

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРОПРОНИЦАЕМОСТИ И ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ ФАСАДНЫХ КРАСОК

Паропроницаемость и водопоглощение - это одни из важных параметров, определяющих качество фасадного покрытия. В идеале, если не ставится специальная задача создания пароизолирующего слоя на поверхности фасада, то краска должна иметь нулевое водопоглощение и максимальную паропроницаемость. Однако, поскольку эти показатели прямо или косвенно связаны с не менее важными характеристиками - адгезией, устойчивостью к мокрому истиранию, грязеудержанием и т.п. - на практике приходится выбирать разумный компромисс между этими параметрами.

Если рассматривать выбор системы материалов для окраски фасада здания, под которой мы подразумеваем комплекс «шпаклевка - грунт - краска», только по параметру паропроницаемости, то, очевидно, что паропроницаемость красочного слоя должна превышать паропроницаемость стены, чтобы не препятствовать выходу влаги из внутренних помещений. Следовательно, изготовитель лакокрасочных материалов сталкивается с проблемой создания материалов с заданной паропроницаемостью, что, в свою очередь, приводит к выбору надежного и воспроизводимого метода определения паропроницаемости.

ГОСТ 25898-83 «Материалы и изделия строительные. Методы определения сопротивления паропроницанию определяет паропроницаемость как величину, численно равную количеству водяного пара в миллиграммах, которое проходит за 1 час через слой материала площадью 1 м^2 и толщиной 1 м при условии, что температура воздуха у противоположных сторон слоя одинакова, а разность парциального давления водяного пара равняется 1 Па, т.е., размерность коэффициента паропроницаемости = $M \cdot h / (S \cdot t \cdot P)$ мг/(м²·ч·Па) где M - количество водяного пара, прошедшего через образец за интервал времени t, h - толщина образца, S - площадь образца, P - разность значений парциального давления водяного пара на образце. Численные значения этого коэффициента приводятся в СНиП II - 3 - 79 «Строительная теплотехника» для большого количества строительных материалов.

ГОСТ 2875-90 «Защита от коррозии в строительстве. Конструкции бетонные и железобетонные. Испытание паропроницаемости защитных покрытий.» определяет паропроницаемость в аналогичной формулировке, но размерность приводит несколько иную: = кг/(м²·с·Па). Несмотря на различие в размерности, в обеих формулах присутствует значение толщины образца, т.е., подразумевается прямо пропорциональная зависимость коэффициента паропроницаемости от толщины измеряемого слоя.

Для проверки этой зависимости нами были проведены измерения паропроницаемости различных фасадных красок - акрилатных, силиконо-латексных, силикатно-латексных, силиконо-силикатно-латексных. Было обнаружено отсутствие прямой зависимости между толщиной красочного слоя и его паропроницаемостью - для разных типов красок увеличение толщины покрытия в два раза (от 120 до 240 мкм) приводит к снижению паропроницаемости на 40-80%. Аналогичные данные приводятся в 1, с.125-126. Авторы измеряли паропроницаемость пяти водно-дисперсионных фасадных красок, основанных на различных связующих и показали, что увеличение толщины слоя краски на 67% снижает паропроницаемость для разных видов красок от 16 до 59%. Поэтому, использование вышеуказанного коэффициента для сравнения разных материалов, корректно только при указании толщины слоя, как, например, это сделано в 2.

В дальнейшем, мы будем пользоваться как этим коэффициентом, так и более наглядным показателем - плотностью диффузионного потока водяного пара q г/(м²*сутки), показывающим сколько грамм водяного пара проходит через 1 м² покрытия в сутки и общепринятым в европейской практике показателем S_d м - толщине слоя воздуха, эквивалентной по паропроницаемости образцу измеряемого материала. При разности парциальных давлений водяного пара по разные стороны образца 50% и температуре системы 23°C, S_d с достаточной точностью можно вычислить по формуле $S_d = 21 / q$.

Для строителя, выбирающего систему для окраски фасада важно измерение паропроницаемости системы, например, «штукатурка - грунт - краска». Но для технолога, на этапе разработки рецептур фасадных красок с определенной паропроницаемостью, важно избежать влияния дополнительных факторов на результаты измерения. Нами была измерена паропроницаемость двадцати образцов известково-цементно песчаной штукатурки толщиной 10±0,5 мм изготовленных за один раз в одинаковых условиях. Она составила от 60 до 82 г/(м²*сутки), т.е., погрешность достаточно велика. Если учесть что паропроницаемость некоторых типов фасадных красок может быть от 60 до 100 г/(м²*сутки), то очевидно, что погрешность, привносимая штукатуркой, весьма существенна. Идеально было бы измерять паропроницаемость свободных пленок, но не для всех типов красок это возможно - методически трудно изготовить свободную пленку для красок с высоким содержанием жидкого стекла или силиконовой эмульсии.

В результате, сопоставив методики, изложенные в ГОСТах, DIN, а также любезно предоставленные нам различными фирмами, мы остановились на определении паропроницаемости на инертной подложке с заведомо высокой паропроницаемостью. Такая методика принята в европейской практике, в частности, в лаборатории фирмы Rhodia в Париже, которая специализируется на определении показателей паропроницаемости и водопоглощения. Для испытаний служит специальный пористый керамический материал, с известной паропроницаемостью.

В качестве подложки нами при проведении испытаний в лаборатории НТЦ "ВАК" был выбран широко распространенный и доступный материал - гипсокартон. Он имеет достаточно стабильную паропроницаемость - наши измерения образцов из разных партий дали 200±10 г/м²*сутки или 0,07 мг/(м*ч*Па) (в СНИП II-3-79 приводится значение 0,075 мг/(м*ч*Па) для листов гипсовых обшивочных). Поверхность гипсокартона достаточно гладкая, что позволяет наносить краску аппликатором и контролировать толщину слоя.

Таким образом, методику определения паропроницаемости можно изложить следующим образом.

Материалы и аппаратура

Гипсокартон толщиной 11-12 мм, парафин, вода дистиллированная, аппликатор 200 мкм, весы с точностью взвешивания 0,001 г, микрометр, стакан пластиковый 500 мл, гигрометр ВИТ-1, эксикатор, термостатируемая камера, обеспечивающая постоянную температуру 23±0,2°C.

Подготовка образцов

В нескольких точках микрометром измеряется толщина гипсокартона. Краска наносится на лицевую поверхность гипсокартона аппликатором 200 мкм в один слой с последующей сушкой не менее 12 часов. В тех же точках измеряется толщина гипсокартона с красочным слоем и определяется толщина слоя. Красочный слой выдерживается при комнатной температуре не менее 28 суток. Из окрашенного гипсокартона вырезается круг диаметром 80-82 мм. Для каждого вида краски изготавливаются не менее трех образцов.

Боковые стороны образцов заливаются парафином. В стакан емкостью 500 мл наливается 120 мл дистиллированной воды и в верхнюю часть стакана вставляется вырезанный образец окрашенной плоскостью вверх. На окрашенную плоскость накладывается пластиковый круг диаметром 73 мм и края заливаются парафином. Пластиковый круг снимается, образуя фиксированную площадь испарения воды.

Проведение испытаний на паропроницаемость

Стакан с образцом взвешивают с точностью до 0,001 г и помещают в эксикатор подходящей ёмкости. На дно эксикатора заливают насыщенный раствор бихромата натрия для получения в объёме эксикатора относительной влажности 50%. Эксикатор помещается в термостатируемую камеру с фиксированной температурой $23 \pm 0,2^\circ\text{C}$. Взвешивание стакана с образцом проводят один раз в сутки в течение 14 дней.

На основании полученных измерений строят прямую «изменение массы - время» и рассчитывают диффузионный поток водяного пара, коэффициент паропроницаемости и S_d .

Часто при подборе рецептуры фасадной краски возникает проблема изучения влияния какого либо компонента на паропроницаемость. При этом не ставится задача численного определения коэффициента паропроницаемости, а требуется провести сравнительные определения - насколько одна краска отличается от другой. В этом случае можно использовать упрощенную методику. Все измерения и выдержка образцов проводятся при комнатной температуре и влажности. Так как образцы находятся в одинаковых условиях, то, несмотря на колебания относительной влажности и температуры в помещении, сравнительные данные получаются достаточно достоверными.

В таблице 1 приведены результаты измерения паропроницаемости нескольких видов фасадных красок. Краски Акрил- на основе акрилат-стирольных латексов, Силикон - с различным содержанием силиконовой эмульсии, Силикат - латексно-силикатная краска, Цоколь - краска с повышенной адгезией и водостойкостью для окраски цоколей зданий.

Таблица 1. Паропроницаемость различных фасадных красок ВАК.

	Диффузионный поток паров через систему «гипсокартон - краска», $q_{\text{сист.}}$, мг/м ² *сутки при толщине красочного слоя 120 мкм	Расчетный диффузионный поток паров воды через свободный красочный слой, $q_{\text{кр.}}$, мг/м ² *сутки	Коэффициент паропроницаемости красочного слоя, при толщине 120 мкм, мг/м*час*Па	S_d , м
ВАК «Цоколь»	53	72	$2,6 \cdot 10^{-4}$	0,29
ВАК «Акрил 1»	69	105	$3,8 \cdot 10^{-4}$	0,2
ВАК «Акрил 2»	79	131	$4,7 \cdot 10^{-4}$	0,16
ВАК «Силикон 1»	100	200	$7 \cdot 10^{-4}$	0,1
ВАК «Силикон 2»	135	415	$14,8 \cdot 10^{-4}$	0,05
ВАК «Силикат»	151	616	$23,8 \cdot 10^{-4}$	0,03

Во второй колонке приведены реально измеренные величины паропотока через слой «гипсокартон - краска». Очевидно, что величина паропотока через чистый гипсокартон (200 г/м²*сутки) сопоставима с паропереносом через систему. Следовательно, для определения истинной паропроницаемости красочного слоя, следует исключить влияние подложки. В соответствие с ГОСТ 25898-83, раздел 5, этот расчет производится по формуле:

$q_{кр} = 1 / ((1/q_{сист}) - (1/q_{гипс}))$, где $q_{гипс}$ - пароперенос через чистый гипсокартон.

В третьей колонке приведены расчетные величины паропереноса для чистых красочных слоев, а в четвертой и пятой - соответственно расчетные величины коэффициентов паропроницаемости и S_d . Сравнение полученных результатов с литературными данными 2 показывает достаточное совпадение - значения для стирол-акрилатных красок $2,6 \cdot 10^{-4}$, для силиконовой - $42 \cdot 10^{-4}$ при толщине слоя 200 мкм. S_d , приведенное в 4 для силикатно-латексных красок - 0,015-0,09, для силиконовых 0,1-0,16, для акрилатных - 0,17-0,3.

Правомерность вышеизложенной методики подтверждается следующим экспериментом. Пароперенос q через известково-цементную штукатурку толщиной 10 мм 70 ± 10 г/м²*сутки. Расчетный пароперенос через систему «штукатурка-краска», основанный на величинах паропроницаемости красок, полученных на гипсокартоне, для краски акрил 1 составил 42 г/м²*сутки, для силикатной - 63 г/м²*сутки. Измеренные значения системы «штукатурка-краска» составили 37 ± 6 и 60 ± 8 г/м²*сутки.

По показателю паропроницаемости наиболее предпочтительны краски силикатные и силиконовые. Величина $S_d < 0,14$ м относит краски к разряду материалов с высокой паропроницаемостью. Но не менее важным показателем является коэффициент водопоглощения, который определяет способность краски защищать фасад от проникновения влаги. Методика определения коэффициента водопоглощения достаточно проста. Нами был выбран вариант, применяемый в лаборатории фирмы Rhodia. В качестве подложки также использовали гипсокартон, т.к. сравнительные измерения водопоглощения красок на различных пористых подложках не выявили существенной разницы.

Методика определения водопоглощения лакокрасочного покрытия

Материалы и аппаратура

Гипсокартон толщиной 10 мм, парафин, вода дистиллированная, поролон, аппликатор 200 мкм, фильтровальная бумага, весы с точностью взвешивания 0,001 г, микрометр, чашка стеклянная диаметром 20-30 см.

Подготовка образцов

Нанесение и подготовка образцов также, как и для паропроницаемости.

Парафином заливаются боковые и обратная сторона вырезанного образца. На окрашенную поверхность накладывается пластиковый круг диаметром 73 мм и края заливаются парафином для фиксации площади водопоглощения.

После подготовки образцов они выдерживаются при комнатной температуре в течение 28 суток.

Проведение испытаний на водопоглощение

В стеклянную емкость диаметром 20-30 см помещают поролон толщиной 2-3 см и заливают дистиллированной водой до полного смачивания поролона. Предварительно взвешенные образцы укладывают на поролон окрашенной стороной вниз, так, чтобы свободная от парафина поверхность была полностью смочена водой. Через 1, 3, 6, 10 и 24 часа образцы вынимают из воды, тщательно удаляют капли фильтровальной бумагой и взвешивают.

Водопоглощение (для трех параллельных образцов) рассчитывают по формуле:

$$W \text{ (кг/м}^2 \cdot \text{час}^{0.5}) = M/S \cdot t^{0.5}$$

Где M - привес в кг, S - площадь водопоглощения в м², t - время в час.

При расчете следует отбрасывать значения с аномально высоким водопоглощением, так как это связано с наличием дефектов в пленке.

Особое внимание следует обратить на время выдержки образцов перед испытанием. Это связано с тем, что процесс формирования пленки достаточно длителен. Например, водопоглощение краски акрил 1, измеренное через 3 суток после нанесения - 0,13 кг/м²*час^{1/2}, через 15 суток - 0,09 кг/м²*час^{1/2}, а через 28 - 0,06 кг/м²*час^{1/2}. Дальнейшая выдержка не приводит к существенному снижению водопоглощения.

В таблице 2 приведены значения водопоглощения (W) для фасадных красок.

Таблица 2. Значения водопоглощения (W) фасадных красок

	W, кг/м ² *час ^{1/2}	Sd*W, кг/м*час ^{1/2}
ВАК «Акрил 1»	0,06	0,012
ВАК «Акрил 2»	0,07	0,011
ВАК «Силикон 1»	0,05	0,005
ВАК «Силикон 2»	0,05	0,0025
ВАК «Силикат»	0,3	0,009
ВАК «Цоколь»	0,05	0,0145

Краски с величиной W<0,1 считаются материалами с низким водопоглощением. Как видно из представленных данных, латексно-силикатная краска, имеющая наибольшую паропроницаемость имеет водопоглощение в 5-6 раз большее водопоглощение, чем у других испытанных красок. По Кюнцелю 5, произведение величин Sd и W характеризует фасадную краску - чем оно меньше, тем лучше. Как видно из табл.2 наилучший показатель имеют краски, содержащие силиконовую эмульсию. Но так как в рамках данной статьи мы не рассматривали такие важные технические показатели как адгезия, смываемость, грязеудержание, светостойкость, а также экономический фактор - стоимость красок, то нельзя сказать, что в любом случае силиконо-латексные краски являются лучшим выбором. Задача производителя фасадных материалов предоставить потребителю максимальный выбор, как по техническим, так и по экономическим параметрам.

Авторы выражают благодарность специалистам НТЦ "ВАК" и сотрудникам фирмы "Rhodia" Патрису Ле-Корнену, Жан-Батисту Бракое, Мичри С.А., Мусатову А.А. и Сергуненкову Б.Б., которые параллельно протестировали вышеупомянутые фасадные краски в своих лабораториях, а также участвовали в постановке задач и обсуждении результатов. Хорошее совпадение показателей Sd и W, полученных в разных

лабораториях, ещё раз подтверждает правомерность использования предлагаемых методик.

*Евдокимов А.В.,
Котельников Д.В.*

Литература:

1. Baumstark R, Schwartz M. Dispersionen für Bautenfarben Hannover, 2001
2. Цветков О. Технологии строительства 1999 №4
3. DIN 52615.
4. Seifen-Ole-Fette-Wachse. 1986 Bd. 112. № 11/12. S. 403-407.
5. Kunzel H. Beurteilung des Regenschutzes von Außenbeschichtungen, Institut für Bauphysik der Fraunhofer