

**Секция 1. Актуальные проблемы строительного комплекса:
строительные материалы и технологии**

Повышение прочности композитов после попеременного увлажнения и высушивания связано, вероятно, с гидравлическими свойствами полученного материала. При воздействии воды гидратация и перекристаллизация новообразований оказывает большее влияние на повышение прочности материала, чем разрушающее действие при попеременном увлажнении и высушивании.

Заключение

1. На основе песчано-глинистых пород можно получать атмосферостойкие безавтоклавные силикатные материалы, прочность которых может повышаться за счет гидравлических свойств цементирующего соединения.

2. Замена традиционного сырья песчано-глинистыми породами Курской магнитной аномалии позволит снизить содержание отходов в отвалах и уменьшить экологический прессинг на окружающую среду.

Литература

1 Лесовик, В.С. Геоника. Предмет и задачи: монография [Текст]/В.С. Лесовик. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 213 с.

2 Володченко, А.Н. Повышение эффективности производства автоклавных материалов [Текст]/А.Н. Володченко, В.С. Лесовик//Известия вузов. Строительство. 2008. – № 9. – С. 10–16.

1.5 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СОЛОМЕННЫХ И КОСТРОСОЛОМЕННЫХ ПЛИТ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Давыденко Н.В., Бакатович А.А (ПГУ, г. Новополоцк, Беларусь)

Исследованы теплотехнические параметры костросоломенных и соломенных плит. Установлена зависимость изменения коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов от температуры наружного воздуха. Определены изменения влажности материала по толщине утеплителя.

Heat engineering parameters of boon-straw and straw slabs have been analyzed. The dependence of the change in the coefficient of insulating materials thermal conductivity on the outside temperature has been found out. The changes of the material humidity have been defined by the thickness of the heat insulation material.

Для изготовления теплоизоляционных материалов на основе растительного сырья различными исследователями предлагается использовать солому, костру, лузгу, стебли хлопчатника, конопли и т. д. [1-4].

На территории Беларуси в большом количестве образуются растительные отходы сельскохозяйственного производства в виде соломы злаковых культур и костры льна. Солома в рулонах или тюках с полей доставляется на животноводческие фермы, где складывается в скирдах и используется в основном для подстилки скоту. Как правило, часть неиспользованной соломы просто сгнивает в скирдах.

**Секция 1. Актуальные проблемы строительного комплекса:
строительные материалы и технологии**

Костра образуется при получении волокна из стеблей льна. Так, только на территории Витебской области ежегодно образуется порядка 25 тыс. тонн костры. Около 90 % костры используется как местный вид топлива для котельных в первую очередь на самих льнозаводах. В результате проведенного анализа сложившейся ситуации можно говорить о том, что существующие технологии утилизации растительных отходов являются крайне нерациональными и требуют серьезных научных подходов по их использованию с большей пользой для жизнедеятельности человека. На наш взгляд, с учетом конъюнктуры на рынке теплоизоляционных материалов, получение экологически безопасного утеплителя с высокими теплотехническими характеристиками на основе соломы и костры льна является весьма перспективным решением.

В настоящее время в Полоцком государственном университете проводятся исследования свойств теплоизоляционных материалов на основе рубленой соломы и костры льна, в качестве неорганического связующего используется натриевое жидкое стекло. Получены теплоизоляционные плиты на основе соломы и на основе смеси соломы и костры льна. Средняя плотность плит на основе соломы составляет 215–233 кг/м³, прочность на сжатие равна 0,31–0,36 МПа, а прочность на изгиб – 0,75–0,79 МПа, коэффициент теплопроводности в сухом состоянии 0,056–0,062 Вт/м²·°С. Для костросоломенных плит средняя плотность равна 240–260 кг/м³, прочность на сжатие составляет 0,65–0,83 МПа, прочность на изгиб равна 1,0–1,2 МПа, коэффициент теплопроводности в сухом состоянии 0,046–0,049 Вт/м²·°С.

После установления основных физико-механических характеристик соломенных и костросоломенных образцов, выполнялись исследования теплотехнических параметров теплоизоляционных материалов на основе рубленой соломы и смеси рубленой соломы с кострой льна. В условиях переменных тепловых воздействий определяли изменение температуры по сечению образцов и плотности тепловых потоков. Размеры экспериментальных плит утеплителя приняты из условия заполнения проема между теплым и холодным отделением климатической камеры и составляют 300×400 мм при толщине образцов 100 мм. Средняя плотность материала на основе рубленой соломы в сухом состоянии равна 220 кг/м³, а материала на основе смеси рубленой соломы и костры льна – 250 кг/м³.

Таблица 1 – Результаты испытаний

№ образца	Состав наполнителя	Температура воздуха в отделениях климатической камеры, °С	Влажность воздуха в климатической камере, φ %	
			теплое отделение	холодное отделение
1	солома	18	50 - 60	50 - 60
2	смесь соломы и костры льна	18	50 - 60	50 - 60
3	солома	18	50 - 60	90 - 95
4	смесь соломы и костры льна	18	50 - 60	90 - 95

Перед проведением испытаний образцы находились в климатической камере в течение трех недель при заданных условиях (таблица 1).

**Секция 1. Актуальные проблемы строительного комплекса:
строительные материалы и технологии**

Из приведенных в таблице условий, следует, что образцы 3, 4 к началу проведения эксперимента имели большую влажность по сравнению с образцами 1, 2.

Во время испытаний в теплом отделении климатической камеры поддерживались расчетные параметры для жилого здания: температура воздуха $t_b = 18^\circ\text{C}$ и относительная влажность воздуха $\varphi = 50\text{--}60\%$ [5].

В холодном отделении климатической камеры температура воздуха t_n изменялась во времени в следующей последовательности: 1) $t_n=10^\circ\text{C}$; 2) $t_n=5^\circ\text{C}$; 3) $t_n=0^\circ\text{C}$; 4) $t_n=-5^\circ\text{C}$; 5) $t_n=-10^\circ\text{C}$; 6) $t_n=-15^\circ\text{C}$; 7) $t_n=-20^\circ\text{C}$. При каждом значении температуры t_n образцы выдерживались по 120 часов. После 3-х недельного нахождения образцов в камере, в качестве начального распределения температур, принято стационарное состояние в исследуемой области соответствующее $t_n=10^\circ\text{C}$ и $t_b=18^\circ\text{C}$. Для определения значения температур по сечению образца, теплоизоляционная плита разделена на 4 зоны шириной 25 мм каждая. Величины температур и плотностей тепловых потоков фиксировались информационно-измерительным комплексом РТП-1-16Т через каждые 1,5 минуты.

На основании данных исследования получены распределения температур по толщине образцов в виде линий падения температур (рисунки 1-4).

Используя полученные зависимости, определены коэффициенты теплопроводности и термические сопротивления теплопередаче образцов при заданных значениях температур наружного воздуха. Результаты экспериментальных и расчетных данных представлены в таблице 2.

Анализ полученных результатов показывает, что с уменьшением температуры воздуха в холодном отделении камеры плотность теплового потока и термическое сопротивление теплопередаче увеличивается, а коэффициент теплопроводности материала уменьшается.

Таблица 2 – Теплотехнические характеристики материалов по данным исследования

Температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$	Плотность теплового потока q , Вт/м ²				Термическое сопротивление теплопередаче R , м ² · $^\circ\text{C}$ /Вт				Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м ² · $^\circ\text{C}$			
	образец 1	образец 2	образец 3	образец 4	образец 1	образец 2	образец 3	образец 4	образец 1	образец 2	образец 3	образец 4
+10	5,56	5,71	6,2	6,05	0,9	1,05	0,769	0,893	0,111	0,095	0,13	0,112
+5	11,3	8,87	11,56	10,37	0,917	1,23	0,787	0,935	0,109	0,081	0,127	0,107
0	14,6	12,4	15,1	14,6	0,971	1,27	0,826	1,0	0,103	0,079	0,121	0,1
-5	18,6	16,2	19,6	18,03	1,0	1,29	0,847	1,087	0,1	0,077	0,118	0,092
-10	20,11	16,9	22,23	19,1	1,064	1,45	0,877	1,163	0,094	0,069	0,114	0,086
-15	21,57	17,99	24,64	19,9	1,136	1,59	0,909	1,266	0,088	0,063	0,110	0,079
-20	23,92	19,7	27,52	22,17	1,25	1,72	0,952	1,38	0,08	0,058	0,105	0,072

Эффективность теплоизоляционного материала по термическому сопротивлению теплопередаче образца 2 по сравнению с образцом 1 составляет 27% при температуре $t_n = -20^\circ\text{C}$, а образца 4 по сравнению с образцом 3 равна 31% при той же температуре воздуха.

**Секция 1. Актуальные проблемы строительного комплекса:
строительные материалы и технологии**

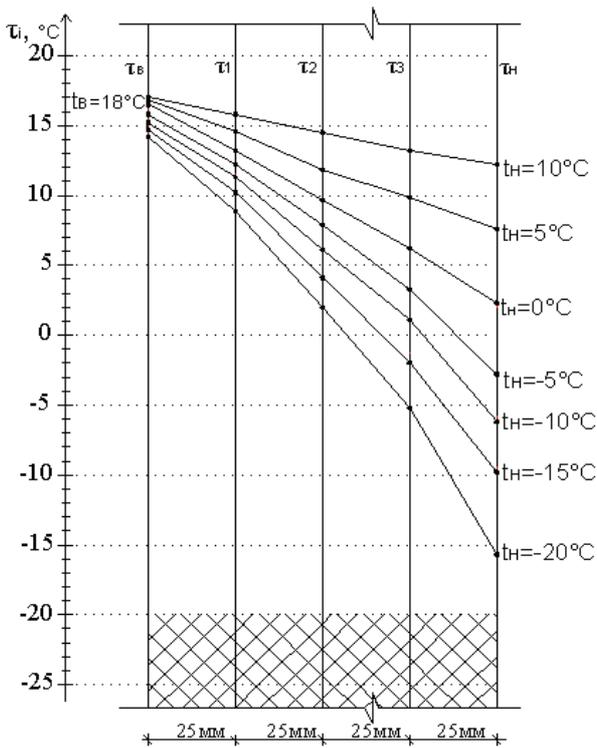


Рисунок 1 – Распределение температур по толщине теплоизоляционного материала на основе рубленой соломы (образец 1)

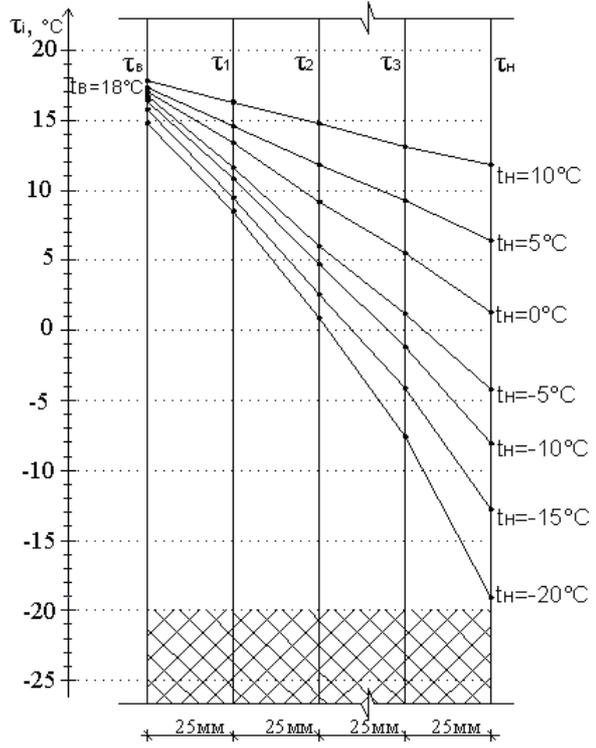


Рисунок 2 – Распределение температур по толщине теплоизоляционного материала на основе смеси рубленой соломы и костры льна (образец 2)

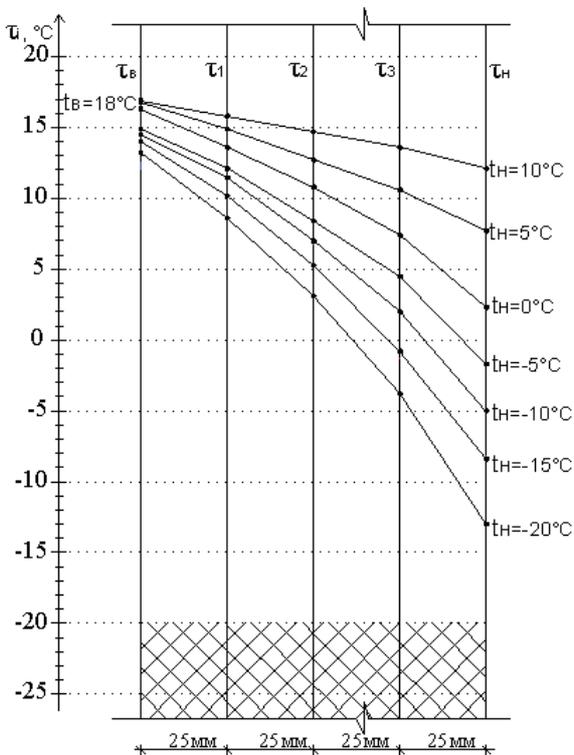


Рисунок 3 – Распределение температур по толщине теплоизоляционного материала на основе рубленой соломы (образец 3)

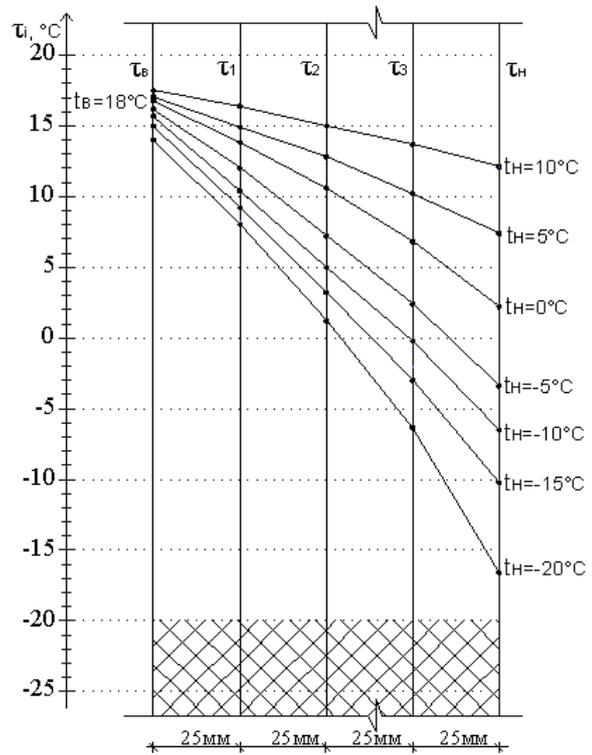


Рисунок 4 – Распределение температур по толщине теплоизоляционного материала на основе смеси рубленой соломы и костры льна (образец 4)

Секция 1. Актуальные проблемы строительного комплекса: строительные материалы и технологии

Плотность теплового потока образца 2 на 21% меньше показателя образца 1, а образца 4 меньше значения образца 3 на 24% при температуре воздуха $t_n = -20^\circ\text{C}$ в холодном отделении камеры.

При сравнении одинаковых по составу образцов, видно, что у материала на основе смеси рубленой соломы и костры льна значение плотности теплового потока образца 4 больше показателя образца 2 на 11%, а у материала на основе рубленой соломы величина плотности теплового потока образца 3 превышает показатель образца 1 на 13%.

Коэффициент теплопроводности образца 1 уменьшается с понижением температуры на 39%, а образца 2 на 64%. Для образцов 3 и 4 значения величин теплопроводности уменьшаются на 24% и на 56% соответственно.

Сопоставляя показатели теплопроводности материалов на основе соломы, можно сделать вывод, что при температуре воздуха $t_n = 10^\circ\text{C}$ коэффициент теплопроводности образца 3 превышает значение теплопроводности образца 1 на 15%, а при $t_n = -20^\circ\text{C}$ на 24%. Для материалов на основе смеси соломы и костры льна прослеживается аналогичная зависимость, но с меньшей интенсивностью. Так, коэффициент теплопроводности образца 4 увеличивается на 15% относительно значения образца 2 при $t_n = 10^\circ\text{C}$ и на 19% при минимальной температуре $t_n = -20^\circ\text{C}$.

При максимальной положительной температуре воздуха в холодном отделении камеры $t_n = 10^\circ\text{C}$ теплопроводность образца 2 на 17% оказалась меньше теплопроводности образца 1 и на 38% ниже при максимальной отрицательной температуре $t_n = -20^\circ\text{C}$. Для более влажных материалов коэффициент теплопроводности образца 4 меньше показателя образца 3 на 16% и на 46% при таких же значениях температуры соответственно.

По окончании проведения эксперимента в климатической камере, определены значения влажности образцов в соответствии с ГОСТ 17177-94 [6]. Изменение влажности по толщине материала представлено на рисунке 5. Показатели влажности при толщине 100 мм соответствуют поверхностям образцов со стороны теплого отделения камеры.

Из полученных зависимостей следует, что среднее значение влажности образца 1 на основе соломы составляет 19,1% и превышает на 20% показатель влажности образца 2 на основе смеси соломы и костры льна равный 15,2%.

Для теплоизоляционных материалов второго этапа исследований средняя влажность образца 3 равна 24,8%, что на 26% больше значения влажности образца 4 равного 18,7%.

При сравнении одинаковых по составу материалов, установлено, что показатель средней влажности образца 1 на 30% меньше показателя образца 3, а значение средней влажности образца 2 уменьшается на 23% по отношению к величине влажности образца 4.

Со стороны теплого отделения камеры наблюдается увеличение влажности образцов 1 и 3 относительно показателей влажности образцов 2 и 4 на 23% и на 28% соответственно.

Секция 1. Актуальные проблемы строительного комплекса: строительные материалы и технологии

Аналогичная зависимость прослеживается и со стороны холодного отделения камеры. Превышение значений влажности образцов 1 и 3 над величинами влажности образцов 2 и 4 составляет 19% и 23% соответственно.

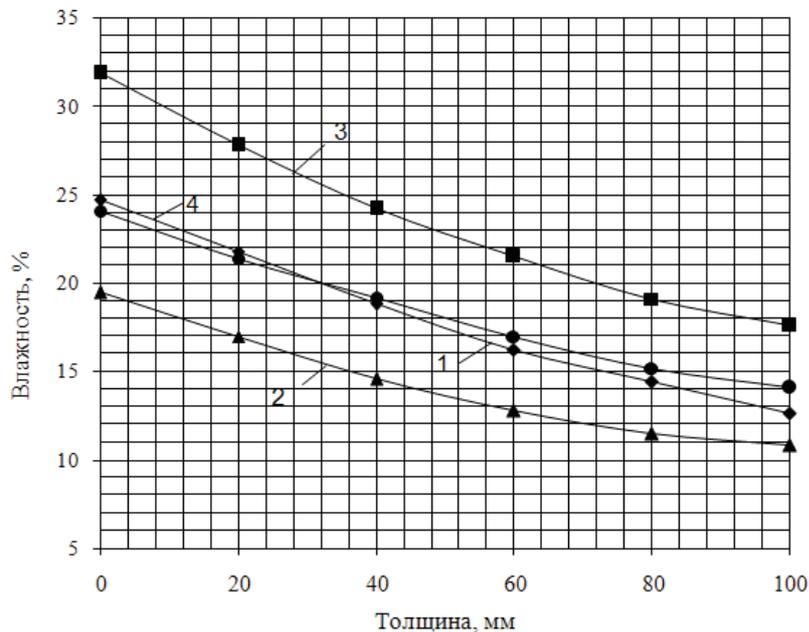


Рисунок 5 – Распределение влажности по толщине теплоизоляционного материала после испытаний в климатической камере:

- 1 – материал на основе рубленой соломы (образец 1);
- 2 – материал на основе смеси рубленой соломы и костры льна (образец 2);
- 3 – материал на основе рубленой соломы (образец 3);
- 4 – материал на основе смеси рубленой соломы и костры льна (образец 4).

Заключение

1. Основываясь на полученных теплофизических показателях установлено, что наиболее эффективно экспериментальные теплоизоляционные материалы работают при температурах ниже -5°C .

2. В условиях повышенной влажности воздуха теплоизоляционный материал на основе смеси соломы и костры льна обладает более высокими тепло-техническими характеристиками по сравнению с утеплителем из соломы.

3. Результаты испытаний в климатической камере дают возможность предположить, что теплоизоляционный материал из соломы и костры льна с учетом экологической чистоты компонентов и слабой горючести, может составить серьезную конкуренцию широко распространенным материалам из пенополистирола и минеральной ваты.

Литература

1 Лукутцова, Н.П. Получение экологически безопасных строительных материалов из природного и техногенного сырья: автореферат ... дис. докт. техн. наук [Текст]: 05.23.05/ Н.П. Лукутцова. – Белгород, 2005. – 42 с.

2 Смирнова, О.Е. Теплоизоляционные материалы на основе костры льна [Текст]: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.23.05/О.Е. Смирнова//Новосибирский гос. архит.-строит. ун-т. – Новосибирск, 2007. – 18 с.

**Секция 1. Актуальные проблемы строительного комплекса:
строительные материалы и технологии**

3 Щибря, А.Ю. Эффективный теплоизоляционный материал из поризованного арболита на рисовой лузге [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.05/А.Ю. Щибря//Кубанский гос. технологический ун-т. – Ростов-на-Дону, 2000. – 21 с.

4 Солдатов, Д.А. Теплоизоляционные материалы на основе растительного сырья и органоминеральных поризованных связующих [Текст]: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.23.05/Д.А. Солдатов. – Казань, 2000. – 18 с.

5 Строительная теплотехника [Текст]: ТКП 45-2.04-43-2006 (02250). – Взамен СНБ 2.04.01-97. – Введ. 29.12.2006. – Минск: Минстройархитектуры, 2007. – 35 с.

6 ГОСТ 17177-94 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний [Текст]. – Введ. 22.08.1995. – Минск: Минстройархитектуры, 1996. – 56 с.

1.6 ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ

**Дамдинова Д.Р., Дамдинов Ц.Д., Анчилов Н.Н., (ВСГУТУ),
Павлов В.Е. (Государственная экспертиза Республики Бурятия),
Цыренов Б.С. (ООО «Строители Забайкалья», г. Улан-Удэ, РФ)**

В статье обсуждаются перспективы использования пеностекла в малоэтажном строительстве в Республике Бурятия. На основе сравнительного анализа свойств, срока эксплуатации и стоимости известных теплоизоляционных материалов показано преимущество использования пеностекол при строительстве малоэтажных жилых зданий.

In article is discussed the prospects of foam glass use for low-rise construction in the Republic of Buryatia. Based on a comparative analysis of the properties, service life and cost of heat-insulation materials is shown benefit of foamglass for the construction low-rise residential buildings.

Авторы данной статьи исходят из того, что проблему строительства доступного и комфортного жилья в Республике Бурятия можно решить за счет малоэтажного строительства с применением инновационных технологий строительства с соблюдением современных норм по энергоэффективности. Решение этой проблемы напрямую связано с созданием и использованием в строительстве энергоэффективных и долговечных теплоизоляционных материалов.

Из сложившейся структуры используемых в строительстве утеплителей в Республике Бурятия лидирующее положение занимают минераловатные и пенопластовые утеплители, что соответствует структуре потребления утеплителей в России и в мире, где от общего выпуска ТИМ 73% – приходится на волокнистые утеплители и 22 % – на теплоизоляционные пенопласты. Доля других теплоизоляционных материалов составляет не более 5% [1].