

3. Гусева, М. А., Петросова, И. А., Андреева, Е. Г., Гетманцева, В. В., Лунина, Е. В. Конструктивное моделирование плечевых и поясных изделий: учебное пособие. [Текст]. – М.: МГУДТ, 2017 – 89 с. (1,7 МБ).
4. Бутко, Т. В., Гусева, М. А., Андреева, Е. Г. Анализ моделей одежды. Определение параметров конструктивного моделирования: учебное пособие. – 2-е изд. испр. и доп. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. – 88 с.
5. Гусева, М. А., Петросова, И. А., Андреева, Е. Г., Гетманцева, В. В., Лунина, Е. В. Конструктивное моделирование плечевых и поясных изделий: электронное учебное пособие для подготовки бакалавров по направлению 29.03.01, 29.04.01 Технология изделий легкой промышленности. – Москва, 2017.

УДК 621.778

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Луцко В.Ф., с.н.с., Рубаник В.В., зав.лаб., Лабецкий В.С., инж.-констр.,
Кимстач О.В., вед. инж. констр., Попова О.С., инж.-исслед.,
Казьмин А.А., ст. преп.*

¹Институт технической акустики НАН Беларуси, г. Витебск, Республика Беларусь,

²Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
г. Гродно, Республика Беларусь

Ключевые слова: ультразвук, полимерные материалы, опрессовка, тиснение.

Реферат. Показано, что введение ультразвуковых колебаний в зону обработки при опрессовке и тиснении позволяет повысить производительность в 2–3 раза и существенно снизить энергозатраты, обеспечить экологическую безопасность процесса.

Ультразвуковые технологии, основанные на использовании энергии мощного ультразвука, позволяют интенсифицировать большое количество технологических процессов с помощью оборудования, которое не требует специальных условий применения, характеризуется небольшими массогабаритными показателями, малым энергопотреблением и достаточно высоким КПД. Благодаря малой длительности процесса, легкости автоматизации, экологической безопасности, гарантии качества и высокой эффективности ультразвуковые технологии в последние годы получили широкое применение в легкой промышленности.

Работы по исследованию ультразвуковых процессов, разработке способов, созданию технологии и оборудования на протяжении более двадцати лет ведутся в ИТА НАН Беларуси. Институт разрабатывает и производит технологическое ультразвуковое оборудование промышленного и медицинского назначения мощностью от 50 до 2500 Вт, работающее на частоте 20 и 40 кГц. Оборудование является многофункциональным, что позволяет наряду со сваркой изделий из жестких термопластичных полимеров производить на нем сварку тканых и нетканых полотен, содержащих не менее 60 % термопластических волокон, ультразвуковые резку и тиснение. Разработанные технологии и оборудование внедрены на ряде предприятий Российской Федерации и Республики Беларусь.

Примером внедрения разработанного оборудования является установка для ультразвуковой опрессовки края обувной резинки (рис. 1) и установка для ультразвукового тиснения (рис. 2).

Основными узлами установки для ультразвуковой опрессовки являются: ультразвуковой электронный генератор, акустическая система и пневматический пресс. Электронный генератор ультразвуковой частоты 1 (см. рис. 1 а) формирует колебания необходимой частоты и мощности для питания пьезоэлектрического преобразователя. Электронный генератор работает на частоте $20 \pm 0,5$ кГц и имеет максимальную выходную мощность 1200 Вт. Генератор имеет микропроцессорное управление, которое контролирует движения вверх и вниз пресса, удержание резинки под давлением и включение/выключение ультразвуковой энергии.

Акустическая система состоит из установленных соосно и последовательно соединенных между собой ультразвукового преобразователя (не показан), бустера 2 и излучателя 3. Пьезоэлектрический преобразователь преобразовывает электроэнергию, полученную от генератора, в механическую энергию в форме высокочастотных продольных механических колебаний той же частоты. Коэффициент усиления амплитуды колебаний всей акустической системы равен произведению коэффициентов усиления бустера и излучателя.

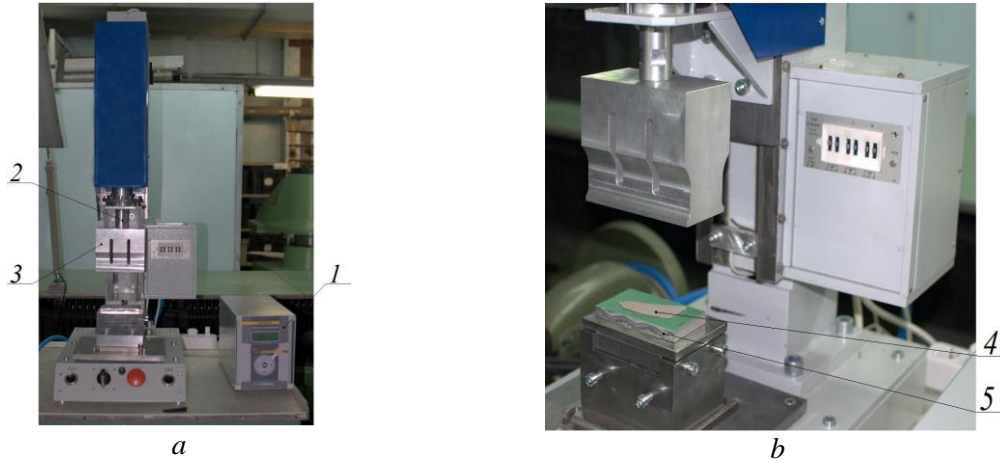


Рисунок 1 – Установка для ультразвуковой опрессовки края обувной резинки:
a – общий вид, *b* – зона опрессовки; 1 – ультразвуковой генератор, 2 – бустер,
3 – излучатель, 4 – обувная резинка, 5 – ложемент

Пневматический пресс предназначен для подвода акустической системы к обувной резинке 4, расположенной на клише 5, и приложения к ней посредством излучателя 3 необходимого усилия опрессовки. На клише имеется выступ для формирования в процессе опрессовки по краю резинки оттиска заданной формы.

Физическая сущность процесса заключается в том, что термопластичные волокнистые материалы, характеризующиеся большим коэффициентом затухания колебаний, при контакте с ультразвуковым инструментом способны поглощать и передавать энергию вибраций [1, 2]. За счет трения поверхностей и внутримолекулярного трения в обрабатываемом материале происходит преобразование ультразвуковой энергии в тепловую, приводящее к нагреву материала по всей толщине, вследствие этого происходит размягчение и оплавление термопластичных волокон. Относительно низкие температуры плавления и теплопроводность полимерных волокон способствуют локализации зоны разогрева, где инструмент находится в прямом контакте с обрабатываемым материалом. В результате расплавленная термопластичная составляющая обволакивает ориентированные или хаотически ориентированные волокна, тем самым образуя прочное соединение.

Преимуществом технологии опрессовки ультразвуком является оперативность, так как не требуется предварительного разогрева инструмента, как в обычных термопрессах [3]. Запуск и остановку ультразвукового пресса можно производить в любое время. Необходимое количество тепла в материале обувной резинки генерируется в доли секунды. Разработанное оборудование позволяет с помощью сменного клише производить опрессовку края обувной резинки различной конфигурации и размеров. В отличие от опрессовки на термопрессах, где для формирования криволинейного профиля оттиска вдоль края резинки как с одной, так и со второй ее стороны требуется многократное воздействие на обрабатываемую поверхность нагретого инструмента, опрессовка на разработанном оборудовании осуществляется однократным воздействием на резинку ультразвуковым излучателем.

Внедрение разработки на СООО «Белвест» позволило: повысить производительность процесса опрессовки в 2–3 раза, существенно снизить энергозатраты, исключить прилипание расплавленного материала к поверхности инструмента и обеспечить равномерное оплавление по периметру и толщине обувной резинки, а также обеспечить экологическую безопасность процесса.

При ультразвуковом тиснении заготовка из кожи (рис. 2) помещается между излучателем 1 и клише 3 (рис. 2 а). После чего излучатель опускается, создавая требуемое давление на заготовку (рис. 2 б). В этом положении происходит генерация ультразвуковых колебаний, которые посредством рабочего торца излучателя передаются на заготовку, вызывая циклическую деформацию материала там, где она находится в контакте с рельефом клише. В результате, кожа локально нагревается и принимает обратную форму рисунка клише. После заданного времени тиснения (0,3–1,5 с) и времени выдержки (1,0 с) под давлением акустическая система возвращается в исходное состояние (рис. 2 с).

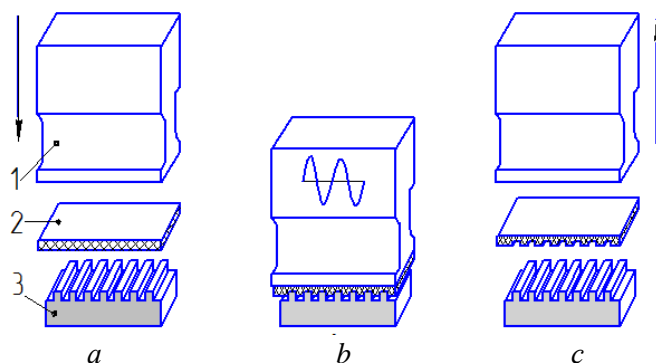


Рисунок 2 – Схема ультразвукового тиснения:

а – исходное положение акустической системы, б – сжатие–генерация ультразвуковых колебаний – выдержка под давлением, с – конечное положение акустического узла (1 – излучатель, 2 – заготовка из кожи, 3 – клише)

Время генерации ультразвука, усилие прижима и амплитуда колебаний является самыми важными параметрами, с помощью которых можно управлять процессом ультразвукового тиснения [4]. Нагревание с помощью ультразвуковых колебаний – эффективный способ генерации теплоты для тиснения и создания точного рельефа на поверхности кожи. Запуск и остановку ультразвукового пресса можно производить в любое время. Необходимое количество тепла в материале кожи генерируется за доли секунды. Благодаря этому, суммарный эффект экономии электроэнергии достигает до 90 % по сравнению с тиснением на термопрессе. Кроме кожи, с помощью ультразвука можно выполнить тиснение по различным тканым и нетканым материалам, таким как искусственная кожа, текстильные ткани и другим термопластичным полимерным материалам.

Разработанное ультразвуковое оборудование можно использовать для резки термопластичных материалов, синтетических тканей, пищевых продуктов, хлебобулочных и кондитерских изделий и т. д.

Список использованных источников

1. Appleby, Chelsea Katen. Development of Fabric Seaming for Clothing Using Ultrasonic Sealing Technique / Appleby, Chelsea Katen // Senior Honors Theses. – 2009. – P. 229.
2. Flood, G., Ultrasonic Bonding of Nonwovens / Flood, G. // Tappi Journal, May, 1989.–P. 165.
3. Рубаник, В. В. Оборудование ультразвуковой опрессовки края обувной резинки / В. В. Рубаник, В. Ф. Луцко, М. М. Бачек, С. Н. Шрубиков, О. С. Попова, Д. Д. Шурмелевич // Полимерные материалы и технологии. – Т. 1 (2015). – № 2. – 57–61.
4. Рубаник, В. В. Технология и оборудование ультразвукового тиснения по коже / В. В. Рубаник, В. Ф. Луцко, С. Н. Шрубиков, О. С. Попова, М. М. Бачек // Международная научная конференция «Техническая акустика: разработки, проблемы, перспективы» Материалы конференции 26–29 сентября 2016 года. – Витебск.