



НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 699.822, 691.17

DOI: 10.52957/2782-1919-2025-6-2-53-65

# Исследование паропроницаемости пленок на основе мастик различного состава

**В.Б. Доброхотов, Е.С. Егоров**

**Владимир Борисович Доброхотов\***, **Егор Сергеевич Егоров**

Ярославский государственный технический университет, Ярославль, Российская Федерация

*dobrokhотовvb@ystu.ru\**, *egoroves@ystu.ru*



*Предотвращение нежелательных процессов конденсатообразования в структуре строительных материалов возможно при использовании пароизоляционных покрытий на основе мастик. Преимуществом формирования таких покрытий является надежное их крепление к поверхности без применения дополнительных приспособлений и сложного оборудования, эксплуатационная надежность ввиду отсутствия стыков. Основное внимание уделяется анализу зависимости коэффициента паропроницаемости пленок на основе полимерных мастик от различных производственно-технологических факторов – расхода компонентов в составе мастики, толщины слоя и условий нанесения. Для эффективного проектирования пароизоляционных систем на основе мастичных составов необходимо учитывать вязкость состава, состояние поверхности при нанесении мастики, режим формирования пленки. Оптимизация технологии выполнения работ способствует расширению сферы применения мастичных составов в строительстве, в частности – для пароизоляционной защиты строительных конструкций.*

**Ключевые слова:** мастичные композиционные материалы, составы, отверждение, паропроницаемость пленок, толщина слоя, цементно-песчаная смесь

**Для цитирования:**

В.Б. Доброхотов, Е.С. Егоров Исследование паропроницаемости пленок на основе мастик различного состава// *Умные композиты в строительстве*. 2025. Т. 6, вып. 2. С. 53-65.  
URL: <https://comincon.ru/ru/nauka/issue/6061/view>

DOI: 10.52957/2782-1919-2025-6-2-53-65



SCIENTIFIC ARTICLE

DOI: 10.52957/2782-1919-2025-6-2-53-65

# Investigation of vapour permeability of films based on mastics of different composition

**V.B. Dobrokhotov, E.S. Egorov**

**Vladimir B. Dobrokhotov\***, Egor S. Egorov

Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russian Federation

*dobrokhotov**v**@ystu.ru\**, *egoroves@ystu.ru*



*Prevention of undesirable condensation processes in the structure of building materials is possible using vapour barrier coatings based on mastics. The advantage of forming such coatings is their reliable fastening to the surface without the use of additional devices and complex equipment, operational reliability due to the absence of joints. The main attention is paid to the analysis of the dependence of the vapour permeability coefficient of films based on polymer mastics on various production and technological factors - consumption of components in the mastic, layer thickness and application conditions. It is necessary to take into account the viscosity of the composition, the condition of the surface when applying the mastic, and the mode of film formation for effective design of vapour barrier systems based on mastic compositions. Optimisation of work technology contributes to the expansion of the application of mastic compositions in construction, in particular for vapour barrier protection of building structures.*

**Keywords:** mastic composites, compositions, curing, vapour permeability of films, layer thickness, cement-sand mixture

**For citation:**

DobrokhotoV V.B., Egorov E.S. Investigation of vapour permeability of films based on mastics of different composition // *Smart Composite in Construction*. 2025. Vol. 6, Iss. 2. P. 53-65.  
URL: <https://comincon.ru/ru/nauka/issue/6061/view>

DOI: 10.52957/2782-1919-2025-6-2-53-65



## ВВЕДЕНИЕ

Избыточное увлажнение является одной из наиболее характерных причин разрушения материалов при эксплуатации зданий и сооружений [1-3]. Источником переувлажнения могут выступать атмосферные осадки, капиллярное всасывание грунтовых вод, утечки из инженерных сетей здания и т.д. Часто накопление влаги в структуре материала связано с процессами конденсатообразования [4, 5]. Эти процессы протекают, если парциальное давление паров воды в порах материала или у поверхности конструкции оказывается выше максимально допустимого при данной температуре; в результате избыток влаги переходит из парообразного состояния в жидкую фазу. Механизм образования жидкой фазы в материале является сложным и зависит от многих факторов. Конденсация влаги чаще всего наблюдается внутри у стен и кровельных элементов здания и связана с особенностями температурно-влажностного режима эксплуатации [6-8]. Длительное избыточное переувлажнение строительных зданий и сооружений приводит к ухудшению теплотехнических характеристик материалов, влияет на их механические свойства и существенно снижает долговечность [9-12]. С целью предотвращения нежелательных процессов конденсатообразования обеспечивают:

- регулирование внутреннего микроклимата с использованием систем вентиляции и кондиционирования воздуха; это требует использования специального оборудования, а также значительных энергозатрат при его эксплуатации;

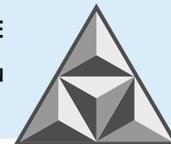
- рациональное конструирование состава ограждающих конструкций с оптимальным подбором свойств материалов для различных внутренних и внешних слоев; при этом важно, чтобы паропроницаемость пленок на внешней поверхности (например, после штукатурной отделки фасада здания) оказалась существенно выше, чем таковая для пленок, получаемых при внутренней отделке стен [13-17].

При эксплуатации помещений с нормальным влажностным режимом в зонах сухого или умеренно-влажного климата этого вполне достаточно. Однако в ряде случаев, особенно для помещений с влажным и мокрым режимом эксплуатации, требуется создавать специальные пароизоляционные слои.

Пароизоляционные слои могут существенно различаться в зависимости от состава используемых материалов и технологии производства работ. Для устройства таких слоев применяют материалы на минеральной основе, полимерные рулонные и листовые материалы [18-23]. Одним из подходящих вариантов является мастичная пароизоляция, выполняемая путем обмазки поверхности жидким или вязкопластичным составом с последующим его затвердеванием. Преимуществом является простота реализации и возможность надежного крепления мастики к поверхности без дополнительных приспособлений, а также эксплуатационная надежность ввиду отсутствия стыков. Последнее обстоятельство особенно важно при выполнении пароизоляционных работ на сложнопрофилированных поверхностях.

Однако для эффективного проектирования ограждающих конструкций с использованием мастичной пароизоляции необходимо дать количественную оценку расчетных показателей сопротивления паропроницанию (или коэффициента паропроницаемости) получаемых слоев, а также установить влияние основных технологических факторов (вязкость и толщина слоя мастики, количество слоев, условия выполнения работ) на указанные показатели.

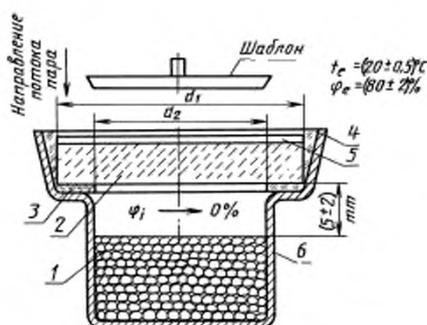
В этой связи основной целью работы явилось изучение влияния толщины слоя и условий нанесения различных составов мастичных композиционных материалов на сопротивление паропроницанию в формируемой пленке.



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

При определении сопротивления паропроницаемости различных материалов, в том числе – обмазочных, формирование пленки часто рассматривают на беспористой поверхности, с последующим отделением получаемого слоя для исследования. По нашему мнению, такой подход не является адекватным, поскольку в реальных условиях основанием для нанесения мастичного слоя является поверхность, которая может обладать различной пористостью.

В данной работе основанием служили специальные образцы (рис. 1) в форме дисков толщиной 10-20 мм, изготовленные из цементно (Ц)-песчаной (П) смеси.



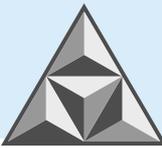
**Рис. 1.** Установка для испытаний: 1 – влагопоглощающее вещество; 2 – образец;  
3 – резиновое кольцо; 4 – герметизирующая паста; 5 – испытуемое покрытие; 6 – сосуд

**Fig. 1.** Test setup: 1 – absorbent substance; 2 – sample;  
3 – rubber ring; 4 – sealing paste; 5 – test coating; 6 – vessel

В состав смеси входили портландцемент ЦЕМ 42,5 Н и песок кварцевый речной с модулем крупности 1.95. Водоцементное отношение подобрано для обеспечения подвижности 5 см. Продолжительность твердения образцов составляла 28 сут. в камере нормального твердения (20°C при влажности воздуха более 90%).

В качестве мастичного слоя применяли эпоксидно-каучуковую мастику «Гидрофор» с отвердителем на основе этиленполиамина (0.05% от массы мастики) [24-28]. Отвердитель вводили непосредственно перед нанесением мастики и тщательно смешивали с основным компонентом. Для снижения вязкости получаемой мастичной композиции в ряде экспериментов полученную смесь разбавляли растворителем (толуол), взятым в количестве 15% от массы мастики. Мастику наносили с помощью кисти в один или несколько слоев, после чего производили отверждение в течение 10 сут в воздушно-сухих условиях. Если мастичный состав наносился в несколько слоев, технологический перерыв отверждения между отдельными слоями составлял 1 сут. (при температуре 20°C).

Измерения паропроницаемости проводили по стандартной методике, описанной в ГОСТ 28575-90 «Защита от коррозии в строительстве. Конструкции бетонные и железобетонные. Испытание паропроницаемости защитных покрытий». Она заключается в определении количества водяного пара, которое проходит через образец с пароизоляционным покрытием и без него, путем периодического измерения массы влагопоглощающего вещества (кальций хлористый) и последующего вычисления коэффициента паропроницаемости (или сопротивления паропроницанию). Взвешивание производили с периодичностью 24 ч до достижения стационарного диффузионного потока, характеризуемого постоянством прироста во времени массы образцов. По полученным данным строили зависимость изменения массы образцов во времени. Коэффициент паропроницаемости ( $\mu$ ,  $\text{мг}\cdot\text{м}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}\cdot\text{Па}^{-1}$ ) рассчитывали по формуле:



$$\mu = \frac{(m_2 - m_1)h}{A(t_2 - t_1)(P_e - P_i)} \quad (1)$$

где  $(m_2 - m_1)$  – количество водяного пара, проходящего через образец в течение интервала времени  $(t_2 - t_1)$  между двумя взвешиваниями, мг;

$h$  – толщина образца, м;

$A$  – площадь поверхности образца, м<sup>2</sup>;

$(P_e - P_i)$  – разность значений парциального давления водяного пара на образце, Па;

$P_e$  – парциальное давление водяного пара в воздухе с внешней стороны образца при испытаниях, Па;

$P_i$  – парциальное давление водяного пара в воздухе над влагопоглощающим веществом (с внутренней стороны образца при испытаниях), Па.

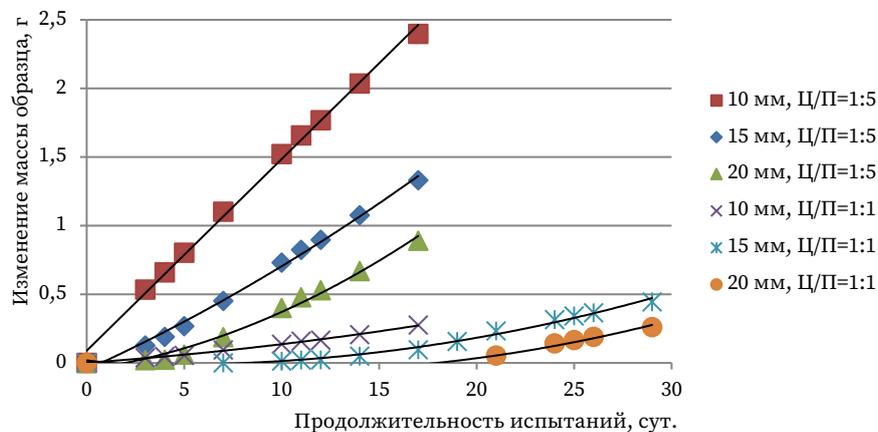
Сопrotивление паропрооницанию (м<sup>2</sup>·ч·Па·мг<sup>-1</sup>) определяли по формуле:

$$R_i = \frac{h_i}{\mu_i} \quad (2)$$

Чтобы оценить влияние подложки из цементно-песчаной смеси на сопротивление паропрооницанию, проводили исследования по определению влияния состава и толщины исследуемых образцов без мастичного слоя на паропрооницаемость. Состав цементно-песчаной композиции в этих опытах варьировали от 1:1 до 1:5 (по массе) при толщине слоя 10-20 мм.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 2 показаны зависимости изменения массы образцов при проведении эксперимента.



**Рис 2.** Влияние толщины образцов из цементно-песчаной смеси на изменение массы в процессе испытаний

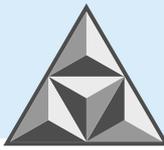
**Fig. 2.** Impact of cement-sand mix samples' thickness on mass variation during the testing process

На основании полученных данных нами произведен расчет коэффициентов паропрооницаемости исследуемых образцов (табл. 1).

**Таблица 1.** Расчетные коэффициенты паропрооницаемости образцов из цементно-песчаной композиции

**Table 1.** Calculated vapour permeability coefficients of cement-sand composition samples

Толщина образца, мм	Коэффициент паропрооницаемости, мг·м <sup>-1</sup> ·ч <sup>-1</sup> ·Па <sup>-1</sup>	
	для Ц/П = 1:1	для Ц/П = 1:5
10	0.016	0.040
15	0.013	0.046
20	0.018	0.045



Представленные результаты показывают, что коэффициент паропроницаемости образцов из цементно-песчаной смеси практически не зависит от их толщины в рассматриваемых пределах; в то же время состав смеси существенно влияет на этот показатель. Паропроницаемость образцов из смеси при соотношении Ц/П = 1:1 в 3.0-3.5 раз ниже, чем таковая для смеси при соотношении Ц/П = 1:5. Это объясняется существенным различием пористости смесей. В условиях эксперимента незначительные отклонения в толщине образца не будут оказывать существенного влияния на коэффициент паропроницаемости.

При определении влияния состава мастичного композиционного материала и способа нанесения необходимо учитывать также состав основания. В дальнейшем во всех измерениях, связанных с оценкой паропроницаемости, выбран постоянный состав цементно-песчаной смеси (Ц/П = 1:3) и неизменная толщина цементно-песчаного слоя основания (14-16 мм).

Как указано выше, в исследованиях для создания изолирующего слоя применялась эпоксидно-каучуковая мастика «Гидрофор». Состав этого композиционного мастичного материала обладает высокой адгезией ко всем видам оснований – металлам, бетону, кирпичу и т.д., что позволяет эффективно использовать его для гидроизоляционных целей [25]. Однако ранее не имелось достаточного опыта применения данной мастики для создания пароизоляции. В исходном состоянии она представляет собой вязкую жидкость, а после отверждения образует на поверхности плотную и упругую полимерную пленку. Для определения влияния толщины мастичного состава на паропроницаемость образцов нами выполнены измерения сопротивления паропроницанию при варьировании толщины пленки в диапазоне 0.6-2.5 мм. Характерно, что толстые пленки (> 2.0 мм) формировали как однократным нанесением слоя, так и путем последовательного нанесения двух слоев толщиной около 1.0 мм с промежуточным отверждением первого слоя в течение 1 сут. При этом нами выявлено отсутствие существенного различия показателей паропроницаемости; соответственно, данный фактор в дальнейших экспериментах уже не учитывался.

На рис. 3 приведены результаты влияния толщины слоя мастики на изменение массы образцов. По полученным данным рассчитаны коэффициенты паропроницаемости мастичного слоя (табл. 2).

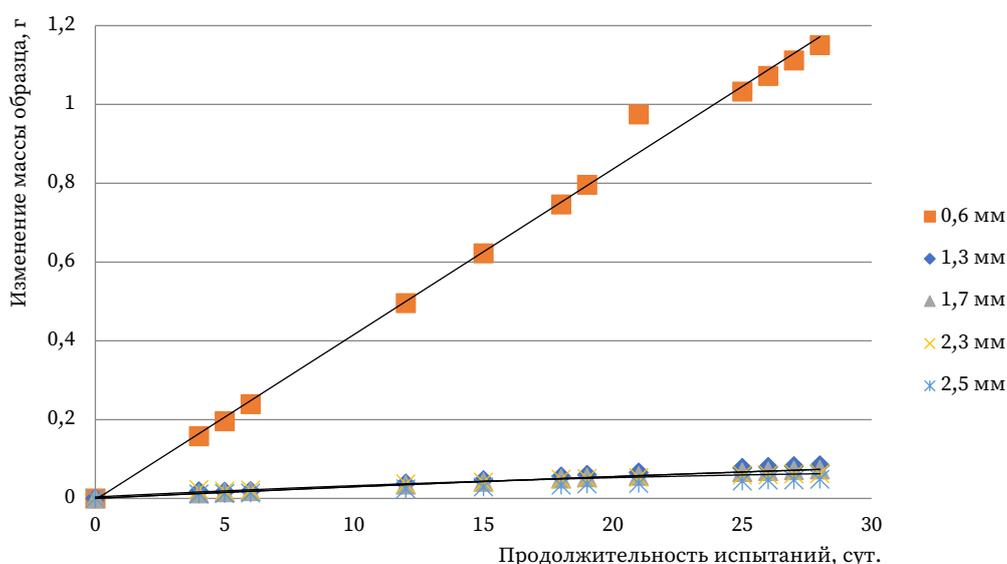


Рис. 3. Влияние толщины слоя мастики на изменение массы образца при испытаниях

Fig. 3. Impact of the thickness of the mastic layer on the change in the mass of the sample during testing

**Таблица 2.** Расчетные коэффициенты паропроницаемости пленок, полученных из мастичного состава «Гидрофор»**Table 2.** Calculated coefficients of vapour permeability of films made of 'Hydrophor' mastic composition

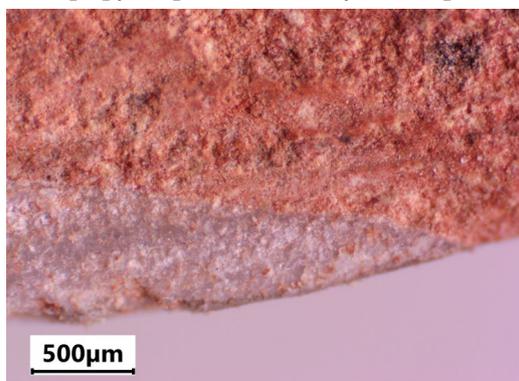
Толщина слоя мастики, мм	Коэффициент паропроницаемости, $\text{мг}\cdot\text{м}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}\cdot\text{Па}^{-1}$
0.6	$0.820\cdot 10^{-3}$
1.3	$0.127\cdot 10^{-3}$
1.7	$0.137\cdot 10^{-3}$
2.3	$0.116\cdot 10^{-3}$
2.5	$0.138\cdot 10^{-3}$

Из представленных данных видно, что существенное их различие наблюдается только в случае толщины слоя  $< 1$  мм, что связывается нами со сложностью равномерного нанесения тонкого слоя вязкой мастики на основание. Отметим также, что при смешении основного состава с отвердителем в состав мастики вовлекаются пузырьки воздуха, которые частично остаются в пленке при отверждении. Наибольшее негативное влияние таких пузырьков будет проявляться при малой толщине пленки. Проведенное нами исследование паропроницаемости для образцов с нанесением слоя мастики после ее разведения толуолом (15% от массы мастики) (табл. 3) позволило снизить вязкость состава и облегчить удаление вовлеченного воздуха при формировании пленки.

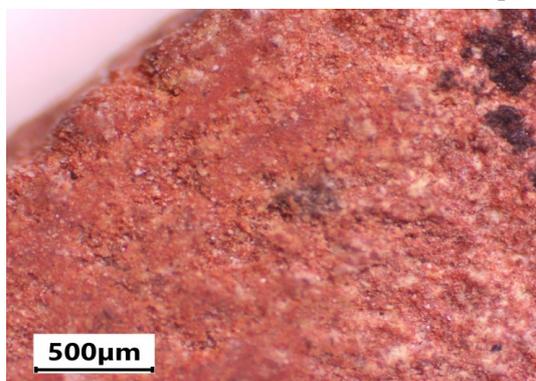
**Таблица 3.** Расчетные коэффициенты паропроницаемости пленок из мастичного состава «Гидрофор» после добавления растворителя**Table 3.** Calculated coefficients of vapour permeability of films made of 'Hydrophor' mastic composition after solvent addition

Толщина слоя мастики, мм	Коэффициент паропроницаемости, $\text{мг}\cdot\text{м}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}\cdot\text{Па}^{-1}$
0.8	$0.097\cdot 10^{-3}$
1.4	$0.097\cdot 10^{-3}$
1.6	$0.105\cdot 10^{-3}$

Полученные результаты показали эффективность данного подхода: коэффициент паропроницаемости пленок снижается, что наблюдается даже при малой их толщине. Достижимый эффект удаления воздушных включений за счет уменьшения вязкости мастичного состава превалирует над снижением плотности пленки при испарении из нее растворителя. Кроме того, снижение вязкости мастики может обеспечить более существенное проникновение материала вглубь поверхности, что также отразится на величине коэффициента паропроницаемости. Данный эффект требует подробного изучения, тем более, что микрофотографии (рис. 4) для образцов керамического кирпича, обработанного неразведенной мастикой (см. рис. 4, а) и мастикой, разбавленной толуолом (см. рис. 4, б), демонстрируют различие в глубине проникновения мастичного композиционного материала.



а (a)

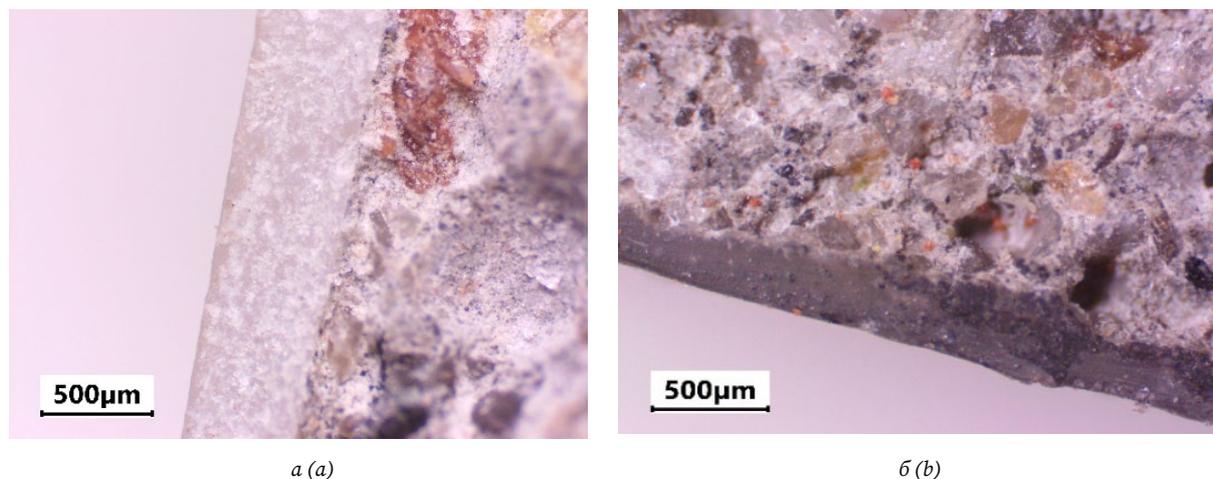


б (b)

**Рис. 4.** Разрез образца керамического кирпича с покрытием из мастики (а) и мастики, разбавленной толуолом (б)**Fig. 4.** Section of a ceramic brick sample coated with mastic (a) and mastic diluted with toluene (b)



Подобная картина, хотя и менее заметна на изображениях из-за особенностей поровой структуры, характерна и для цементно-песчаных композиций (см. рис. 5, а и 5, б)



**Рис. 5.** Разрез образца цементно-песчаной композиции с покрытием из мастики «Гидрофор» (а) и покрытием из мастики «Гидрофор», разбавленной толуолом (б)

**Fig. 5.** Section of a sample of cement-sand composition coated with 'Hydrophor' mastic (a) and coated with 'Hydrophor' mastic diluted with toluene (b)

Таким образом, применение мастичных композиционных материалов может быть эффективным для формирования пароизоляционных слоев строительных материалов. В то же время необходимо учитывать ряд особенностей структуры пароизолирующей пленки при нанесении состава на пористое основание. Коэффициент паропроницаемости пленки, сформированной на цементно-песчаном основании, слабо зависит от толщины (расхода) мастичного состава только в пределах 1.0-3.0 мм. При толщине пленки мастики < 1.0 мм коэффициент паропроницания возрастает в 6-8 раз, что необходимо учитывать при расчете сопротивления паропроницанию. Данный эффект связывается нами со сложностью равномерного нанесения вязкого состава на поверхность и неоднородностью получаемой пленки ввиду вовлечения пузырьков воздуха при перемешивании мастики.

## ВЫВОДЫ

1. Установлено, что введение растворителя в мастичные композиционные материалы позволяет получать равномерные по структуре пленки (без существенного воздухововлечения), однако их плотность после удаления растворителя может снижаться. Необходимо учитывать также глубину проникновения мастичного состава в пористую структуру основания, возрастающую по мере снижения вязкости мастики при разбавлении. Это может играть как положительную, так и отрицательную роль при создании пароизоляции.

2. Отсутствие линейной зависимости между расходом мастики «Гидрофор» (соответственно, толщиной пароизоляционной пленки) и сопротивлением паропроницанию усложняет моделирование процесса, однако позволяет оптимизировать составы материалов. Проведенные исследования паропроницаемости мастичных слоев приводят к выводу о необходимости учета ряда технологических факторов (вязкость материала, состояние поверхности при нанесении мастики, режимы формирования пленки и др.), что послужит основанием для разработки эффективной технологии пароизоляции с применением широкого спектра составов мастик.



## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Сенченко Н.М.** Сырость в жилых зданиях, ее источники и борьба с ней. М.: Изд-во литературы по строительству, 1967. 259 с.
2. **Травин В.И.** Капитальный ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий. Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. 236 с.
3. **Латышева Л.Ю., Смирнов С.В.** Как защититься от воды и сырости // *Строительные материалы*. № 8. 2003. с. 24–25.
4. **Шпайдель К.** Диффузия и конденсация водяного пара в ограждающих конструкциях. М.: Стройиздат, 1985. 48 с.
5. **Попов Г.Т., Бурак Л.Я.** Техническая экспертиза жилых зданий старой постройки. Л.: Стройиздат, 1986. 240 с.
6. **Майнерт З.** Теплозащита жилых зданий. М.: Стройиздат, 1985. 208 с.
7. **Еремкин А.И., Королева Т.И.** Тепловой режим зданий. М.: Изд-во АСВ, 2000. 368с.
8. **Мамонтов А.А., Ярцев В.П., Монастырев П.В.** Оценка температурно-влажностных и теплотехнических показателей каркасно-панельных стен с трехлетним периодом эксплуатации // *Умные композиты в строительстве*. 2022. Т. 3. Вып 3. С. 7-15. URL: <https://comincon.ru/ru/nauka/issue/5043/view> (дата обращения 09.04.2025). DOI: 10.52957/27821919\_2022\_3\_78
9. **Гучкин И.С.** Диагностика повреждений и восстановление эксплуатационных качеств конструкций: учеб. пособие. М.: Изд-во АСВ, 2001. 176 с.
10. **Котельников В.С.** Справочник новейших технологий в строительстве и ремонте. Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. 271с.
11. **Колотилкин Б.М.** Долговечность жилых зданий. М.: Стройиздат, 1965. 250 с.
12. **Ариевич Э.М., Коломеец А.В., Нотенко С.Н., Ройтман А.Г.** Эксплуатация жилых зданий. М.: Стройиздат, 1991. 510 с.
13. **Зубарев К.П.** Применение теории потенциала влажности в оценке тепловлажностного режима ограждающих конструкций зданий // *Строительные материалы*. 2024. № 6. С. 46–51. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2024-825-6-46-51>.
14. **Helmut Kunzel.** Außenputz Untersuchungen Erfahrungen Überlegungen. Fraunhofer IRB Verlag, 2003. 125 p.
15. **Александров А.В.** Требования к эффективным утеплителям для систем фасадных теплоизоляционных композиционных (СФТК) // *Кровельные и изоляционные материалы*. 2018. № 6. С. 24-31.
16. **Александров А.В.** Анализ ГОСТ Р 56707-2015 «Системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями. Общие технические условия» // *Кровельные и изоляционные материалы*. 2018. № 4. С. 34-38.
17. **Александров А.В.** Анализ ГОСТ Р 56707-2015 «Системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями. Общие технические условия» Ч. 2. // *Кровельные и изоляционные материалы*. 2018. № 5. С. 30-36.
18. **Попченко С.Н.** Гидроизоляция сооружений и зданий. Л.: Стройиздат, 1981. 304 с.
19. **Зарубина Л. П.** Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений. СПб: БХВ-Петербург, 2011. 272 с.
20. **Масаев В.Ю., Полякова Т.Л.** Новые материалы для гидроизоляционных работ, усиления фундаментов и реконструкции сооружений // *Строительные материалы*. № 3. 1997. С. 19-21.
21. **Смирнов С. В.** Отечественные гидроизолирующие материалы на основе вяжущих // *Строительные материалы*. № 9. 1999. С. 16–17.
22. **Новиков В.У.** Полимерные материалы для строительства: справочник. М.: Высш. шк., 1995. 448 с.
23. **Низин Д.Р., Низина Т.А., Селяев В.П., Канаева Н.С.** Обратимое и необратимое изменение свойств полимерных материалов в процессе натурального климатического старения // *Умные композиты в строительстве*. 2022. Т. 3. Вып. 1. С. 18-29. URL: <https://comincon.ru/ru/nauka/issue/5041/view> (дата обращения 09.04.2025). DOI: 10.52957/27821919\_2022\_1\_1819
24. Официальный сайт КОНКОРД Гидрофор. URL: <https://konkordpro.ru/prochee/gidrofor.html> (дата обращения 09.04.2025).



25. Полимерная мастика «Гидрофор» (ТУ 38.403.692.91). URL: <https://tech/wikireading.ru/hQ0gbFXBA> (дата обращения 09.04.2025).
26. **Майер-Вестус У.** Полиуретаны. Покрытия, клеи и герметики. М.: Пейн-Медиа, 2009. 400 с.
27. **Матвеева Л.Ю., Синайский А.Г., Андреева Е.Е., Румянцева А.В., Кукса П.Б.** Демпферные гидроизолирующие материалы серии «Гидрофор» на основе полиизоцианатурета // *Строительные материалы*. № 7. 2016. С. 63-66.
28. Официальный сайт ЭКОТЕК Полимерный материал Гидрофор. URL: <https://eko-tec.ru/product/5163264> (дата обращения 09.04.2025).

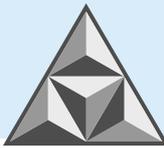
Поступила в редакцию 08.05.2025

Одобрена после рецензирования 02.06.2025

Принята к опубликованию 10.06.2025

#### REFERENCES

1. **Senchenok, N.M.** (1967), "Dampness in housing buildings, its sources and fight against it", Building Literature Publishing House, Moscow, USSR, 259 p. (in Russian).
2. **Travin, V.I.** (2002), "General Repair and Reconstruction of Residential and Public Buildings", Phoenix, Rostov-on-Don, Russia, 236 p. (in Russian).
3. **Latysheva, L.Yu. and Smirnov, S.V.** (2003), "How to protect yourself from water and dampness", *Stroitelnye Materialy*, no. 8, pp. 24-25 (in Russian).
4. **Speidel, K.** (1985), "Diffusion and condensation of water vapour in enclosing structures", Stroyizdat, Moscow, USSR, 48 p. (in Russian).
5. **Popov, G.T. and Burak, L.Ya.** (1986), "Technical expertise of housing buildings of old construction", Stroyizdat, Leningrad, USSR, 240 p. (in Russian).
6. **Meinert, Z.** (1985), "Thermal protection of housing buildings", Stroyizdat, Moscow, USSR, 208 p. (in Russian).
7. **Eremkin, A.I. and Koroleva, T.I.** (2000), "Thermal mode of buildings", ASV Publishing House, Moscow, Russia, 368 p. (in Russian).
8. **Mamontov, A.A., Yartsev, V.P. and Monastirev, P.V.** (2022), "Assessment of temperature-humidity and heat engineering indicators of frame-panel walls with a three-year period of operation", *Smart Composite in Construction*, vol. 3, no. 3, pp. 7-15 [online]. <https://comincon.ru/ru/nauka/issue/5043/view> (in Russian). DOI: 10.52957/27821919\_2022\_3\_78 (accessed 09.04.2025).
9. **Guchkin, I.S.** (2001), "Diagnostics of damages and restoration of operational qualities of structures: Textbook", ASV Publishing House, Moscow, Russia, 176 p. (in Russian).
10. **Kotelnikov, V.S.** (2013), "Handbook of the latest technologies in construction and repair", Phoenix, Rostov-on-Don, Russia, 271 p. (in Russian).
11. **Kolotilkin, B.M.** (1965), "Durability of residential buildings", Stroyizdat, Moscow, USSR, 250 p. (in Russian).
12. **Arievich, E.M., Kolomeyets, A.V., Notenko, S.N. and Roitman, A.G.** (1991), "Operation of residential buildings", Stroyizdat, Moscow, Russia, 510 p. (in Russian).
13. **Zubarev, K.P.** (2024), "Application of the theory of moisture potential in estimation of thermal and moisture regime of building envelopes", *Stroitelnye Materialy*, no. 6, pp. 46-51 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2024-825-6-46-51> (in Russian).
14. **Helmut Kunzel.** (2003), "Außenputz Untersuchungen Erfahrungen Überlegungen", Fraunhofer IRB Verlag, 125 p.
15. **Aleksandrov, A.V.** (2018), "Requirements for effective insulators for facade thermal insulation composite (FITC) systems", *Roofing and Insulation Materials*, no. 6, pp. 24-31 (in Russian).
16. **Aleksandrov, A.V.** (2018), "Analysis of GOST R 56707-2015 'Facade thermal insulation composite systems with external plaster layers. General technical conditions'", *Roofing and Insulation Materials*, no. 4, pp. 34-38 (in Russian).
17. **Aleksandrov, A.V.** (2018), "Analysis of GOST R 56707-2015 'Facade thermal insulation composite systems with external plaster layers. General technical conditions'", part 2, *Roofing and Insulation Materials*, no. 5, pp. 30-36 (in Russian).
18. **Popchenko, S.N.** (1981), "Waterproofing of structures and buildings", Stroyizdat, Moscow, USSR, 304 p. (in Russian).



19. **Zarubina, L.P.** (2011), *Waterproofing of Structures, Buildings and Structures*, BHV-Peterburg, S-Pb., Russia, 272 p. (in Russian).
20. **Masaev, V.Yu. and Polyakova, T.L.** (1997), *New materials for waterproofing works, reinforcement of foundations and reconstruction of structures*, *Stroitelnye Materialy*, no. 3. pp. 19-21 (in Russian).
21. **Smirnov, S.V.** (1999), "Domestic binder-based waterproofing materials", *Stroitelnye Materialy*, no. 9, pp. 16-17 (in Russian).
22. **Novikov, V.U.** (1995), "Polymeric materials for construction: Handbook", Vysh. shk., Moscow, Russia, 448 p. (in Russian).
23. **Nizin, D.R., Nizina, T.A., Selyaev, V.P. and Kanaeva N.S.** (2022), "Reversible and irreversible changes in the properties of polymer materials during full-scale climatic aging", *Smart Composite in Construction*, vol. 3, no. 1, pp. 18-29 [online]. Available at: <https://comincon.ru/ru/nauka/issue/5041/view> DOI: 10.52957/27821919\_2022\_1\_1819 (accessed 09.04.2025) (in Russian).
24. Official website of CONCORD Hydrofor, Available at: <https://konkordpro.ru/prochee/gidrofor.html> (accessed 09.04.2025) (in Russian).
25. Polymer mastic 'Hydrophor' (TU 38.403.692.91), Available at: <https://tech/wikireading.ru/hQ0gbFXBA> (accessed 09.04.2025) (in Russian).
26. **Mayer-Westus, W.** (2009), *Polyurethanes. Coatings, Adhesives and Sealants*, Paine-Media, Moscow, Russia, 400 p. (in Russian).
27. **Matveeva, L.Yu., Sinaisky, A.G., Andreeva, E.E., Rumyantseva, A.V. and Kuksa, P.B.** (2016), "Damping waterproofing materials of "Hydrophor" series based on polyisocyanurethane", *Construction Materials*, no. 7, pp. 63-66 (in Russian).
28. Official site ECOTEK Polymer material Hydrophor, Available at: <https://eko-tec.ru/product/5163264> (accessed 09.04.2025).

*Received 08.05.2025*

*Approved 02.06.2025*

*Accepted 10.06.2025*