

УДК 674. 048

О. К. Леонович

Белорусский государственный технологический университет

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЕ УТЕПЛЕНИЕ
ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

В работе исследуются технологические процессы утепления деревянных домов из массивной древесины, клееного бруса, деревянных домов каркасного типа, кирпичных и панельных домов с различного типа утеплителями. Рассмотрены варианты утепления ограждающих и внутренних стен, перегородок, а также перекрытий и полов термоизоляционными плитами из древесного волокна сухого способа прессования и расчета термического сопротивления ограждающих конструкций деревянных домов каркасного типа, кирпичных, панельных и других сооружений. Предложены направления использования экологически безопасного утеплителя для утепления конструкций полов, перегородок и перекрытий в жилых, лечебных, дошкольных и учебных учреждениях, а также общественных зданиях общепита, сельскохозяйственных и спортивных сооружениях.

Ключевые слова: древесина, дома, каркас, экология, утеплитель, эффективность.

О. К. Leonovich

Belarusian State Technological University

**ENERGY EFFICIENT ENVIRONMENTALLY SAFE WARMING
OF ENCLOSURE WALL CONSTRUCTIONS**

The work examines the technological processes of warming wooden houses made of solid wood, glued beams, wooden houses of frame type, brick and panel houses with various types of insulation. The options of warming enclosing and internal walls, partitions, as well as floors and floors with heat-insulating boards made of wood fiber of the dry pressing method and calculating the thermal resistance of the enclosing structures of frame-type wooden houses, brick, panel and other structures are considered. Directions for the use of environmentally friendly insulation for insulation of floor structures, partitions and ceilings in residential, medical, preschool and educational institutions, as well as public catering buildings, agricultural and sports facilities are proposed.

Key words: wood, home, frame, ecology, insulation, efficiency.

Введение. Государственная жилищная политика Республики Беларусь предусматривает создание условий для удовлетворения потребности граждан 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 малоэтажных деревянных, кирпичных и панельных экологически безопасных и быстровозводимых домов.

В настоящее время наиболее востребованы технологии производства деревянных домов: бревенчатые, из оцилиндрованной древесины, клееного массивного или профилированного бруса и каркасного типа.

Основная проблема при строительстве домов из бревен, в т. ч. из оцилиндрованной древесины, – это длительный период усадки, составляющий около 5 см в течение года на 1 м высоты сруба. При строительстве ограждающих конструкций из клееной массивной древесины эта проблема отсутствует, но при их производстве используются фенольные клеи, которые

в процессе эксплуатации будут длительное время выделять вредные вещества. И во всех случаях при строительстве деревянных домов из массивной древесины толщина стен должна быть не менее 43–45 см, а кирпичных и бетонных – не менее 70 см. С учетом высокой стоимости строительных материалов экономически целесообразны предложения ряда авторов по разработке конструкций стен, полов, перекрытий различных зданий с применением утеплителей, имеющих значительно ниже коэффициент теплопроводности, что позволяет уменьшить толщину конструкции и при этом обеспечить нормируемый уровень теплозащиты [1–12].

Основная часть. Объектами исследования являются стеновые панели для домов каркасного типа, а также кирпичных и панельных зданий.

В настоящее время для утепления стеновых панелей применяется различного типа стекловата, которая содержит вредные компоненты, так как при ее производстве используются экологически небезопасные фенольные смолы.

В предлагаемой конструкции предусматривается крепление конструкций каркаса плитными

материалами, в которых не используются фенолформальдегидные, фенольные и другие клеи, выделяющие при эксплуатации вредные вещества (рис. 1).

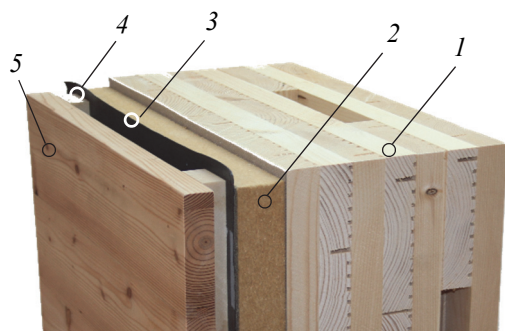


Рис. 1. Стеновая панель, изготовленная из плиты МХМ с дополнительным наружным утеплением:

- 1 – МНМ панель (7 слоев) – 175 мм;
- 2 – теплоизоляционная плита Белтермо ULTRA – 100 мм;
- 3 – влаго-ветрозащитная мембрана – 0,1 мм;
- 4 – ригель 50×50 мм; 5 – внешняя обшивка

Для увеличения теплозащитных свойств предложено использовать вентилируемые проемы и применение новой теплоизоляционной древесноволокнистой плиты сухого способа прессования по методу Siempelkamp, выпускаемой (ОАО «Мозырский ДОК»).

Связующим при производстве теплоизоляционных плит из древесного волокна являются смолы РМДИ. В результате получается экологически безопасная плита, не содержащая фенольных и других вредных выделений при эксплуатации.

Используемые в данной конструкции плиты МНМ состоят из смежных слоев досок, которые укладываются перпендикулярно друг к другу и скрепляются алюминиевыми штифтами по диагонали через каждые 15 см (рис. 2).



Рис. 2. Соединение досок в слоях плиты МНМ

Изоляционные древесноволокнистые плиты Белтермо – это экологически безопасные материалы, предназначенные для утепления и звукоизоляции, в состав которых входит древесина, преимущественно хвойных пород, полиуретановая безвредная смола и, во влагостойких плитах, парафиновая эмульсия.

Плиты Белтермо производятся в Беларуси на государственном предприятии «Мозырский ДОК» на немецком оборудовании, по той же технологии, что и зарекомендовавшие себя бренды Steico и Gutex. Они имеют европейские сертификаты и поставляются на рынок Европы и России.

При строительстве домов необходимо проектировать ограждающие конструкции, у которых термическое сопротивление теплопередаче не ниже нормативного $R_{т.норм} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-43-2006 и изменениями к ним. Определение характеристик тепловой защиты при проектировании жилых и общественных зданий проводится в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-196-2010 «Тепловая защита зданий».

Расчет данной ограждающей конструкции на сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции проводился по формуле

$$R_k = \frac{1}{\alpha_v} + R_1 + R_2 + R_3 + \frac{1}{\alpha_n},$$

где R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$; α_v , α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$.

$$R_k = \frac{\lambda}{\delta},$$

здесь δ – толщина однослойной однородной конструкции или слоя многослойной конструкции; λ – коэффициент теплопроводности материала однослойной или теплоизоляционного слоя многослойной ограждающей конструкции в условиях эксплуатации.

Расчет конструкций с учетом нормативных требований к сопротивлению теплопередаче, расчетных значений температуры, максимального парциального давления водяного пара и относительной влажности для конструкции стеновой панели в различных сечениях проводится в соответствии с требованиями ТКП 45-2.04-196-2010 [11–12].

Особый интерес представляет использование утеплителя Белтермо для создания новых конструкций стен из кирпича или железобетонных конструкций с утеплением с помощью каркаса, заполненного теплоизоляционными плитами Белтермо и наружной облицовкой (рис. 3, 4).

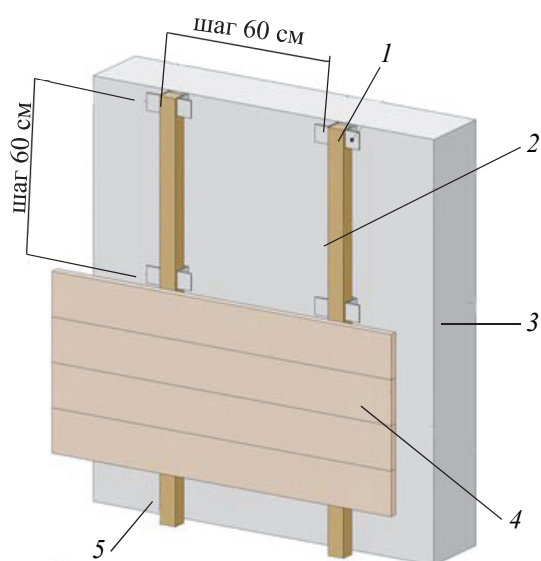


Рис. 3. Схема крепления обрешетки к бетонной стеновой панели
1 – П-образный подвес; 2 – обрешетка из дерева, шаг 40–60 см; 3 – стена; 4 – облицовка-сайдинг ПВХ; 5 – сечение 60×30 мм (или 60×40 мм, 50×40 мм)

Шаг может быть 40, 62, 62,5 см в зависимости от типа облицовки.

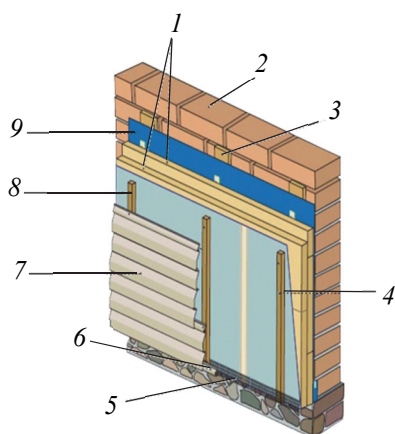


Рис. 4. Схема вентилируемого фасада ограждающей конструкции из кирпича с утеплением плитами из древесного волокна Белтермо:
1 – утеплитель (два слоя древесноволокнистой плиты Белтермо); 2 – стена; 3 – дистанционная планка, обеспечивающая вентиляцию между стеной и утеплителем; 4 – дистанционная планка; 5 – вентиляционная решетка, защищенная сеткой; 6 – стартовая планка; 7 – сайдинг; 8 – ветроизоляция; 9 – пароизоляция

Необходимо учитывать, что применение каркасных стен в ограждающих конструкциях определяется исходя из степени огнестойкости по ТКП 45-2-315-2018 [13].

Внутреннюю облицовку следует выполнять из гипсокартонных материалов по ГОСТ 6266 [14]. Наружную облицовку необходимо выполнять из морозо- и атмосферостойких материалов, цементно-стружечных плит, цементокерамзитовых плит.

В качестве теплоизоляционного слоя в конструкциях каркасных стен рекомендуется использовать плиты Белтермо марок: TOP, ULTRA, INSTAL, MULTI, SAFE, ROOM, KOMBI.

Необходимость устройства вентилируемой воздушной прослойки и ее толщину следует определять расчетом согласно разделу 6 ТКП45-3.02-113 [15].

Для помещений с влажным и мокрым режимом эксплуатации следует предусматривать устройство теплоизоляционного слоя между внутренним утеплителем и внутренней облицовкой. Пароизоляционный слой из полиэтиленовой пленки располагается между внутренней облицовкой и каркасом.

В сухих и нормальных условиях эксплуатации допускается не применять пароизоляционные слои, если сопротивление паропрооницанию ограждающей конструкции в пределах от внутренней поверхности конструкции до плоскости возможной конденсации не менее требуемого сопротивления паропрооницанию, которое определяется по ТКП 45-2.04-43 [11].

Сдерживающим фактором успешного развития экологически безопасного строительства деревянных, кирпичных, панельных и железобетонных конструкций с дополнительным утеплением является отсутствие нормативной базы по проектированию и строительству.

Заключение. В ограждающих и внутренних стеновых панелях и перекрытиях домов каркасного типа следует исключить использование теплоизоляционных материалов, выделяющих фенольные вещества, в том числе и стекловаты. При строительстве домов каркасного типа в качестве теплоизоляционного материала рекомендуется использовать выпускаемые на ОАО «Мозырский ДОК» теплоизоляционные плиты на основе древесного волокна непрерывного прессования по технологии Siempelkamp, которая предусматривает применение смол РМДИ, поэтому производимые плиты являются экологически безопасными.

Для успешного развития экологически безопасного деревянного домостроения и утепления кирпичных, панельных и железобетонных ограждающих конструкций с применением экологически безопасных строительных материалов необходимо разработать и ввести в действие:

– СПБ «Деревянные конструкции. Правила проектирования малоэтажных каркасно-панельных зданий»;

– СТБ «Методы определения прочностных и упругих характеристик древесины перекрестно-клееной (CLT) и перекрестно скрепленной гвоздями (МНМ);

– СПБ «Деревянные конструкции. Правила проектирования зданий из перекрестной древесины на клеевой основе (CLT) и экологически безопасной, скрепленной алюминиевыми гвоздями (МНМ).

Литература

1. Леонович О. К. Расчет дополнительных утеплений ограждающих конструкций зданий и сооружений // Мастерская. Современное строительство. 2010. № 12. С. 52–57.
2. Леонович О. К. Конструктивные и химические методы биозащиты деревянных домов каркасного типа // Архитектура и строительство. 2013. № 1. С. 40–43.
3. Леонович О. К., Судникович С. П. Исследование прочностных и теплофизических свойств деревянных строительных конструкций // Труды БГТУ. 2013. № 2: Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 135–137.
4. Леонович О. К., Судникович С. П. Проблемы применения клееной многослойной древесины (КМД) при строительстве домов каркасного типа // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: VIII Междунар. евраз. симп. Екатеринбург, 15–17 мая 2013 г. URL: <http://symposium.forest.ru> (дата обращения 10.10.2019).
5. Леонович О. К., Судникович С. П. Деревянные строительные конструкции для домов каркасного типа повышенной огне-биостойкости с утеплителем на основе LDF // Архитектура и строительство 2013. № 6. С. 56–59.
6. Леонович О. К. Защита клееных деревянных конструкций (КДК) от биоповреждений в производственных и бытовых условиях // Мастерская. Современное строительство. 2013. № 100. С. 184–186.
7. Леонович О. К. Расчет теплопереноса в стеновых панелях деревянного дома каркасного типа с применением новых теплоизоляционных материалов // Архитектура и строительство. 2014. № 1. С. 42–43.
8. Леонович О. К. Повышение долговечности и экологической безопасности стеновых панелей деревянных домов каркасного типа // Труды БГТУ. 2014. № 2 (166): Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 122–125.
9. Леонович О. К. Конструктивные особенности соединений домов каркасного типа // Архитектура и строительство. 2015. № 1. С. 58–59.
10. Леонович О. К., Божелко И. К. Концепция развития экологически безопасного деревянного домостроения в республике Беларусь // Архитектура и строительные науки. № 1, 2 (22, 23) 2019. С. 60–64.
11. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006. Минск: Стройтехнорм, 2006. 36 с.
12. Тепловая защита зданий. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-196-2010. Минск: Стройтехнорм, 2010. 48 с.
13. Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2-315-2018 (33020) с Изменением № 1; введ. 15.01.2019. Минск: Минскстройархитектуры, 2019. 55 с.
14. Листы гипсокартонные. Технические условия: ГОСТ 6266–1999. Введ. 31.03.1999. М.: МИТСК, 1999. 32 с.
15. Тепловая изоляция наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП45-3.02-113 Введ. 10.07.2009. Минск: Стройтехнорм, 2009. 41 с.

References

1. Leonovich O. K. Calculation of additional insulation of the enclosing structures of buildings and structures *Masterskaya. Sovremennoye stroitel'stvo* [Workshop. Modern building], 2010, no. 12, pp. 52–57 (In Russian).
2. Leonovich O. K. Constructive and chemical methods of bioprotection of wooden houses of frame type *Arkhitektura i stroitel'stvo* [Architecture and Construction], 2013, no. 1, pp. 40–43 (In Russian).
3. Leonovich O. K., Sudnikovich S. P. Investigation of the strength and thermophysical properties of wooden building structures *Trudy of BGTU* [Proceedings of BSTU], 2013, no. 2: Forest and Woodworking Industry, pp. 135–137 (In Russian).
4. Leonovich O. K., Sudnikovich S. P. Problems of the application of glued laminated wood (CMD) in the construction of frame-type houses. *VIII Mezhdunarodnyy yevraziyskiy simposium "Derevoobrabotka: tekhnologii, oborudovaniye, menedzhment XXI veka"* [VIII International Eurasian Simposium "Woodworking: Technologies, Equipment, Management of the 21st Century"]. Available at: <http://symposium.forest.ru> (accessed 05.09.2019) (In Russian).

5. Leonovich O. K., Sudnikovich S. P. Wooden building structures for frame houses of increased fire and bio-resistance with insulation on the basis of LDF *Arkhitektura i stroitel'stvo* [Architecture and Construction], 2013, no. 6, pp. 56–59 (In Russian).

6. Leonovich O. K. Protection of glued wooden structures (KDK) from biodeterioration in industrial and domestic conditions *Masterskaya. Sovremennoye stroitel'stvo* [Workshop. Modern building], 2013, no. 100, pp. 184–186 (In Russian).

7. Leonovich O. K. Calculation of heat transfer in the wall panels of a wooden frame-type house using new heat-insulating materials *Arkhitektura i stroitel'stvo* [Architecture and Construction], 2014, no. 1, p. 42–43 (In Russian).

8. Leonovich O. K. Improving the durability and environmental safety of wall panels of wooden houses of frame type. *Trudy of BGTU* [Proceedings of BSTU], 2014, no. 2: Forest and Woodworking Industry, pp. 122–125 (In Russian).

9. Leonovich O. K. Design features of the connections of frame-type houses *Arkhitektura i stroitel'stvo* [Architecture and Construction], 2015, no. 1, pp. 58–59 (In Russian).

10. Leonovich O. K., Bozhelko I. K. The concept of development of environmentally friendly wooden housing construction in the Republic of Belarus *Arkhitektura i stroitel'stvo* [Architecture and Construction], 2019, no. 1, 2 (22, 23), pp. 60–64 (In Russian).

11. ТКР 45-2.04-43-2006. Construction heat engineering. Building design standards. Minsk, Minskstroyarkhitektury Publ., 2006 (In Russian).

12. ТКР 45-2.04-196-2010. Thermal protection of buildings. Building design standards. Minsk, Minskstroyarkhitektury Publ., 2010 (In Russian).

13. ТКР 45-2-315-2018 (33020). Fire safety of buildings and structures. Building design standards. As amended by no. 1 (entered into force on 15.01.2019) Minsk, Minskstroyarkhitektury, 2019 (In Russian).

14. GOST 6266. Plasterboard sheets. Specifications. Moscow, MITSK Publ., 1999 (In Russian).

15. ТКР45-3.02-113. Thermal insulation of the external walling of buildings and structures. Building design standards. Minsk, Stroytekhnorm Publ., 2009 (In Russian).

Информация об авторе

Леонович Олег Константинович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии деревообрабатывающих производств, заведующий научно-исследовательской лабораторией огнезащиты строительных конструкций и материалов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: OKL2001@mail.ru

Information about the author

Leonovich Oleg Konstantinovich – PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Woodworking Technology, Head of the Research Accredited Laboratory of Building Desings and Materials. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: OKL2001@mail.ru

Поступила 10.10.2019