

УДК 678. 652.; 66.022.32.

ВСПЕНЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА**Рымар Т. Э.****MADE FOAM MATERIALS ON BASIS OF LIQUID GLASS****Rymar T.**

Представлен анализ результатов разработки рецептуры и технологии для получения термостойких теплоизоляционных материалов на основе неорганического полимера – жидкого стекла. Определен оптимальный состав компонентов композиции для получения блочного теплоизоляционного материала. Исследованы основные физико-механические показатели теплоизоляционного материала в зависимости от состава композиции.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, жидкое стекло, рецептура, композиция, технология, физико-механические показатели.

1. Введение. Теплоизоляционные материалы относятся к числу эффективных строительных материалов, которые позволяют существенно снизить материалоемкость и стоимость конструкций. Цель теплоизоляции - ограничить количество переданного тепла. Любое ограждение оказывает некоторое сопротивление переходу тепла. Однако для достижения значительного теплосопротивления необходимо или делать ограждения большой толщины, что экономически нецелесообразно, или применять теплоизоляционные материалы, позволяющие значительно уменьшить толщину ограждения [1].

По виду основного сырья теплоизоляционные материалы подразделяют на органические, неорганические и смешанные. К органическим относят газонаполненные пластмассы, их характерная черта – низкая огнестойкость, потому их применяют обычно при температурах не больше 150 °С. Более огнестойкие - неорганические теплоизоляционные материалы. К ним относятся: минеральная вата и изделия из нее, легкие и ячеистые бетоны, пеностекло, стеклянное волокно и др. [2]. К таким теплоизоляционным материалам относятся и материалы на основе жидкого стекла, так как их рабочая температура находится в пределах от -20 до +660°С. Распространенность сырьевой базы, простота технологии, низкие капиталовложения и энергозатраты, а также хорошие физико-механические свойства определяют высокую экономическую эффективность материалов на основе вспученного жидкого стекла и обеспечивают их широкое внедрение в качестве термостойких теплоизоляционных материалов [3-4].

Сущность процесса изготовления большинства вспученных жидкостекляных материалов заключается в получении гранулированного полуфабриката и последующего его низкотемпературного вспучивания (ниже 500°С). Процесс изготовления плитных изделий на его основе включает перемешивание гранул со связующим и формование изделий. Таким способом получают изделия из стеклопора на основе цементного, гипсового, битумного, жидкостекляного связующих, поливинилацетатной эмульсии и др. [5-7].

Целью данной работы является разработка рецептуры и технологии получения термостойких теплоизоляционных материалов на основе жидкого стекла путем одновременного вспучивания гранулированного полуфабриката и связующего в печи СВЧ. Получение блочного материала путем одновременного вспучивания гранул со связующим позволяет: в 1,5 - 2 раза снизить энергозатраты, т.к. нет необходимости отдельно вспучивать гранулы, в 2 - 3 раза снизить расход связующего, благодаря его вспениванию, получить достаточно прочный и структурно однородный материал, благодаря тому, что гранулы внутри содержат неотвержденное жидкое стекло, которое вспучивается, гранулы спекаются между собой, связующее вспенивается и равномерно заполняет пространство между гранулами.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие основные задачи:

- определить оптимальную рецептуру для получения вспенивающегося связующего на основе которого получают блочный теплоизоляционный материал,

- исследовать физико-механические характеристики полученного блочного теплоизоляционного материала.

2. Изложение основных материалов. Процесс получения данного теплоизоляционного материала можно разделить на две стадии.

1. Получение гранулированного полуфабриката.
2. Получение блочного материала.

Сначала готовят связующее путем смешения жидкого стекла с газообразователем, стабилизатором и отвердителем. Затем связующее смешивают с гранулами, формируют блок и вспенивают его в печи

СВЧ. В результате происходит спекание гранул между собой, а пространство между гранулами заполняется вспененным связующим и получается достаточно прочный и структурно однородный теплоизоляционный материал.

3. Результаты исследований. Ниже приведены графики, которые позволяют более детально исследовать влияние компонентов композиции для получения вспенивающегося связующего на физико-механические показатели блочного теплоизоляционного материала.

Влияние количества газообразователя на физико-механические свойства блочного теплоизоляционного материала приведено на рис. 1-2.

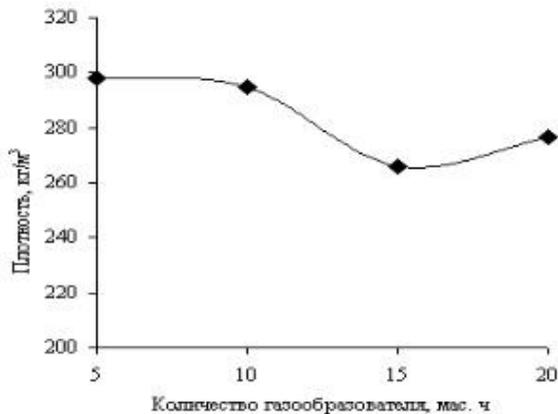
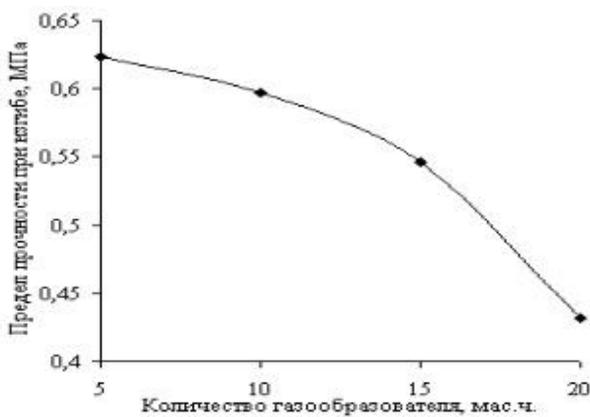
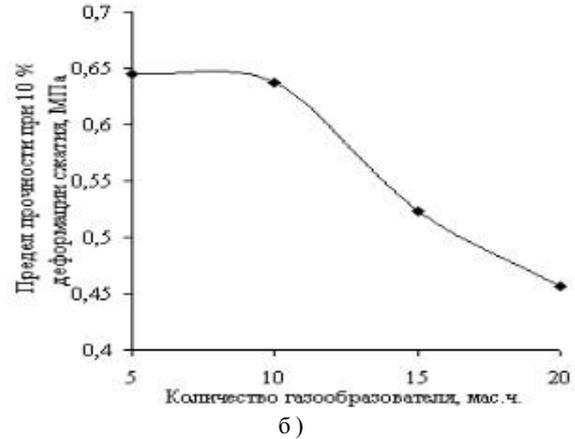


Рис. 1. Зависимость плотности блочного теплоизоляционного материала от количества газообразователя

Как видно из данных рис. 1, наименьшая плотность наблюдается при использовании газообразователя в количестве 15 мас. ч. и составляет 266 кг/м^3 . Дальнейшее увеличение количества газообразователя приводит к увеличению плотности блочного теплоизоляционного материала, так как вспененный материал не успевает стабилизироваться и оседает. Меньшее количество газообразователя (5 - 10 мас. ч.) недостаточно для вспенивания смеси, и гранулы не полностью покрываются связующим, из-за чего поверхность блока получается неровной.



а)



б)

Рис. 2. Зависимость прочности при изгибе (а) и при сжатии (б) блочного теплоизоляционного материала от количества газообразователя

Из данных рис. 2 можно сделать вывод, что при 10% деформации сжатия и при изгибе наибольшим пределом прочности характеризуются материалы, в котором используется газообразователя в количестве 5 мас.ч. Однако такие материалы имеют высокую плотность. Поэтому оптимальным количеством газообразователя является 15 мас.ч., т.к. такое содержание обеспечивает сочетание низкой плотности и достаточно высоких прочностных показателей, которые составляют $0,546 \text{ МПа}$ при 10% деформации сжатия и $0,523 \text{ МПа}$ – при изгибе.

На рис. 3-4 представлено влияние содержания стабилизатора на физико-механические свойства блочного теплоизоляционного материала.

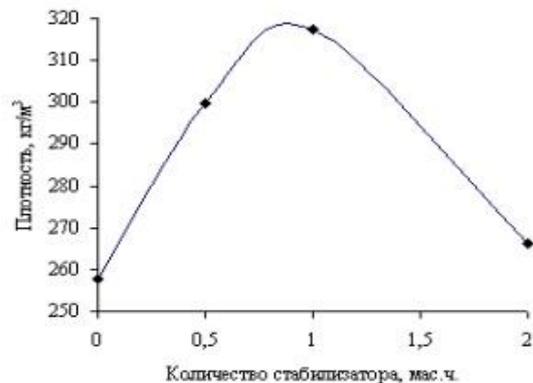


Рис. 3. Зависимость плотности блочного теплоизоляционного материала от количества стабилизатора

Данные рис. 3, свидетельствуют о том, что оптимальным количеством стабилизатора является 2 мас. ч., в этом случае плотность блока составляет 266 кг/м^3 . Хотя при отсутствии стабилизатора в рецептуре плотность меньше, но это связано с тем, что образец имеет внутри много больших пустот. Использование стабилизатора позволяет получить однородную мелкопористую структуру вспененного связующего. Однако дальнейшее увеличение стабилизатора более 2 мас. ч отрицательно сказывается на прочностных показателях материала.

Как видно из данных рис. 4, при 0,5 мас.ч. стабилизатора прочность при сжатии и при изгибе очень низкая из-за неоднородной крупнопористой структуры вспененного связующего. Увеличение его до 1 мас.ч. приводит к повышению прочности материала, в результате наличия более упорядоченной и мелкопористой структуры. Дальнейшее увеличение количества стабилизатора до 2 мас.ч. приводит к незначительному уменьшению прочности и составляет при 10% деформации сжатия 0,523 МПа, и при изгибе 0,546 МПа, однако получаемые образцы отличаются наиболее однородной мелкопористой структурой.

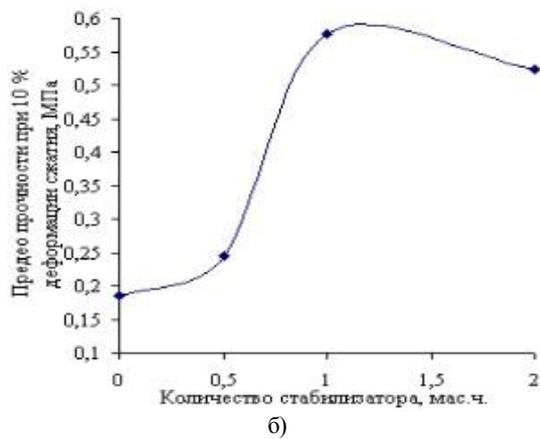
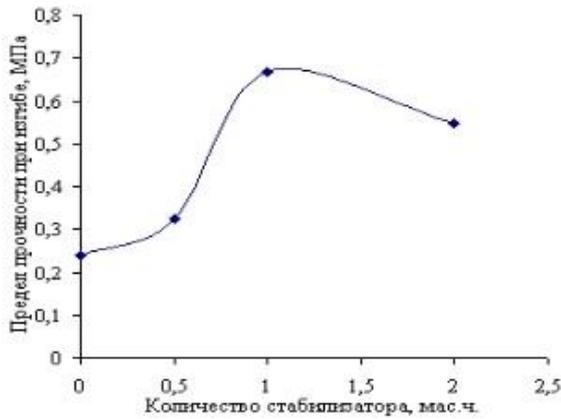


Рис. 4. Зависимость прочности при изгибе (а) и при сжатии (б) блочного теплоизоляционного материала от количества стабилизатора

Влияние количества отвердителя на свойства блочного теплоизоляционного материала представлено на рис. 5-6.

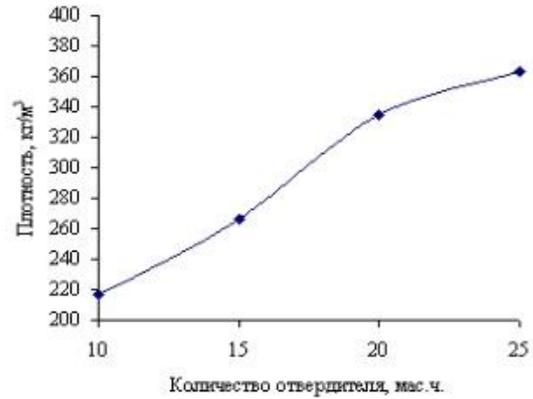


Рис. 5. Зависимость плотности блочного теплоизоляционного материала от количества отвердителя

Из рис. 5 видно, что наименьшая плотность блочного теплоизоляционного материала наблюдается при использовании отвердителя в количестве 10 мас.ч. Дальнейшее увеличение количества отвердителя приводит к увеличению плотности образца. Однако при использовании отвердителя в количестве до 10 мас.ч., связующее имеет недостаточную вязкость, что отрицательно сказывается на стабилизации вспененной структуры и на прочностных свойствах материала. Такие материалы имеют внутри блока большие пустоты, поэтому и плотность их низкая. Оптимальным количеством отвердителя является 15 мас.ч., при котором плотность материала составляет 266 кг/м³.

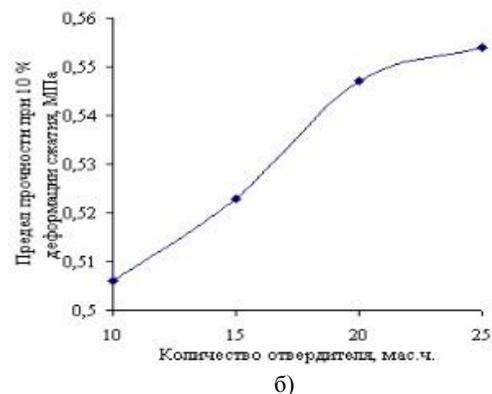
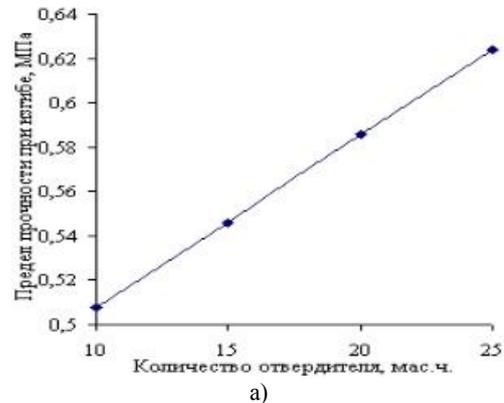


Рис. 6. Зависимость прочности при изгибе (а) и при сжатии (б) блочного теплоизоляционного материала от количества отвердителя

Как видно из данных рис. 6 прочность при изгибе и сжатии блочного теплоизоляционного материала при введении 15 мас.ч. отвердителя составляет 0,546 МПа и 0,523 МПа соответственно. Дальнейший рост прочности протекает менее интенсивно. Однако чрезмерное количество отвердителя увеличивает плотность вспененного блочного материала, что нежелательно. Поэтому лучше ограничиваться 15 мас.ч. отвердителя, при котором прочность при изгибе и при сжатии материала достаточно высокая.

4. Выводы

1. На основании проведенных исследований была выбрана оптимальная рецептура для получения вспенивающегося связующего на основе которого получали блочный теплоизоляционный материал, представленная в таблице 1.

Таблица 1.

Рецептура для получения связующего

№	Наименование компонента	Количество компонента, мас.ч.
1	Жидкое стекло	100
2	Газообразователь	15
3	Стабилизатор	2
4	Отвердитель	15

2. Определены основные физико-механические показатели блочного теплоизоляционного материала, представленные в таблице 2.

Таблица 2.

Основные физико-механические показатели блочного теплоизоляционного материала

Наименование показателя	Значение показателя
Плотность, кг/м ³	266
Водопоглощение, %	50
Сорбционная влажность, %	6,5
Влажность, %	0,1
Предел прочности при изгибе, МПа	0,546
Предел прочности при 10 % деформации сжатия, МПа	0,523
Теплопроводность, Вт/м*К	0,055

Литература

- Кулешов И. В. Теплоизоляция из вспененных полимеров / И. В. Кулешов, Р. В. Торнер. - М.: Будиздат, 1989. - 196с.
- Воробов В. А. Полимерные теплоизоляционные материалы / В. А. Воробйов, Р. А. Андрианов. - М.: Будиздат, 1972. - 134с.
- Акулова М. В. Технология изоляционных строительных материалов и изделий [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://do.gendocs.ru/docs/index-171.html?page=4>
- Сидоров В. И. Получение эффективных водостойких утеплителей путем холодного вспенивания композиций жидкого стекла [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://straw-house.ru/poluchenie-effektivnyh-vodostoykih->
- Технология теплоизоляции. Материалы на основе вспененного жидкого стекла [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://msd.com.ua/tehnologiya->

[teploizolyacii /materialy-na-osnove-vspuchennogo-zhidkogo-stekla/](http://teploizolyacii/materialy-na-osnove-vspuchennogo-zhidkogo-stekla/)

- Щелочносиликатные утеплители [Электронный ресурс] / Малявский Н. И. // Российский химический журнал. - 2003. - № 4. - С. 39-45. - Режим доступа: <http://www.evolit.ru/10/67>
- Пат. 2177922 Российская федерация, С04В28/26, С04В111:40. Способ получения пористого материала на основе жидкого стекла / Решетов В.А.; Павлов В.Т.; Павлов А.Т.; Беликов Л.Н.; Древко И.Б.; заявитель и патентообладатель Решетов В. А.; Павлов В. Т.; Павлов А. Т. - № 2000122266/03; заявл. 24.08.2000; опубл. 10.01.2002.

References

- Kuleshov I. V. Teploizolyatsiya iz vspennykh polimerov / I. V. Kuleshov, R. V. Torner. - M.: Budizdat, 1989. - 196s.
- Vorobov V. A. Polimernye teploizolyatsionnye materialy / V. A. Vorobyov, R. A. Andrianov. - M.: Budizdat, 1972. - 134s.
- Akulova M. V. Tehnologija izoljacionnykh stroitel'nykh materialov i izdelij [Jelektronnyj resurs] - Rezhim dostupa: <http://do.gendocs.ru/docs/index-171.html?page=4>
- Sidorov V. I. Poluchenie jeffektivnykh vodostojkih utepelitej putem holodnogo vspenivaniya kompozicij zhidkogo stekla [Jelektronnyj resurs] - Rezhim dostupa: <http://straw-house.ru/poluchenie-effektivnyh-vodostoykih->
- Tehnologija teploizoljacji. Materialy na osnove vspuchennogo zhidkogo stekla [Jelektronnyj resurs] - Rezhim dostupa: [http://msd.com.ua/tehnologiya-teploizolyacii / materialy-na-osnove-vspuchennogo-zhidkogo-stekla/](http://msd.com.ua/tehnologiya-teploizolyacii/materialy-na-osnove-vspuchennogo-zhidkogo-stekla/)
- Shhelochnosilikatnye utepiteli [Jelektronnyj resurs] / Maljavskij N. I. // Rossijskij himicheskij zhurnal. - 2003. - № 4. - S. 39-45. - Rezhim dostupa: <http://www.evolit.ru/10/67>
- Pat. 2177922 Rossijskaja federacija, C04B28/26, C04B111:40. Sposob poluchenija poristogo materiala na osnove zhidkogo stekla / Reshetov V.A.; Pavlov V.T.; Pavlov A.T.; Belikov L.N.; Drevko I.B.; zajavitel' i patentoobladatel' Reshetov V. A.; Pavlov V. T.; Pavlov A. T. - № 2000122266/03; zajavl. 24.08.2000; opubl. 10.01.2002.

Римар Т. Е. Спінені матеріали на основі рідкого скла

Представлений аналіз результатів розробки рецептури і технології для отримання термостійких теплоізоляційних матеріалів на основі неорганічного полімеру - рідкого скла. Визначений оптимальний склад компонентів композиції для отримання блокового теплоізоляційного матеріалу. Досліджені основні фізико-механічні показники теплоізоляційного матеріалу залежно від складу композиції.

Ключові слова: теплоізоляційні матеріали, рідке скло, рецептура, композиція, технологія, фізико-механічні показники.

Rymar T. Made foam materials on basis of liquid glass

This paper discusses the obtaining thermally thermal insulation materials based on liquid glass. The main objective of the study is to develop a compounding and technology of block thermal insulation materials by the simultaneous bloating granular semi based on liquid glass and a binder in

SHF oven. Obtaining block thermal insulation material by the simultaneous bloating of granules with a binder allows you to: 1.5 - 2 times lower power inputs not necessary to separately distend the granules, is 2-3 times lower binder consumption, thanks to its foaming, to obtain durable enough and structurally homogeneous material thanks to its that contain granules inside the uncured liquid glass, which distend the, granules clump together and the foamed binder evenly fills the space between the granules.

Keywords: *thermal insulation materials, water glass, recipes, the composition, technology, physical and mechanical parameters.*

Римар Тетяна Ернстівна - к.т.н., доцент, доцент кафедри технології органічних речовин, палива і полімерів, Технологічний інститут СХУ ім. В. Даля (м. Северодонецьк). tania_19_07@rambler.ru

Рецензент: **Суворін О. В.** - д.т.н., доцент

Стаття подана 04.11.2013