

**Я.А. Косенок, В.Е. Гайшун, О.И. Тюленкова**

УО «Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины», Гомель, Беларусь

**МОДИФИЦИРУЮЩАЯ ДОБАВКА В СВЯЗУЮЩЕЕ  
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
С УЛУЧШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

**Введение**

Основные теплоизоляционные материалы, выпускаемые предприятиями в нашей республике – это пенополистирол и минераловатные утеплители.

Пенополистирол и другие пенопласты являются материалами на органической основе. Эти материалы имеют хорошие теплофизические характеристики, низкую плотность, многие из них эластичны. Однако, их температуроустойчивость, как правило, находится в диапазоне температур от  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При более высоких температурах они подвержены термостарению и сгорают с выделением высокотоксичных веществ. К общим недостаткам минераловатных плит отечественных и зарубежных фирм следует отнести применение в их изготовлении синтетических (фенолформальдегидных) связующих, которые являются токсичными веществами и ухудшают экологические характеристики изделий, а также вызывают снижение их прочности в ходе эксплуатации. Согласно требованиям экологической безопасности, использование таких плит допускается в условиях, исключающих их контакт с воздухом внутри помещений. Применение фенолформальдегидных связующих требует проведения постоянных природоохранных и санитарно-гигиенических мероприятий, что повышает сложность технологического процесса и увеличивает производственные затраты. При формовании минераловатного ковра для плит, применяемых при высоких температурах, некоторые производители кроме 3–4% (по сухому веществу) фенолформальдегидного связующего вводят до 5% неорганического компонента в виде высокодисперсного вещества гидроалюмосиликатного состава типа  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{C}(1,4-2,8)\text{SiO}_2\text{C}_n\text{H}_2\text{O}$ . Однако и в этом случае экологическая безопасность производства и изделий не достигается [1].

Важной составляющей волокнистых теплоизоляционных материалов, оказывающей большое влияние на эксплуатационные и теплофизические характеристики волокнистых утеплителей, являются современные многокомпонентные связующие. В настоящее время разрабатываются и применяются связующие, позволяющие получить уникальные свойства продукции: низкую теплопроводность, высокие звукоизолирующие характеристики, стойкость к воздействию растворов кислот и щелочей, долговечность. Для волокнистых теплоизоляционных материалов характерно высокое водопоглощение. Увеличение влажности теплоизоляционного материала значительно ухудшает его теплоизоляционные свойства. Применение гидрофобизирующих пропиток в составе связующего позволяет снизить водопоглощение. Исследования по выбору связующего для производства теплоизоляционных плит показали эффективность использования для этих целей композиций из компонентов органического и неорганического происхождения.

Использование комплексной добавки позволит отказаться от дефицитных и дорогостоящих импортных компонент, применяемых в настоящее время в процессе производства минераловатных плит и повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции. Целью данной работы является исследование

возможности повышения термостабильности связующего минераловатных плит путем введения комплексной добавки, состоящей из компонент неорганического и органического происхождения.

## 1. Результаты эксперимента и их обсуждение

Составы используемых в данной работе комплексных добавок приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Составы комплексной добавки

№ обр	Бура, масс. %	Борная кислота, масс. %	Поташ, масс. %	Бромид калия, масс. %	Формиат натрия, масс. %	Моно-эталомин, масс. %	Вода, масс. %
1	4,5	50,0	–	–	–	–	45,5
2	4,3	–	9,5	–	–	–	86,2
3	–	–	50,0	20,0	–	–	30,0
4	–	–	–	–	23,1	19,2	57,7
5	–	–	13	–	13,0	–	74,0
6	–	–	–	–	28,6	–	71,4

Для модификации связующего могут быть использованы два типа веществ: наполнители (не вступающие в химическое взаимодействие с компонентами связующего) и модификаторы (вступающие в химическое взаимодействие с компонентами связующего). Исходя из этого, можно предположить, что модификаторы будут по-разному влиять на процесс термоокислительной деструкции. Наполнители, будут физически адсорбироваться в связующем, равномерно в нем располагаясь, при достижении температур деструкции будет более активно поглощать кислород, что приведет к деструкции самого связующего. Модификаторы будут взаимодействовать со связующим, образуя более устойчивую к окислению структуру. После модификации в структуре будут отсутствовать реакционноспособные центры, что приведет в свою очередь к повышению инертности всей системы [2].

Соединения бора – бура, борная кислота и их смеси – обладают хорошим огнезащитным действием. Использование данной добавки в составе связующего приведёт к тому, что бор будет встраиваться в структуру связующего, образуя химические соединения, и тем самым увеличивая термостойкость конечного продукта. Бор в качестве модификатора будет препятствовать процессу деструкции материала, вследствие поглощения бором кислорода, а также деактивации реакционноспособных центров молекул связующего. Образующиеся оксиды бора повышают термостойкость и прочность связей между отдельными волокнами минераловатных утеплителей и связующим.

Бура имеет относительно высокую температуру плавления (743 °С). Состав буры таков, что она легко растворяется в воде. При горении она принимает вид стеклянной массы, ее температура плавления может колебаться в следующих пределах: 700–900 °С. Карбонат калия (поташ) начинает действовать при еще более высоких температурах. Поташ плавится при 897 °С. Калий, выделяющийся при восстановительной плавке, окрашивает пламя в фиолетовый цвет [3]. При добавлении поташа к буре температура действия будет существенно ниже температуры плавления буры. Кроме того, повышается содержание карбонатов калия и натрия, в результате чего интенсивнее образуется и отводится с поверхности шлак:



Для повышения термостойкости, минераловатных плит, а также для обеспыливания, уменьшения электростатических взаимодействий между волокнами, уменьшения хрупкости минерального волокна приготовлены образцы добавок в связующее № 4–6. В этих составах одним из компонент является формиат натрия  $\text{NaCOOH}$  – натриевая соль муравьиной кислоты, представляющий собой белый порошок с высокой растворимостью в воде. Наиболее часто формиат натрия применяется как противоморозная и пластифицирующая добавка при изготовлении строительных конструкций [4]. Наличие натрия снижает действие статического электричества в минераловатных плитах.

При производстве плит минераловатных теплоизоляционных на ОАО «Гомельстройматериалы» используется связующее «Фенотам». Смола «Фенотам» содержит меньшее количество фенольных соединений чем смолы СФЖ-3027 Б и представляет собой первичный продукт конденсации фенола с формальдегидом в присутствии неорганического катализатора. В смолу вводят сульфат аммония в виде 40%-го водного раствора до  $\text{pH} = 7$ , необходимое количество воды и специальные добавки (усилитель адгезии силан, суспензию, обеспыливатель). При необходимости можно добавить аммиачную воду до  $\text{pH} = 9-9,2$ .

Связующее с комплексной добавкой имеет хорошую проникающую способность, что позволяет его использовать при производстве волокнистых теплоизоляционных материалов на основе базальтовых волокон. Связующее вносится впрыском под давлением непосредственно в камеру волокноосаждения, или методом прососа волокнистого ковра.

Испытания экспериментальной партии плит минераловатных, для которых при приготовлении связующего использовалась разработанная добавка, позволили установить, что получаемые плиты относятся к группе негорючих материалов, т.к. потеря массы образца  $\Delta m_{\text{средн}} = 3,46\% \leq 50\%$  и прирост температуры в печи  $\Delta t_{\text{средн}} = 38,8 \text{ }^\circ\text{C} \leq 50^\circ\text{C}$ . При проведении испытаний устойчивое горение образцов не наблюдалось. Также повышается однородность минераловатных плит,

снижается хрупкость базальтового волокна, возрастают водоотталкивающие свойства плит на 10–15%.

Таким образом, введение разработанной комплексной добавки в состав связующего позволит полностью отказаться от применения органических гидрофобизирующих добавок импортного производства типа «HydroWax» и «Пента-812», а, следовательно, повысить тепло- и огнезащитные свойства теплоизоляционных плит из минеральной ваты.

### Литература

1. Червоний, А. Энергоэффективность и энергосбережение / А. Червоний, З. Козич, Н. Садченко, С. Зуйкевич // Архитектурно-строительный портал [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://ais.by/story/682>. – Дата доступа: 02.06.2016.

2. Ильина, Е.С. Влияние аморфного бора и кремния на термическую устойчивость полиорганосилоксанов / Е.С. Ильина, К.Е. Язиков // VI международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум 2014». – 2014. – С. 54–58.

3. Никитин, М.К. Химия в реставрации: справ. изд. / М.К. Никитин, Е.П. Мельникова. – Л. : Химия, 1990. – 304 с.

4. Петрова, А.П. Термостойкие клеи / А.П. Петрова. – М. : «Химия», 1977. – 200 с.