

**ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ПРИ
ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕВУЛКАНИЗАТА**

Изношенные шины являются отходами, которые занимают много физического пространства, с трудом поддаются уплотнению, сбору и ликвидации. Они не поддаются биологическому разложению, поскольку срок их разложения не поддается определению. В их состав входят опасные компоненты, такие как свинец, хром, кадмий и другие тяжелые металлы. В отсутствие надлежащего удаления и регулирования шины представляют собой угрозу для здоровья и окружающей среды.

Утилизация представляет собой процедуру, при которой каучук шины преобразуют, используя механические процессы, термическую энергию и химические вещества, в такое состояние, в котором он может смешиваться, обрабатываться и вновь вулканизироваться. Принцип этого процесса – девулканизации заключается в разрушении межмолекулярных связей химической структуры, таких как углерод–сера (C–S) или сера–сера (S–S). Они придают шинам долговечность, эластичность и устойчивость к растворителям.

Девулканизация состоит из двух стадий: измельчение и разрушение химических связей, что может быть достигнуто посредством применения четырех процессов, которые весьма различаются по стоимости и технологии, а именно: химического, ультразвукового, микроволнового и биологического.

Химическая девулканизация представляет собой периодический процесс, когда измельченные частицы смешиваются с реагентами в реакторе при температуре около 180°C и давлении 15 бар. После завершения реакции продукт фильтруется и высушивается для удаления нежелательных химических компонентов и упаковывается для сбыта.

Измельченные частицы каучука загружаются в загрузочный бункер и затем подаются в экструдер. Экструдер механически проталкивает каучук. Это механическое воздействие разогревает частицы и размягчает резину. При прохождении размягченной резины через полость экструдера она подвергается воздействию ультразвуковой энергии. Сочетание тепла, давления и механического перетирания является достаточным для достижения различных степеней девулканизации.

При этом процессе термическая энергия очень быстро и единообразно воздействует на утильную резину. Однако при использовании микроволнового процесса структура любого вулканизированного каучука должна быть достаточно полярной, чтобы абсорбировать микроволновую энергию в достаточной степени для достиже-

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

ния девулканизации. Единственное разумное применение микроволновой девулканизации – смеси, содержащие в основном полярный каучук, что ограничивает применение этого метода.

Бактериальная девулканизация осуществляется путем смешивания тонкоизмельченного каучука со средой, содержащими соответствующие бактерии, в биореакторе с контролируемой температурой. Эта смесь затем выдерживается при заданных температуре и давлении в течение всего срока обработки. Срок биологического контакта составляет от десяти до нескольких сотен дней. После этого переработанный материал фильтруется для очистки от микроорганизмов, высушивается и реализуется [1].

Процесс девулканизации с применением ультразвука является весьма перспективным, особенно в последние два десятилетия. В большом масштабе утилизация отходов резины возможна благодаря смешиванию с термопластами и грамотному применению в качестве наполнителя в асфальт или цемент.

Применение ультразвуковых волн для процесса девулканизации резины является очень перспективной областью изучения. Многие источники показывают, что резина вулканизуется ультразвуком лучше чем девулканизуется. Девулканизация резины с использованием энергии ультразвука впервые была рассмотрена японскими учеными Okuda и Hatano (M. Okuda and Y. Hatano, inventors; no assignee; JP Patent 62,121,741A2, 1987). Это был непрерывный процесс, в котором вулканизованная резина девулканизовывалась после обработки в течение двадцати минут при частоте звуковых волн 50 кГц. Процесс требовал разрушения серо-углеродных связей и серных связей, но не углерод-углеродных связей. Свойства ревулканизованной резины были очень схожи с оригинальными вулканизатами.

Недавно был запатентован новый непрерывный процесс для девулканизации отходов резины и признанный подходящим для переработки отходов резины. Эта технология базируется на применении ультразвука высокой мощности. Ультразвуковые волны на определенном уровне в присутствии давления и теплового воздействия могут распространяться в пространстве во всех направлениях поперечно сшитой резины. Процесс ультразвуковой девулканизации очень быстрый, простой, действенный и не требует растворителей и химических добавок. Девулканизация длится секунды и может привести к необходимому разрушению сернистых связей в вулканизованной резине. Процесс также годится для изменения структуры (с перекрещенными связями) резины и пластиков, не содержащих пероксидов. Схема девулканизационного реактора для осуществления данного процесса представлена на рис. 1.

Эта машина была разработана в сотрудничестве с фирмой National Feedscrews and Machining, Inc. Реактор состоит из одношнекового экструдера с диаметром формующего инструмента 38,1 мм и установленной на нем ультразвуковой установки. Конусообразное кольцо ультразвукового излучателя закреплено внутри канала для лучшего охлаждения. Дробленая резина поступает в экструдер через загрузочный бункер с регулируемым дозированием. Таким образом, процесс получения

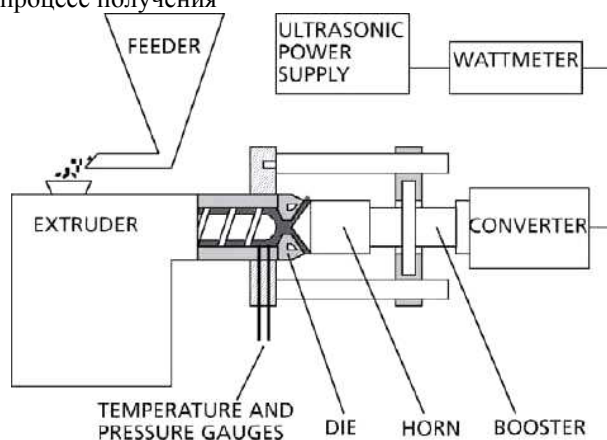


Рис. 1. Схема девулканизационного реактора на основе экструдера:

FEEDER – загрузочный бункер; EXTRUDER – экструдер; ULTRASONIC POWER SUPPLY – блок питания ультразвуковой установки; WATTMETER – ваттметр; TEMPERATURE AND PRESSURE GAUGES – датчики температуры и давления; DIE – головка экструдера; HORN – ультразвуковой излучатель; BOOSTER – двигатель; CONVERTER – преобразователь заготовки зависит от процесса дозирования. Одновременно задействованы питание ультразвуковой установки, акустического конвертора, двигатель и конусовидный излучатель. Вибрации излучателя направлены в продольном направлении и воздействуют с частотой 20 кГц с различными амплитудами. Ультразвуковой излучатель установлен на фланце экструдера. Выпуклый конец излучателя соответствует вогнутой поверхности фильеры, это позволяет сохранять равномерный зазор между излучателем и фильерой. Данный метод представляет собой непрерывный процесс, позволяющий перерабатывать различные типы резины и термопластов. В результате ультразвуковой девулканизации получают желаемое – резина становится снова мягкой, что позволяет использовать этот материал для дальнейшей переработки, так как он имеет уже определенную форму и по свойствам очень похож на чистую резину [2].

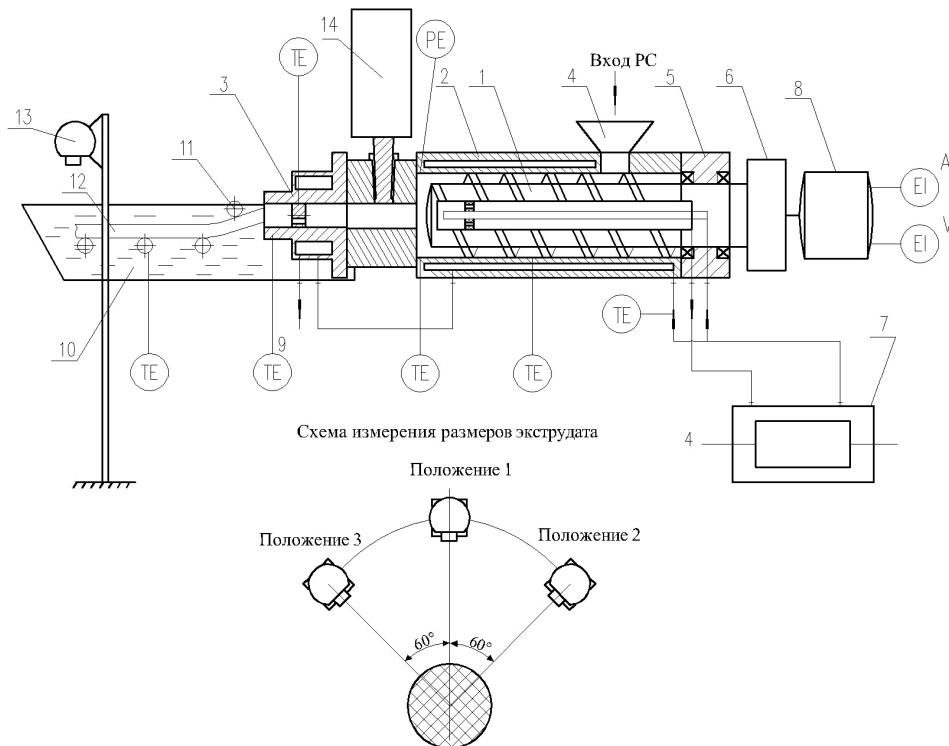


Рис. 2. Экспериментальная установка

для исследования процесса экструзии резиновой смеси:

- 1 – шнек; 2 – цилиндр; 3 – формующая головка; 4 – загрузочное устройство;
 5 – привод шнека; 6 – редуктор; 7 – термостат; 8 – электродвигатель;
 9 – дорнодержатель; 10 – ванна с теплоносителем; 11 – прижимные ролики;
 12 – экструдат; 13 – цифровая фотокамера; 14 – ультразвуковой излучатель
 с экраном; TE – датчики температуры; PE – датчик давления;
 А – амперметр; V – вольтметр

Для проведения экспериментальных исследований по изучению воздействия ультразвука на резиновую смесь нами была спроектирована экспериментальная установка (рис. 2), в которой модернизирована формующая головка 3, на которой смонтирована ультразвуковая установка. По различным литературным источникам известно, что применение ультразвуковых установок способствует равномерному распределению материала в резиновой смеси, меньшему разбуханию заготовки на выходе из формующего инструмента, а также ускорению процесса девулканизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конференция Сторон Базельской Конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением. Материалы девятого совещания. – URL : <http://www.basel.int/meetings/frset-main.php>.
2. Sadhan, K. De Rubber Technologist's Handbook / K. Sadhan, K. De, Jim R. White. – Rapra Technology Limited: Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, SY4 4NR, UK, 2001. – 576 p.