

В. П. Ставров, профессор; А. А. Колос, аспирант;
 А. В. Спиглазов, ст. преподаватель; О. И. Карпович, ст. преподаватель;
 А. Л. Наркевич, мл. науч. сотрудник; А. Н. Калинка, инженер

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА И СРЕДСТВА ПЕРЕРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ИЗДЕЛИЯ КОНСТРУКЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Possibility of processing of composite materials on the basis of a textile waste and polypropylene sackings as binding is investigated by various technological methods. The effective way of processing of a waste of textiles on a pressing method in cooled equipment in products of constructional appointment is offered, the design of basic elements of the equipment is developed. The developed technology provides full recycling of a textile waste and a waste of a sacking and does not lead to occurrence of any other waste.

Введение. Проблема утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) становится все более актуальной для развитых стран [1]. К основным методам переработки ТБО относятся захоронение, сжигание и получение удобрений (табл. 1).

Таблица 1
 Технологии переработки ТБО [1]

Технология	Объем использования, %
Захоронение	60–90
Сжигание	9–30
Переработка в удобрения	1–10
Прочие	~1

Согласно мировой статистике, от 5 до 10% массы ТБО составляют текстильные изделия.

К традиционным технологиям переработки промышленных и бытовых текстильных отходов относится производство нетканых материалов. Однако низкая производительность, высокая трудоемкость и энергоемкость процесса снижают возможности получения конкурентоспособных материалов и изделий.

Среди других методов утилизации текстиля, извлекаемого из бытовых отходов, весьма привлекательна, но мало изучена технология получения изделий из композиций, содержащих волокнистую компоненту текстильных отходов в качестве наполнителя и отходы термопластичных полимеров в качестве матричного материала.

Цель данного исследования – разработка принципиальной схемы получения формованных изделий из композиций на основе бытовых текстильных отходов и конструкции необходимых для этого технических средств.

Основная часть. Для изготовления изделий предложено использовать композицию разволокненных текстильных отходов и полипропиленовой мешковины.

Установлено, что при степенях наполнения 30–50 мас. % вязкость расплава такой композиции и сопротивление течению значительно превышают даже значения, типичные для высокона-

полненных композиций на основе древесных опилок, у которых предел текучести составляет 50–80 кПа [2], а в данном случае он достигает 1 МПа. В связи с этим ограничены возможности применения для переработки таких композиций традиционных методов – экструзии и литья под давлением. Более подходящими представляются прямое прессование в нагреваемой оснастке и прессование композиции, предварительно пластицированной в экструдере, – пласт-формование [2]. Как показали эксперименты, показатели эксплуатационных свойств материалов, полученных по данным методам, отличаются незначительно.

Прямое прессование композиции, загруженной в формообразующую оснастку, не требует специальных средств загрузки, но малопроизводительное и энергоемко из-за необходимости нагрева и охлаждения в каждом цикле изготовления изделия.

Более эффективным по критериям производительности и энергоемкости представляется процесс пласт-формования. В этом случае можно исключить малопроизводительные и энергоемкие операции мойки и сушки текстиля.

Предлагаемая технологическая схема переработки композиций на основе текстильных отходов включает операции подготовки сырья, совместного разволокнения текстильных отходов и полипропиленовой мешковины, пластикации композиции и ее прессования.

Сортировка и предварительная подготовка бытовых текстильных отходов и полипропиленовой мешковины аналогичны подготовке к производству нетканых материалов.

Совместное измельчение и разволокнение текстильных отходов и полипропиленовой мешковины и формирование тюков или рулонов (лент), пригодных для транспортирования и последующей переработки, также выполняются с использованием измельчителей и щипальных машин, имеющихся на комбинатах нетканых материалов. Например, трехбарабанная машина фирмы DELL'ORCO & VILLANI имеет производительность 4,5 т волокна в смену, а пятибарабанная – до 10 т. Разволокненное сырье уплотняют на прессах, упаковывают в тюки.

Для дозированной подачи волокнистой композиции, которая поступает на переработку в тюках, необходим загрузочный бункер, оснащенный средствами равномерного отделения волокнистой массы, питающий транспортер и бункер-дозатор.

По экономическим соображениям наиболее целесообразна пластикация композиции в двухчервячном экструдере. В этом случае производительность выше, а энергоемкость более чем в 2 раза меньше по сравнению с пластикацией в одночервячном экструдере. Поэтому с целью достижения более высокой производительности процесса и снижения его энергоемкости применение одночервячного экструдера требует наличия специальных средств загрузки композиции и отработки режимов пластикации.

С целью отработки технологии дозированного ввода композиции в экструдер, режимов пластикации композиции и формообразования изделий разработана экспериментальная установка на базе червячного экструдера ЧПЗ2-25 и гидравлического пресса с номинальным усилием 500 кН (рис. 1).

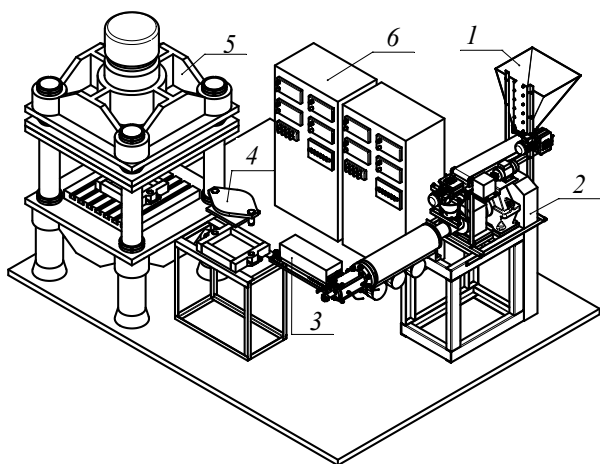


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для пласт-формования:
1 – загрузочный конвейер; 2 – червячный пресс;
3 – плоскощелевая головка с накопителем;
4 – пресс-форма; 5 – пресс гидравлический;
6 – шкаф управления

Для дозированной подачи разволокненной композиции разработано загрузочное устройство (рис. 2). В полость загрузочного бункера 1 помещают разволокненную массу, которая с помощью шипованной ленты конвейера 2 и прижимного вала 3 в виде уплотненной полосы подается в дозирующий бункер 4 с коническим шнеком для последующего уплотнения и загрузки в пластикатор.

Для обеспечения высокой производительности процесса пластикации и синхронности подачи в экструдер исходная смесь разволокненных компонентов с насыпной плотностью около $0,2 \text{ г/см}^3$ уплотняется и имеет в зоне ввода в экструдер плотность не менее $0,6 \text{ г/см}^3$.

Снижение энергоемкости процесса пластикации достигается за счет диссипативной энер-

гии, выделяющейся при трении композиции в канале червяка экструдера, поэтому возможно поддержание требуемой температуры переработки при отключенном нагреве цилиндра.

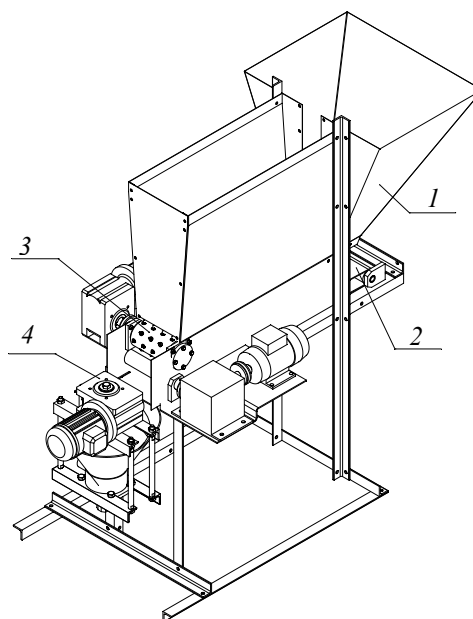


Рис. 2. Загрузочный конвейер:
1 – загрузочный бункер; 2 – конвейер;
3 – прижимной зубчатый вал;
4 – дозирующий бункер

Пластицированная заготовка доставляется в форму, где под действием усилия, создаваемого прессом, происходит формообразование изделия. Готовое изделие извлекается из формы после охлаждения до заданной температуры, обеспечивающей сохранение геометрии.

На скоростные параметры процесса прессования и качество отформованных изделий существенно влияют конфигурация исходной заготовки и ее температура. Предложена конструкция универсального накопителя (рис. 3), в котором формируется плоская заготовка из пластицированной композиции.

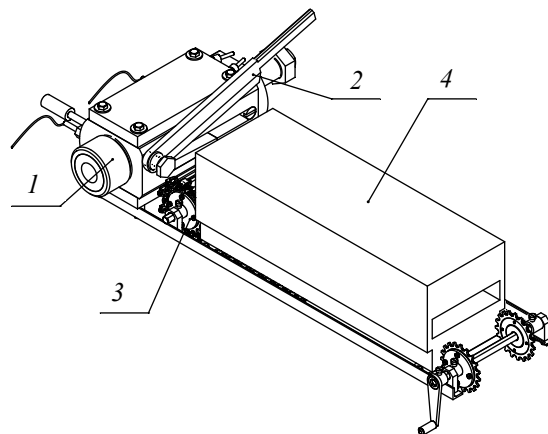


Рис. 3. Плоскощелевая головка с накопителем:
1 – плоскощелевая головка; 2 – отрезной нож;
3 – конвейер; 4 – обогреваемый кожух

Режимы процесса пласт-формования

Режимы	Значения
Температуры по зонам экструдера, °С:	
– зона 1	170
– зона 2	190
– зона 3	200
Температура переходника, °С	200
Температура головки, °С	200
Температура заготовки, °С	185–190
Частота вращения шнека экструдера, об/мин	135
Усилие прессования, кН	450
Температура пресс-формы, °С	50
Время цикла, мин	8
Производительность, кг/ч	5,0–6,5

Конструкция плоскощелевой головки 1 позволяет изменять ширину и толщину заготовки. Отрезное устройство 2 обеспечивает отделение заготовки заданной длины. Конвейер 3, на который поступает заготовка, оснащен камерой 4 с ИК-нагревателями для поддержания требуемой температуры поверхности.

Режимы формообразования обрабатывали на изделии в виде короба с размерами в плане 250×250 мм, прессуемого в универсальной формообразующей оснастке (рис. 4).

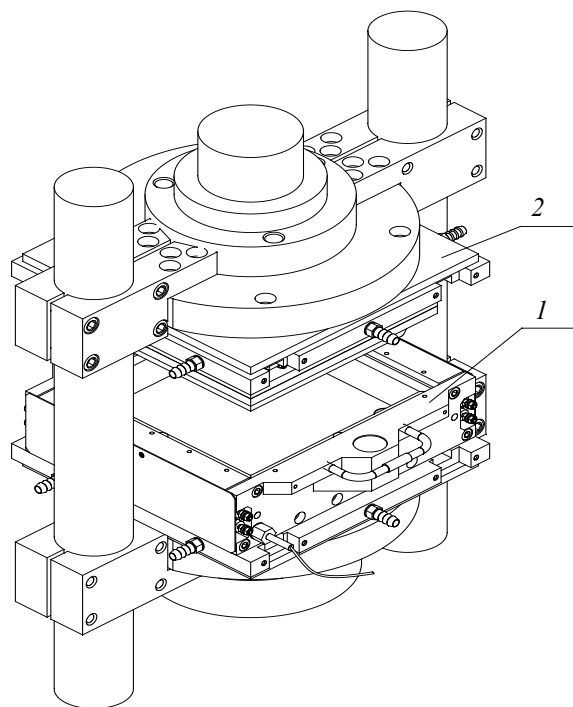


Рис. 4. Пресс-форма:

1 – матрица; 2 – пуансон

Форма оснащена нагревателями для задания начальной температуры поверхности формообразующих элементов, системой воздушного и водяного охлаждения для регулирования продолжительности охлаждения изделия и температуры при его извлечении из формы, а также средствами извлечения готового изделия.

Параметры технологического процесса, реализованные на экспериментальной установке, приведены в табл. 2.

В результате экспериментов установлено, что при оптимальных режимах энергоемкость пластикации, оцененная по полным затратам энергии на привод шнека и нагрев цилиндра, может быть снижена до уровня 1 кВт · ч/кг. Только за счет вариации режимов ввода и пластикации ее удалось уменьшить более чем вдвое – до 1,25 кВт · ч/кг, против ~3 кВт · ч/кг и увеличить производительность до 6,5 кг/ч.

Закключение. Предложена технологическая схема и разработаны средства переработки отходов текстиля и полимеров, обеспечивающие получение изделий конструкционного назначения с достаточно высокой производительностью и при малых энергозатратах.

Работа выполнена в соответствии с заданием 4.03 ГНТП «Ресурсосбережение-2010».

Литература

1. Свириденко, А. И. Проблемы выбора технологии утилизации твердых бытовых отходов / А. И. Свириденко // Материальный и энергетический рециклинг твердых бытовых отходов: материалы симпозиума, Гродно, 16–18 окт. 2004 г. – Гродно, 2004. – С. 4–9.

2. Спиглазов, А. В. Прессование изделий из термопластичных композиций, наполненных древесными частицами / А. В. Спиглазов, В. П. Ставров // Материалы, технологии, инструменты. – 2004. – Т. 9, № 1. – С. 81–86.