

<b>Подсекция «Технология и оборудование деревообрабатывающей промышленности»</b>
--

УДК 693.94

О.К. Леонович, доц., канд. техн. наук;  
А.Ю. Короб, магистрант (БГТУ, г. Минск)

### **ФОРМИРОВАНИЕ УТЕПЛЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПЕРЕКРЕСТНО-СРОЩЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ**

Одним из новейших направлений в строительстве деревянных малоэтажных зданий являются массивные многослойные деревянные панели, в которые смежные слои досок перекрестно соединены между собой при помощи нагелей или алюминиевых гвоздей. Такая конструкция обеспечивает стабильность размеров и формы панелей, хорошие теплофизические показатели, близкие к показателям утеплителей, и экологичность.

Однако деревянное домостроение не обходится без дополнительной тепловой изоляции наружных стен.

При проектировании не в полной мере учитываются характер воздействия на нее ветровой и механической нагрузок, температурные и влажностные изменения в окружающей среде и ряд других воздействий. Нет также экспериментальных данных об эффективности различных конструкций тепловой изоляции.

При выполнении утепления эксплуатируемых зданий с наружной стороны теплоизоляционные материалы укрываются либо штукатурными слоями, либо защитными экранами на отnose, т.н. вентилируемые фасадными системами (ВФС). Штукатурные системы разделяются на «легкие» (ЛШС) и «тяжелые» (ТШС). Их различие в конструкции элементов крепления и штукатурных слоев. В ТШС используются штукатурки толщиной более 10 мм с армированием металлическими сетками, в ЛШС — штукатурки полимерцементным раствором, толщиной до 6 мм с армированием сетками из щелочестойкого стекловолокна.

Преобладающей технологией ведения работ на настоящий момент являются «мокрые» способы теплоизоляции с легкими штукатурными системами, как наиболее дешевые. Основным недостатком указанных систем – недолговечность наружного укрывного штукатурного слоя.

На сегодняшний день наиболее перспективными являются системы утепления по способу «вентилируемый фасад». Система кроме элементов крепления слоя теплоизоляции имеет кронштейны с анкерами крепления защитного экрана. Между экраном и слоем теплоизоляции имеется воздушная вентилируемая прослойка (ВВП), назначение которой состоит в удалении диффундирующего через ограждение водяного пара.

При проектировании систем утепления «вентилируемый фасад» предполагается выполнение расчетов:

- приведенного сопротивления теплопередаче, с учетом влияния элементов крепления слоя теплоизоляции;
- влажностного режима, с определением потока водяного пара, диффундирующего в ВВП;
- геометрических характеристик ВВП для ассимиляции движущимся в ВВП воздухом диффундирующего потока водяного пара;
- воздухопроницаемости, для выбора мер по защите слоя теплоизоляции от продольной, поперечной и внутренней фильтрации воздуха.

Наружные ограждающие конструкции жилых зданий эксплуатируются в сложных температурно-влажностных условиях. Это необходимо учитывать при проектировании конструкций утепления. В Беларуси насчитывается шесть областей, каждая из которых характеризуется своими - рассчитанными параметрами наружного воздуха: средней температурой наружного воздуха, средней относительной влажностью наружного воздуха, парциальным давлением водяного пара наружного воздуха. Кроме того, известно, что в эксплуатируемых жилых зданиях температура внутреннего воздуха и его относительная влажность, как правило, отличаются от их расчетных значений по СНБ 2.04.01-97. Поэтому часто даже при обеспечении одного из нормируемых требований к теплотехническим параметрам ограждающей конструкции, например, сопротивлению теплопередаче, другие ее показатели могут не соответствовать нормативным требованиям.

На основании анализа формул, используемых в теплотехнических расчетах, установлены значения коэффициентов весомости факторов для параметров, определяющих сопротивление теплопередаче и паропроницанию наружных ограждающих конструкций зданий. Так, при определении сопротивления теплопередаче  $R_t$ , толщина слоя «дэльта» и коэффициент теплопроводности материала "лямбда" имеют примерно одинаковую степень влияния на его значение. Для однослойной ограждающей конструкции коэффициенты весомости соот-

ветственно равны - для «дэльта» 0,53 (53%); для «лямбда» - 0,47 (47%). Таким образом, при проектировании новых или утеплении уже эксплуатируемых конструкций наружных ограждений зданий значение  $R_t$  в одинаковой степени можно регулировать как толщиной слоя, так и значением коэффициента теплопроводности материала этого слоя.

В расчетах на паропроницаемость, при определении температуры в плоскости возможной конденсации наибольшую весомость (50%) имеет термическое сопротивление слоев ограждающей конструкции от внутренней поверхности конструкции до плоскости возможной конденсации. Далее по своей значимости следует сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции (46%). Примерно одинаковые коэффициенты весомости у расчетной температуры внутреннего воздуха (1%) и средней температуры наружного воздуха за отопительный период (3%).

Наибольшее влияние на значение требуемого сопротивления паропрооницанию оказывает парциальное давление водяного пара наружного воздуха (55% – параметры наружного воздуха, которые устанавливаются в соответствии с СНБ 2.04.01-97). Незначительно влияют сопротивление паропрооницанию ограждающей конструкции в пределах от плоскости возможной конденсации до наружной поверхности ограждающей конструкции (10%) и парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха (10%). Полученные данные о коэффициентах весомости факторов, определяющих теплотехнические характеристики ограждающих конструкций, могут быть использованы проектировщиками при проектировании новых и утеплении старых стен зданий.

В результате специальных обследований жилых зданий установлено, что далеко не всегда расчетные параметры воздуха в помещениях, принятые по СНБ 2.04.01-97, соответствуют их фактическим значениям. Поэтому даже при обеспечении требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции другие ее теплотехнические показатели, в частности, сопротивление паропрооницанию, могут не соответствовать нормативным требованиям.

С другой стороны, долговечность тепловой изоляции наружных стен зданий во многом зависит от соблюдения требований по обеспечению сопротивления паропрооницаемости ограждающей конструкции. Поэтому при проектировании конструкций утепления следует учитывать реальные условия эксплуатации ограждающих конструкций.

В результате выполненных теплотехнических расчетов установ-

лено, что увеличение толщины слоя утеплителя, при постоянных параметрах наружного и внутреннего воздуха, не является эффективным способом повышения сопротивления ограждающей конструкции (части многослойной ограждающей конструкции) паропрооницанию. Рост сопротивления паропрооницанию  $R_p$  наблюдается в той же мере, что и рост требуемого сопротивления паропрооницанию  $R_{ptr}$ , а соотношение между ними ( $R_p / R_{ptr}$ ) имеет, как правило, один и тот же порядок при небольшой изменчивости (коэффициент вариации  $v$  примерно равен 3%. – см. рисунок 1.

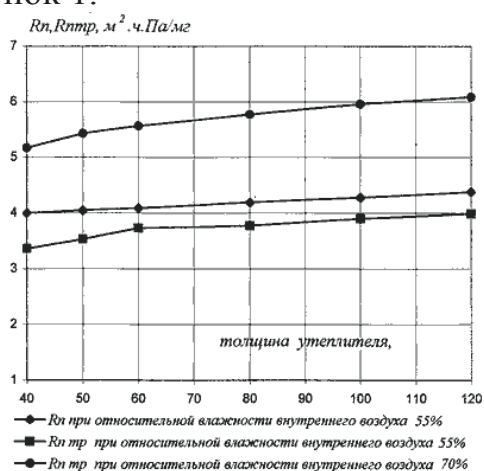


Рисунок 1 – График зависимости сопротивления паропрооницания

## ЛИТЕРАТУРА

1. Леонович О.К., Короб А.Ю. Перспективные направления в строительстве деревянных малоэтажных зданий // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2022. № 1 (252)
2. Нестеренко В. Современные системы утепления наружных стен эксплуатируемых зданий, наиболее эффективные для Республики Беларусь // Строительство и недвижимость. 2001. №26. С. 15-16.
3. Крутилин А.Б. Наружные теплоизоляционные системы стен отапливаемых зданий. Фасадные системы с вентилируемыми воздушными прослойками // 13-й Международной научно-технической конференции. Минск, БНТУ, 2015. С. 179.