

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ПРИ ДЕВУЛКАНИЗАЦИИ МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ

На стадии девулканизации осуществляется воздействие ультразвука с использованием разработанного ранее оборудования [1]. Экспериментальные исследования показали, что под воздействием мощных ультразвуковых колебаний рвутся связи C–S (углерод–сера), что приводит в конечном счете к девулканизации.

Предполагается, что при этом:

- обеспечится повышение качества девулканизированного материала;
- активируются бензольные связи;
- снизятся механические нагрузки на экструдер, а, следовательно, увеличится срок его службы.

Технические данные по устройству девулканизации:

- червячная машина МЧХ-32/10;
- потребляемая мощность от 5 кВт (зависит от производительности конкретного экструдера и необходимой степени девулканизации);
- ультразвуковой узел, спроектированный под червячную машину МЧХ- 32/10;
- частота ультразвукового излучателя до 25 кГц.

Эксперименты проводились при различных условиях: варьировались температуры экструдера, режимы работы экструзионной установки, частота ультразвука. Были выбраны отходы резинотехнических изделий (РТИ) в виде крошки, произведенные на заводе ОАО «АРТИ-Завод» для дальнейшего процесса переработки. Предварительно данный материал (крошка резиновая) был обработан на вальцах при температуре 40...50 °С, с целью его частичной пластикации и подготовки ленты для загрузки в червячную машину.

Эксперименты проводились с применением ультразвука и без его воздействия, после чего сравнивались результаты. При включении ультразвука наблюдалось резкое падение давления в материальном

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, доц. ГОУ ВПО ТГТУ М.В. Соколова в рамках ФЦП № 14.740.11.0141 по теме «Проведение научных исследований коллективами научно-образовательных центров в области многофункционального приборостроения для промышленных систем управления».

цилиндре червячной машины, что заметно снижает энергопотребление и увеличивает ресурс установки. Девулканизованные образцы экструдата, полученные с применением ультразвука и без его воздействия, сравнивались между собой.

На рисунке 1 представлены фотографии поперечных сечений образцов экструдата переработанных крошечных резиновых отходов, где хорошо видны отличия структуры заготовок при воздействии на них ультразвука (*б*) и без его воздействия (*а*) (при одинаковых температурных режимах и частотах вращения червяка). Причем, образцы, на которые было оказано ультразвуковое воздействие, получили большую степень девулканизации (рис. 1), так как имеют равномерную и однородную структуру без воздушных включений (темные пятна), а также увеличенную пластичность и практически отсутствующую пористость.



Рис. 1. Фотографии поперечных сечений переработанной резиновой крошки без воздействия ультразвука (*а*) и с его применением (*б*)

Модификация структуры перерабатываемого материала происходит благодаря акустической кавитации. Моделирование процесса проводят используя концепцию эффективной вязкостной характеристики потоков до девулканизации совместно со сдвиговой деформацией, температурой и зависимой от вязкости гель-фракции. На материал действовали: усилие сдвига, давление и различные температуры, ультразвуковые волны. Все это способствует разрыву межмолекулярных связей. Прогнозируемые данные (поведение гель-фракции), сила межмолекулярных связей и применяемое давление в модели были подтверждены экспериментальными данными [2].

В ультразвуковой девулканизации самым важным является определение оптимальных условий процесса. В этом исследовании различ-

ные условия процессов используются для установления диапазона параметров процесса для удачной девулканизации. Размер перерабатываемых частиц выбирается в соответствии с амплитудами ультразвуковых волн и размером формирующего инструмента. Это позволяет определять визуально качество на выходе из экструдера – частично девулканизованные образцы выходят из экструдера в виде жгута, в то же время недевулканизованные части материала выходят из экструдера в виде порошка. Девулканизация достигается благодаря тяжелым условиям обработки частиц размером около 0,5 мм, а также благодаря давлению, создаваемому небольшим диаметром формирующего инструмента на выходе из экструдера, а также высокими амплитудами ультразвука. Девулканизация практически не возможна при большом диаметре перерабатываемых частиц с любым диаметром формирующего инструмента. К этому выводу можно прийти исходя из отсутствия значительного роста давления в головке и отсутствия необходимой мощности ультразвука, действующей на каждую точку материала.

Так как резина обладает хорошей термоустойчивостью в связи с низкой ненаполненностью ее главных связей, возможно предположить, что требуется больше усилий для девулканизации по сравнению с высоконасыщенными резинами [3].

В результате экспериментов был получен график (рис. 2), который показывает зависимость давления в материальном цилиндре червячной машины (экструдера) от интервалов времени с применением ультразвука и без его воздействия.

На рисунке видны характерные спады давления, которые наблюдаются с применением ультразвука. Давление заметно снижается, следовательно, падает нагрузка на рабочие органы машины, уменьшаются износ деталей и потребляемая мощность электродвигателя, что повышает экономическую эффективность применения ультразвука в процессе экструзии длинномерных заготовок из отходов РТИ.

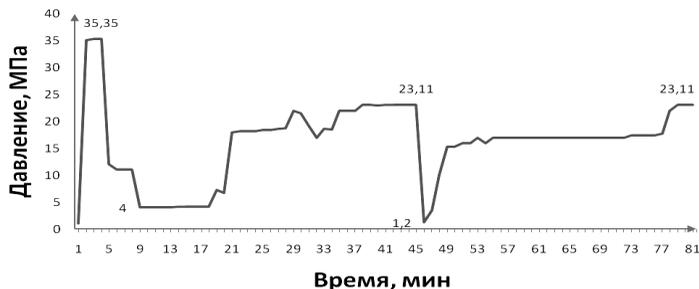


Рис. 2. Зависимость давления в материальном цилиндре червячной машины от интервалов времени с применением (5 – 18 мин, 45 – 47 мин) ультразвука и без его воздействия (1 – 4 мин, 18 – 45 мин, 47 – 81 мин)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николюкин, М.М. Экспериментальная установка и методика исследования влияния ультразвука на длинномерные резинотехнические заготовки : сборник статей магистрантов / М.М. Николюкин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – № 16. – С. 64 – 68.

2. WileyInterScience [Электронный ресурс] / Continuous Ultrasonic Devulcanization of Unfilled Butyl Rubber; Wenlai Feng, A. I. Isayev. – Режим доступа: <http://onlinelibrary.wiley.com>, свободный. – Загл. с экрана.

3. 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.

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