели: стабильность размеров при заданных температуре (°C)/относительной влажности (%) и в нормальном климате, прочность при растяжении параллельно плоскости плиты, прочность на сдвиг и модуль сдвига, коэффициент паропроницаемости.

Прочность на сдвиг и модуль сдвига определяют совместную работу МВП и общего наружного штукатурного слоя.

Стабильность размеров плит ППС также важный показатель. Косвенно он учтен в п. 4.2 ГОСТ 15588-2014, где требуется ППС, предназначенные для теплоизоляции в фасадных теплоизоляционных композиционных системах с наружными штукатурными слоями, изготавливать из пенополистирольных блоков, выдержанных в условиях хранения не менее 14 сут.

В ГОСТ Р 56707-2015 и ГОСТ 15588-2014 отсутствует показатель коэффициента паропроницаемости для ППС являющийся важным системным показателем, влияющим на надежность эксплуатации СФТК[2], хотя его влияние на влагоперенос СФТК с ППС значительно меньше, чем в СФТК с МВП.

В [2] было отмечено, что для оценки теплозащиты для ППС согласно СП 50.13330.2012[16] необходимо оперировать коэффициентом теплопроводности при условиях эксплуатации конструкции А и Б в отличие от коэффициента теплопроводности в сухом состоянии. Для ППС разной плотности этот расчетный коэффициент можно найти в Приложении Т СП 50.13330.2012 или, например, в протоколах НИИСФ на конкретные марки ППС отдельных производителей.

2.2 Все допуски [13] на геометрические размеры ППС (п.п. 2-6 таблицы 2) превышают требования п.п. ГОСТ 15588-2014. Например, для типовой длины 1000 мм ППС для СФТК допуск составляет  $\pm 5$  мм, тогда как аналогичное требование для ППС для WDVS в Германии только  $\pm 2$  мм.

Требования к геометрии плит в случае ППС даже более важны, чем к МВП, о чем упоминалось выше, т.к. последние более жесткие.

2.3 Большой заслугой ГОСТ 15588-2014 является введение такой важнейшего показателя как прочность при растяжении в направлении перпендикулярном лицевой поверхности плиты. В ГОСТ 15588-86 этот показатель отсутствовал. Его введение позволяет обосновать надежность эксплуатации только приклеенной СФТК.

В [1] и [2] уже отмечалось, что при нормировании показатель можно определять по минимальной величине, уровню или классу. Как для ППС в WDVS в Германии и в Европе, так и в ГОСТ 15588-2014, минимальная прочность при растяжении ППС равна 100 кПа.

2.4 Интересно, в Руководстве по качеству [12], в отличии от ГОСТ 15588, нет требований по прочности на сжатие при 10% деформации и влажности по массе в %.

2.5 Показатели в строчках 15 и 18 таблицы 3, как в Руководстве по качеству [13], так и в ГОСТ 15588-2014, отличаются по трактовке и количественным значениям.

#### **Выводы к разделу 2. Требования к ППС для СФТК**

- В ГОСТ Р 56707-2015 и отсутствует ряд показателей.
- Часть показателей занижена по сравнению с аналогичными показателями для WDVS в Германии.
- Отдельные показатели, в первую очередь, по геометрии ППС в Германии для аналогичной WDVS устарели более, чем на 10 лет.

В конце статьи автор, исходя и из своего личного опыта, считает необходимым остановиться на весьма актуальной и важной теме возможных рисков нарушения целостности наружного штукатурного слоя вследствие недооценки влагопереноса в СФТК с МВП по сравнению с ППС.

В [2] кратко были представлены положения эмпирической теории защиты штукатурных фасадов, разработанной в прошлом веке известным и авторитетным немецким специалистом доктором Хельмутом Кюнцелем.

Обратимся к главе 7.1.2 "Паропроницаемость" книги Dr.-Ing. Helmut Künzel, Außenputz Untersuchungen Erfahrungen Überlegungen. Fraunhofer IRB Verlag[17], название которой можно перевести так: "Наружные штукатурки Исследования Опыт Соображения".

В данной главе говорится о том, что диффузионный перенос влаги в стене изнутри наружу не сильно затруднен в теплоизоляционном слое из минеральной ваты в отличие от пенополистирола. Это надо учитывать для новых зданий с высокой влажностью стен.

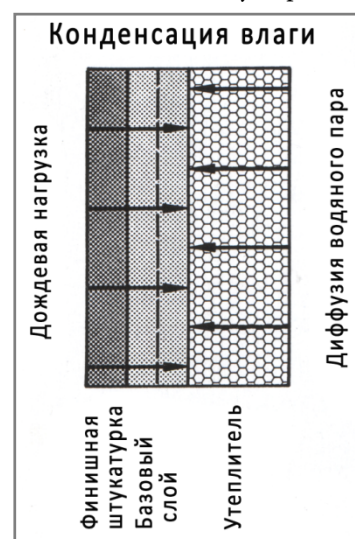


Рис. 1. Накопление влаги в WDVS[17]

Таблица 3. Сводная сравнительная таблица по показателям ППС для СФТК и WDVS

№ п/п	Показатели	п.6.1-6.3 ГОСТ Р 56707-2015 согласно ГОСТ Р 15588-2014	Руководство по качеству в редакции от 19.09.2006 г.		Руководство по качеству в редакции от 04.08.2016 г.	Наличие <sup>(1)</sup> / совпадение <sup>(2)</sup>
			DIN EN 13163/DIN V 4108-4/ DIN V 4108-10/ETAG 004	Повышенные требования согласно союзам IVH-/FV WDVS		
1	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	≥ 16	Не определено	Не определено	14...25	
2	Допуск по ширине и длине, мм	≤ 1000 мм ±5 > 1000≤2000 мм ±7,5	± 2	± 2	± 2	
3	Допуск по толщине, мм	≤ 50 мм ±2 > 50 мм ±3	± 1	± 1	± 1	
5	Прямоугольность, мм/м	Разность диагоналей ≤ 1000 мм 4 мм > 1000≤2000 мм 6 мм	±2	±2	±2	
6	Допуск плоскостности, мм	3 мм на 500 мм длины	±5 мм/м	±3 мм/м	±3 мм/м	
7	Стабильность размеров при заданных условиях EN 1604, %	Не определено	2	2	2	
8	Стабильность размеров при нормальном климате EN 1603, %	Не определено	0,2	0,2	0,2	
9	Прочность при растяжении перпендикулярно к плоскости плиты, кПа	≥100	Не определено	≥100	≥100	
10	Прочность при растяжении параллельно плоскости плиты, кПа	Не определено	Не определено	Для приклеенной и задюбелированной WDVS ≥100	Не определено	
11	Прочность на сдвиг, кПа	Не определено	≥20	≥50	≥ 50 (DIN EN 12090)	
12	Модуль сдвига, кПа	Не определено	≥1000	≥1000	≥1000 (DIN EN 12090)	
13	Прочность на сжатие сжатия при 10% деформации, кПа	≥100	Не определено	Не определено	Не определено	
14	Коэффициент паропроницаемости, б/р <sup>(3)</sup>	Не определено	Не определено	Не определено	30...70	
15	Водопоглощение, %, 24 ч	≤1	≤1 кг/м <sup>2</sup> кратковременное	≤0,2 кг/м <sup>2</sup> кратковременное	≤0,2 кг/м <sup>2</sup> кратковременное	
16	Влажность по массе, %	≤2	Не определено	Не определено	Не определено	
17	Расчетный коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, Вт/(м·°C)	При 10±1 °C 0,036 При 25±5 °C 0,038	Не определено	Расчетные значения 0,045 EPS 45 WDV 0,035 EPS 35 WDV 0,032 EPS 32 WDV	Styropor ~ ППС 16Ф 0,035 Neopor ~ ППС 15Ф 0,034...0,032	
18	Пожарная опасность, класс	Время самостоятельного горения ≤ 1 с	Еврокласс E1	Класс материала B1 по DIN 4102-1 Еврокласс E1 по DIN EN 13501-1	B1(DIN 4102-1) E1 (DIN EN 13501-1)	

**Примечания:**

<sup>(1)</sup> Наличие(+)/отсутствие(-) показателей в ГОСТ Р 56707-2015 и Руководстве по качеству ППС для WDVS от 04.08.2016 г.

<sup>(2)</sup> Совпадение(+)/отличие(-) показателей между ГОСТ Р 56707-2015 и Руководством по качеству ППС для WDVS от 04.08.2016 г.

<sup>(3)</sup> б/р - безразмерный

В таких зданиях наружная штукатурка может быть повреждена не только за счет дождевой нагрузки, но и за счет диффузии пара изнутри наружу. Обе причины могут привести к значительному накоплению влаги в штукатурке (см. рис 1).

Исследования проводились на западной экспериментальной стене в Хольцкирхене. Стены из ячеистого бетона были изолированы WDVS, как плитами из минеральной ваты, так и из пенополистирола. Также, попеременно, в качестве финиша были нанесены минеральная и полимерная штукатурки.

Блоки из газобетона были выбраны по причинам высокой начальной влажности и низкого сопротивления паропроницанию.



Фото 2. Разрушение полимерной штукатурки[17]

Полученный урон в течение двух лет наблюдений приведен на фото 1. Только теплоизоляция с пенополистиролом не претерпела никаких повреждений, в то время как полимерная штукатурка в WDVS с плитами из минеральной ваты получила повреждения на большой площади.

С другой стороны, на минеральной штукатурке с минеральной ватой было обнаружено гораздо меньше повреждений. Граничные условия в эксперименте были экстремальные.

Трещины в полимерной штукатурке способствовали дальнейшему разрушению за счет дождевой нагрузки (см. Фото 2).

Как следствие, в WDVS с минеральной ватой следует применять паропроницаемые штукатурки, чтобы избежать чрезмерного накопления влаги за счет диффузии водяного пара.

В заключение статьи, отметим, что риски связанные с ухудшением влажностного режима ограждения из-за высокой паропроницаемости и низкой теплопроводности минеральной ваты должны всегда оцениваться соответствующим образом.

Так как наружная штукатурка в СФТК выполняется, как правило, толщиной в несколько миллиметров, ее емкость невелика, и с нарушением баланса приходящей и уходящей влаги влажность штукатурки будет резко повышаться. Переувлажнение штукатурки за счет циклов замораживание-оттаивание приведет к образованию трещин и ее разрушению.

В качестве критерия допустимого увлажнения штукатурного слоя может быть выбрана сумма расчетного массового отношения влаги в материале  $w$ , %, при условиях эксплуатации А или Б и предельно допустимого приращения расчетного массового отношения влаги в материале  $\Delta w$ , %[16].

## 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. ГОСТ 15588-2014 "Плиты пенополистирольные теплоизоляционные. Технические условия".
4. ГОСТ 32314-2012 "Изделия из минеральной ваты теплоизоляционные промышленного производства, применяемые в строительстве. Общие технические условия".
5. DIN EN 13162:2012+A1:2015 Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) - Spezifikation.
6. Qualitätsrichtlinie für Dämmstoffe aus Mineralwolle zur Verwendung in Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS), 04.08.2016.
7. Qualitätsrichtlinien für Fassadendämmplatten aus Mineralwolle bei Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS), 19.09.2006.
8. abZ № Z-33.40-176 от 07.08.2014.
9. DIN 18165-1 Faserdämmstoff für das Bauwesen; Dämmstoffe für die Wärmedämmung.
10. ГОСТ EN 12086-2011 "Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Метод определения характеристик паропроницаемости".
11. ГОСТ Р 55412-2013 "Системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями. Методы измерений".
12. ГОСТ 25898-2012 "МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ СТРОИТЕЛЬНЫЕ. Методы определения паропроницаемости и сопротивления паропроницанию".



Фото 1. Вид западных стен из ячеистого бетона с различными WDVS после 2- лет наблюдений[17]

13. Qualitätsrichtlinie für Dämmstoffe aus Polystyrol-Hartschaum zur Verwendung in Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS), 04.08.2016.
14. DIN EN 13163:2012+A2:2016 Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS) — Spezifikation.
15. Qualitäts-Richtlinien für Fassaden-Dämmplatten aus EPS-Hartschaum bei Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS), 19.09.2006.
16. СП 50.13330.2012 "Тепловая защита зданий". Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
17. Helmut Künzel, Außenputz Untersuchungen Erfahrungen Überlegungen. Fraunhofer IRB Verlag, 2003.