



RESEARCH OF FIRE AND TECHNICAL CHARACTERISTICS OF NEW THERMAL INSULATION MATERIALS

Dzhuraev S. M.

Applicant,

Kurbanbaev Sh. E.,

Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher

Research Institute of Fire Safety and Emergency Situations of the Ministry of
Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan,

Dusmatov Kh.M.,

Ph.D., Academy of the Ministry of Emergency

Situations of the Republic of Uzbekistan

Sarimsakov A. A.

Doctor of Technical Sciences, Professor Institute of Chemistry and Physics of
Polymers of the Academy of Sciences Republic of Uzbekistan

Annotation

The research paper presents the research results fire-technical characteristics of the developed tile materials including porous materials based on sodium water-soluble silicates, glue-like derivatives of cellulose, microcrystalline cellulose, silicone, sodium carbosimethyl cellulose, finely dispersed wood shavings, dolomite, thermovermiculite, varieties of SiO₂ and aluminum oxide.

Keywords: water-soluble silicates, glue-like cellulose derivatives, microcrystalline cellulose, silicone, sodium carbosimethyl cellulose, wood shavings, dolomite, thermal vermiculite, SiO₂ and aluminum oxide, heat resistance, fire-resistant materials.

Аннотация: Тадқиқот ишида маҳаллий хом ашёлардан натрийли сувда эрувчан силикатлар, микрокристаллик целлюлоза, елимловчи хусусиятга эга целлюлоза ҳосилалари, силикон, натрийкарбосиметилцеллюлоза, доломит, юқори дисперсли ёғоч қипиқлари, термовермикулит, SiO₂ нинг турли ҳосилалари ва алюминий оксид асосида янги ишлаб чиқилган плиткали материаллар, шу жумладан ғовақдор материаллар намуналарининг асосий ёнғин-техник кўрсаткичлар бўйича текшириш натижалари келтирилган.



Таянч сўзлар: сувда эрувчан силикатлар, микрокристаллик целлюлоза, ёғоч қипиқлари, елимловчи хусусиятга эга целлюлоза ҳосиллари, силикон, натрийкарбосиметилцеллюлоза, доломит, термовермикулит, SiO₂, алюминий оксид, ғовакдор материаллар, силикат композициялар, юқори ҳароратларга чидамлилик, оловбардош материаллар.

Аннотация: В исследовательской работе приведены результаты исследований пожарно-технических характеристик разработанных плиточных материалов в том числе и пористых материалов на основе натриевых водорастворимых силикатов, клееподобных производных целлюлозы, силикона, натрийкарбосиметилцеллюлозы, микрокристаллической целлюлозы, высокодисперсных древесных стружек, доломита, термовермикулита, разновидностей SiO₂ и оксида алюминия.

Ключевые слова: водорастворимые силикаты, клееподобные производные целлюлозы, микрокристаллическая целлюлоза, силикон, натрийкарбосиметилцеллюлоза, древесные стружки, доломит, термовермикулит, SiO₂ и оксид алюминия, жаропрочность, огнестойкие материалы.

Как известно обеспечение пожарной безопасности в строительстве осуществляется путем реализации комплекса строительных, монтажных и других работ, а также организационно-технических мероприятий по обеспечению противопожарной защиты зданий, сооружений и их комплексов на стадиях: проектирования, строительства, реконструкции, модернизации, ремонта, технического перевооружения [1]. При этом под противопожарной защитой понимается комплекс мероприятий, направленных на предотвращения возникновения, ограничение развития и обеспечение тушения пожара, а также на защиту людей и материальных ценностей от воздействия его опасных факторов. Противопожарная защита зданий достигается применением конструктивных, объемно-планировочных и инженерно-технических решений. Указанные решения можно разделить на два блока. Первая конструктивная противопожарная защита, в рамках которой устанавливаются требования к огнестойкости и пожарной опасности строительных конструкций и материалов, из которых изготавливается здание. Вторая планировочная противопожарная защита, в рамках которой посредством объемно-планировочных решений обеспечивается выполнение задач противопожарной защиты. Таким образом противопожарная защита достигается применением:



- строительных конструкций и материалов, в том числе используемых для облицовок конструкций, с нормированными показателями огнестойкости пожарной опасности;
- средств и способов огнезащиты;
- устройств, обеспечивающих ограничение распространения пожара и опасных факторов пожара;
- соответствующих видов пожарной техники и средств пожаротушения; автоматических установок пожаротушения и пожарной сигнализации; технических средств, в том числе автоматических, систем оповещения и управления эвакуацией;
- средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара; систем противодымовой защиты; других средств противопожарной защиты.

На сегодняшний день одним из часто используемых в строительстве современных зданий являются теплоизоляционные строительные материалы, которые имеют различные классификации.

Теплоизоляционными называются строительные материалы, которые имеют плотность (среднюю или насыпную) в сухом состоянии (ρ) не более 500 кг/м³ и малую теплопроводность – не более 0,175 Вт/(м·К) и применяются для изоляции строительных конструкций зданий и сооружений, тепловых и холодильных установок и трубопроводов.

В данной исследовательской работе приведены результаты работ по исследованию некоторых пожарно-технических характеристик, полученных ранее в наших исследованиях с пористой и непористой структурой новых материалов [5, 6]. Разработанные пористые составы и образцы плиточных материалов состоят в основном из следующих компонентов: стандартное натриевое жидкое стекло, термовермикулит, базальтовое волокно, силикон, производные целлюлозы (ацетаты целлюлозы, натрийкарбосиметилцеллюлоза), техническая микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ), микрокремнезем (МК), а также пористые и инертные наполнители.

Образцы исследовались по таким основным пожарно-техническим характеристикам как определение горючести и коэффициент дымообразования. Измерения по определению коэффициента дымообразования полученных материалов проводились в соответствии с ГОСТ12.1.044-89 п.4.18 при следующих условиях: температура комнаты 20-25⁰С, атмосферное давление 95-97 кПа, влажность атмосферы 35-50 %. Размер образцов 40 x 40 x 5 мм. (U=200-220-240 В).
Формула расчета значения коэффициента дымообразования (D_m):



$$D_m = \frac{V}{lm} \ln \frac{I_0}{I_{min}}, \quad [M^2/KГ]$$

V – вместимость камеры измерения (0,512 м³);

L – длина пути луча в задымленной среде (0,8 м);

m – масса образца, кг;

I_0 – и I_{min} – соответственно, значение начального и конечного светопропускания, %.

Состав №1-1: на основе натриевого жидкого стекла, доломита и соляной кислоты.

Номер образца	Масса образца, m (гр).	Светопропускание, %		Время, (мин.)	Значение коэффициента дымообразования, D_m , (м ² /кг)
		Нач. I_0	Конеч. I_{min}		
1	8,65	4,2	3,3	30	17,84
2	9,50	4,1	3,6	30	21,04
3	8,90	4,4	3,5	30	16,46

Среднее значение коэффициента дымообразования образца $D_m=18,45$ м²/кг, материал имеет низкое значение коэффициента дымообразования.

Состав №1-2 на основе тонкодисперсных древесных стружек, каолина, эпоксида и отвердителя.

Номер образца	Масса образца, m (гр)	Светопропускание, %		Время, (мин.)	Значение коэффициента дымообразования, D_m , (м ² /кг)
		Нач. I_0	Конеч. I_{min}		
1	14,78	5,1	2,3	50	34,48
2	14,71	5,1	2,1	50	38,60
3	14,60	5,1	2,2	50	36,85

Среднее значение коэффициента дымообразования образца $D_m=36,64$ м²/кг, материал имеет низкое значение коэффициента дымообразования.

Состав №1-3 на основе натриевого жидкого стекла, натрийкарбокси метилцеллюлозы, термовермикулита и тонкодисперсного волластонита.

Номер образца	Масса образца, m (гр)	Светопропускание, %		Время, (мин.)	Значение коэффициента дымообразования, D_m , (м ² /кг)
		Нач. I_0	Конеч. I_{min}		
1	6,84	4	3,88	25	22,84
2	6,34	4	3,91	25	22,30
3	6,94	4	3,90	25	22,33



Среднее значение коэффициента дымообразования образца $D_m=22,49$ м²/кг, материал имеет низкое значение коэффициента дымообразования.

Состав №1-4 на основе натриевого жидкого стекла, силикона, термовермикулита и тонкодисперсного волластонита.

Номер образца	Масса образца, m (гр)	Светопропускание, %		Время, (мин.)	Значение коэффициента дымообразования, D_m , (м ² /кг)
		Нач. I_0	Конеч. I_{min}		
1	5,49	4,0	3,2	45	25,99
2	4,57	4,2	3,6	45	21,58
3	4,87	4,0	3,4	45	23,34

Среднее значение коэффициента дымообразования образца $D_m = 23,64$ м²/кг, материал имеет низкое значение коэффициента дымообразования.

Состав №1-5 на основе натриевого жидкого стекла, доломита, кремнезема (отход Ангренского кремниевого завода) и соляной кислоты.

Номер образца	Масса образца, m (гр)	Светопропускание, %		Время, (мин.)	Значение коэффициента дымообразования, D_m , (м ² /кг))
		Нач. I_0	Конеч. I_{min}		
1	6,39	4,3	4,1	35	4,77
2	7,09	4,4	4,3	35	4,07
3	7,35	4,4	4,2	35	4,05

Среднее значение коэффициента дымообразования образца $D_m = 4,29$ м²/кг, материал имеет низкое значение коэффициента дымообразования.

Состав №1-6 на основе натриевого жидкого стекла, термовермикулита, микрокристаллической целлюлозы и тонкодиперсного волластонита.

Номер образца	Масса образца, m (гр)	Светопропускание, %		Время, (мин.)	Значение коэффициента дымообразования, D_m , (м ² /кг))
		Нач. I_0	Конеч. I_{min}		
1	13,863	4,5	4,0	40	50,44
2	15,220	5,3	4,1	30	50,79
3	14,367	5,1	4,0	35	51,85

Среднее значение коэффициента дымообразования образца $D_m=51,02$ м²/кг, материал имеет низкое значение коэффициента дымообразования.



Состав №1-7 на основе натриевого диацетата и триацетата целлюлозы, Термовермикулита и базальтового волокна.

Номер образца	Намуна массаци, m (гр).	Светопропускание, %		Время, (мин.)	Значение коэффициента дымообразования, D_m , (м ² /кг))
		Нач. I_0	Конеч. I_{min}		
1	10,61	4,65	3	60	26,44
2	9,835	4,65	3	70	28,52
3	9,125	4,65	3	60	30,46

Среднее значение коэффициента дымообразования образца $D_m=28,47$ м²/кг, материал имеет низкое значение коэффициента дымообразования.

Из данных таблиц (с составами №1-1 до №1-7) видно, что все испытанные образцы имеют в основном низкие значения коэффициента дымообразования (от минимального 4,29 до максимального значения 51,02 м²/кг) большинства из которых по этим значениям относятся к материалам с малой дымообразующей способностью.

Далее на установке "Трубчатая печь ИСО" проведены испытания по определению горючести полученных плиточных материалов (ГОСТ 30244 метод I и II). Условия проведения эксперимента: $U \approx 160$ В. Размер образца: 50x45x45 мм. Атмосферное давление 95,5 кПа, температура комнаты 17 – 18 °С, влажность воздуха 60 %.

Состав №2-1 на основе натриевого жидкого стекла, доломита и соляной КИСЛОТЫ.

Номер образца	Начальная температура печи (°С)	Разница внутренних и внешних температур образца (°С)	Время достижения максимально й температуры (мин.)	Масса образца, г		Потеря массы (%)
				до испытанный	после испытанный	
1	750 ±2 °С	30	30	50,3	40,737	19,08
2		31	30	51,4	41,928	18,48
3		29	30	50	40,984	18,24

Вывод: материал является негорючим. Среднее значение разниц температур составляет 30,0°С. Значение потери массы 18,58 %.



Состав №2-2 на основе натриевого жидкого стекла, доломита, кремнезема и соляной кислоты.

Номер образца	Начальная температура печи (°C)	Разница внутренних и внешних температур образца (°C)	Время достижения максимальной температуры (мин.)	Масса образца, г		Потеря массы (%)
				до испытаный	после испытаный	
1	750 ±5 °C	40	30	25,072	24,748	1,29
2		26	30	29,387	28,998	1,32
3		33	30	27,230	26,873	1,29

Вывод: материал является негорючим. Среднее значение разниц температур составляет 33,0°C. Значение потери массы 1,30 % .

Состав №2-3 на основе натриевого жидкого стекла, силикона, термовермикулита, тонкодисперсного волластонита.

Номер образца	Начальная температура печи (°C)	Разница внутренних и внешних температур образца (°C)	Время достижения максимальной температуры (мин.)	Масса образца, г		Потеря массы (%)
				до испытаный	после испытаный	
1	750 ±5 °C	107	30	61,459	57,925	5,75
2		109	30	61,387	57,890	5,69
3		104	30	60,450	56,955	5,78

Вывод: Материал является горючим. Среднее значение разниц температур составляет 106,6 °C. Значение потери массы 5,74 %.

Состав №2-4 на основе натриевого жидкого стекла, микрокристаллической целлюлозы, термовермикулита, тонкодисперсного волластонита и микрокристаллической целлюлозы.

Номер образца	Начальная температура печи (°C)	Разница внутренних и внешних температур образца (°C)	Время достижения максимальной температуры (мин.)	Масса образца, г		Потеря массы (%)
				до испытаный	после испытаный	
1	750 ±5 °C	85	30	42,140	32,495	22,87
2		86	30	42,652	31,278	23,45
3		85	30	42,349	32,148	22,98



Вывод: материал является горючим. Среднее значение разниц температур составляет 85,5 °С. Значение потери массы 23,10 %.

Из табличных данных видно, что испытанные образцы составов с номерами №2-1 и №2-2, имеют низкие значения потери массы (меньше 50%), значения пророста температуры в печи для обоих образцов меньше 50°С, а также не наблюдается пламенное горения образца, соответственно данные образцы являются негорючими. Составы с номерами №2-3 и №2-4 из-за более высоких показателей прироста температуры являются горючими которые затем после испытаний по методу II отнесены к группе Г₁ (слабогорючие).

Таким образом, исходя из результатов проведенных исследований по двум вышеприведённым пожарно-техническим показателям, а также по результатам исследований теплофизических свойств [8,9], можно сделать вывод о том, что полученные материалы относятся к классу пожаробезопасных материалов с эффективными теплоизоляционными качествами.

Исползованная литература

1. Пожарная безопасность строительства: Учебное пособие // Сост. Г.И. Касперов, И.И. Полевода, А.С. Миканович, А.Г. Иваницкий – Мн.: КИИ МЧС РБ. – 266 с.
2. ГОСТ 16381-77. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования.
3. Колосова А.С., Пикалов Е.С. Современные эффективные теплоизоляционные материалы на неорганической основе // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. –2020. –№ 9. –С. 64-75.
4. ШНК 2.01.02-04. «Здания и сооружения».
5. Джураев С.М., Курбанбаев Ш.Э., Нурмухаммадов Ж.Ш. Синтез новых негорючих теплозащитных материалов и исследование их свойств. Пожарная и промышленная безопасность. Научный журнал “Вестник” Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2020. №2 – С. 123-127.
6. Курбанбаев Ш.Э., Нурмухаммадов Ж.Ш., Дусматов Х.М., Мирзаев С.З. Получение и исследование нового негорючего пористого материала на основе местного минерального сырья. Ёнфин-портлаш хавфсизлиги илмий-амалий электрон журнал. 2020. №1.-С. 23-28.
7. ГОСТ 12.1.044-89.«Пожаровзрывоопасность веществ и материалов».
8. Б.Х. Тожибоев, С.М. Джураев, Ш.Э. Курбанбаев. Получение и изучение новых составов пожаробезопасных теплоизоляционных материалов. / “Илм-фан тараққиётида ёшларнинг ўрни” мавзусида Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта



махсус таълим вазирлиги миқёсидаги илмий-амалий онлайн-конфереция матеиаллари тўплами. Андижон. 2020. 92-95 бет.

9. С.М.Джураев, Ш.Э.Курбанбаев, Б.Т.Ибрагимов. Исследования новых теплоизоляционных материалов на основе местного минерального сырья. / “Ҳаёт фаолияти хавфсизлигини таъминлашда инновацион ёндашув, илмий ишланмалар ва замонавий технологиялар” мавзусидаги III република илмий-амалий анжумани матеиаллари тўплами. Тошкент. 2021. 12-16 б.