

## РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПАРОИЗОЛЯЦИИ НАРУЖНЫХ СТЕН В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОЛЕЙ

В.А. Езерский, Н.В. Кузнецова

*Кафедра «Архитектура и строительство зданий», ТГТУ*

*Представлена членом редколлегии профессором В.И. Коноваловым*

**Ключевые слова и фразы:** гигроскопическая точка раствора; коэффициент паропроницаемости; коэффициент теплопроводности; пароизоляция; солесодержание, сопротивление паропроницанию; сорбционная влажность.

**Аннотация:** На основании данных об изменении теплофизических характеристик солесодержащих стеновых материалов разработана методика расчета сопротивления паропроницанию внутреннего защитного покрытия наружных ограждающих конструкций цехов по производству фосфорных солей. Приведен пример расчета требуемого сопротивления паропроницанию внутреннего покрытия для наружных стен цеха тринатрийфосфата. С учетом вида солей и характера их воздействия на наружные стены подобраны материалы для защиты ограждений в условиях эксплуатации рассматриваемого производства.

---

При проектировании строительных конструкций промышленных предприятий необходимо гарантировать сохранение конструкциями их основных технических характеристик в течение обоснованного экономическими расчетами срока эксплуатации здания. Для наружных стен такими характеристиками являются прочность, тепло- и влагозащитные свойства, а также стойкость к воздействиям производственной среды.

На химических предприятиях, в частности, в цехах по производству фосфорных солей и минеральных удобрений, производственная среда содержит водорастворимые гигроскопические соли. Как свидетельствуют результаты натуральных исследований, наружные ограждающие конструкции цеха тринатрийфосфата ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» подвержены воздействию пылевидных и аэрозольных частиц солей тринатрийфосфата (**ТНФ**) и кальцинированной соды (**КС**) [1]. При этом наблюдается повышенное влагосодержание стеновых материалов, содержащих соли. Поэтому для обеспечения нормального влажностного режима наружных стен следует предусматривать устройство дополнительной парозащиты.

Прежде всего отметим изменения в условиях работы наружных ограждающих конструкций, вызванные воздействием солей, поскольку эти особенности учитываются при расчете и проектировании пароизоляции.

В результате технологических операций в наружный и внутренний воздух цехов происходит выделение солей в виде аэрозольных, пылевидных и порошкообразных частиц. Перемещение солевых частиц по объему цехов приводит к оседанию их под действием сил адгезии на поверхности ограждающих конструкций. В силу хорошей растворимости и гигроскопичности соли поглощают влагу из воздуха, образуя растворы. При наличии разности концентраций растворов в по-

верхностных и внутренних слоях материала соли вследствие диффузии проникают в толщу ограждения. В процессе эксплуатации здания происходит постепенное накопление солей в наружных стенах, приводящее к существенному изменению теплофизических свойств стеновых материалов.

Наибольшее влияние соли оказывают на повышение сорбционной влажности стеновых материалов. При этом количество сорбируемой материалом влаги определяется не только температурно-влажностным режимом окружающей среды, но, в первую очередь, физико-химическими свойствами солей [2]. Повышение сорбционной способности строительных материалов, в порах которых находятся соли, объясняется повышением давления насыщенного пара воды над поверхностью раствора по сравнению с давлением насыщенного пара над водой, что обусловлено осмотическими свойствами растворов. Например, при содержании в кирпичной кладке солей  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в количестве 3 % ее сорбционное влагосодержание повышается по сравнению с незасоленным материалом в 4,4...10,1 раза (при относительной влажности воздуха от 60 до 98 %) [3].

Переувлажненные и содержащие соли стеновые материалы обладают пониженными теплозащитными свойствами. Об этом свидетельствуют результаты измерений величин теплового потока через засоленные наружные стены [4]. Установлен дефицит термического сопротивления таких ограждений, составляющий примерно 30 %.

В результате накопления в стенах солей возникают деструктивные процессы как в поверхностных слоях ограждений, так и в поровом пространстве, приводящие к разрушению стеновых материалов. Так, наружные стены цеха ТНФ уже после 4-х лет эксплуатации имели значительные повреждения [1]. С наружной стороны отдельные участки стен были покрыты высолами и мокрыми пятнами, наблюдалось крошение и расслаивание кирпича; глубина разрушения кирпичной кладки составляла 5...10 мм.

При отсутствии химического взаимодействия солей с составляющими стеновых материалов в порах и капиллярах имеет место солевая форма физической коррозии [5]. При колебаниях температуры и влажности воздуха происходит испарение воды из растворов, находящихся в поровом пространстве стеновых материалов, что приводит к возникновению и росту кристаллов из пересыщенных растворов. Основной причиной разрушения материала в этих условиях является кристаллизационное давление, оказываемое на стенки пор растущими в них кристаллами солей. Кроме того, при колебаниях температуры некоторые соли способны переходить из безводной формы в кристаллогидраты, значительно увеличиваясь в объеме. Возникающее при этом давление может достигать критических значений, что приводит к разрушению структуры материала [5].

С учетом изложенных выше особенностей работы наружных ограждающих конструкций при воздействии солей следует отметить, что в результате накопления солей наблюдаются отказы наружных стен по влагозащитной, теплозащитной, декоративной и силовой функциям [6]. Эти отказы относятся к эксплуатационным, так как возникают в связи с нарушением условий эксплуатации ограждений. Отказ по влагозащитной функции, в частности переувлажнение стен, является наиболее существенным и проявляется в первую очередь. Все другие отказы являются зависимыми и обусловлены переувлажнением стенового материала.

В связи с таким характером отказов необходимо, в первую очередь, обеспечить нормальный влажностный режим наружных стен. Это может быть достигнуто за счет применения покрытий, препятствующих увлажнению стеновых материалов при диффузии водяных паров.

Для эксплуатируемых наружных стен цеха ТНФ с учетом солевой среды рассматриваемого производства разработана методика расчета сопротивления паро-

проницанию внутреннего покрытия. Расчет основан на стационарных условиях теплопередачи и диффузии водяного пара через ограждение. Влияние солей в расчете учитывается через давление насыщенного водяного пара над внутрипоревым солевым раствором.

Максимальную упругость водяного пара в толще ограждения  $E_p$ , Па, можно определить, используя величину гигроскопической точки внутрипорового солевого раствора  $\varphi_p$ , %:

$$E_p = 0,01E\varphi_p, \quad (1)$$

где  $E$  – максимальная упругость водяного пара над поверхностью воды, Па.

Однако, если в порах стенового материала содержится смесь двух солей  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , что соответствует условиям эксплуатации наружных стен цеха ТНФ, значение  $\varphi_p$  определить аналитически довольно сложно, так как в этом случае следует учесть большое число влияющих факторов (изменения фазового, смешанного состава и др.). В связи с этим на основании экспериментально-статистического подхода была установлена зависимость влагосодержания стеновых материалов  $w$ , %, от массового солесодержания  $c$ , %, и относительной влажности воздуха над солевым раствором  $\varphi_v$ , % (гигроскопической точки раствора  $\varphi_p$ , %), определенного смешанного состава [3]. В частности для кирпичной кладки  $\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$  эта зависимость имеет вид

$$\begin{aligned} \hat{y}_{\text{кк}} = & (1,59 + 3,00x_1 + 1,35x_2 + 1,43x_1x_2 + 2,63x_1^2 + 0,28x_2^2)z_1 + \\ & + (1,75 + 4,19x_1 + 2,19x_2 + 2,35x_1x_2 + 4,32x_1^2 + 0,22x_2^2)z_2 + \\ & + (0,45 + 0,16x_1 + 0,50x_2 + 0,50x_1x_2 + 0,47x_1^2 - 0,54x_2^2)z_1z_2 + \\ & + (1,71 - 0,83x_1 - 0,95x_2 - 1,31x_1x_2 - 1,33x_1^2 - 1,89x_2^2)z_1z_2(z_1 - z_2). \end{aligned} \quad (2)$$

Связь кодированных значений уровней факторов с натуральными следующая: фактор  $x_1$  ( $\varphi_v$ ) принимает значения: 60 (–1), 80 (0) и 98 % (+1); фактор  $x_2$  ( $c$ ) соответственно 0,5 (–1), 2,0 (0) и 3,5 % (+1); факторы  $z_1$  и  $z_2$ , обозначающие соотношения солей  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в смеси, изменяются от 0 до 1, причем  $z_1 + z_2 = 1$ .

С учетом условий ограничения влагонакопления в стеновых материалах согласно СНиП II-3-79\* [7] из (2) получены описания предельно допустимого состояния увлажнения кирпичной кладки:

– из условия недопустимости накопления влаги за годовой период

$$y = f(x_1, x_2, z_1, z_2) \leq 2; \quad (3)$$

– из условия ограничения влаги за период влагонакопления

$$y = f(x_1, x_2, z_1, z_2) \leq 3,5. \quad (4)$$

С помощью неравенств (3) и (4) при известных значениях солесодержания  $c$  ( $x_2$ ) и предельно допустимого влагосодержания  $w$  ( $y$ ) материала определяется величина гигроскопической точки раствора  $\varphi_p$  ( $x_1$ ) определенного фазового и смешанного составов.

Расчет требуемого сопротивления паропроницанию внутреннего покрытия выполняется в следующей последовательности.

Определяется гигроскопическая точка внутрипорового раствора солей  $\varphi_p$ , %, из выражений (3) и (4) при известных  $c$ ,  $w$ ,  $z_1$  и  $z_2$ .

Определяется содержание твердой фазы солей (в виде кристаллов) в порах стеновых материалов [6]:

$$c_{\text{кр}} = \frac{100c - c_p^H(c + w)}{100 - c_p^H}, \quad (5)$$

где  $c$  – солесодержание материала, %;  $w$  – допустимое расчетное влагосодержание материала, %;  $c_p^H$  – концентрация насыщенного раствора соли или смеси солей, %.

Если  $c_{\text{кр}} > 0$ , то фазовый состав солей в порах включает насыщенный раствор и твердую фазу в количестве  $c_{\text{кр}}$ ; если  $c_{\text{кр}} \leq 0$ , то в порах присутствуют насыщенный или разбавленный растворы.

Рассчитываются коэффициенты паропроницаемости и теплопроводности стеновых материалов с учетом фазового и химического состава солей.

Коэффициент паропроницаемости засоленного материала определяется по формуле [6]

$$\mu_c = \mu_\phi \frac{w_c}{w_\phi} k, \quad (6)$$

где  $\mu_\phi$  – коэффициент паропроницаемости чистого материала, мг/(м·ч·Па);  $w_c, w_\phi$  – равновесная влажность, %, соответственно засоленного и чистого материалов при относительной упругости водяного пара  $\phi$ ;

$$k = \left[ 1 + \frac{c\gamma_0\gamma_M}{100\gamma_c(\gamma_0 - \gamma_M)} \right]^{2/3},$$

где  $\gamma_0, \gamma_M, \gamma_c$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>, соответственно чистого материала, твердой составляющей материала и соли;  $c$  – массовое солесодержание материала, %.

Повышение теплопроводности засоленных материалов учитывается с помощью введения поправочного коэффициента  $\varepsilon = f(w, c)$  [4]. Тогда

$$\lambda_c = \lambda \varepsilon, \quad (7)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м·°С), принимаемый по СНиП II-3-79\* [7].

Рассчитывается сопротивление паропроницанию отдельных слоев и ограждающей конструкции в целом

$$R_\Pi = R_{\text{пв}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\mu_{ci}} + R_{\text{пн}},$$

где  $\delta_i, \mu_{ci}$  – толщина, м, и коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па),  $i$ -го слоя;  $R_{\text{пв}}, R_{\text{пн}}$  – сопротивление влагообмену, соответственно, на внутренней и наружной поверхности ограждения, (м<sup>2</sup>·ч·Па)/мг. Термические сопротивления отдельных слоев ограждения рассчитываются с учетом значений  $\lambda_c$ .

На сечении ограждения строится линия падения температуры  $\tau$ . Температура на внутренней поверхности  $i$ -го слоя  $\tau_i, ^\circ\text{C}$ , определяется по формуле

$$\tau_i = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_0} \left( \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^{i-1} R_i \right),$$

где  $\sum_{i=1}^{i-1} R_i$  – сумма термических сопротивлений  $i - 1$  слоев ограждения, считая от внутренней поверхности.

По температурной линии строится линия изменения максимальной упругости водяного пара над поверхностью воды  $E$  и раствора солей  $E_p$ . Значения  $E_p$  определяются по формуле (1).

Строится линия падения упругости водяного пара  $e$ , соединяющая  $e_b$  и  $e_n$ . Пересечение линии  $e$  с линиями  $E$  или  $E_p$  указывает на возможность конденсации водяного пара в ограждении, соответственно, при отсутствии или при наличии солей.

Величина требуемого сопротивления паропроницанию внутреннего покрытия определяется из графических построений.

В качестве примера рассмотрим расчет сопротивления паропроницанию внутреннего покрытия для наружных кирпичных стен отделения нейтрализации 2-й ступени цеха ТНФ (г. Воскресенск, Московская обл.).

В расчете принимались следующие параметры наружного и внутреннего воздуха:

$$t_b = 18 \text{ }^\circ\text{C}; \varphi_b = 65 \%; e_b = 1342 \text{ Па};$$

$$t_n = -10,2 \text{ }^\circ\text{C}; \varphi_n = 83 \%; e_n = 216 \text{ Па}.$$

Массовое соотношение солей в смеси по результатам натурных исследований составило:  $z_1$  ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) – 0,2 и  $z_2$  ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) – 0,8.

Гигроскопическая точка внутрипорового раствора солей определялась с учетом среднего массового солесодержания  $c = 2,5 \%$  и среднего значения влагосодержания кирпичной кладки  $w = 2 \%$ , соответствующего нормальным условиям эксплуатации ограждения.

При рассматриваемом значении солесодержания в порах стеновых материалов, наряду с насыщенными солевыми растворами, содержится твердая фаза солей. Поэтому коэффициенты паропроницаемости и теплопроводности кирпичной кладки и цементно-песчаного раствора рассчитывались с учетом фазового состава солей по формулам (6), (7):

– для цементно-песчаного раствора

$$\lambda_c = 1 \cdot 0,93 = 0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{}^\circ\text{C)}; \mu_c = 0,879 \cdot 0,09 = 0,079 \text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)};$$

– для кирпичной кладки

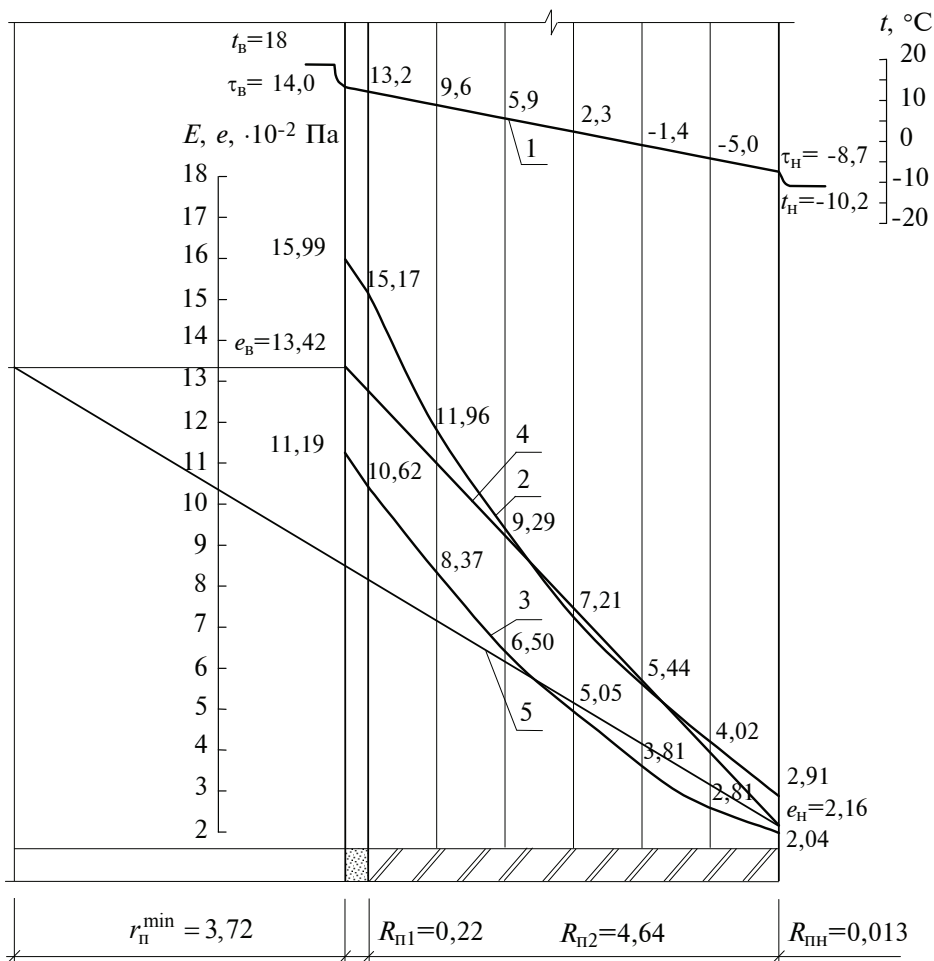
$$\lambda_c = 1 \cdot 0,81 = 0,81 \text{ Вт/(м}\cdot\text{}^\circ\text{C)}; \mu_c = 0,933 \cdot 0,11 = 0,103 \text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}.$$

Построение кривых распределения температуры  $\tau$ , максимальных упругостей водяного пара  $E$  и  $E_p$  и линии изменения упругости водяного пара  $e$  выполнялось на схемах сечения стеновых ограждений в масштабе сопротивлений паропроницанию отдельных слоев.

В результате построений (рис. 1) выявлено, что при солесодержании кирпичной кладки 2,5 % в ограждении имеется зона конденсации, и согласно расчету для такой конструкции требуется внутреннее покрытие с сопротивлением паропроницанию  $r_n$  не менее  $3,72 \text{ м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па/мг}$ . В качестве материала для пароизоляции следует использовать полиэтиленовую пленку с  $R_{\text{пн}} = 7,3 \text{ м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па/мг}$  [7], однако практическая реализация такого варианта парозащиты связана с большими технологическими трудностями. В такой ситуации для уменьшения величины  $r_n$  и соответственно облегчения выполнения внутренней парозащиты предлагается устройство дополнительного наружного утепления засоленных ограждающих конструкций.

Для наружных стен зданий с влажным режимом и солевой производственной средой наиболее эффективным решением дополнительного утепления является вентилируемая конструкция с воздушной прослойкой между утеплителем и защитным экраном. Согласно теплотехническому расчету для рассматриваемой стены толщина утепляющего слоя из минераловатных плит  $\gamma_0 = 125 \text{ кг/м}^3$  составила 0,05 м.

С учетом дополнительного утепления при том же значении солесодержания кирпичной кладки (2,5 %), как видно из рис. 2, в ограждении наблюдается пересечение линий  $e$  и  $E_p$ , что свидетельствует о возможности конденсации водяного



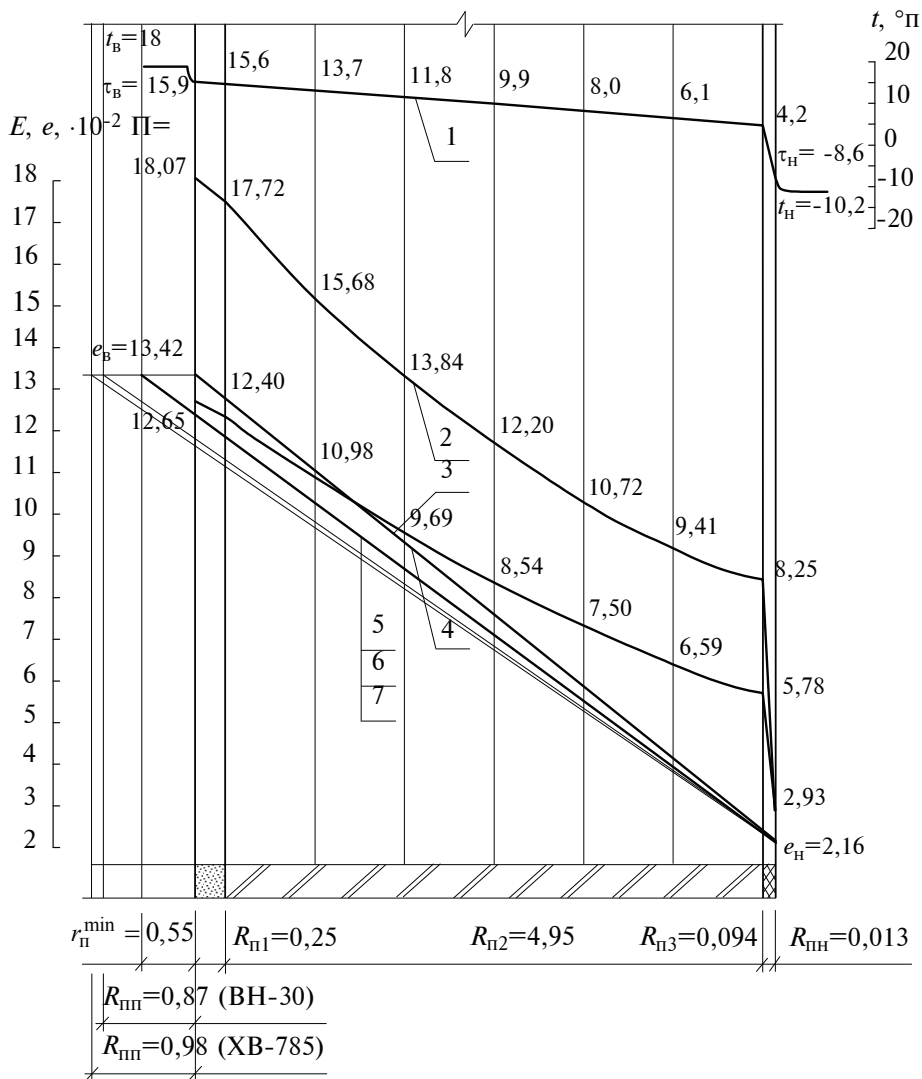
**Рис. 1** Схема к расчету влажностного режима неутепленных эксплуатируемых наружных стен цеха ТНФ (при массовом соледержании кирпичной кладки  $c = 2,5\%$ ):

- 1 – изменение по сечению стены температуры  $t$ ; 2, 3 – то же, максимальной упругости водяного пара, над поверхностью воды  $E$  и солевого раствора  $E_p$ , соответственно;
- 4 – то же, упругости водяного пара  $e$ ; 5 – то же, упругости водяного пара при наличии внутреннего покрытия с минимальным сопротивлением паропрооницанию  $r_{\pi}^{\min}$

пара. В этом случае внутреннее покрытие должно иметь сопротивление паропрооницанию не менее  $0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ , что значительно (в 6,7 раза) меньше величины  $r_{\pi}$  для неутепленной конструкции.

Таким образом, повышение уровня теплозащиты эксплуатируемых наружных стен, наряду с уменьшением теплопотерь в здании, позволяет значительно улучшить влажностный режим ограждающих конструкций и уменьшить требуемое значение  $r_{\pi}$ .

Подобранное в соответствии с требуемым сопротивлением паропрооницанию внутреннее покрытие должно отвечать также требованиям соленепроницаемости, химической стойкости и ремонтпригодности в условиях воздействия рассматриваемых солей.



**Рис. 2** Схема к расчету влажностного режима утепленных эксплуатируемых наружных стен цеха ТНФ (при массовом соледержании кирпичной кладки  $c=2,5\%$ ):

- 1 – изменение по сечению стены температуры  $t$ ; 2, 3 – то же, максимальной упругости водяного пара, над поверхностью воды  $E$  и солевого раствора  $E_p$ , соответственно;  
 4 – то же, упругости водяного пара  $e$ ; 5, 6, 7 – то же, упругости водяного пара при наличии внутреннего покрытия с минимальным сопротивлением паропрооницанию  $r_{\pi}^{\min}$ , ВН-30 и ХВ-785, соответственно

На внутренней поверхности ограждений с целью исключения капиллярного подсоса солевых растворов в толщу стены рекомендуется применять совмещенное гидрофобно-лакокрасочное покрытие. Наиболее эффективна объемная гидрофобизация, при которой гидрофобизаторы (ГКЖ-10, ГКЖ-11, 136-41 и др.) вводятся с водой затворения в цементно-песчаный раствор. При этом гидрофобный слой внутренней штукатурки препятствует перемещению влаги к внутренней поверхности ограждения и тем самым сохраняет адгезию нанесенного поверх него лакокрасочного покрытия к стеновому материалу.

Для замедления процесса соленакопления через наружную поверхность применяется пропитка наружной поверхности стен гидрофобизирующими составами. При этом вследствие повышения паропроницаемости наружного слоя создаются благоприятные условия для сушки ограждения.

В рассматриваемом примере требуемое сопротивление паропроницанию утепленных наружных стен цеха ТНФ обеспечивается за счет применения следующих видов лакокрасочных покрытий: винилацетиленового ВН-30 (100 мкм), перхлорвинилового ХВ-785 (100 мкм) с  $R_{\text{пар}}$ , равными соответственно 0,87 и 0,98 м<sup>2</sup>·ч·Па/мг [8]. Ориентировочный срок службы указанных покрытий составляет 6...8 лет.

### Заключение

1. Предлагаемая методика расчета сопротивления паропроницанию наружных ограждающих конструкций с учетом влияния солевой среды цехов по производству фосфорных солей позволяет сделать обоснованный выбор внутреннего парозащитного покрытия.

2. Применение предполагаемого варианта защиты наружных стен, включающего наружную гидрофобизацию и внутреннее совмещенное гидрофобно-лакокрасочное покрытие, исключает накопление солей через внутреннюю и существенно замедляет соленакопление через наружную поверхности ограждения.

3. Конструктивное решение наружного утепления эксплуатируемых стен способствует сохранению нормального влажностного режима ограждающих конструкций в течение расчетного срока эксплуатации здания.

---

*Публикация подготовлена в рамках договора о сотрудничестве между ТГТУ и БПИ (г. Белосток) по S/WB/05/02 (KBN).*

### Список литературы

1. Езерский В.А., Кузнецова Н.В. Воздействие производственной среды цеха ТНФ АООТ «Воскресенские минеральные удобрения» на наружные ограждающие конструкции // Труды ТГТУ: Сб. науч. статей молодых ученых и студентов. Вып. 5.– Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2000. – С. 206-210.

2. Объедков В.А., Езерский В.А., Никитин В.И. Сорбция капиллярно-пористых материалов, содержащих хлористые соли // Исследования в области теплопередачи в промышленных зданиях: Сб. науч. трудов ЦНИИПромзданий. – М.: ЦНИИПромзданий, 1982. – С. 85-92.

3. Езерский В.А., Кузнецова Н.В. Прогнозирование сорбционной влажности кирпичной кладки, содержащей смеси солей // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2002. – С. 12-13.

4. Езерский В.А., Ельчищева Т.Ф. Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций эксплуатируемых промышленных зданий при воздействии солей / Актуальные проблемы строительной теплофизики: Сб. докл. VII науч.-практич. конф. 18-20 апреля 2002 г. – М.: НИИСФ, 2002. – С. 231-237.

5. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В.М. Москвин, Ф.М. Иванов, С.Н. Алексеев, Е.А. Гузеев; Под общ. ред. В.М. Москвина.– М.: Стройиздат, 1980. – 536 с.

6. Езерский В.А. Физико-технические основы обеспечения эксплуатационной надежности ограждающих конструкций зданий при воздействии гигроскопических солей: Автореф. дис. ... докт. техн. наук.– М.: МГСУ, 1994. – 38 с.

7. СНиП II-3-79 Строительная теплотехника / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1998. – 29 с.



8. Бареев В.И., Шнейдерова В.В. Защитные свойства лакокрасочных покрытий при воздействии на бетон растворов хлористых солей // Защита строительных конструкций, оборудования и трубопроводов химических предприятий от коррозии. – М.: Полымя, 1975. – С. 87-93.

---

### **Calculation and Design of External Walls Vapor Seal in Terms of Salt Influence**

V.A. Ezersky, N.V. Kuznetsova

*Department «Architecture and Buildings Construction», TSTU*

**Key words and phrases:** hygroscopic solution point; vapor seal coefficient; heat conductivity coefficient; vapor seal; salt content; vapor seal resistance; sorption humidity.

**Abstract:** The methodology of calculating vapor seal resistance of internal protective coating of external fence structures of phosphorus salt production workshops is developed on the basis of data about changes in thermo-physical characteristics of salt containing wall materials. The example of calculating the required vapor seal resistance of inner coating for external walls of three-sodium-phosphate workshop is given. Taking into account types of salt and the nature of their influence on external walls materials for protecting fences in terms of the given manufacturing process are selected.

---

### **Berechnung und Projektierung der Isolierung gegen Dampf der Außenwände unter der Bedingungen der Sälzeneinwirkung**

**Zusammenfassung:** Auf Grund der Angaben über die Veränderung der wärme-physikalischen Charakteristiken der salzerhaltenen Wandstoffe ist es die Methodik der Berechnung des Widerstandes zur Dampfdurchdringung der inneren Schutzbedeckung der äußeren Schutzkonstruktionen der Werkhallen in der Erzeugung der Phosphorsälze erarbeitet. Es ist ein Beispiel der Berechnung des geforderten Widerstandes zur Dampfdurchdringung der inneren Bedeckung für die Außenwände der Werkhalle von Trinatriumphosphate angeführt. Mit Berücksichtigung von Salzarten und ihren Einwirkung auf die Außenwände sind es die Stoffe zur Schutz der Konstruktionen unter den Bedingungen der Benutzung des betrachtenden Prozesses gewählt.

---

### **Calcul et conception de l'isolation à la vapeur des murs extérieurs dans les conditions de l'action des sels**

**Résumé:** A la base des données sur les changements des caractéristiques thermophysiques des matériaux des murs contenant des sels on a élaboré la méthode du calcul de la résistance à la perméabilité à la vapeur du revêtement intérieur de sécurité des structures de protection des ateliers de la production des phosphates. On a cité l'exemple du calcul de la résistance demandée à la perméabilité à la vapeur du revêtement intérieur pour les murs extérieurs de l'atelier du triphosphate de sodium. Compte tenu du type des sels et du caractère de leur action sur les murs extérieurs on a choisi les matériaux pour la protection des structures dans les conditions de l'exploitation de la production examinée.

---