

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА

Т.В. Гладышева¹, Э.И. Симаненков¹,
Е.В. Соломоненко^{1,2}, Н.Ц. Гатапова²

*ОАО «Корпорация «Росхимзащита» (1), г. Тамбов;
кафедра «Технологические процессы и аппараты» (2), ФГБОУ ВПО «ТГТУ»;
kvidep@cen.tstu.ru*

Ключевые слова и фразы: теплоаккумулирующий материал: полимер; установка.

Аннотация: Разработана и изготовлена установка производства теплоаккумулирующих материалов; отработаны технологические параметры изготовления теплоаккумулирующего материала.

Одним из важных направлений в технике является разработка теплоаккумулирующих материалов (ТАМ), которые могут быть применены для термостатирования различных объектов в условиях нагрева извне, обеспечивая заданный диапазон температур. Принцип действия основан на пассивной тепловой защите. Энергия внешних тепловых воздействий (нагрев или охлаждение) тратится на плавление – кристаллизацию вещества, при этом температура внутри объекта остается постоянной. Обычно используемыми для технических целей ТАМ являются неорганические – гидраты солей – и органические материалы, такие как алканы, смолы, парафины и многие другие.

Появление новых современных полимерных материалов с различными эксплуатационными и техническими характеристиками позволяет рассматривать этот класс материалов для производства новых ТАМ с заданными свойствами, например, различный (регулируемый) диапазон температур изменения фазового состояния. Такие характеристики полимерных материалов, как прочность, эластичность, гибкость, устойчивость к агрессивным средам, открывают возможность получения ТАМ различной удобной формы (листы, пластины, элементы защитной одежды, обуви и др.).

В ОАО «Корпорация «Росхимзащита» разработан гибкий композиционный теплоаккумулирующий материал [1] с изменением фазового состояния в диапазоне температур от 40 до 100 °С на основе полимерного материала – полиэтилена высокого давления и низкой плотности (ПЭВД).

Температура фазового перехода (плавления) полиэтилена находится в интервале температур 80...110 °С. Такой материал может использоваться в виде гранул, пленки или композиционного материала в любой удобной форме для различных областей назначения: электронная техника, элементы средств защиты, спецодежды и др.

Использование только пленки полиэтиленовой для получения ТАМ путем термообработки различного количества слоев не позволяет получить гибкий ма-

териал. При термоскреплении слоев полиэтиленовой пленки наблюдается неравномерный прогрев по поверхности и толщине, в результате плавления образуется твердый монолит, который представляет собой неоднородный лист, содержащий пузырьки воздуха, проплавы и неровности на поверхности. Такой материал трудно формируется и режется, что осложняет его дальнейшее использование. Применение в качестве армирующего компонента различных волокнистых нетканых материалов органического и неорганического происхождения позволило исключить указанные недостатки.

Термоаккумулирующий материал представляет собой композицию из чередующихся слоев пленки полиэтиленовой и армирующего компонента в различных соотношениях, соединенных между собой термокомпрессионным способом [1]. Для получения данного материала разработана и изготовлена установка производства теплоаккумулирующих материалов.

Схема установки производства теплоаккумулирующих материалов представлена на рис. 1.

На раме 1 смонтированы: элемент нагревательный 6 с конфоркой электрической 7 и преобразователем термоэлектрическим 5; контур обдувочный 8; кожух 9; шкаф управления 10; три пневмораспределителя 11; два выключателя путевых бесконтактных 4 и пневмоцилиндр 2, на штоке которого закреплена выдвижная матрица 3.

Пневмоцилиндр 2 обеспечивает движение матрицы 3 до элемента нагревательного 6, предварительно нагретого конфоркой электрической 7, выдержку под давлением и возвращение в исходное состояние.

Управление пилотной установкой осуществляется со шкафа управления 10. При этом движение матрицы 3 обеспечивается пневмоцилиндром 2, при помощи двух пневмораспределителей 11. Для измерения температуры элемента нагревательного 6 используется преобразователь термоэлектрический 5. Подача воздуха в контур обдувочный 8 осуществляется одним из трех пневмораспределителей 11.

Композиционный теплоаккумулирующий материал выполнен в форме листа. Технология изготовления ТАМ включает в себя две стадии:

- 1) нарезку и подготовку пакета заготовок из чередующихся слоев пленки полиэтиленовой и армирующего компонента (рис. 2);
- 2) термообработку пакета заготовок на установке производства теплоаккумулирующих материалов.

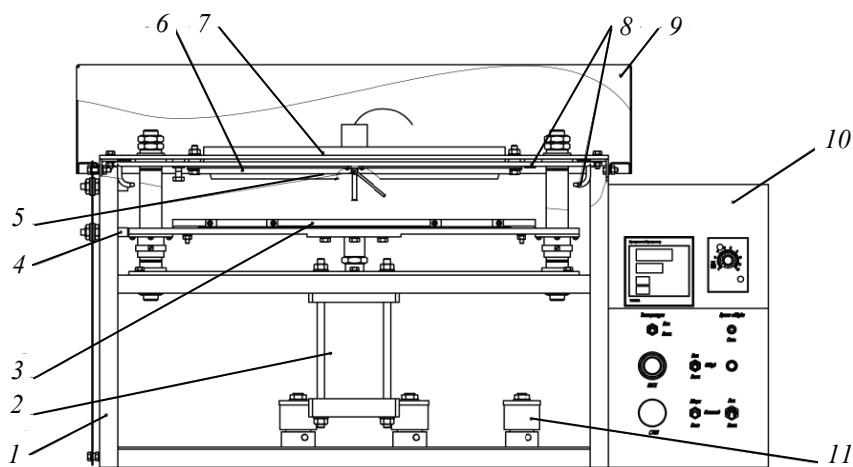


Рис. 1. Схема установки производства ТАМ

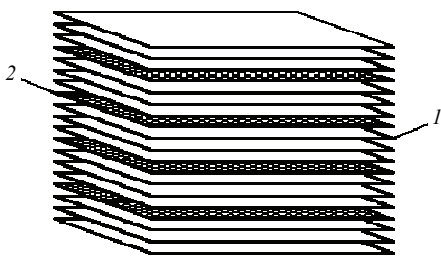


Рис. 2. Пакет заготовок:

1 – пленка полиэтиленовая;
2 – армирующий компонент

Процесс термообработки пакета заготовок на установке производства теплоаккумулирующих материалов полностью автоматизирован. Последовательность операций следующая:

– подключают установку к сети, на реле времени задают время формования;

– пакет заготовок размещают на матрице установки при достижении температуры нагревательного элемента в заданном диапазоне;

– матрицу с образцом задвигают под нагревательный элемент и проводят операцию формования. В автоматическом режиме матрица перемещается пневмоцилиндром от нижнего положения до верхнего, выдерживается под давлением в верхнем положении, после чего возвращается в исходное положение. Время выдержки под давлением регулируется при помощи реле времени;

– по завершении операции формования матрицу выдвигают и выгружают из нее готовый лист ТАМ.

Максимальный размер ТАМ, изготовленного на установке, составляет 200×400 мм. Толщина получаемого материала варьируется от 2 до 8 мм, в зависимости от количества слоев полиэтилена и армирующего компонента. Лист ТАМ должен быть однородным по всей толщине, без воздушных включений и расслоений. Для достижения данных свойств необходимо отработать параметры установки производства ТАМ: температуру нагревательного элемента; время прессования; величину давления и др.

Результат исследований представлен на примере получения ТАМ, состоящего из общего количества пленки полиэтиленовой – 15 слоев, армирующего компонента – 4 слоя. Пакет заготовок сформирован в следующем порядке: три слоя пленки полиэтиленовой, слой армирующего компонента, три слоя пленки полиэтиленовой. Затем три раза повторяется комбинация из слоя армирующего компонента и трех слоев пленки полиэтиленовой. Размер заготовок – 180 × 380 мм.

Термообработку пакета заготовок проводили при температуре нагревательного элемента: (140 ± 5) ; (160 ± 5) и (180 ± 5) °С. Время формования при каждой температуре составляло 5, 10 мин.

Исследования показали, что независимо от времени формования при температуре (180 ± 5) °С получается однородный лист без воздушных включений, однако, происходит сильный разогрев пакета заготовок, вследствие которого полиэтилен выходит за его пределы. Последующее удаление расплава полиэтилена снижает теплоаккумулирующие свойства материала ввиду потери рабочего вещества. Термоскрепление при температуре (140 ± 5) °С не обеспечивает требуемого качества листа ТАМ, слои армирующего компонента и полиэтиленовой пленки расслаиваются независимо от времени формования.

Термообработка пакета заготовок при температуре (160 ± 5) °С и времени формования 5 мин также не позволяет получить однородный лист ТАМ, наблюдаются воздушные пузырьки и частичное расслоение. Увеличение времени формования до 10 мин позволяет исключить расслоение армирующего компонента и пленки полиэтиленовой, а дополнительная термообработка пакета заготовок с противоположной стороны избавляет от воздушных пузырьков.

Таким образом, наиболее оптимальными параметрами изготовления ТАМ являются: температура – (160 ± 5) °С и время выдержки – 10 мин при термообработке пакета заготовок с двух сторон. При таком режиме потери теплоакку-

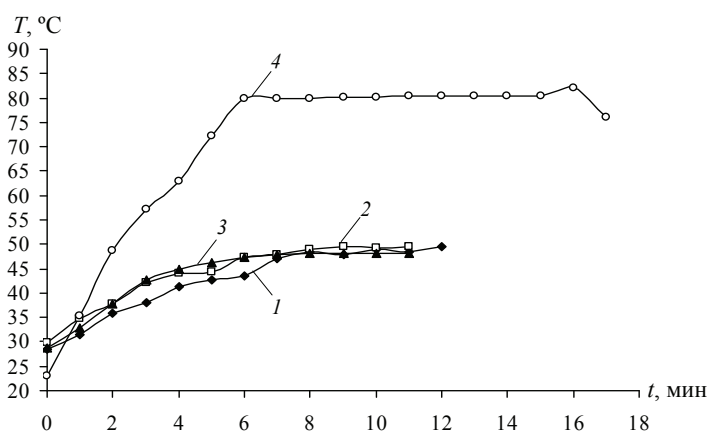


Рис. 3. Изменение температуры на входе в процессе испытаний изолирующего дыхательного аппарата с ТАМ (испытания 1 – 3) и без ТАМ (испытание 4)

мулирующего вещества не происходит, и конечный лист не имеет воздушных включений и расслоений.

Разработанный теплоаккумулирующий материал имеет следующие характеристики [2].

Теплоемкость, Дж/(кг·К).....	3000
Теплопроводность, Вт/(м·К).....	0,36
Теплопроводность полиэтилена, Вт/(м·К).....	0,29
Начальная температура фазового перехода, °С.....	75...80

Введение в композицию стеклотрумаги увеличивает теплопроводность ТАМ на 20 % по сравнению с чистым полиэтиленом. Такой материал в форме листа может быть использован в различных областях техники, например, в средствах изолирующей защиты органов дыхания (СИЗОД) человека [3].

Полученные результаты испытаний ТАМ в составе СИЗОД (рис. 3) показали, что температура газодыхательной смеси на входе с применением ТАМ снижается примерно на 20 °С и соответствует требованиям государственного стандарта РФ ГОСТ Р 53260–2009 (температура вдыхаемой газодыхательной смеси не должна превышать 50 °С).

Выводы. Разработана и изготовлена установка для производства ТАМ, которая позволяет получать гибкий композиционный ТАМ, состоящий из полимерного материала – полиэтилена и армирующего компонента – волокнистого нетканого материала органического или неорганического происхождения. Экспериментально подобраны и отработаны параметры изготовления ТАМ, обеспечивающие заданное качество конечного продукта.

Список литературы

1. Заявка 2011110678 Российская Федерация, МПК С 09 К 5/00, С 09 К 5/06. Способ изготовления композиции гибкого теплоаккумулирующего материала / Гладышев Н.Ф. [и др.] ; заявитель и патентообладатель Минпромторг РФ ; заявл. 21.03.2011 ; опублик. 27.09.2012, Бюл. № 27. – 1 с.
2. Разработка теплоаккумулирующих материалов и технологии их производства для использования в средствах защиты изолирующего типа : отчет о НИР : ГК № 9208.100 7900.13.958 от 24.07.09 / ОАО «Корпорация «Росхимзащита» ;

рук. Н.Ф. Гладышев ; исполн.: Т.В. Гладышева [и др.]. – Тамбов, 2009. – 78 с. – № ГР У90977. – Инв. № Г44900.

3. Пат. 2381044 Российская Федерация, МПК А 62 В 17/04. Устройство для защиты органов дыхания / Гладышев Н.Ф. [и др.] ; заявитель и патентообладатель ОАО «Корпорация «Росхимзащита». – № 2008134742/12 ; заявл. 25.08.2008 ; опубл. 10.02.2010, Бюл. № 4. – 12 с.

Pilot Production Unit to Obtain Composite Thermal Storage Material

T.V. Gladysheva¹, E.I. Simanenko¹, E.V. Solomonenko^{1,2}, N.Ts. Gatapova²

*ОАО “Corporation “Roskhimzashchita” (1), Tambov;
Department “Technological Processes and Apparatuses” (2), TSTU;
kvidep@cen.tstu.ru*

Key words and phrases: thermal storage material; plastic; production unit.

Abstract: The production unit for thermal storage materials has been designed and constructed; process parameters for manufacturing of thermal storage material have been developed.

Experimentelle Anlage für das Erhalten des wärmespeichernden Verbundwerkstoffes

Zusammenfassung: Es ist die Anlage der Produktion des wärmespeichernden Verbundwerkstoffes entwickelt und hergestellt, es sind die technologischen Parameter der Herstellung des wärmespeichernden Verbundwerkstoffes durchgearbeitet.

Installation expérimentale pour l'obtention du matériel composite thermoaccumulant

Résumé: Est élaborée et fabriquée une installation pour la réalisation de la production des matériaux thermoaccumulants, sont traités les paramètres technologiques de la fabrication du matériel thermoaccumulant.

Авторы: *Гладышева Тамара Викторовна* – кандидат химических наук, старший научный сотрудник; *Симаненков Эдуард Ильич* – старший научный сотрудник, ОАО «Корпорация «Росхимзащита»; *Соломоненко Екатерина Владимировна* – аспирант кафедры «Технологические процессы и аппараты»; *Гатапова Наталья Цибиковна* – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технологические процессы и аппараты», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

Рецензент: *Калинин Вячеслав Федорович* – доктор технических наук, профессор кафедры «Электрооборудование и автоматизация», первый проректор, ФГБОУ ВПО «ТГТУ».