

Таким образом, добавка STG-3 ТУ РБ 0271613.379-2004 является недорогим, эффективным и конкурентоспособным товарным продуктом, полученным при утилизации отходов производства. При этом необходимо особо отметить, что при промышленном выпуске добавки STG-3 одновременно улучшится экологическая обстановка в районе торфопредприятия «Гатча-Осовский».

Приведенный пример утилизации отходов торфопредприятия с целью получения добавки для бетона STG-3 свидетельствует о том, что более полное использование такого ценного природного ресурса как торф – сложная, но вполне осуществимая задача, требующая научного подхода и экспериментально-теоретического обоснования. Внедрение химической добавки для бетонов STG-3 на заводах ЖБИ приведет снижению материалоемкости строительного производства и к существенному сбережению энергоресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уласевич, В.П. Некоторые свойства конструкционных бетонов, модифицированных добавкой STG-3 / В.П. Уласевич, З.Н. Уласевич, О.А. Якубовская // Вестник БрГТУ. Строительство и архитектура. – 2007. – № 1, (43). – С. 55–60.
2. Уласевич, В.П. Прогнозирование основных свойств бетонов, модифицированных добавкой суспензий торфяных гуминовых веществ / В.П. Уласевич, З.Н. Уласевич, О.А. Якубовская // Вестник ПГУ. Прикладные науки. Строительные материалы и технологии. – 2007. – №12. – С. 58–62.
3. Уласевич, В.П. Оценка процесса структурообразования цементного камня с добавкой STG-3 физико-химическими методами / В.П. Уласевич, З.Н. Уласевич, О.А. Якубовская // Вестник БрГТУ. Строительство и архитектура. – 2008. – №1 (49).
4. Перминова, И.В. Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века / И.В. Перминова // Химия и жизнь. – 2008. – №1 – С. 50–56.
5. Перминова, И.В. Анализ, классификация и прогноз свойств гумусовых кислот. дис. ... д-ра хим. наук: 02.00.02 / И.В. Перминова. – Москва, 2000. – 359 л.
6. Гумат «Сахалинский». – Режим доступа: <http://www.humate-sakhalin.ru>. – Дата доступа: 25.07.2008.
7. Перминова, И.В. Гуминовые вещества в контексте зеленой химии. / И.В. Перминова, Д.М. Жилин // Зеленая химия в России: сб. ст. – М., 2004. – С. 146-162.

ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ «ТЕРМИЧЕСКИЙ ЭКРАН»

**В.Н. Черноиван, В. Г. Новосельцев, Н.В. Черноиван,
И.Н. Калюхович, А.В. Черноиван**

Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь

Введение

Одним из основных потребителей топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в нашей Республике является коммунально-бытовой сектор. Ежегодно потребление энергии в жилищном фонде Республики Беларусь составляет около 12 млн. тонн условного топлива, что свыше 30% общего расхода на нужды народного хозяйства Республики. Основная доля расхода топлива в жилищном фонде приходится на отопление *существующих зданий* [4]. В связи с этим, в энергосбережении большое значение отводится повышению теплозащиты ограждающих конструкций эксплуатируемых зданий. На период с 2007 по 2015 гг. в Республике Беларусь предусмотрено выполнить тепловую модернизацию 1675 домов общей площадью 6 млн.365 тыс. м². Выполнение на-

меченных объемов работ планируется осуществить в основном за счет применения способа штукатурки по слою теплоизоляции: «Термошуба», «Радекс» и др. [1, 2, 3].

Однако в сложившейся ситуации (существенный рост цен на энергоносители на 2008 год и запланированное ежегодное увеличение стоимости природного газа и нефти, поставляемых в Республику Беларусь из России) решить проблему тепловой модернизации эксплуатируемых зданий, ориентируясь только на утепление стен способом штукатурки по слою теплоизоляции, экономически невыгодно ввиду следующего:

- высокой стоимости (около 30 у.е. за 1 м²);
- трудозатраты на 1 м² составляют около 5 чел.-час.;
- модернизация утепления стен, в случае пересмотра нормируемой величины теплозащиты стенового ограждения в сторону увеличения, для данной системы - невозможна;
- поддержание качественных параметров воздуха в помещениях, утепленных по данному способу, возможно только с помощью систем принудительной вентиляции [10].

Следует отметить, что в странах Западной Европы уже произошло резкое снижение (до 45%), объемов работ утепления стен способом штукатурки по слою теплоизоляции и замена их на менее материалоемкие и трудозатратные - облицовка из защитно-декоративных панелей [11].

Массовое применение утепления стен способом «облицовка из защитно-декоративных панелей» в Республике Беларусь по экономическим соображениям не представляется целесообразным, так как потребуются закупка за рубежом всех строительных материалов и технологического оборудования.

Авторами статьи разработано конструктивное решение утепления стен «Термический экран» (см. рис. 1), в котором, как и в способе «облицовка из защитно-декоративных панелей», отсутствует защитный штукатурный слой [8]. Кроме того, в предлагаемом решении, вместо крепления плитного утеплителя к стене дюбелями-анкерами, осуществляется его навеска с использованием, стеклопластиковых анкеров-кронштейнов (4), что обеспечивает создание воздушной прослойки (5) между внутренней поверхностью плитного утеплителя и наружной поверхностью стены.

Наличие регулируемой воздушной прослойки позволяет обеспечить:

- массовое использование данной системы утепления применительно к эксплуатируемым кирпичным зданиям с любым отклонением стен от вертикали;
- обеспечить требуемое сопротивление паропроницанию утепляемых наружных стен, что позволяет поддерживать качественные параметры воздуха (в первую очередь - нормальную влажность) в помещениях утепленного здания без устройства системы принудительной вентиляции.

Система «Термический экран» ориентирована на использование плитных утеплителей отечественного производства: в первую очередь - минераловатных плит «Белтел», выпускаемых ОАО «Гомельстройматериалы», что позволяет наряду со снижением функции стоимости утепления стен эксплуатируемых зданий полностью исключить зависимость от зарубежных поставщиков.

Основным отличием эксплуатации плитного утеплителя в системе утепления наружных стен «Термический экран» от известных систем [14] является то, что он совмещает функции теплоизоляции и несущей конструкции - воспринимает силовые воздействия (ветровая нагрузка и собственная масса конструкции).

Для подготовки внедрения системы «Термический экран» с использованием отечественного плитного утеплителя «Белтел» в практику строительства выполнены следующие научные исследования.

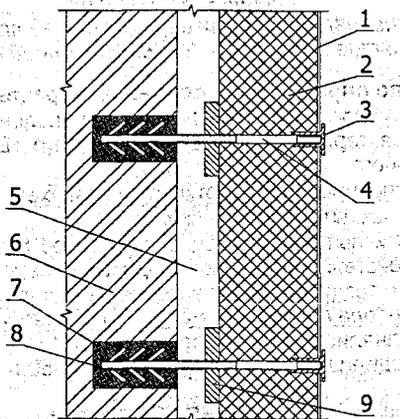


Рис. 1. Конструктивное решение системы утепления стен «Термический экран»

- 1 – защитное покрытие; 2 – теплоизоляционный слой из плитного утеплителя;
- 3 – полиэтиленовая втулка-заглушка; 4 – стеклопластиковый анкер-кронштейн;
- 5 – воздушная прослойка; 6 – утепляемая стена; 7 – цементно-песчаный раствор;
- 8 – анкерочная шайба; 9 – установочная шайба-ограничитель

Методика прочностного расчета системы «Термический экран»

Основу разработанной методики прочностного расчета системы «Термический экран» составляет анализ напряженно-деформированного состояния материала плитного утеплителя, на основании которого был установлен перечень прочностных характеристик материала минераловатных плит «Белтеп», которые необходимы для выполнения расчетов (см. рис. 2).

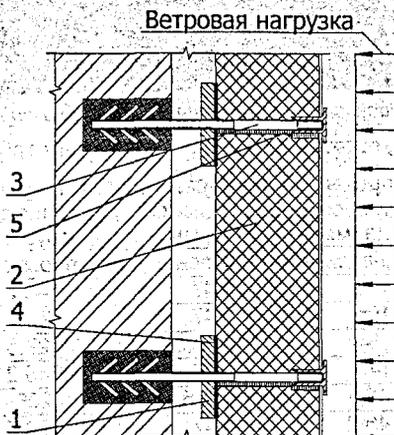


Рис. 2. Характер распределения напряжений в плитном утеплителе
1 – установочная шайба-ограничитель; 2 – теплоизоляционный слой из плитного утеплителя; 3 – стеклопластиковый анкер-кронштейн; 4 и 5 – участки плитного утеплителя, работающие на смятие

Условные обозначения:

- — смятие материала на участке длины (от ветровой нагрузки);
- ▣ — местное смятие материала (от собственной массы конструкции).

Исследования по определению основных характеристик материала

При проведении исследований по получению численных значений прочностных и упругих характеристик минераловатных плит «Белтеп», были испытаны образцы двух типов:

- прошедшие экспонирование на открытом воздухе;
- хранившиеся в закрытом теплом складе.

Основной целью испытания образцов двух типов было – оценить влияние атмосферных воздействий (солнечной радиации, перепадов температуры и влажности наружного воздуха) на эксплуатационные характеристики материала.

Определение предела прочности материала утеплителя при изгибе

Испытания выполнялись в соответствии с ГОСТ 17177 [4].

Испытания проводили на прессе марки ИР-5145-500-11 (см. рис.3).

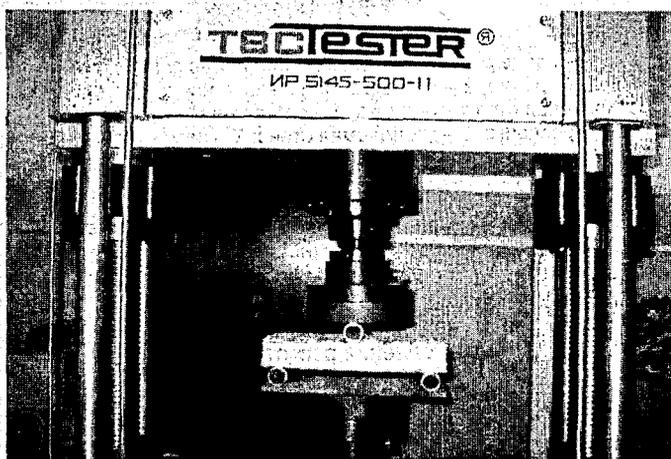


Рисунок 3. Испытания образца на изгиб

Обработанные результаты испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Предел прочности минеральных плит «Белтеп» при изгибе

№ образца	Ширина образца, мм	Высота образца, мм	Разрушающая нагрузка, Н	Предел прочности, МПа
Плиты, прошедшие экспонирование на открытом воздухе				
1	152	47	245,2	0,28
2	151	47	255	0,29
3	154	48,5	127,5	0,14
4	146	47	245,2	0,29
5	148,5	46,5	206	0,25
6	148,2	47	274,7	0,32
Плиты, хранившиеся на складе				
1	147	42	441,5	0,65
2	152,5	42,5	363	0,50
3	150	43	245,3	0,34

Определение модуля упругости при статическом изгибе

Стандартная методика определения величины модуля упругости для плитных утеплителей отсутствует. В связи с этим за основу была принята методика, используемая для древесины слоистой клееной [5].

Сущность метода заключается в шестикратном нагружении образца нагрузками в цикле равными $5\%P_{\max}$ и $25\%P_{\max}$ и измерении значений стрелы прогиба образца, соответствующим этим нагрузкам.

Для проведения испытаний использовали пресс марки ИР-5145-500-11, который позволяет фиксировать горизонтальные деформации с точностью до 0,01 мм.

Обработанные результаты испытания приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Модуль упругости минераловатных плит при статическом изгибе

Вид образца	Размеры поперечного сечения, мм		Расстояние между опорами l, мм	Разрушающая нагрузка P_{\max} , Н	Стрела прогиба f, мм	Предел прочности σ , МПа	Влажность W, %	Величина нагрузки в цикле, в Н		Модуль упругости $E_{изг}$, МПа
	ширина b	толщина h						5% P_{\max}	25% P_{\max}	
Прошедший экспонирование	148,5	46,5	250	240,4	0,7	0,25	0,43	39,2	78,5	14,9
Хранившийся в помещении	152,5	42,5	250	363	1,2	0,50	0,42	58,9	117,7	16,7

Определение условного предела прочности при местном смятии

Основной целью проведения данных исследований является: оценка прочности материала плитного утеплителя при местном смятии под шайбами-ограничителями.

Стандартная методика определения величины условного предела прочности при местном смятии для плитных утеплителей отсутствует. В связи с этим за основу принята методика, используемая для древесины слоистой клееной [6].

Испытания проводили на прессе марки ИР-5145-500-11, который позволяет фиксировать горизонтальные деформации с точностью до 0,01 мм.

Обработка результатов испытаний.

Условный предел прочности при местном смятии вычисляется по формуле:

$$\sigma = \frac{P}{b \cdot a}, \text{ МПа,}$$

где P – нагрузка, соответствующая при местном смятии условному пределу прочности, Н;

a – длина образца, мм;

b – ширина образца, мм.

Для определения нагрузки P по результатам испытаний построены диаграммы смятия (см. рисунок 4). За величину нагрузки P принимают ординату точки перехода прямолинейного или близкого к прямолинейному участка диаграммы в явно криволинейный.

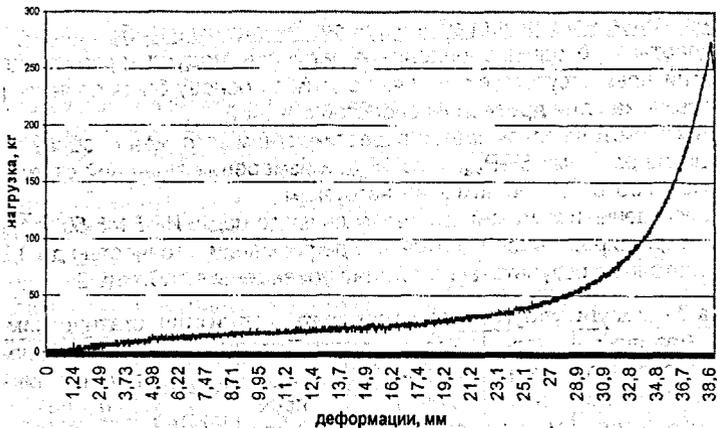


Рисунок 4. Диаграмма смятия минераловатных плит «Белтеп»

Обработанные результаты испытаний приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Условный предел прочности при местном смятии минеральной ваты «Белтеп»

№ образца	Ширина образца, мм	Длина образца, мм	Нагрузка, соответствующая условному пределу прочности, Н	Величина условного предела прочности, МПа
Плиты, прошедшие экспонирование на открытом воздухе				
1	62	60,5	392,4	0,106
2	62	60	404	0,111
3	59,4	60,1	382,6	0,109
4	62,4	60,8	461,1	0,124
Плиты, хранившиеся на складе				
1	60,4	60,1	588,6	0,165
2	60,3	60,2	621	0,174

Оценка влияния атмосферных воздействий на теплотехнические характеристики материала

Создание требуемого сопротивления теплопередаче наружных стен в предлагаемой системе утепления наружных стен «Термический экран» осуществляется за счет навешивания плитного утеплителя на анкер-кронштейны (4) (см. рис. 1). Поэтому эффективность системы утепления наружных стен «Термический экран» будет в первую очередь зависеть от эксплуатационных характеристик плитного утеплителя.

Для определения численных значений коэффициента теплопроводности плит «Белтеп» была использована методика, приведенная в ГОСТ 30256-94 [7].

Вычисленные по результатам выполненных исследований численные значения коэффициента теплопроводности материала минераловатных плит, хранившихся в теплом складе (образцы «Серия 1») и прошедших экспонирования на открытом воздухе (образцы «Серия 2», «Серия 3») приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Полученные значения коэффициента теплопроводности

Наименование образца	$\sum \Delta R_i \cdot 10^3$	K	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м ² ·°C)	$\lambda_{ср}$, Вт/(м ² ·°C)
1	2	3	4	5	6
Серия 1	74	4,25	150,74	0,071733	0,068
Серия 1	83	4,25	150,74	0,064179	
Серия 2	85	4,25	182,70	0,066532	0,066
Серия 2	85	4,25	182,70	0,065759	
Серия 3	80	4,30	169,41	0,069039	0,070
Серия 3	77	4,30	169,41	0,071852	

Заключение

Результаты испытаний материала показали:

- минераловатные плиты «Белтеп» имеют стабильные физико-механические характеристики;
- температурно-влажностные атмосферные воздействия практически не влияют на упругие характеристики материала;
- температурно-влажностные атмосферные воздействия (экспонирование на открытом воздухе не защищенных плит) приводят к существенному (до 50%) снижению предела прочности материала при изгибе и местном смятии;
- атмосферные воздействия (экспонирование незащищенного материала на открытом воздухе) практически не влияют на теплотехнические характеристики материала.

Выполненные прочностные расчеты системы «Термический экран» показали, что напряжения, возникающие в материале плит при воздействии ветра, не превышают расчетных значений материала.

Следовательно, система «Термический экран» с использованием отечественного теплоизоляционного материала минераловатных плит «Белтеп» может быть рекомендована для утепления стен эксплуатируемых кирпичных зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. П1-99 к СНиП 3.03.01-87. Проектирование и устройство тепловой изоляции наружных стен зданий методом "термошуба". – Мн.: ГП "Белэнергоэкономсервис", 1999. – 56 с.
2. ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01-87. Проектирование и устройство тепловой изоляции ограждающих конструкций жилых зданий. – Мн.: МАиС, 2000. – 86 с.
3. П5-02 к СНиП 3.03.01-87. Проектирование и устройство тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий и сооружений. Система "Радекс". – Мн.: МАиС, 2002. – 130 с.
4. ГОСТ 17177. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 1996. – 56 с.
5. ГОСТ 9625-87 (СТ СЭВ 2378-80). Древесина слоистая клееная. Методы определения предела прочности и модуля упругости при статическом изгибе. Издание официальное. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 7 с.
6. ГОСТ 16483.2-70. Древесина. Метод определения условного предела прочности при местном смятии поперек волокон. Издание официальное. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1987. – 4 с.
7. ГОСТ 30256-94. Метод определения теплопроводности цилиндрическим зондом. – Введен впервые; Введ. 01.01.96. Издание официальное. Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации и техническому нормированию в строительстве. – Минск, 1996. – 12 с.

8. Термический экран: пат. 4218 Респ. Беларусь, МПК (2006) E 04B 1/76/ В.Н. Черноиван, В.Г. Новосельцев, Н.В. Черноиван, И.Н. Калюхович, А.В. Черноиван; заявитель Брест. гос. тех. ун-т. – заявл. 20070413.

9. Кузьмичев Р.В. Метод расчета прочности и деформаций легких штукатурных систем утепления // Архитектура и строительство. – 2005. – №6, с. 116-117.

10. Потерщук В.А. Пути дальнейшего энергосбережения в жилых зданиях. Белорусский строительный рынок. – 1998. – №5. С. 2...3.

11. Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий. – М.: Изд-во АСВ, 2002. –160 с.

12. Черноиван В.Н., Черноиван Н.В., Самкевич В.А. Тепловая изоляция стен эксплуатируемых зданий на основе термического экрана. Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь. Сборник трудов. – Брест, 2001. – С. 44...46.

13. Черноиван В.Н., Черноиван Н.В., Самкевич В.А. К изучению вопроса об обеспечении качественных параметров воздуха в жилых помещениях зданий, прошедших тепловую реабилитацию. Новые образовательные технологии в экологической подготовке студентов. Материалы областной научно-методической конференции. Сборник трудов. – Брест, 2005. – С. 65...68.

14. Черноиван В.Н., Черноиван Н.В. Анализ конструктивно-технологических решений дополнительной теплозащиты стен эксплуатируемых зданий. // Вестник БГТУ. Строительство и архитектура. – 2004. №1 (25). С.34-36.

ВЕТРОУСТАНОВКА НОВОГО ТИПА С ВЕРТИКАЛЬНЫМ РОТОРОМ

С.Н. Павленко

Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь

Введение

Энергия ветра в течение длительного времени рассматривается в качестве экологически чистого неисчерпаемого источника энергии и относится к возобновляемым источникам энергии. Однако до того как энергия ветра сможет принести значительную пользу, должны быть решены многие проблемы – технические и связанные с охраной окружающей среды. Ветер является одним из основных имеющихся в стране ресурсов для постоянного реального использования на всей территории республики при постоянно растущей зависимости от импортируемого органического топлива. Поэтому развитие ветроэнергетики в Беларуси является давно назревшей необходимостью для осуществления ускоренного замещения постоянно дорожающего импортируемого органического топлива. Следует также признать, что наибольшие препятствия для использования ВЭУ создает их высокая стоимость. Поэтому наиболее сложной задачей, имеющей первостепенное значение, остается разработка экономичных ВЭУ, способных надежно работать в автоматическом режиме в течение многих лет и бесперебойно обеспечивать электроснабжение нашей Республики.

Анализ работы ветровоспринимающих элементов

В настоящее время лопастные ветроэнергостановки наиболее употребительны, теоретически развиты и являются опорой прогнозирования развития ветроэнергетики. Мощность, развиваемая ветроэнергостановкой, пропорциональна произведению скорости ветра в третьей степени и площади, ометаемой ветроприёмным органом (для лопастных - круг диаметром длиной двух лопастей):