

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

**Авторы: О. К. Леонович, заведующий
научно-исследовательской лабораторией
огнезащиты строительных конструкций
и материалов БГТУ, канд. техн. наук.
С. П. Судникович, аспирант**



**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

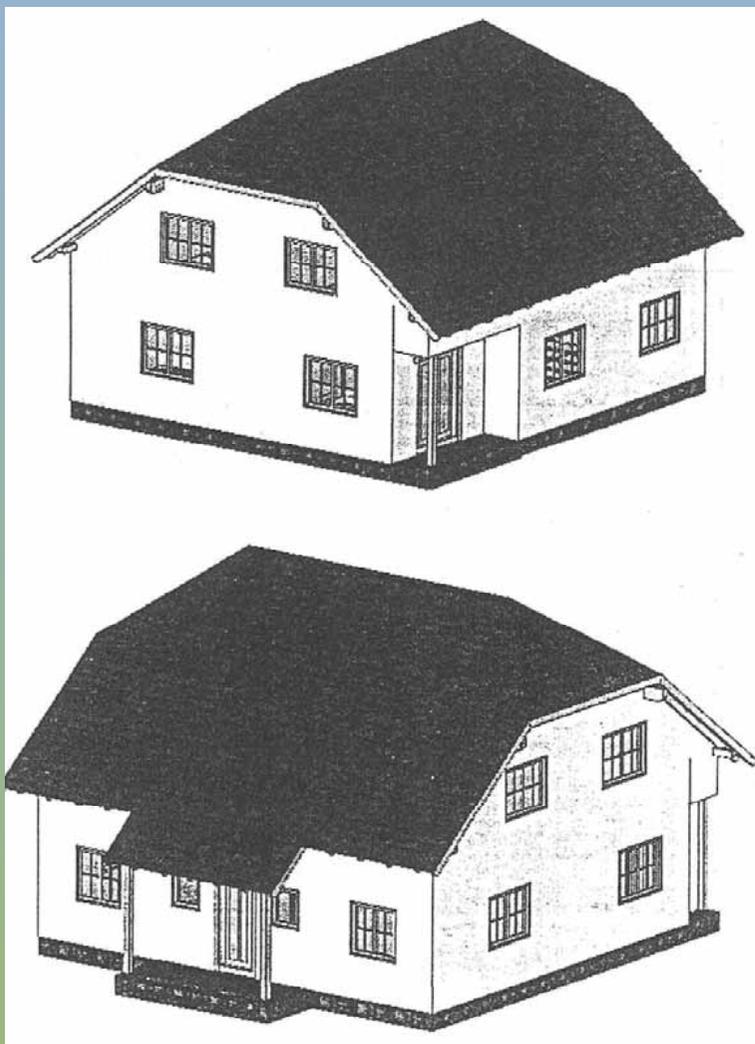
**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ОГНЕЗАЩИТЫ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И МАТЕРИАЛОВ**

НИЛ ОСКМ единственная в республике лаборатория, аккредитованная на техническую компетентность и соответствие требованиям СТБ ИСО/МЭК 17025-2007, ИСО9001 (АТТЕСТАТ ВУ/112 02.1.0.0344, ЛИЦЕНЗИЯ МЧС Республики Беларусь №02300/0344727) по проведению испытаний средств защитных для древесины на токсичность, оценку эффективности защитных средств против древоокрашивающих и плесневых грибов, испытания на устойчивость к вымыванию, а также прочность конструкций деревянных клееных, в частности прочности клеевых соединений при послойном скалывании. Устойчивости к старению защитных средств, профилактического действия против усача домового и другие.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 5 апреля 2013 г. № 267 «О Концепции государственной жилищной политики Республики Беларусь до 2016 года» целью государственной жилищной политики до 2016 года является создание условий для удовлетворения гражданами потребности в доступном и комфортном жилье согласно 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 преимущественно отечественных новых материалов с высокими техническими характеристиками.

Одним из вариантов решения проблемы экономии лесных ресурсов и создания условий для строительства быстровозводимых зданий является проектирование и строительство домов каркасного типа.

На ОАО «Борисовский ДОК» и филиале «Домостроение» РУП «Завод газетной бумаги» имеются промышленные мощности и возможности производить указанные панели.

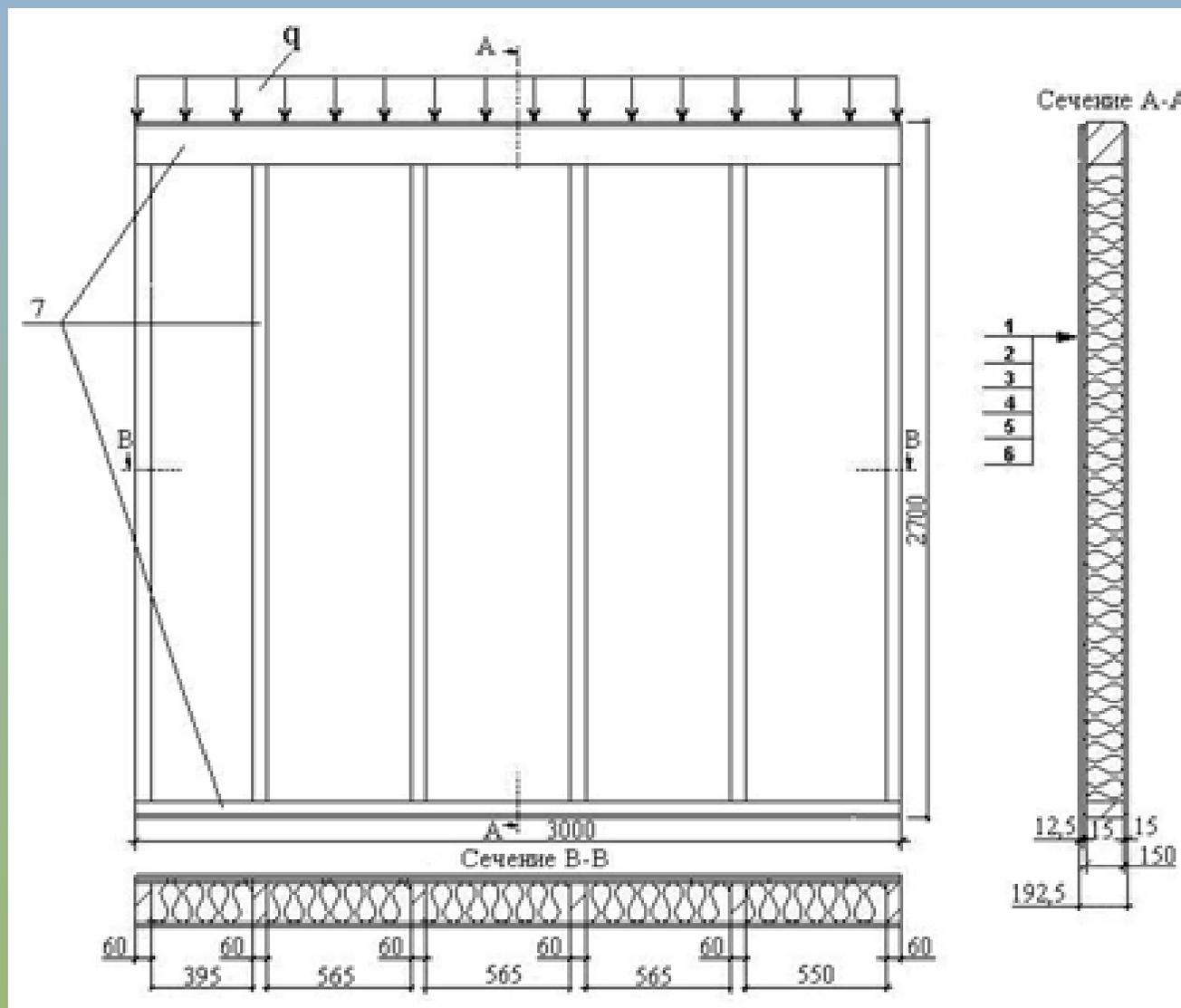


Дом каркасного типа

Белорусский государственный технологический университет разработал технические условия на панели стеновые для домов каркасного типа. Опытные образцы панелей прошли испытания нагружением и на определение сопротивления теплопередаче в РУП «Институт БелНИИС».

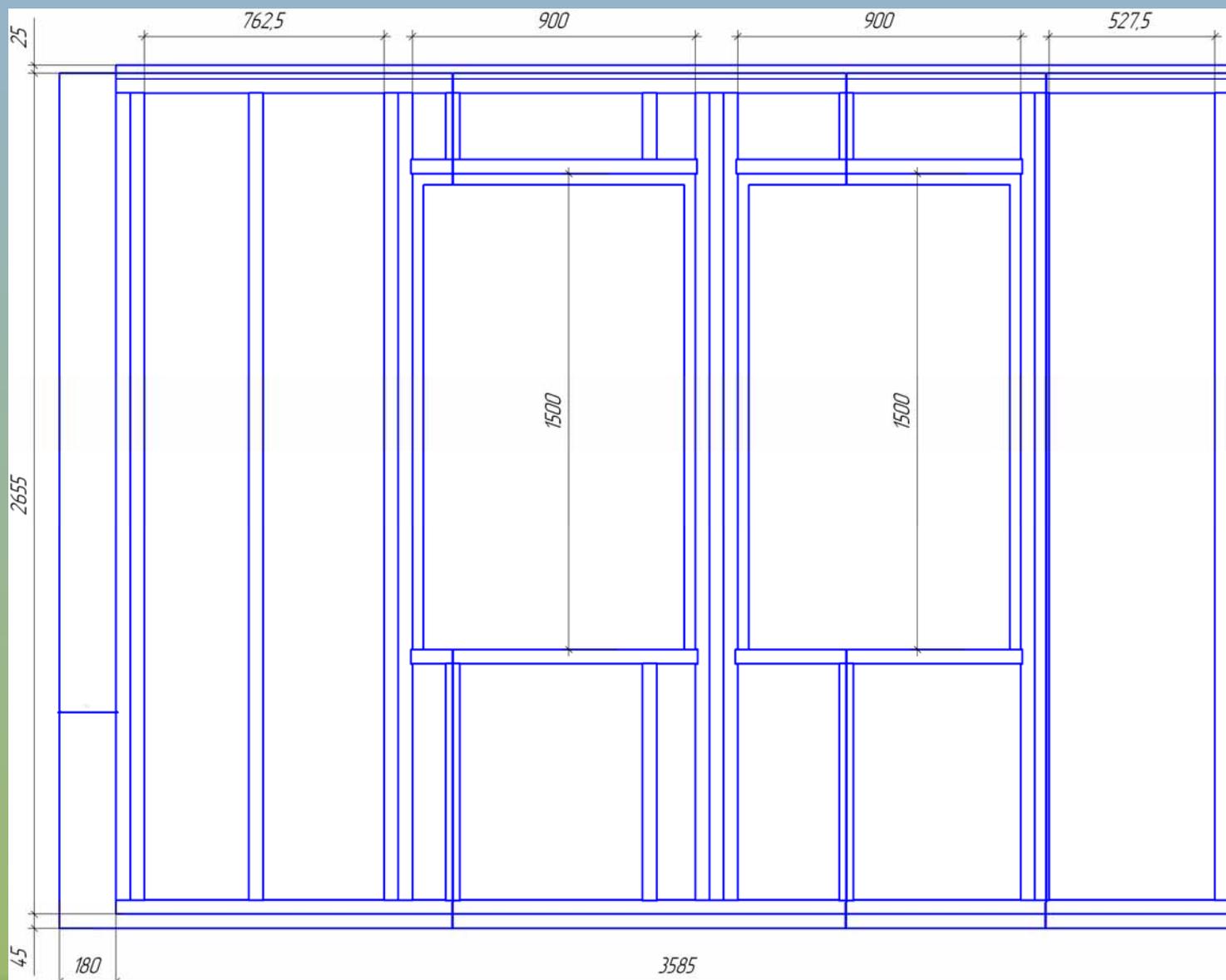
Установлено, что применение данных конструкций правомерно, так как они соответствуют нормативным требованиям. Указанные технические условия прошли экспертизу в РУП «Стройтехнорм».

Схема панели дома каркасного типа без проемов



1 – гипсокартон; 2 – ОСП; 3 – пленка пароизоляционная Изоспан В;
4 – теплоизоляционный материал Изовер KL-37; 5 – пленка ветро-
влагозащитная Изоспан АМ; 6 – ОСП

Схема панели дома каркасного типа с проемами



Прочностной расчет

В качестве прочностной характеристики панели была выбрана расчетная несущая способность конструкции R_d . Определение этой характеристики R_{sup} проводили по СТБ 1591-2005.

Воздействия в зависимости от продолжительности действия классифицируют на постоянные G и временные Q .

$$G_d = \gamma_G \cdot G_k ; \quad Q_d = \gamma_Q \cdot Q_k ; \quad Q_d = \gamma_Q \cdot \Psi_i \cdot Q_k ,$$

где γ_G, γ_Q – коэффициенты надежности, учитывающие возможность неблагоприятных отклонений воздействий, неточность их моделирования и неопределенность в оценке результатов воздействий.
(СНиП2.01.07)

**Панель испытывали на силовом полу
экспериментального корпуса БелНИИС
согласно требованиям СТБ 1591-2005. Величина
расчетной погонной нагрузки на панель при
заданной конструкции дома каркасного типа
равна 5,06 кН/м, суммарная – 15,18 кН,
фактическая несущая способность:**

$$R_{\text{sup}} = 62,5 \text{ KN/M}$$

Таким образом, полученное в результате испытания значение фактической несущей способности конструкции значительно выше расчетного значения, равного 5,06 кН/м (15,18 кН), т. е. условие, заданное в СТБ 1591-2005, выполняется:

$$\frac{R_{\text{sup}}}{R_d} \geq 1$$

Теплотехнический расчет

Определение характеристик тепловой защиты при проектировании жилых и общественных зданий проводится в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-196-2010 «Тепловая защита зданий. Правила определения».

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

Тепловые характеристики материалов

Наименование материала	Плотность в сухом состоянии ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С), при условиях эксплуатации		Коэффициент теплоусвоения s , Вт/(м ² ·°С), при условиях эксплуатации		Коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	
ОСП	1000	0,23	0,29	6,75	7,70	0,12
Пароизоляция Изоспан	0,064	-	-	-	-	$R_{п}=8,00$
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
Изоляционную древесноволокнистую плиту сухого способа прессования согласно методу Siempelkamp	40-200	0,037-0,050	0,040-0,053			
Воздушная прослойка		0,026				

При расчетах принимаем, что требуемое сопротивление теплопередаче стены составляет

$$R_m = \frac{1}{\alpha_H} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{X}{\lambda_x} + \frac{1}{\alpha_B} \geq R_{\text{т.норм}}$$

где λ_i – коэффициент теплопроводности i -го слоя панели, Вт/(м·°С); δ_i – толщина i -го слоя панели, м, α_H – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для зимних условий, Вт/(м²·°С), принимаемый по таблице 5.7 СНБ 2.04.01-97, α_B – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С), принимаемый по таблице 5.4 СНБ 2.04.01-97.

Произведем расчет сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции из массива сосны.

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

Преобразуем приведенное выше 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 изменениями к нему должна быть толщиной 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.

Произведем расчет ограждающей конструкции для домов каркасного типа с минераловатным утеплителем.

Приведенный коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя:

$$\lambda_{пр} = \frac{0,18 \cdot 0,98 + 0,041 \cdot 7,12}{0,98 + 7,12} = 0,057 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{С}$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции

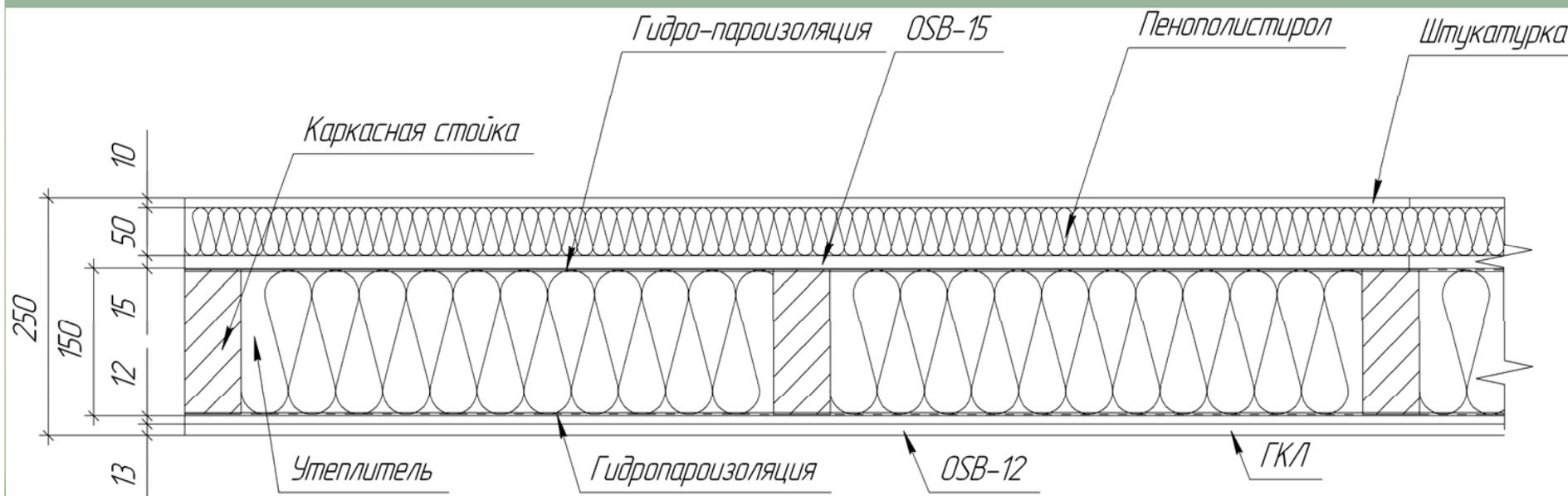
$$R_m = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{0,150}{0,057} + \frac{0,015}{0,29} + \frac{0,0125}{0,21} + \frac{1}{23} = 2,95 \text{ м}^2\text{}^{\circ}\text{С/Вт}$$

Достоверность расчетов подтверждена испытаниями в БелНИИС.

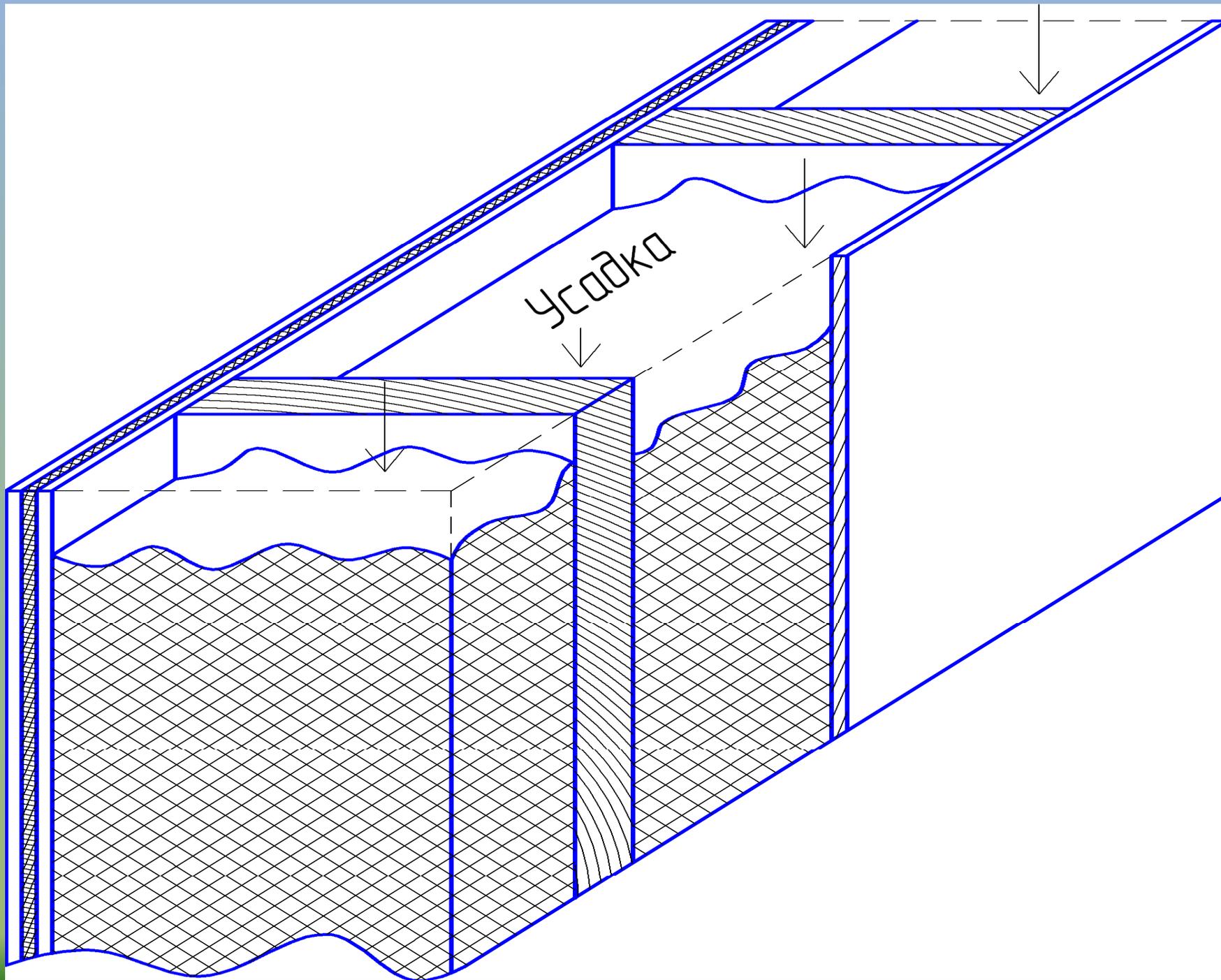
Теплотехнические испытания панели с утеплителем из минераловатных плит производства ОАО «Борисовский ДОК» проведены на климатическом комплексе БелНИИС Минстройархитектуры Республики Беларусь в соответствии с ГОСТ 26254-84. Приведенное сопротивление теплопередаче наружной панели составило $2,93 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$.

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, приведенный выше.

Приведенное сопротивление теплопередаче опытной ограждающей конструкции изготовленной филиалом «Домостроение» РУП «Завод газетной бумаги» с дополнительным 50 мм слоем пенопласта составило $6,11 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$, что выше нормируемого ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) «Строительная теплотехника» и вводимого с 01.07.2010 г. значения – $3,20 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$. Стеновая панель показана на рисунке



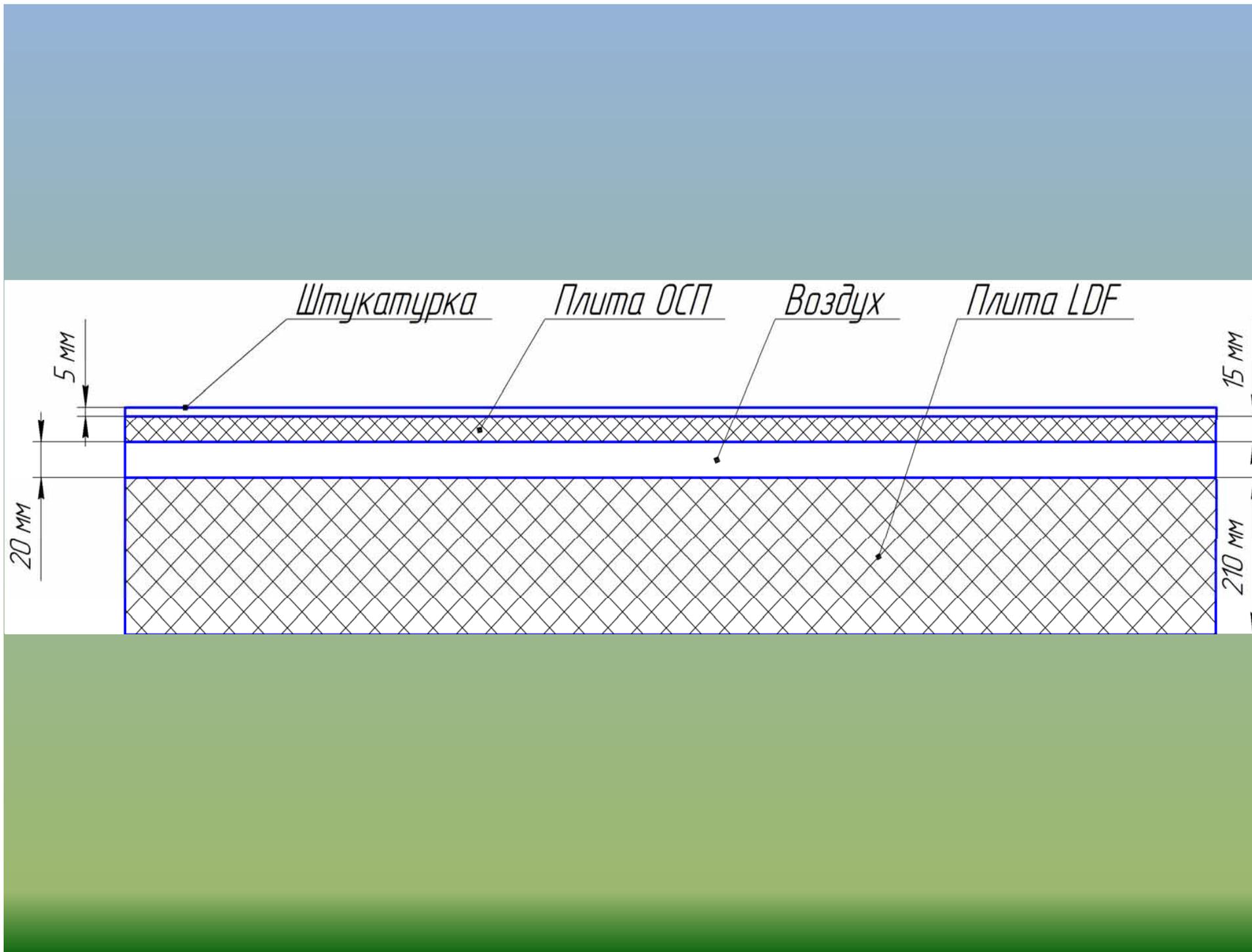
Необходимо отметить, что минераловатная плита ПЛ-50, используемая в данной панели как утеплитель, дает усадку и создает «мостики холода», тем самым нарушая теплотехнические свойства конструкции. Термическое сопротивление на этом участке изменяется, и на границе материалов с разным термическим сопротивлением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



Предлагается, в качестве утеплителя рекомендовать изоляционную древесноволокнистую плиту сухого способа прессования согласно методу Siempelkamp производство которой осваивается на ОАО «Мозырьдрев». Свойства плиты указаны в таблице

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

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



Произведем расчет данной ограждающей конструкции.

Приведенный коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя:

$$\lambda_{i\delta} = \frac{\lambda_1 \cdot F_1 + \lambda_2 \cdot F_2}{F_1 + F_2} = \frac{0,18 \cdot 0,98 + 0,045 \cdot 7,12}{0,98 + 7,12} = 0,061 \text{ Вт/м} \cdot \text{°С}$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции

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

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 могут применяться различные панели, плитка, листы, гранит и другие материалы.

Конструкционные методы представляют собой 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 из утеплителя. Внутренняя пароизоляция предохраняет утеплитель и внутренние 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 не пригодны для жизни микроорганизмов и грибов.

Применяться химические методы могут 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.

**Для придания биостойкости
применяются конструктивные и
химические методы защиты.**

**Должны применяться только
сертифицированные защитные средства,
прошедшие испытания в соответствии с
ГОСТ 30495 в аккредитованных
лабораториях, например НИЛ ОСКиМ
БГТУ.**