



Почему нельзя говорить о сопротивлении паропрооницанию герметика?

Этого вопроса в том или ином виде мы касаемся в каждой второй технической статье. Но совсем недавно на рынке монтажных герметиков вновь появились документы, в которых говорится о сопротивлении паропрооницанию герметика. Поэтому мы решили актуализировать ранее написанную статью (clck.ru/pf3Lt), используя более понятный пример.

ГОСТ 30971-2012 — основополагающий стандарт в монтаже окон — задает в п. А.2.2 требование по сопротивлению паропрооницанию наружного слоя: «не более 0,25 Па·м²·ч/мг». В чем смысл этого требования?

Вода, попадая в монтажную пену, ухудшает ее теплоизоляционные свойства. Поэтому наружный слой делают гидроизоляционным. Но если влага попала в пену, надо обеспечить возможность ее удаления из пены. Как оказалось, монтажная пена довольно быстро высыхает сама по себе¹: даже поздней осенью, когда и важна эта скорость высыхания — за 6 суток. Поэтому, чтобы влага не скапливалась в пене, надо просто не препятствовать этому естественному высыханию. Соответственно, наружный слой делают паропрооницаемым.

Казалось бы, все просто. Но ГОСТ устанавливает требование не на «паропрооницаемость», а на «сопротивление паропрооницанию». В чем состоит разница между этими показателями?

Рассмотрим некую газовую скважину и некий город — потребитель этого газа. Между ними есть труба, по которой течет газ.

Представим, что скважина стоит вплотную к городу — на расстоянии 1 метр. Длина трубы, разумеется, абсурдна, но так будет проще понять разницу. Чтобы газ потек по трубе, необходимо создать движущую силу — разницу давлений. Для длины трубы в 1 м достаточно будет совсем небольшой разницы давлений² — скажем, 10 Па.

Теперь разместим трубу на соответствующее реальной эксплуатации расстояние — например, на 1000 км. В этом случае давления в 10 Па определенно не хватит. Почему? Потому что молекулы газа трутся о стенки трубы. То есть возникает трение, а значит и сопротивление. Назовем его сопротивлением газопроотеканию. Перепад давления для течения газа по такой длинной трубе должен составить какое-то ощутимое значение, скажем, 100 атмосфер. Понятно, что

чем длиннее труба, тем больше площадь поверхности трения³ газа о трубу, а значит, тем больший перепад давления необходим. Также обратим внимание, что говорить о сопротивлении газопроотеканию можно только в отношении какой-то конкретной трубы.

Какие выводы можно сделать из этого примера? Во-первых, необходимый перепад давления ΔP для течения газа прямо пропорционален длине трубы L . Во-вторых, сопротивление газопроотеканию $СГ$ трубы прямо пропорционально длине этой трубы L :

$$СГ \sim L$$

Введем для трубы понятие трубной газопрооницаемости Γ — свойство, которое показывает насколько легко течет газ по трубе из определенного материала при заданном давлении газа. То есть «трубная газопрооницаемость» не будет свойством какой-то конкретной трубы (в отличие от сопротивления газопроотеканию) — она не зависит от длины трубы, например. При этом если взять две трубы с одинаковыми размерами, но из разных материалов, то сопротивление газопроотеканию будет больше у той трубы, которая сделана из материала с меньшей трубной газопрооницаемостью. Таким образом, мы получаем, что сопротивление газопроотеканию трубы $СГ$ численно обратно пропорционально трубной газопрооницаемости Γ :

$$СГ \sim \frac{1}{\Gamma}$$

Теперь поговорим о герметиках. Из-за особенности отверждения акриловых герметиков внутри них присутствуют микропоры, которые и обеспечивают основной путь для диффундирующих сквозь герметик молекул водяного пара⁴. Эти микропоры представляют со-

¹ Не полностью, а до 13% по массе. Меньше этого значения влагонакопления разница в температуре внутреннего откоса между сухой и мокрой пеной не существенна. Подробнее — в статье «О приложении сопротивления паропрооницанию к вопросу работы монтажного шва», выпуск 51, апрель 2017 г.

² Возможно, перепады давлений, выбранные в статье, недостаточны или наоборот избыточны, но сейчас нас интересуют не точные значения, а сам принцип.

³ Иначе говоря, площадь «контакта» газа и трубы.

⁴ Для герметиков на основе других полимеров или даже для лент ПСУЛ приведенное далее умозаключение тоже применимо. Если молекулы пара внутри герметика диффундируют между упорядоченными атомами или молекулами, то последние будут «сопротивляться» этому движению, а значит также будет возникать своеобразное «трение» о «стенки». В случае ПСУЛ стенками служат ячейки поролон.

бой по сути трубки малого размера, поэтому наши рассуждения применимы и для герметика (только вместо сопротивления газопротеканию СГ трубы мы будем говорить о сопротивлении паропрооницанию СП слоя герметика, вместо газопрооницаемости Г – о паропрооницаемости П герметика, а вместо длины трубки L – о толщине герметика T):

$$СП \sim \frac{1}{П} \sim T$$

Соответственно, формулы приобретают знакомый по предыдущей версии статьи вид:

$$СП = \frac{T}{П}$$

Итак, мы увидели, что сопротивление паропрооницанию слоя герметика тем меньше, чем меньше толщина слоя или чем больше паропрооницаемость герметика.

Важно отметить, что как сопротивление газопротеканию относится к конкретной трубе, а не к материалу трубы, так и сопротивление паропрооницанию – к конкретному слою герметика, а не к материалу герметика. Также и паропрооницаемость – это свойство герметика (аналогично трубная газопрооницаемость – свойство материала трубы).

Другими словами, нельзя говорить о сопротивлении газопротеканию какого-нибудь сплава, из которого делают газовую трубу. И, аналогично, нельзя говорить о сопротивлении паропрооницанию герметика.

Казалось бы, логично. И все же до сих пор появляются протоколы, в которых фигурирует именно «сопротивление паропрооницанию герметика»! Пример из недавно найденного представлен на рисунке 1.

Как можно увидеть, в протоколе испытаний герметика, предлагаемого для монтажа оконных блоков, указания по толщине отсутствуют. Но что если толщина, на которой были проведены испытания, слишком мала? Например, близка к 3 мм. Это все меняет. Ведь тогда у производителя возникает понятное желание скрыть значение толщины.

В самом деле, погрешность толщины слоя герметика при изготовлении шва в условиях работы на строительном объекте достигает 1,5 мм (другими словами, это допуск по нанесению⁵). Кроме того, герметик часто наносят на поверхность подрезанной пены, а в ней стандарт допускает поры диаметром до 6 мм, которые при нанесении герметика практически полностью им заполняются. Поправка на образующийся рельеф слоя в пересчете на плоский слой увеличивает его эффективную толщину на 0,5 мм.

Итого получаются дополнительные 2 мм, которые надо вычесть из толщины образцов для испытания на паропрооницаемость. Получается чуть больше чем 1 мм – именно такая толщина слоя будет получаться на объекте, если принять, что толщина образцов «близка к 3 мм».

Но слой герметика такой толщины неработоспособен сам по себе, а уж тем более с учетом того, что в пене образуются трещины, которые действуют как концентраторы напряжений для уложенного поверх слоя герметика. Поэтому минимально допустимая по ГОСТ 30971 толщина слоя герметика – 3 мм⁶.

Так что возвращаясь к приведенному протоколу – дело не только в том, что показатель «сопротивление паропрооницанию герметика» не имеет смысла. Здесь еще, возможно, есть скрытые мотивы недобросовестного производителя.

Компания «САЗИ»

140005, Московская обл., г. Люберцы, ул. Комсомольская, 15 А

Тел.: +7 (495) 221-8765, 740-4727

www.sazi-group.ru

Сведения об образцах				Дата испытания	Измеряемый показатель (ИП), ед. изм.	Требования к ИП		Обозначение НД на испытания	Результаты испытаний	Примечание
№ регистрации образца в ИЛ	Дата изготовления	Маркировка заказчика	Маркировка ИЛ			Обозначение НД на продукцию	Нормативное значение			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	19.10.20	Герметик акриловый паропрооницаемый. Партия № 40758427. Образцы в виде пластин	1-1	09.12.20-18.01.21	Сопротивление паропрооницанию, м ³ ·ч·Па/мг	ГОСТ 30971-2012 «Швы монтажные узлов примыкания оконных блоков к стеновым проемам. Общие технические условия», п.А.2.2, ТУ 20.30.22-001-01324561-2019 «Материалы полимерные герметизирующие», Р. 1.8, табл.7	Не более 0,25	ГОСТ 25898-2012 «Материалы и изделия строительные. Методы определения паропрооницаемости и сопротивления паропрооницанию» (ISO 12572:2002, NEQ)	Rn1 = 0,21	Соответствует
			1-2						Rn2 = 0,24	
			1-3						Rn3 = 0,23	
			1-4						Rn4 = 0,21	
			1-5						Rn5 = 0,18	
									Rn ср1-5 = 0,21	

Рис. 1. Пример «неправильного» протокола

⁵ Если монтажник хочет нанести слой толщиной 3 мм, то он попадет в диапазон 2,25 – 3,75 мм.

⁶ Вернее, эти 3 мм – минимальная толщина в случае отсутствия указаний по толщине слоя герметика в испытаниях на долговечность. Указания в протоколе на долговечность отсутствовали ввиду отсутствия самого протокола на долговечность.