

3. Опекунов, В.В. Вяжущие системы в производстве ячеистых бетонов / В.В. Опекунов // Проблемы современного бетона и железобетона. Технология бетона: материалы второго междунар. симпоз., Минск, 21 – 23 окт. 2009 г.: в 2 ч. / БелНИИС; редкол.: М.Ф. Марковский [и др.]. – Минск, 2009. – Ч. 2. – С. 329 – 342.
4. Опекунов, В.В. Основные физико-технические свойства ячеистых бетонов автоклавного твердения / В.В. Опекунов // Вопросы внедрения норм проектирования и стандартов европейского союза в области строительства: материалы науч.-метод. семинара, Минск, 29 мая 2012 г.: в 2 ч.; БНТУ; редкол.: В.Ф. Зверев [и др.]. – Минск, 2012. – Ч. 2. – С. 96 – 102.
5. Опекунов, В.В. Пористые стеновые и теплоизоляционные материалы для энергоэффективного строительства / В.В. Опекунов // Материалы, технологии, инструменты. – 2012. – № 1 (Т. 17). – С. 49 – 51.

УДК 666.973.2:666.972.1

Давыденко Н.В.; Балыш А.В.; Бакатович А.А., канд. техн. наук, доц.
(ПГУ, г. Новополоцк)

Якубавичюс А.А., д-р наук, доц.

(Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса)

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ УТЕПЛИТЕЛЬ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Основным направлением экономического и социального развития в условиях энергетического кризиса во всем мире является развитие производства эффективных строительных материалов и экономия топливно-энергетических ресурсов.

Эффективность современных теплоизоляционных материалов обеспечивается невысокой плотностью, низким коэффициентом теплопроводности, минимальными затратами энергии, малым сроком окупаемости, а также наличием доступного местного сырья.

Недорогие эффективные теплоизоляционные материалы, в том числе арболит, фибролит, возможно получить на основе отходов деревообработки и растительных сельскохозяйственных отходов. В качестве связующих применяют органические и неорганические вяжущие вещества.

Так, при производстве арболита используют дробленку из хвойных или твердолиственных пород, изготовленную при переработке отходов лесопи-

ления и деревообработки, отходов лесозаготовительной промышленности, мелкую технологическую щепу, станочную щепу, станочную стружку и крупные опилки; отходы переработки дубового экстрактивного сырья [1].

Фибролит представляет собой плитный материал, изготавливаемый из неорганического вяжущего вещества и древесной шерсти, получаемой на специальных станках в виде тонких и узких лент. Материал имеет крупнопористое строение с сообщающимися порами, что определяет ряд его свойств, в частности, большую воздухопроницаемость и хорошее звукопоглощение. Шероховатая поверхность фибролита способствует хорошему сцеплению со штукатуркой [2].

На основе использования опилок и натриевого жидкого стекла, модифицированного гексафторсиликатом натрия из отходов полирования стеклоизделий, разработана технология получения теплоизоляционного материала «Силком-И» [3]. Плиты прессуют при температуре 150 °С. Увеличение температуры прессования вызывает деструкцию древесных частиц, что ведет к снижению прочностных показателей материала. Показатель влагопоглощения «Силком-И» ниже показателя влагопоглощения арболита в 10 раз. Полученный материал обладает высокими показателями био- и огнестойкости.

Существуют разработки поризованного арболита с частичной или полной заменой опилок другими отходами производства. Так, предлагается заменять опилки равным по объему количеством рисовой лузги. Использование рисовой лузги в качестве заполнителя снижает водопотребность арболитовой смеси на 7 – 9 %, плотность на 3 – 5 %, а также фактический расход цемента на 4 %. Добавление в поризованный арболит на рисовой лузге глины в количестве от 40 до 60 кг/м³ при незначительном увеличении средней плотности способствует улучшению капиллярно-пористой структуры, повышению теплотехнических свойств и снижению усадочных деформаций поризованного арболита [4].

Значительные сырьевые ресурсы образуются в сельскохозяйственном производстве (костра конопли и льна, солома хлебных злаков, стебли хлопчатника и табака).

В работе [5] предложено использовать костру льна для получения прессованных теплоизоляционных изделий в виде плит. Основным компонентом связующего являлось натриевое жидкое стекло. С целью повышения структурной прочности и водостойкости прессованных материалов, жидкое стекло модифицировали раствором бутадиен-стирольного латекса.

В Казанском государственном университете разработаны составы и технология изготовления теплоизоляционного материала на основе рубленной пшеничной соломы длиной 30 – 50 мм, отходов шерсти мехового производства (постриг и рубленный меховой лоскут) и неорганического вяжу-

шего — жидкого стекла. Компоненты наполнителя монофракционны по длине волокна [6].

Наибольшим недостатком существующих теплоизоляционных материалов на растительном сырье является отсутствие обеспечения одновременно высоких механических и теплофизических показателей. Таким образом, поиск высокоэффективных теплоизоляционных материалов на основе растительных отходов производства, обеспечивающих высокие теплофизические и механические свойства с учетом эксплуатационно-технологических показателей, является весьма актуальным. При разработке такого материала особенно необходимо учитывать экологическую безопасность будущих изделий.

В лабораториях кафедры строительного производства Полоцкого государственного университета проведены исследования свойств теплоизоляционного материала на основе рубленной ржаной соломы и костры льна, при этом неорганическим связующим являлось натриевое жидкое стекло.

При определении оптимальных составов костросоломенных плит на начальном этапе варьировали фракцию рубленной ржаной соломы (крупный наполнитель) от 1 см до 6 см, изменяли расход связующего от 1 массовой доли до 1,9 массовых долей от веса наполнителя и давление формования от 0,005 до 0,05 МПа.

На втором этапе исследований для снижения пустотности теплоизоляционного материала и увеличения прочности в состав теплоизоляционной массы вводили костру льна (мелкий наполнитель) фракцией не более 5 мм. Соотношения соломы и костры льна в смеси наполнителя варьировали от 1:0,25 до 1:1. В ходе экспериментов установлены оптимальный расход натриевого жидкого стекла, равный 1,3 — 1,6 массовых долей от массы наполнителя, и величина давления формования, составляющая 0,02 — 0,03 МПа. В таблице приведены оптимальные составы и основные физико-механические показатели теплоизоляционных материалов.

Физико-механические показатели теплоизоляционных плит

№ состава	Заполнитель, масс. доли		Средняя плотность, кг/м ³	Прочность на сжатие при 10 %-ной деформации, МПа	Прочность на изгиб, МПа	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)
	солома	костра льна				
1	1	—	224	0,34	0,92	0,058
2	1	0,4	238	0,7	1,1	0,046
3	1	0,7	250	0,8	1,16	0,049

После установления физико-механических характеристик костросоломенных образцов проведены исследования эксплуатационных характе-

ристик костросоломенных плит. Выполнены исследования по определению огнестойкости плит. В процессе эксперимента плиты подвергались прямому воздействию огня (рис. 1).

В процессе эксперимента костросоломенная плита под воздействием огня не загоралась. Грань плиты, подвергающаяся воздействию пламени, не деформировалась. После отключения горелки горение плиты, т.е. пламени на плите не зафиксировано. Через 40 минут непрерывного воздействия открытого пламени осматривалась поверхность плиты. Область, подвергавшаяся воздействию огня, почернела, костросоломенная смесь обуглилась и разрушилась на глубину 15 мм на поверхности диаметром 55 мм (рис. 2).

Грань плиты, противоположная испытываемой поверхности, не получила каких либо повреждений.

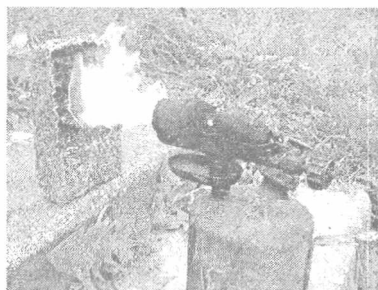


Рис. 1. Воздействие прямого пламени на плиту в процессе испытания



Рис. 2. Внешний вид плиты после испытания

Отсутствие возгорания, т.е. негорючесть костросоломенной смеси, объясняется присутствием в смеси жидкого стекла в качестве вяжущего компонента. На стадии изготовления плит в процессе перемешивания смеси жидкое стекло обволакивает частицы соломы и костры, образуя оболочку, которая и препятствует их возгоранию. При осмотре установлено, что при обугливание соломы происходит спекание жидкого стекла в сrostки, также препятствующие возгоранию и разрушению костросоломенного каркаса плиты.

При укладке утеплителя всегда существует необходимость в доборных фрагментах материала, получаемых путем разрезки плит стандартных размеров. В этой связи проведены экспериментальные работы по распилу костросоломенных плит различными видами пил. Результаты опытных распилов показали, что плиты одинаково хорошо подвергаются распилу ручной, циркуляционной и бензопилой как в продольном, так и в поперечном направлениях (рис. 3, 4).

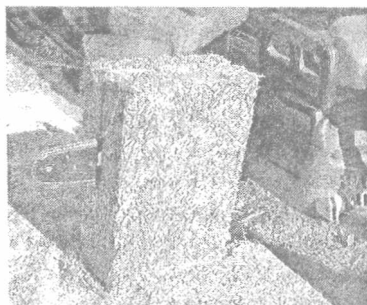


Рис. 3. Распил бензопилой плиты в продольном направлении



Рис. 4. Распил бензопилой плиты в поперечном направлении

После распила на поверхности плит отсутствуют сколы на углах и ребрах по грани распила. Грань распила имеет сплошную ровную поверхность без раковин и выщерблин. Как показали испытания, толщина отпиливаемой части блока может быть любой. Костросоломенные плиты хорошо сверлятся при помощи ручных и электрических дрелей. Входные отверстия не имеют выщерблин и сколов. Структура костросоломенного каркаса в объеме вокруг отверстия не нарушается.

Начиная с 2011 года проводятся натурные исследования теплофизических свойств теплоизоляционных плит. При строительстве индивидуального одноэтажного кирпичного жилого дома в качестве утеплителя чердачного перекрытия и стен использовали костросоломенные плиты (рис. 5, 6).



Рис. 5. Костросоломенные плиты на чердачном перекрытии

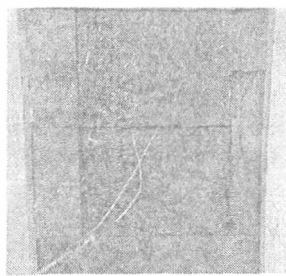


Рис. 6. Костросоломенные плиты в конструкции стены

При закладке утеплителя в конструкцию стены установлены термопапы и датчики тепловых потоков (рис. 7).

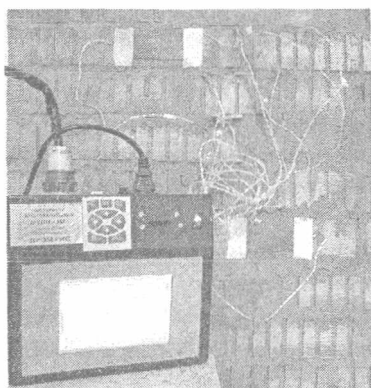


Рис. 7. Измерение температуры и плотности теплового потока контрольно-измерительным комплексом в стене дома

Величины температур и плотностей тепловых потоков фиксируются контрольно-измерительным комплексом РТП-1-16Т через каждые 1,5 минуты. По окончании эксперимента будут получены данные распределения температур по толщине утеплителя и значения плотностей тепловых потоков.

Теплоизоляционный материал на основе растительных отходов сельскохозяйственного производства – ржаной соломы и костры льна – является экологически чистым и безопасным для жизнедеятельности людей. Применение соломы и костры льна для изготовления костросоломенных плит позволяет решить проблему утилизации растительных отходов сельского хозяйства с наибольшей степенью экономической эффективности для Республики Беларусь.

Проведенные эксперименты подтвердили возможность технологической обработки, эксплуатационную безопасность костросоломенных плит, а также возможность использования костросоломенных плит в качестве утеплителя наружных стен и покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по производству и применению арболита / П.И. Крутов [и др.]; под ред. И.Х. Наназашвили. – М.: Стройиздат, 1987. – 208 с.
2. Китайцев, В.А. Технология теплоизоляционных материалов / В.А. Китайцев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1970. – 384 с.

3. Дубовская, Л.Ю. Разработка композиционного материала целевого назначения на основе мягких отходов деревообработки и модифицированного жидкого стекла: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.21.05 / Л.Ю. Дубовская; Белорусский гос. технолог. ун-т. – Минск, 2008. – 19 с.
4. Щибря, А.Ю. Эффективный теплоизоляционный материал из поризованного арболита на рисовой лузге: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.23.05 / А.Ю. Щибря; Кубанский гос. технологический ун-т. – Ростов н/Д, 2000. – 21 с.
5. Смирнова, О.Е. Теплоизоляционные материалы на основе костры льна: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.23.05 / О.Е. Смирнова; Новосибирский гос. архит.-строит. ун-т. – Новосибирск, 2007. – 18 с.
6. Петров, А.Н. Теплоизоляционные материалы на основе соломы и неорганических связующих: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / А.Н. Петров. – Казань, 1998. – 178 с.

УДК 666.973.2:666.97.031

Ягубкин А.Н.; Бозылев В.В., канд. техн. наук, доц.; Зеленкевич Д.С.
(ПГУ, г. Новополоцк)

ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ И ВЛАЖНОСТЬ АРБОЛИТА, ПОЛУЧЕННОГО ПО РАЗНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

В настоящее время в Республике Беларусь большое внимание уделяется строительству домов в сельской местности, стоят задачи застройки пригородов коттеджами. Для воплощения данных целей в жизнь требуются большие финансовые и материальные ресурсы.

В настоящее время сельские дома строят из кирпича, железобетонных панелей, для решения задач удешевления в домах стены возводят из газосиликатных блоков или из панелей с утеплителем и обшивкой из древесины, сайдинга. Однако каждый из этих видов стеновых материалов имеет свои недостатки. Так, в домах, возводимых из железобетонных панелей, из-за недостаточной влажности в помещениях у жителей обостряются астматические заболевания. В домах со стенами из ячеистых газосиликатных блоков наблюдается плесень, грибок на стенах, что приводит к аллергическим заболеваниям. Кроме того, материалы должны быть экологичными, иметь низкую себестоимость. В условиях рыночной экономики у застройщика должен быть выбор – стеновые материалы должны отвечать новым