

*А.С. Кондрашков, М.М. Николюкин**

ПОЛУЧЕНИЕ ДЛИННОМЕРНЫХ ПРОФИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

Потребности современного человека увеличиваются с каждым годом, что приводит к увеличению промышленных производств с широким ассортиментом товаров. Такое усиленное развитие непосредст-

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2011 г. в рамках Шестой научной студенческой конференции «Проблемы ноосферной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» и выполнена под руководством канд. техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.С. Клинова.

венно сказывается на состоянии окружающей среды. Применение современных ресурсосберегающих технологий благотворно влияет на экологическую обстановку и сокращает количество отходов при производстве продукта, однако полностью решить проблему утилизации вышедших из употребления товаров до сих пор не удается [1].

Если рассматривать резинотехнические изделия, то спрос на них стабильно возрастает. Самыми распространенными отходами РТИ являются автомобильные покрышки, а также резиновые шланги, коврики, прокладки и т.д. Основным методом утилизации для таких изделий является захоронение на полигонах, которое по объективным причинам становится источником экологических проблем. Примером может служить загрязнение почв и сточных вод, а также, в случае возгорания, токсичные продукты горения [2].

При выборе способа их утилизации необходимо решить несколько проблем, в первую очередь связанных с переработкой самих отходов, во вторую – экономической оправданностью, сохранением ценного сырья, а также экологической безопасностью [3].

Из существующих методов переработки отходов резинотехнических изделий можно выделить следующие: захоронение на полигонах, сжигание, переработка физическими методами, химическими и бактериологическими. Захоронение на полигонах и сжигание являются наиболее неприемлемыми методами, так как происходит утеря ценного сырья и сильное загрязнение окружающей среды. Бактериологические методы наиболее экологически благоприятные и крайне эффективны в плане переработки отходов РТИ, но требуют значительных экономических затрат. Химические методы, такие как пиролиз, позволяют получить из отходов РТИ полезные продукты, но также сильно влияют на загрязнение окружающей среды. Многие физические методы способствуют поиску более эффективных путей восстановления резины для вторичного использования и включают в себя измельчение сдвиговыми деформациями, воздействие микроволнами и др. [4].

В рамках данной задачи была создана экспериментальная установка на базе экструдера МЧХ-32/10 с применением генератора ультразвуковых волн для лабораторных исследований ИЛ10-0.63 для изучения процесса девулканизации резиновых отходов с целью повышения эффективности повторного использования материалов.

В конструкции используется формирующая головка, позволяющая получать различные профили, которая имеет отдельную систему обогрева. Формирующая головка крепится к фланцу экструдера посредством специального переходника, куда устанавливается волновод генератора ультразвука. Волновод установлен таким образом, что непосредственно оказывает влияние на резиновую смесь, проходящую вдоль канала [4, 5].

Эксперименты, проводимые на данной лабораторной установке, заключаются в следующем. Резиновая крошка в смесителе СРК-3 смешивается со стеарином до получения однородной структуры, далее на вальцах была получена лента с определенной степенью девулканизации. Далее следует загрузка девулканизата в экструдер МЧХ-32/10. Лента захватывается витками шнека, при этом в ней происходят большие сдвиговые деформации, за счет чего высвобождается большое количество тепла, и резиновая смесь дополнительно разогревается. Так же создается сильное давление, которое достигает 15 – 20 МПа. Перед попаданием смеси в формующую головку на нее оказывается воздействие ультразвуковыми волнами, что способствует разрыву пространственных S–S-связей, вследствие чего происходит дальнейшая девулканизация смеси, появляется возможность формовать и в дальнейшем повторно вулканизировать смесь. Формующая головка обеспечивает получение профильных длинномерных заготовок.

Последний этап девулканизации резины заключается в воздействии на резину ультразвуковыми волнами с целью разрыва пространственных связей, таких как S–S и C–S-связи, не воздействуя при этом на C–C-связи. Это возможно благодаря разной энергии, необходимой для разрыва этих связей. Для разрыва S–S и C–S-связей необходима меньшая энергия, вследствие чего можно осуществлять разрыв преимущественно только этих связей. Процесс ультразвуковой девулканизации протекает крайне быстро, скорость девулканизации составляет примерно одну секунду. Метод может быть независимым от растворителей и химических добавок. Девулканизация этим методом подходит для утилизации автомобильных покрышек и других отходов резино-технических изделий [5].

Формующая головка предусматривает получение различных профилей, что обеспечивается конструкцией сменных дорнов и мундштуков. Возможно получение жгута, трубных заготовок разных диаметров, а также более сложных профилей. Конструкция формующей головки позволяет устанавливать датчики температуры и давления, имеет собственный обогрев, который осуществляется высокотемпературным нагретым маслом через штуцеры. Использование специального переходного устройства обеспечивает крепеж волновода ультразвукового устройства. Наглядная трехмерная модель действующей формующей головки представлена в [5].

По результатам экспериментов были построены зависимости потребляемой мощности и степени девулканизации на каждой стадии (рис. 1) от вида обработки.

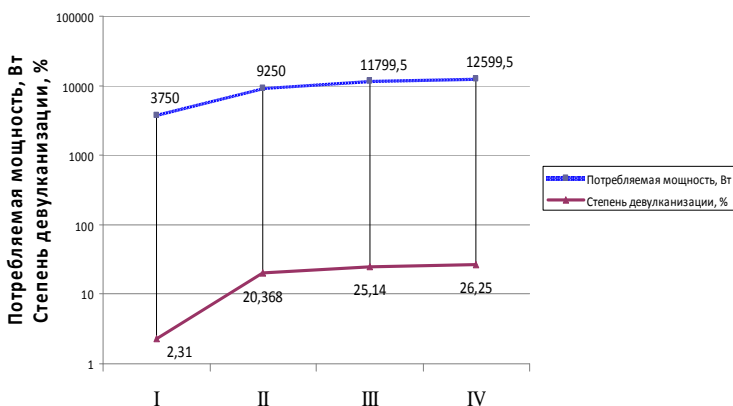


Рис. 1. График зависимости степени девулканизации и потребляемой мощности оборудования от вида обработки материала.

Виды обработки материала:

- I – смеситель СРК-3; II – смеситель СРК-3 + вальцы лаб. 160/320;
- III – смеситель СРК-3 + вальцы лаб. 160/320 + экструдер МЧХ-32;
- IV – смеситель СРК-3 + вальцы лаб. 160/320 + экструдер МЧХ-32 + УЗ

Из графиков видно, что при использовании смесителя СРК-3 происходят значительные затраты энергии при достижении малой степени девулканизации, поэтому было предложено производить смешение смеси со стеарином непосредственно на вальцах, так как процесс девулканизации происходит при вальцевании наиболее эффективно. Проведенные экспериментальные исследования, а также литературный обзор научных статей и патентов выявили, что данная конструкция формирующей головки требует доработок в плане воздействия ультразвука на смесь. В данной конструкции волновода устанавливается перпендикулярно проходящей по каналу смеси, воздействие ультразвуком происходит в локальной точке.

К повышению эффективности воздействия ультразвука на смесь может привести установка волновода вдоль канала формирующей головки. Наглядная трехмерная модель формирующей головки с креплением волновода вдоль канала движения смеси представлена на рис. 2.

В этом случае воздействие будет оказываться волноводом, который непосредственно расположен внутри рабочего цилиндра. Увеличение площади контакта волновода со смесью будет улучшать качество выходящих длинномерных профилей.

В настоящее время готовится конструкторская документация по изготовлению волновода и экструзионной головки для эффективного объемного воздействия на экструдат.

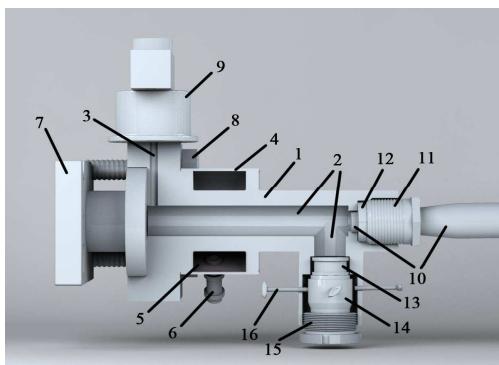


Рис. 2. Трехмерная модель формирующей головки с волноводом вдоль канала:

- 1 – корпус формирующей головки; 2 – основной канал; 3 – канал для датчика давления; 4 – стенка рубашки обогрева (приваривается к корпусу); 5 – полость циркуляции масла; 6 – штуцер; 7 – фланец экструзионной машины; 8 – болт; 9 – система крепления датчика давления; 10 – волновод ультразвука; 11 – гайка крепления волновода; 12 – элементы, фиксирующие положение волновода; 13 – дорнодержатель; 14 – формирующий инструмент; 15 – зажимная гайка; 16 – центрирующие винты

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. INTEGRATED WASTE MANAGEMENT BOARD «Evaluation of Waste Tire Devulcanization Technologies». Publication № 622-04-008, Sacramento, Calif., December 2004.
2. Isayev, A.I. «Recycling of Elastomers» Encyclopedia of Materials: Science and Technology, K.H.J. Buschow, (ed.), Elsevier Science Ltd., Amsterdam, Vol. 3, 2001.
3. Ximei Sun. Ultrasound devulcanization: comparison of synthetic isoprene and natural rubbers / Ximei Sun, Avraam I. Isayev // Springer Science+Business Media, LLC. – 2007.
4. Полянский, С.Н. Некоторые аспекты к вопросу вторичной переработки резинотехнических изделий / С.Н. Полянский, М.М. Никололюкин // Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент. – Тамбов, 2009. – С. 289 – 290.
5. Полянский, С.Н. Перспективы девулканизации методом ультразвука / С.Н. Полянский, М.М. Никололюкин // Современные твердофазные технологии: теория, практика и инновационный менеджмент. – Тамбов, 2010. – С. 233 – 234.

Кафедра «Технология полиграфического и упаковочного производства» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»