

Анджей БОБОЧЫНЬСКИ

Маг. Инж. Институт Строительной Техники

Ежи А. ПОГОЖЕЛЬСКИ

Проф. Докт. Наук, Инж. Институт Строительной Техники

Стены не дышат!

1. Внедрение

Термин «дыхание стен» не является техническим термином. Он появляется лишь в многочисленных высказываниях строительных специалистов, количество которых у нас настолько же велико, как и количество врачей. Они говорят, что какая-то стена «дышит» или «не дышит», причем этот термин ими объясняется как первичный термин, не нуждающийся в определении.

Авторы провели несколько выясняющих бесед с пользователями этого термина. Оказалось, что под «дыханием стен» они подразумевают явление диффузионного оттока водяного пара из помещения через саму внешнюю стену. Это явление считается полезным, поскольку оно должно защищать помещение от чрезмерного эксплуатационного увлажнения воздуха и его последствий (внутренняя конденсация, появление плесени, грибка и др.). При этом следует подчеркнуть, что контекст высказывания о «дыхании стен» всегда является таковым, что это явление, либо его отсутствие, оказывает существенное влияние на «механизм» устранения чрезмерного водяного испарения из помещения.

Неизбежным последствием утепления внешних стен дома является не только значительное увеличение теплового сопротивления перегородок; также может иметь место увеличение их диффузионного сопротивления, иногда даже многократного.

2. Основы анализа

Анализ решено проводить путем сравнения потоков водяного пара, которые измеряются между внешним помещением, в процессе диффузии через внешнюю стену и в процессе вентиляции, при различных единицах температуры внешнего воздуха.

К расчетам принято жилище для четырех человек с полезной площадью 65 м² и поверхности полных внешних стен (с помещением окон), составляющей 30 м². Учитывая данные, содержащиеся [1], принято общую эмиссию эксплуатационной влажности (от людей, а также выделяемую при использовании), которая составляет 300 г/ч.

Принято, что для стен из полного кирпича толщиной 25 см, рассматриваются 3 варианта:

- утепленные стены,
- стены, утепленные пенопластом, толщиной 12 см,
- стены, утепленные плитами из минерального волокна, толщиной 12 см.

Слои теплоизоляции покрыты тонкослойной минеральной штукатуркой с малым диффузионным сопротивлением.

Следует отметить, что осуществление аналогичных расчетов для других материалов внешних стен (пустотелый кирпич, ячеичный бетон) не находит объяснения, если стены из этих материалов характеризуются приблизительным диффузионным сопротивлением.

К расчетам похождения водяного пара через вентиляцию принято две кратности:

Средняя ($n = 0,8 \text{ h}^{-1}$), на основе исследований Института Теплофизики ITB, проведенных в сезоне 1999/2000 в нескольких десятках жилищ с плотными окнами.

Расчеты выполнены при установке температуры внешнего воздуха 20°C и двух единицах температуры внешнего воздуха: 0°C и 20°C; при этих единицах

температуры содержание водяного пара во внешнем воздухе соответственно составляло: 3,0 и 0,6 г/кг.

3. Участие «дыхания стен» в устраниении водяного пара из помещений

Ниже, в таблице 1, а также на рисунках 1-3, представлено результаты расчетов, составляющие зависимость между диффузионным притоком водяного пара через стены и:

- видом теплоизоляции стен,
- эмиссией влажности в помещении,
- кратностью обмена воздуха, а также
- влажностью внешнего воздуха.

Результаты расчетов (таблица 1) указывают, что при устраниении эксплуатационной влажности из помещений, действие потока диффузии через внешние стены является незначительным, а почти вся эксплуатационная влажность (свыше 97%) устраняется через вентиляцию даже тогда, когда вентиляция является мало производительной.

Впоследствии, нередко можно встретить мнение, что в результате утепления стен возникло ухудшение комфорта помещений, поскольку вентилирование или значительно ограниченным стало «дыхание» внешних стен, которое считается его полезной чертой.

Само явление диффузионного притока водяного пара через внешние перегородки – в случае возникновения разницы в частичных давлениях водяного пара по обеих ее сторонах – является не нарушающим физическим фактом. Фактом также является и то, что величину этого притока в определенном объеме можно «направлять» на этапе проектирования и/или термомодернизации. Основным является при этом вопрос, насколько величина этого притока может иметь какое-либо практическое значение и сравниваться с устраниением водяного пара через вентиляцию. Определение этого, именно и является целью данной статьи.

При этом следует обратить внимание на то, что это не является чисто теоретическим вопросом, оно имеет также и практический аспект, и даже торговый. Определение того, что обеспечение «дыхания» стен является существенным элементом высокого технического стандарта помещений – будет особенно приводить к предпочтению тех термоизоляционных материалов, которые характеризуются как можно меньшим диффузионным сопротивлением, в практике плит из минерального волокна вместо пенопласта.

Расчеты, связывающие влажность внутреннего воздуха с эмиссией влажности в жилье, влажностью внешнего воздуха и потоком обмена воздуха через вентиляцию – выполнены с использованием образца (1), содержащегося в [1]:

(1)

$$V = \frac{W_s}{(X_w - X_n) \cdot \gamma_n}$$

В котором:

V – поток обмена вентилируемого воздуха м/ч,

W_s – поток эксплуатационных поступлений влажности, кг/ч,

X_w – содержание влаги в воздухе, выдуваемом из помещения кг/кг,

X_n – содержание влаги в воздухе, поступающем помещение кг/кг,

γ_n – густота воздуха поступающего (внешнего), кг/м³.

Информация о влажности внутреннего воздуха при определенном потоке вентиляционного воздуха позволяет определить разницу частичных давлений водяного пара с обеих сторон внешней стены, а впоследствии, определить густоту потока водяного пара (qm), проходящего через внешние стены, согласно образцу.

(2)

$$qm = \frac{\Delta p}{Z}$$

Δp – густота потока водяного пара, поступающего через внешние стены $g/(m^2.h)$

qm – разница частичных давлений водяного пара с обеих сторон внешних стен, hPa ,

Z – диффузионное сопротивление внешней стороны $m^2.h.hPa/g$.

Диффузионное сопротивление стен можно определить согласно примеру:

(3)

$$Z = \sum \frac{di}{\delta i}$$

в котором:

di – толщина i -го слоя стены, m

δi – коэффициент пропускания водяного пара i -го слоя стены, $g/m.h.hPa$.

В случае хотя бы средней работы вентиляции, через внешние стены попадает не более 1 % полного потока водяного пара, устраниемого из жилых помещений.

Влияние вида теплоизоляции не величину попадания водяного пара через стены является незначительным в абсолютном измерении. Особое дифференцирование потока водяного пара проходящего через не утепленные и утепленные пенопластом стены, составляющее до 4 g/h относительно среднего жилья, потом становится незначительным по отношению к потоку водяного пара, устраниенного через вентиляцию (ок. 300 g/h). Еще меньшим является влияние температуры внешнего воздуха.

Таблица 1. Действие диффузии через внешние стены (%) в устраниении водяного пара из жилья

Температура внешнего воздуха	Вид теплоизоляции	Средняя вентиляция (0,8 h ⁻¹)	Слабая вентиляция (0,3 h ⁻¹)
0° C	Пенопласт	0,5	1,5
	Минеральное волокно	1,0	2,6
- 20° C	Пенопласт	0,5	1,4
	Минеральное волокно	0,9	2,4

На рис. 1 показано диффузионное прохождение водяного пара через внешние стены, в функции вида теплоизоляции (или ее отсутствия), а также кратности обмена воздуха через вентиляцию в примерном помещении, охарактеризованном в п.2.

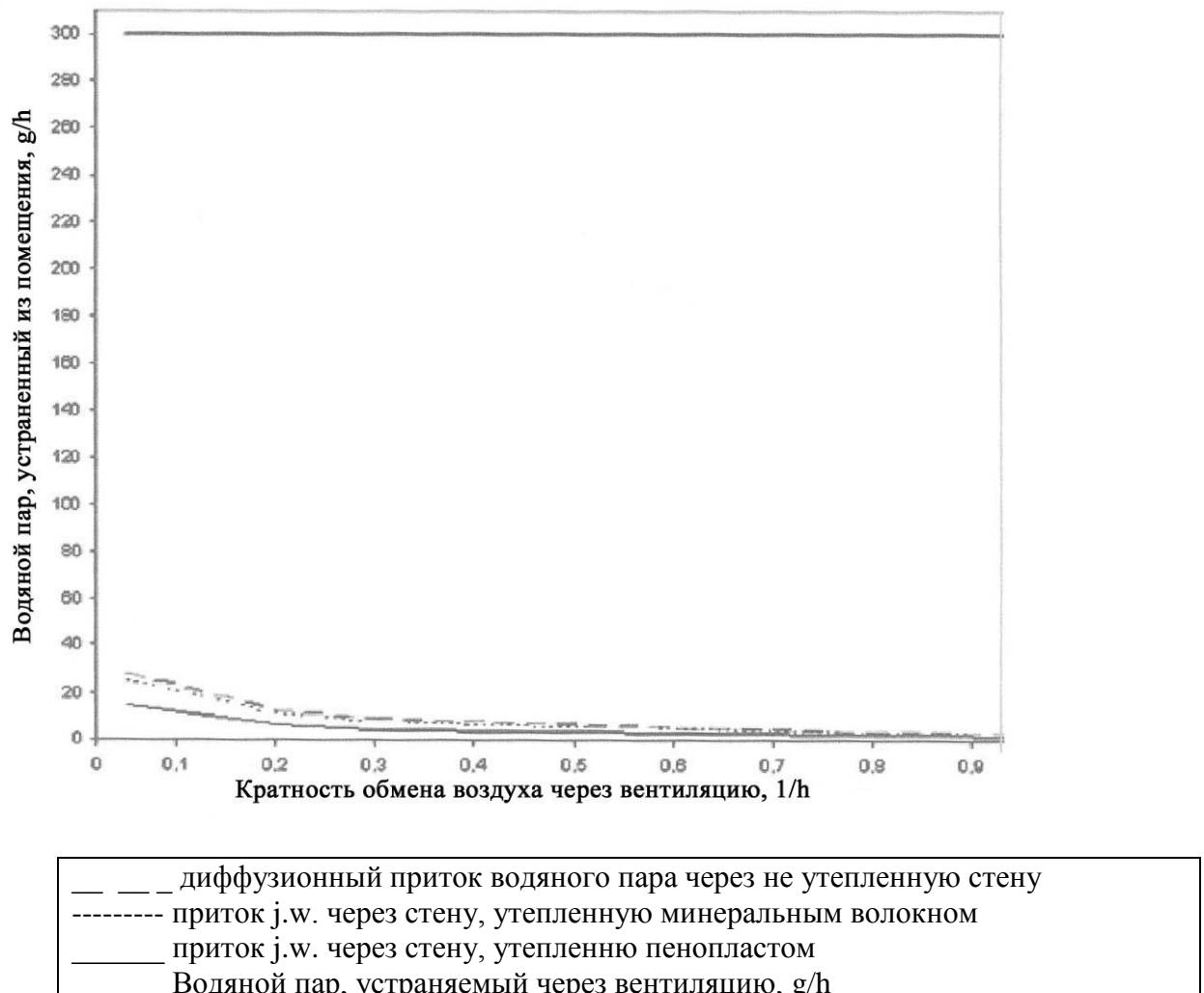


Рис. 1. Приток водяного пара через внешние стены в зависимости от вида теплоизоляции и кратности обмена воздуха через вентиляцию.

С целью лучшей интерпретации результатов на рис. 1 также показано поток водяного пара, устраниенного через вентиляцию. Также заметно, что по сравнению с потоком водяного пара, устраниемого через вентиляцию, поток водяного пара проходящего диффузионным способом через внешние стены, является малым – преимущественно в сфере чаще всего возникающих кратностей обмена воздуха, т.е. между 0,3 h-1 и 1,0 h-1 – в зависимости от вида теплоизоляции.

На рис. 2. показано диффузионный поток водяного пара через внешние стены в зависимости от вида изоляции, кратности обмена воздуха и полной эмиссии влаги в помещении.

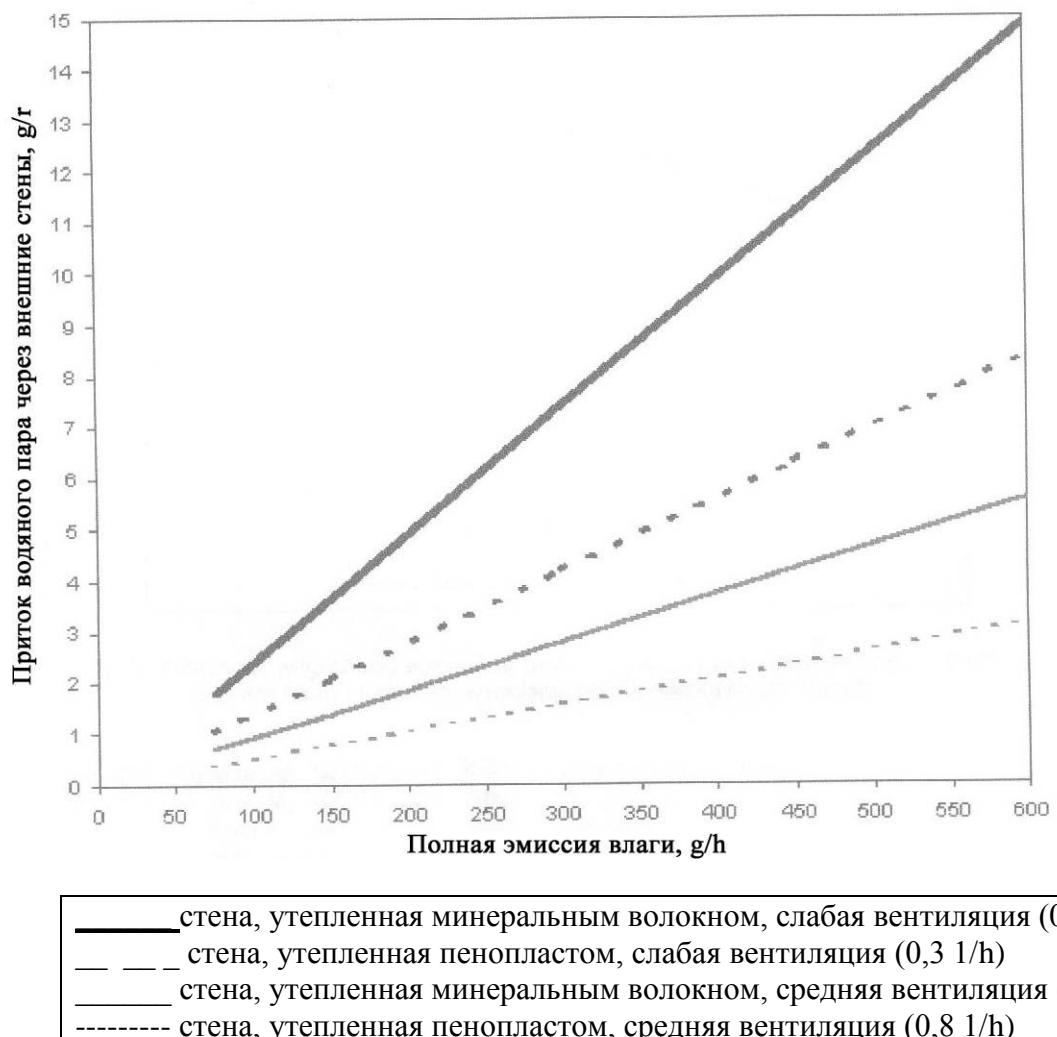


Рис. 2 Диффузионный поток водяного пара через внешние стены

Из рисунка 2 следует, что на величину потока водяного пара через внешние стены главным образом влияет кратность обмена воздуха через вентиляцию, а в меньшей степени, величина эмиссии влаги в жилье, а также вид используемого утепления.

Однако даже при очень большой эмиссии влаги и слабой вентиляции величина потока водяного пара, проходящего через стены, не превышает 15 g/h, а также является значительно меньшей от эмиссии влажности даже только от одного человека, пребывающего в жилище.

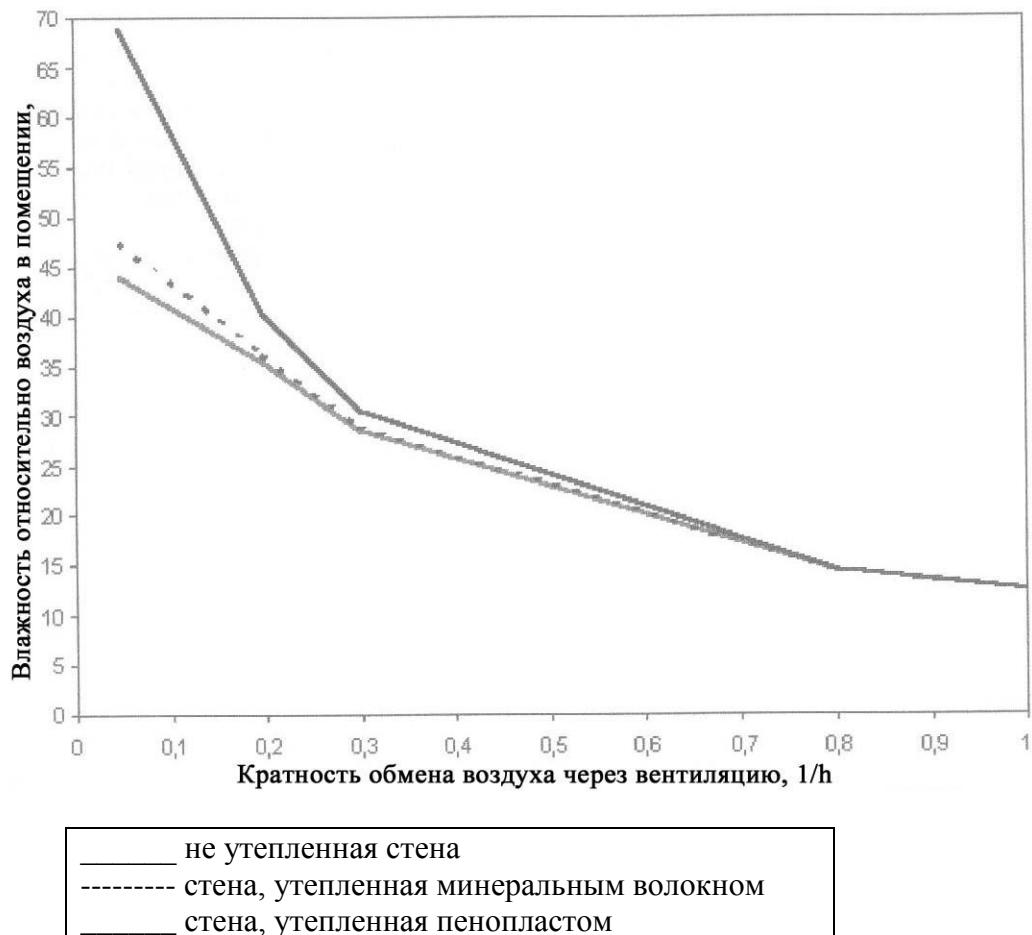


Рис. 3 Зависимость относительной влажности воздуха в помещении от вида теплоизоляции стен и кратности обмена воздуха через вентиляцию.

Анализируя определение «дыхания стен», можно поставить вопрос, может ли приток водяного пара через внешние стены повлиять на снижение относительной влажности воздуха в помещении. Результаты соответствующих расчетов были представлены на рис. 3. Из них следует, что влияние также может быть замечено лишь при почти полном отсутствии вентиляции.

4. Выводы

Поток водяного пара, проходящий через внешние стены из полного кирпича типичного жилища, составляет от 0,5 до почти 3 % полного потока водяного пара, устраниемого из жилища - эта незначительная дифференциация зависит от исправности вентиляции (главным образом) и эмиссии влажности в помещении, а в меньшей степени от вида термоизоляции стен, а также от содержания водяного пара во внешнем воздухе.

Типичные внешние стены не в состоянии, даже частично, заменить вентиляцию в функции устранения водяного пара из помещений, поскольку эксплуатационные объемы водяного пара многократно выше от того его количества, которое в действительных условиях может диффузионным способом проникнуть через внешние стены жилища, даже если отказаться от их утепления пенопластом для увеличения диффузионного сопротивления.

Не находит также обоснования проведение специальных операций, служащих для обеспечения внешних стен большей паропроницаемостью, а вину, как правило, за чрезмерную влажность в помещениях на внешние стены, как «не дышащие», перебрасывают на их утепление их пенопластом. В особенности, результаты расчетов дают право сформулировать специальные рекомендации для проектирования или термомодернизации жилых домов – направленные на обеспечение минимального диффузационного сопротивления слоев внешней стены и/или утепления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малицки М.: *Промышленная вентиляция*, Аркады, с. 624, 1967.
2. Погожельски Й.А, Касперкевич К. *Тепловая защита многопанельных домов и экономия энергии*, плановая тема NF-34/00, (машинопись), библиотека ИТВ.
3. EN 12086:1997 *Thermal insulation products for building applications – Determination of water vapour transmission properties*.