

ДЕРЕВЯННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ДОМОВ КАРКАСНОГО ТИПА ПОВЫШЕННОЙ ОГНЕ- И БИОСТОЙКОСТИ С УТЕПЛИТЕЛЕМ НА ОСНОВЕ LDF



Олег Леонович



Станислав Судникович

В Беларуси ежегодный прирост древесины составляет около 30 млн м³, а ежегодный объем заготовок – менее половины этого объема, т.е. ресурсов для производства столярно-строительных конструкций и других деревянных изделий достаточно.

Согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 5 апреля 2013 г. № 267 «О Концепции государственной жилищной политики Республики Беларусь до 2016 года», целью государственной жилищной политики является создание условий для удовлетворения гражданами потребности в доступном и комфортном жилье сообразно их индивидуальным запросам и финансовым возможностям, формирование полноценного рынка жилья. Наряду со строительством крупнопанельного домостроения планируется разрабатывать и реализовывать проекты строительства экономичных быстровозводимых домов с учетом использования новых, преимущественно отечественных материалов с высокими техническими характеристиками.

При строительстве домов необходимо проектировать ограждающие конструкции, у которых термическое сопротивление теплопередаче не ниже нормативного $R_{T, \text{норм}} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ в соответствии с требованиями ТКП 45–2.04–43–2006 и изменениями к нему.

Для анализа оптимальных ограждающих конструкций из древесины и панелей стеновых деревянных утепленных наружных и внутренних для домов каркасного типа приведем основные характеристики материала каркаса и изоляционных материалов, используемых при строительстве домов из массивной древесины и панелей для домов каркасного типа (табл. 1).

При расчетах дополнительного слоя принимаем, что требуемое сопротивление теплопередаче стены составляет

$$R_{T, \text{т}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{X}{\lambda_x} + \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} \geq R_{T, \text{норм}},$$

где λ_i – коэффициент теплопроводности i -го слоя панели, Вт/(м·°C); δ_i – толщина i -го слоя па-

Тепловые характеристики материалов

Таблица 1

Наименование материала	Плотность в сухом состоянии ρ	Коэффициент теплопроводности λ		Коэффициент теплоусвоения s , Вт/(м ² ·°C)		Коэффициент паропроницаемости μ
		А	Б	А	Б	
ОСП	1000	0,23	0,29	6,75	7,70	0,12
Пароизоляция Изоспан	0,064	–	–	–	–	$R_{\text{п}} = 8,00$
Древесина сосны	500	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
Минераловатная плита ПЛ-50	40	0,039	0,041	0,41	0,45	0,53
Гипсокартон	800	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
Штукатурка	800	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
Изоляционная древесноволокнистая плита сухого способа прессования согласно методу Siempelkamp	40–200	0,037–0,050	0,040–0,053			
Воздушная прослойка		0,026				

нели, m , α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для зимних условий, Вт/(м²·°C), принимаемый по таблице 5.7 СНБ 2.04.01–97, α_b – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°C), принимаемый по таблице 5.4 СНБ 2.04.01–97.

Произведем расчет сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции из массива сосны:

$$R_m = \frac{1}{8,7} + \frac{X}{0,14} + \frac{1}{23} \geq 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Преобразуем приведенное выражение для определения толщины слоя из массива сосны:

$$X = \left(3,2 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,14 = 0,43 \text{ м}.$$

Толщина стены из массивной древесины сосны, соответствующая требованиям ТКП 45–2.04–43–2006 и изменениям к нему, должна быть 43 см, что экономически нецелесообразно. К тому же древесина обладает усадкой поперек волокон около 3 см/м, следовательно, при высоте стены 3 м усадка составит около 10 см.

Одним из вариантов решения проблемы экономии лесных ресурсов и создания условий для строительства быстровозводимых зданий является проектирование и строительство домов каркасного типа. Промышленные мощности и возможности производить указанные панели имеются на ОАО «Борисовский ДОК» и филиале «Домостроение» РУП «Завод газетной бумаги».

Белорусский государственный технологический университет разработал технические условия на панели стеновые для домов каркасного типа, опытные образцы которых прошли испытания нагружением и на определение сопротивления теплопередаче в РУП «Институт БелНИИС». Установлено, что применение данных конструкций правомерно, так как они соответствуют нормативным требованиям. Технические условия прошли экспертизу в РУП «Стройтехнорм».

Существует несколько возможных вариантов комплектной поставки стеновых панелей. На рис. 1 показаны схемы панелей для дома каркасного типа, дополнительное утепление кото-

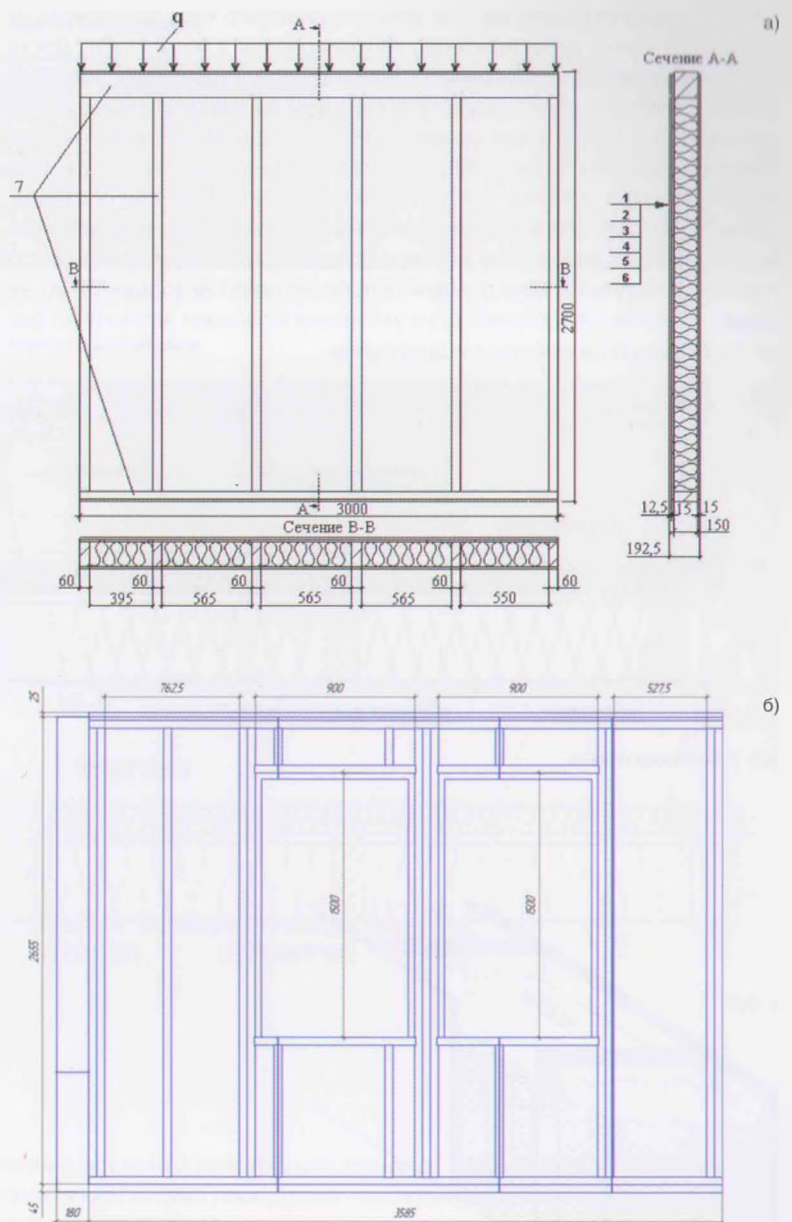


Рис. 1. Схема панели дома каркасного типа без проемов (а), с проемами (б).
1 – гипсокартон; 2 – ОСП; 3 – пленка пароизоляционная Изоспан В;
4 – теплоизоляционный материал ИзOVER KL-37;
5 – пленка ветровлагозащитная Изоспан АМ; 6 – ОСП

рых пенополистиролом производится на объекте. Ниже приведены расчеты сопротивления теплопередаче.

Произведем расчет данной ограждающей конструкции. Коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя:

$$\lambda_{пр} = \frac{0,18 \cdot 0,98 + 0,041 \cdot 7,12}{0,98 + 7,12} = 0,057 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{°C}).$$

Сопротивление теплопередаче конструкции:

$$R_m = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{0,150}{0,057} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{0,0125}{0,21} + \frac{1}{23} = 2,95 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Конструкция стеновой панели домов каркасного типа заводского изготовления имеет сопротивление теплопередаче $2,95 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Достоверность расчетов подтверждена испытаниями в БелНИИС. Теплотехнические испытания панели с утеплителем из минераловатных плит производства ОАО «Борисовский ДОК» проведены на климатическом комплексе института БелНИИС в соответствии с ГОСТ 26254–84. Приведенное сопротивление теплопередаче наружной панели составило $2,93 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Для обеспечения теплостойкости конструкции требованиям нормативных документов непосредственно на объекте производится утепление наружной конструкции пенополистиролом толщиной 50 мм. Расчет толщины дополнительного утепления проведен аналогично расчету толщины слоя массивной древесины.

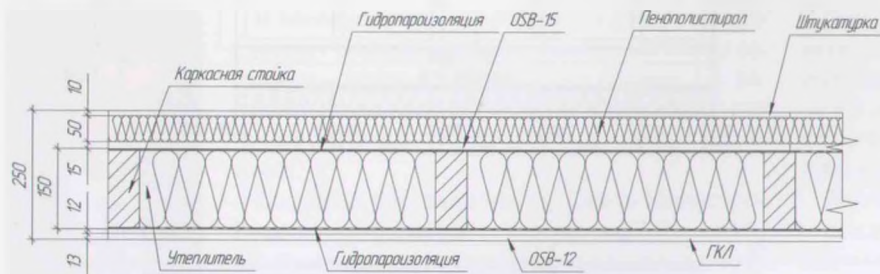


Рис. 2. Стеновая панель

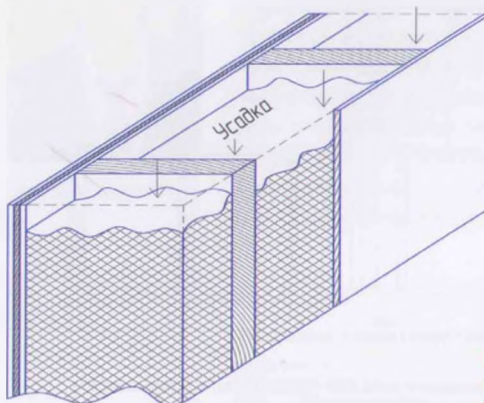


Рис. 3. Усадка утеплителя стеновой панели

Свойства изоляционной плиты

Свойства			Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$		
			80	140	200
Давление при 10% нагрузки	EN 826	кПа	20	120	200
Водопоглощение*)	EN 1609	$\text{кг}/\text{м}^3$	непримен.	0,7	0,6
Теплопроводность (номинальное значение)	EN 13171	$\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$	0,037	0,045	0,050
Безопасность воспламенения**)	EN 13501		Класс E		

*) – с водоотталкивающей присадкой;

**) – с противопожарной защитой (в зависимости от плотности).

Стеновая панель в сборе с утеплителем, изготовленная на филиале «Домостроение» РУП «Завод газетной бумаги», была испытана нагружением опытного образца на соответствие СТБ 1591–2005. Результаты испытаний показали, что условие, заданное в СТБ 1591–2005, выполняется, надежность работы данных конструкций под нагрузкой обеспечивается. Опытная многослойная стеновая панель соответствует требованиям ТКП 45–2.04–43–2006 (02250) «Строительная теплотехника» по сопротивлению теплопередаче. Приведенное сопротивление теплопередаче опытного образца составило $6,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, что выше нормируемого ТКП 45–2.04–43–2006 (02250) «Строительная теплотехника» и вводимого с 01.07.2010 г. значения – $3,20 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Стеновая панель показана на рис. 2.

На панели стеновые деревянные утепленные наружные и внутренние для домов каркасного типа разработаны технические условия, а также методика прочностных расчетов клееных элементов строительных конструкций.

Необходимо отметить, что минераловатная плита ПЛ-50, используемая в данной панели как утеплитель, дает усадку (рис. 3) и создает «мостики холода», тем самым нарушая теплотехнические свойства конструкции. Термическое сопротивление на этом участке изменяется, и на границе материалов с разным термическим сопротивлением возникают условия, вызывающие конденсацию паров.

В качестве утеплителя рекомендуется применять изоляционную древесноволокнистую плиту сухого способа прессования согласно методу Siempelkamp, производство которой осваивается на ОАО «Мозырьдрев» (табл. 2).

В качестве связующего используется изоцианатный клей MDI без добавок и с добавками (табл. 3 и 4).

Возможно формирование размеров под заказ производителей панелей стеновых для домов каркасного типа.

Для защиты от возможного образования конденсата применяется метод создания вентилируемых фасадов.

Таблица 2

Для удаления конденсата разработана конструкция стены с воздушной прослойкой. При использовании вентилируемой прослойки происходит гораздо более быстрое высыхание утеплителя и стены, что приводит к улучшению воздухообмена и повышению термического сопротивления (рис. 4).

Произведем расчет данной ограждающей конструкции. Приведенный коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя:

$$\lambda_{\text{пр}} = \frac{0,18 \cdot 0,98 + 0,045 \cdot 7,12}{0,98 + 7,12} = 0,061 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C}).$$

Сопротивление теплопередаче конструкции:

$$R_m = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,21} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{0,020}{0,026} + \frac{0,210}{0,061} + \frac{1}{23} = 4,45 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

За счет ветрового и гравитационного давления воздух движется из отверстия в нижней части фасада и выходит в отверстие в верхней части фасада. Благодаря воздушному зазору влага интенсивно испаряется из утеплителя и с воздушным потоком выводится из панели. Для закрепления материалов в стене используются различные профили, кронштейны и другие детали. Поэтому в настоящее время в качестве облицовочного слоя предлагаются разнообразные панели, плитка, листы, гранит и другие материалы.

Для придания био- и огнестойкости применяются конструкционные и химические методы защиты.

Конструкционные методы предполагают использование пленок, покрытий, чтобы тем самым предотвратить возможность взаимодействия панели с окружающей средой. Наружная ветро- и влагоизоляция предохраняет утеплитель от воздействия холодного воздуха, атмосферной влаги и снега, проникающих в вентилируемый зазор под внешнюю облицовку, способствует испарению влаги. Внутренняя пароизоляция защищает утеплитель и внут-

Свойства плиты без добавок

Таблица 3

Толщина нетто, мм	Плотность пригл., кг/м ³	Скорость подачи, мм/сек.	Производительность, м ³ /сутки
20	200	140	288
90	200	83*	770
160	150	62*	1,026
240	110	56*	1,400

Свойства плиты с добавками

Таблица 4

Толщина нетто, мм	Плотность пригл., кг/м ³	Скорость подачи, мм/сек.	Производительность, м ³ /сутки
40	40*	130	535
90	35	130*	1,205
160	35	97*	1,600**
240	35	65*	1,600**

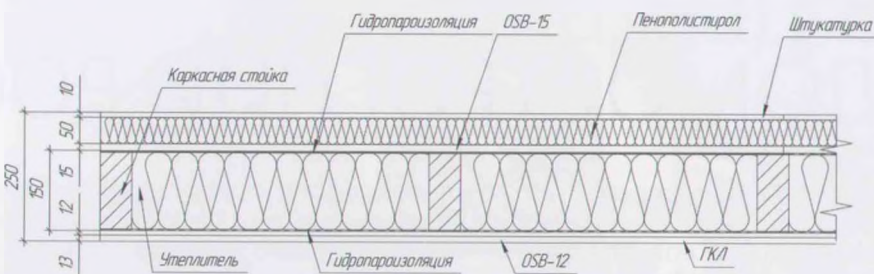


Рис. 4

ренние элементы конструкции стены от проникновения влаги изнутри помещения, а само помещение – от проникновения частиц волокнистого утеплителя.

Химические методы защиты представляют собой введение в конструкционный материал специальных веществ, которые предотвращают горение и непригодны для жизни микроорганизмов и грибов. Они могут применяться и в заводских условиях, и на объектах. Следует заметить, что каркас необходимо обрабатывать только в заводских условиях, так как он поставляется на объекты в собранном виде. Огнезащитную обработку возможно проводить на объекте в соответствии с требованиями нормативной документации.

Обеспечить строительство быстровозводимых и качественных деревянных домов каркасного типа возможно только с соблюдением всех требований нормативной документации, применения стеновых панелей заводского изготовления. При производстве стеновых панелей должны быть соблюдены требования по биологической защите конструкций как конструкционным путем, так и химическим. Теплотехнические параметры стеновых ограждающих конструкций должны быть не менее нормативных.