

УДК 666.973.2

**СОРБЦИОННАЯ ВЛАЖНОСТЬ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ  
И ТРОСТНИКОВОСОЛОМЕННЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЛИТ****И. А. ПЕТЕРЕНКО***(Представлено: канд. техн. наук, доц. А. А. БАКАТОВИЧ, канд. техн. наук, доц. Н. В. БАКАТОВИЧ)*

*Определены показатели сорбционной влажности структурообразующего растительного сырья и теплоизоляционных материалов при относительной влажности воздуха 40 - 97% эксикаторным методом. Построены изотермы сорбции экспериментальных составов. Установлено, что присутствие измельченной соломы и вяжущих компонентов в виде жидкого стекла или канифоли существенно снижают сорбционную влажность экспериментальных образцов. Проведены исследования по определению временных периодов до начала появления следов плесени на поверхности образцов на основе измельченного тростника гигантского и ржаной соломы.*

**Введение.** В последние десятилетия особую популярность набирает использование экологически чистых строительных материалов, включая и тепловую изоляцию зданий. Для получения таких теплоизоляционных материалов в большинстве случаев используют растительное сырье. В качестве растительных заполнителей применяют солому, кофру льна, волокна льна, мох, хлопковые отходы и т.д. [1 - 4]. Как свидетельствуют результаты исследований определение показателей плотности, теплопроводности недостаточно для определения эффективной работы тепловой изоляции и долговечности утеплителей. Определение сорбционной влажности изоляционных материалов и структурообразующего растительного сырья является одним из этапов по определению данных показателей. В ряде работ по исследованию новых теплоизоляционных материалов особое внимание уделяется определению сорбционной влажности при значениях относительной влажности воздуха 40-97% с построением изотерм сорбции [5, 6]. Полученные показатели позволяют выполнять расчеты по вычислению показателя теплопроводности теплоизоляции в условиях эксплуатации. Таким образом, сорбция водяного пара является основной причиной увлажнения изоляции в конструкциях зданий и является одним из основных показателей влияющих на теплопроводность утеплителей [7, 8].

**Материалы и методы.** Исходным структурообразующим компонентом для утеплителя являются частицы из измельченного стебля арундо тростникового (тростника гигантского). Ареол распространения относится к южным регионам Европы (на Юге Португалии, Испании, Франции), а также Турции (рис. 1). Предварительно полые стволы свежесрезанного тростника нарезали на цилиндры длиной 30 - 50 мм, а затем измельчали в шаровой мельнице, высушивали и фракционировали. Для изготовления образцов использовали частицы тростника длиной 10 - 30 мм с размером поперечного сечения от 0,25 до 2,0 мм.



**Рисунок 1. – Арундо тростниковый (г. Лерия, Португалия)**

Вторым структурообразующим компонентом выступала солома ржи, получаемая в больших объемах во многих регионах. После измельчения получали солому в виде мелких пластинок длиной 5-10 мм и шириной 1-2 мм. Высота пластинки не превышала 1мм.

При изготовлении теплоизоляционных плит в качестве вяжущего использовали натриевое жидкое стекло, производимое на ОАО «Домановский производственно-торговый комбинат» (Беларусь). В виде вяжущего также использовали канифоль сосновую марки «А» производства ООО «СДС-Группа»

(Россия). Канифоль применяли в виде тонкодисперсного порошка. Предварительно канифоль измельчалась и просеивалась через сито №0.315.

Сорбционную влажность образцов определяли по ГОСТ 24816-2014 «Материалы строительные. Метод определения равновесной сорбционной влажности» с использованием эксикаторов.

Сушку сырьевых материалов и образцов теплоизоляционных плит производили в сушильном шкафу SNOL60/300 LFN (Литва). Массу образцов и сырьевых материалов определяли на весах настольных электронных ВНЭ-35 (УП «Завод Эталон» Беларусь).

**Экспериментальные исследования.** Исследования проводились с целью изучить сорбцию измельченного тростника и соломы и на основании полученных результатов установить степень влияния вяжущего и измельченной соломы на данный показатель.

При проведении эксперимента использовали измельченный тростник фракцией от 0,25 мм до 2 мм, смесь тростника и соломы (соотношение 1:1, плотность 145 кг/м<sup>3</sup>), смесь на жидком стекле (коэффициент теплопроводности 0,053 Вт/(м·°С), плотность 176 кг/м<sup>3</sup>) и смесь на канифоли (коэффициент теплопроводности 0,048 Вт/(м·°С), плотность 192 кг/м<sup>3</sup>). Расход канифоли составил 35% от массы растительной смеси, а жидкого стекла – 20%.

Показатели сорбционной влажности в зависимости от относительной влажности воздуха приведены в таблице 1. Построенные изотермы сорбции приведены на рисунке 1.

Таблица 1. – Сорбционная влажность экспериментальных составов

№ состава	Состав	Сорбционная влажность, %, при относительной влажности воздуха				
		40%	60%	80%	90%	97%
1	Измельченный тростник	8,4	10,8	20,9	37,0	61,7
2	Смесь измельченного тростника и соломы (соотношение 50:50)	7,6	9,5	15,4	25,2	39,7
3	Смесь измельченного тростника и соломы на жидком стекле	6,4	8,4	12,2	20,5	32,1
4	Смесь измельченного тростника и соломы на канифоли	6,2	8,0	11,7	18,3	29,4

Для всех изотерм сорбции (рис. 2) при относительной влажности воздуха 40% и 60% величина сорбции отличается незначительно в пределах 2,2 - 2,8%. С увеличением относительной влажности воздуха (80- 97%) сорбционная влажность составов 1, 2 существенно отличается от показателей составов 3 и 4.

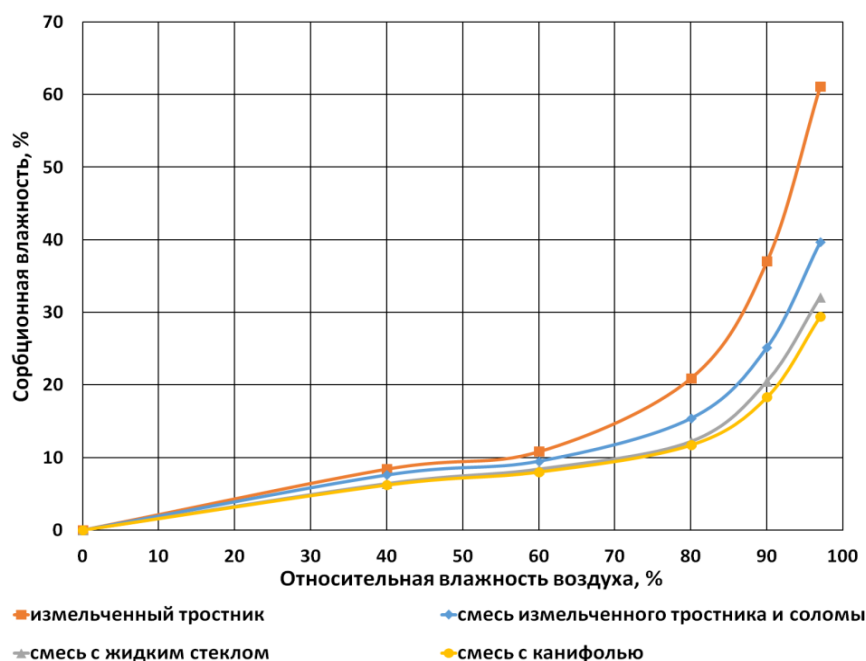


Рисунок 2. – Изотермы сорбции водяного пара

Построенные изотермы сорбции водяного пара свидетельствуют о том, что сорбционная влажность для составов 3 и 4 в условиях одинаковой относительной влажности воздуха имеет достаточно близкие значения. Сходимость результатов можно объяснить тем, что жидкое стекло и канифоль создают схожие покрытия в виде тончайших пленок обволакивающие частицы тростника и соломы, препятствующие проникновению водяных паров в микроструктуру материала.

Для измельченного тростника следы плесени на поверхности частиц появились на 76 сутки в эксикаторе с относительной влажностью воздуха 97%. На 81 сутки образцы, находящиеся в эксикаторе при относительной влажности воздуха 90%, покрылись плесенью. Через 93 суток плесень визуально наблюдалась на частицах тростника в эксикаторе с относительной влажностью воздуха 80%.

Введение соломы несколько увеличило время до начала образования плесени. Так при относительной влажности воздуха 90% и 97% плесень на поверхности частиц появилась на 92 и 83 сутки. При относительной влажности воздуха 80% следы плесени на частицах наблюдались через 105 суток.

На составах 3 и 4 с применением вяжущего плесень образовалась при хранении образцов в эксикаторах с относительной влажностью воздуха 97% через 135 и 130 суток соответственно. При относительной влажности воздуха 80 и 90 % за период 150 суток присутствие плесени на частицах образцов составов 3, 4 не установлено.

#### **Заключение**

1. Введение вяжущего компонента (жидкого стекла или порошка канифоли) в состав тростниково-соломенной смеси существенно снижает сорбцию водяных паров теплоизоляционными материалами. При относительной влажности воздуха 80 – 97% показатель сорбционной влажности снижается в 1,7 – 2,1 раза. Сорбция утеплителей на основе жидкого стекла или канифоли при относительной влажности воздуха 40% и 60 % снижается на 22 – 26%.

2. Использование жидкого стекла или канифоли обеспечивает отсутствие плесени на поверхности тростника и соломы при относительной влажности воздуха до 90%. Также введение вяжущих способствует увеличению временного периода до начала появления плесени на образцах при относительной влажности воздуха 97% с 83 суток до 130 – 135 суток и таким образом повышает долговечность теплоизоляционных материалов.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Environmental product declaration (EPD). EcoCocon Straw Modules (Panels). Owner: UAB/Ltd EcoCocon, Lithuania. Assesment made by VTT Technical Resarch Center of Finland Ltd. Project reference no: VTT-CRM-158424-18. Validity: 5 year period from assessment date. Reference year 2016-2017.
2. Плиты теплоизоляционные звукопоглощающие. Опытная партия. Технические условия ТУ ВУ 391129716.001-2015. – Введ. 27.07.2015. – Ореховск – 2015. – 10 с.
3. Rozyuev, M. Thermal insulation material using waste cotton production as a placeholder. European and National Dimension in Research, Technology: Electronic collected materials of XI Junior Researchers' Conference, Polotsk stage University. Novopolotsk, 2019. – pp. 64–66.
4. Bialosau A. Materiaiscompositos para isolamentotermico de materias-primasnaturais e aglutinantesminerais / A. Bialosau, A. Bakatovich, F. Gaspar // Livro de Resumos 3<sup>o</sup>CongressoLuso – Brasileiro de Materiais de construcaosustentaveis, Coimbra, Portugal, 14 – 18 fevereiro de 2018. – p. 16–27.
5. Romanovskiy, S. Bakatovich, A. Effect of Modified Liquid Glass on Absorption Humidity and Thermal Conductivity of Flax Fiber Slabs // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 660 (2019) 012072 doi:10.1088/1757-899X/660/1/012072.
6. Bakatovich, A. Davydenko, N. Gaspar, F. Thermal insulating plates produced on the basis of vegetable agricultural waste, Energy Build.180 (2018) 72–82. doi:10.1016/j.enbuild.2018.09.032.
7. Пастушков П.П. О проблемах определения теплопроводности строительных материалов // Строительные материалы. 2019. № 4. С. 57-63.
8. Киселев И.Я. Влияние равновесной сорбционной влажности строительных материалов на сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций зданий //Жилищное строительство. 2013. №6. С. 40-44.