

*С.Н. Полянский, М.М. Николюкин, М.В. Соколов**

ФОРМУЮЩАЯ ГОЛОВКА С УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ЭКСТРУДАТ

В настоящее время происходит бурное развитие промышленности, наращивание ассортимента выпускаемой продукции и количества производимых изделий. Неотъемлемым фактором такого роста является увеличение количества отходов, получаемых как при производстве изделий, так и после их эксплуатации. Причем, если при производстве изделий образуется значительно мало отходов, то сами изделия, после своего срока эксплуатации, составляют основное количество мусора, с которым впоследствии необходимо бороться [1].

С каждым днем происходит увеличение спроса на резинотехнические изделия, как в промышленности, так и в бытовом использовании. Среди отходов резинотехнических изделий наибольшее количество приходится на автомобильные покрышки, резиновые шланги, коврики, прокладки и т.д. Большое скопление их на полигонах, а тем более несанкционированный выброс, вызывает сильную угрозу загрязнения почв и сточных вод, развитие инфекций, скопление грызунов, опасность возникновения возгораний, загрязнение атмосферы продуктами горения [2].

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, доц. ГОУ ВПО ТГТУ М.В. Соколова.

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 благоприятны 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].

Для проведения научных исследований нами выбраны физические методы воздействия. Лабораторное оборудование базируется на экструдере для переработки резиновых смесей МЧХ-32 с применением генератора ультразвуковых волн для лабораторных исследований ИЛ 100-6/ (рис. 1.).

В конструкции используется формующая головка, позволяющая получать различные профили и имеющая отдельную систему обогрева. Формующая 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.

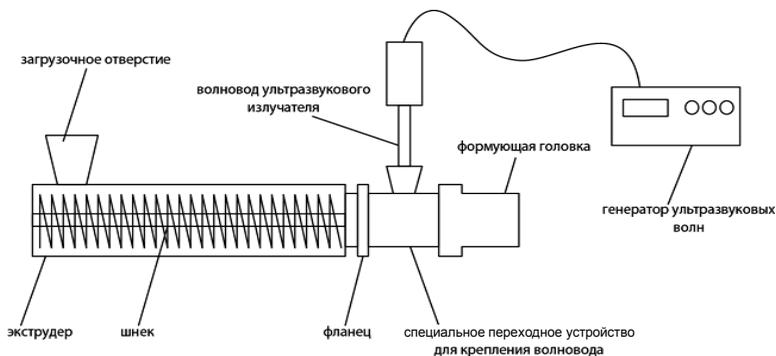


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Принцип работы экспериментальной установки заключается в следующем. Предварительно на вальцах из резиновой крошки получают ленту, что позволяет обеспечивать более равномерное питание экструдера материалом. Через загрузочное отверстие лента подается в экструдер и захватывается витками шнека, при этом в ней происходят большие сдвиговые деформации, за счет чего высвобождается большое количество тепла, и резиновая смесь дополнительно разогревается. Создается сильное давление, которое достигает 15 – 20 МПа. Перед попаданием в формующую головку на смесь оказывается воздействие ультразвуковыми волнами, что способствует разрыву пространственных S–S связей, вследствие чего происходит девулканизация смеси, появляется возможность формировать и в дальнейшем повторно вулканизировать смесь. Формующая головка обеспечивает получение профильных длинномерных заготовок.

В данной экспериментальной установке используется метод ультразвуковой девулканизации резины. Его суть заключается в воздействии на резину ультразвуковыми волнами с целью разрыва пространственных связей, таких как S–S и C–S, 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 более меньшая энергия, вследствие чего можно осуществлять разрыв преимущественно только этих связей. Процесс ультразвуковой девулканизации протекает крайне быстро, скорость девулканизации составляет примерно одну секунду. Так же метод может быть независимым от растворителей и химических добавок. Девулканизация этим методом подходит для утилизации автомобильных покрышек и других отходов резинотехнических 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 и 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 на рис. 2.

Проведенные экспериментальные исследования, а также литературный обзор научных статей и патентов выявили, что данная конструкция формующей головки требует доработок в плане воздействия ультразвука на смесь. В данной конструкции волновод устанавливается перпендикулярно проходящей по каналу смеси, воздействие ультразвуком происходит в локальной точке.

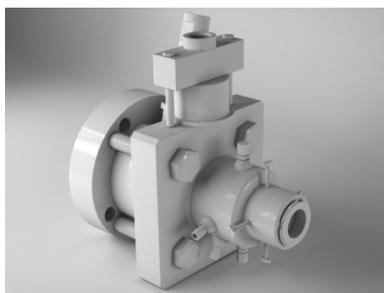


Рис. 2. Трехмерная модель действующей формующей головки

К повышению эффективности воздействия ультразвука на смесь может привести установка волновода вдоль канала формующей головки. Наглядная трехмерная модель формующей головки с креплением волновода вдоль канала движения смеси представлена на рис. 3.

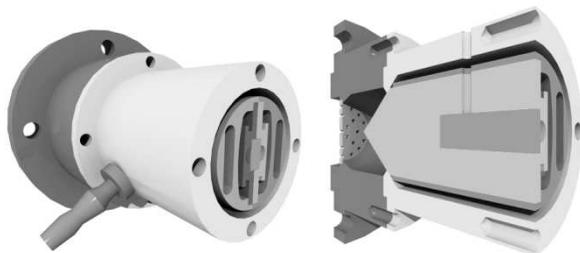


Рис. 3. Трехмерная модель формующей головки с волноводом вдоль канала

В этом случае воздействие будет оказываться по всему объему перерабатываемой резиновой смеси и при переработке крошки из отходов резинотехнических изделий.

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

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, Avraam I. Isayev “Ultrasound devulcanization: comparison of synthetic isoprene and natural rubbers”, Springer Science+Business Media, LLC 2007.

4. Методология расчета оборудования для производства длинномерных резинотехнических заготовок заданного качества / М.В. Соколов, А.С. Клинков, П.С. Беляев, В.К. Скуратов, В.Г. Однолько. – М. : Машиностроение, 2009. – 352 с.

5. Rehan Ahmed, Arnold van de Klundert, Inge Lardinois “RUBBER WASTE – Options for Small-scale Resource Recovery”. WASTE, Nieuwehaven 201, 2801 CW Gouda, the Netherlands, March, 1996.

*Кафедра «Технологии полиграфического и
упаковочного производства» ГОУ ВПО ТГТУ*