

УДК 621.791.16

Разработка лабораторной установки ультразвуковой сварки нетканых материалов

**Кузнецов А. А., д.т.н., проф.,
Науменко А. М. к.т.н., доц.,
Буткевич В. Г., к.т.н., доц.,
Юрченко О. Н., асп.**

Витебский государственный
технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. Ультразвуковая сварка (УЗС) является одним из наиболее эффективных методов изготовления средств индивидуальной защиты (обноразовых плоских масок и респираторов типа N95). В отличие от швейного оборудования, УЗС не прокалывает материал, сохраняя его защитные свойства. Сварка происходит за 0,1–1,0 сек, что позволяет интегрировать узлы УЗС в высокоскоростные автоматические линии. Оборудованию не требуется время на предварительный разогрев. Технология УЗС позволяет выполнять прецизионные швы с минимальными припусками.

В данной статье рассматриваются конструкция и система управления экспериментальной установки на базе генератора УПСК-7Н (26,5 кГц) и контроллера Arduino Uno. Установка оснащена пьезокерамическим преобразователем с акустической развязкой и шаговым приводом на основе ременной передачи. Для фиксации образцов используется зажимное приспособление с тензодатчиком, позволяющим с высокой точностью контролировать усилие прижатия сварочного наконечника. Автоматизация процесса реализована на платформе Arduino. Система включает OLED-дисплей для мониторинга данных, драйвер X113647 для управления двигателем и микросхему HX711 для преобразования сигналов с тензодатчика. Программное обеспечение позволяет регулировать статическое давление и время выдержки. Разработанная экспериментальная установка позволяет проводить точную настройку параметров УЗС. Дальнейшие исследования будут направлены на поиск оптимальных режимов (времени, давления и энергии) в зависимости от физико-механических свойств и геометрии свариваемых нетканых материалов.

Ключевые слова: ультразвуковая сварка, медицинская маска, нетканые материалы, лабораторная установка.

Ультразвуковая сварка с каждым годом становится все более актуальным методом в производстве медицинских масок, особенно в свете глобальных вызовов, связанных с эпидемиями и пандемиями.

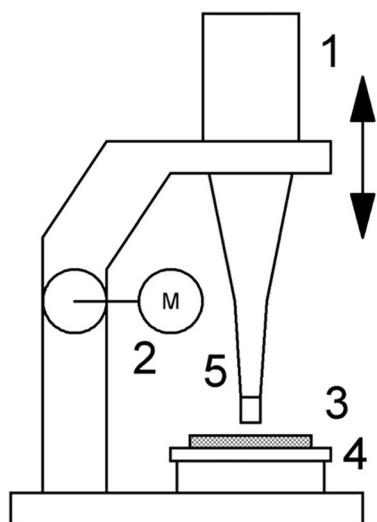
Данный технологический процесс позволяет быстро и эффективно соединять материалы, что существенно увеличивает производственные мощности. Это особенно важно в условиях высокого спроса на медицинские маски, как это было во время пандемии COVID-19. Метод обеспечивает надежные и прочные соединения без повреждения материалов. Это критически важно для медицинских масок, поскольку герметичность и целостность материалов напрямую влияют на их защитные свойства. Ультразвуковая сварка исключает необходимость в использовании клеев и дополнительных химических веществ, что делает продукцию более безопасной для человека и снижает риск аллергических реакций. Сваренные ультразвуком швы обладают высокой устойчивостью к воздействиям внешней среды, что обеспечивает долговечность и надежность медицинских изделий, особенно в условиях повышенной влажности. Автоматизация УЗС позволяет существенно снизить затраты и повысить эффективность производства, что является критически важным в условиях растущей конкуренции. Процесс сварки не требует дополнительных расходных материалов и производит минимальное количество отходов, что способствует более устойчивому производству.

Принцип многослойного сплавления нетканых материалов из химических волокон состоит в использовании высокочастотного трения между контактными поверхностями для быстрого генерирования тепла между молекулами. Под определенным давлением он может сваривать ткани или пленки из ПВХ. Часто используемые при сварке нетканых материалов частоты составляют 20 кГц и 15 кГц. Ультразвуковая энергия проникает в материал, чтобы сплавить их вместе. Обычно на сварочной головке делаются зубчатые, сетчатые и полосковые узоры, которые образуют узор на поверхности плавленого изделия. Таким образом, изготавливаются как одноразовые плоские маски, так и маски N95, а ушные ремни маски также свариваются ультразвуковой сваркой.

С помощью ультразвука можно сваривать как однородные, так и разнородные материалы различной толщины. Свариваемость отдельных видов полимерных материалов зависит от физико-механических свойств материалов, от содержания в них наполнителей, а также от размеров свариваемых заготовок, способа их изготовления и др. Оптимальное время сварки для каждого вида изделия определяется при отработке технологических режимов. Время ультразвукового воздействия – от долей секунды до нескольких секунд.

Разработана конструкция лабораторной установки для исследования УЗС нетканых материалов (рис. 1).

Пьезокерамический преобразователь (1) подключается к ультразвуковому генератору марки УРСК-7Н с рабочей частотой 26,5 кГц. Необходимое усилие прижима обеспечивается шаговым приводом (2), который перемещается сварочный наконечник с помощью реечной передачи. Преобразователь колебаний и волновод установлены с акустической развязкой колебательной системы от корпуса установки. Составные части жестко



- 1 – пьезокерамический преобразователь; 2 – шаговый привод;
3 – свариваемое изделие;
4 – площадка; 5 – сварочный наконечник

Рисунок 1 – Конструкция лабораторной установки для исследования УЗС нетканых материалов

закрепляются в корпусе. Свариваемое изделие (3) фиксируется зажимным приспособлением на площадке (4), в основании которой установлен тензодатчик для измерения усилия прижатия сварочного наконечника (5).

Рабочий цикл сварки определяется последовательностью приложения статического давления $P_{ст}$, включения и прохождения ультразвукового импульса, выдержки изделия под давлением и снятия давления с последующим удалением сварного соединения из матрицы.

Для управления работой установки разработана система, показанная на рисунке 2. В качестве устройства управления используется плата Arduino Uno (U2), для отображения информации применяется OLED-дисплей (U1). Управление шаговым двигателем (M1) осуществляется дискретными импульсами с помощью драйвера X113647 (U3). Измерение усилия осуществляется тензодатчиком (R2–R5) с использованием преобразователя на микросхеме HX711 (U4).

Программа управления системой разработана на языке Arduino C, которая позволяет регулировать статическое давление прижатия сварочного наконечника и время прижатия.

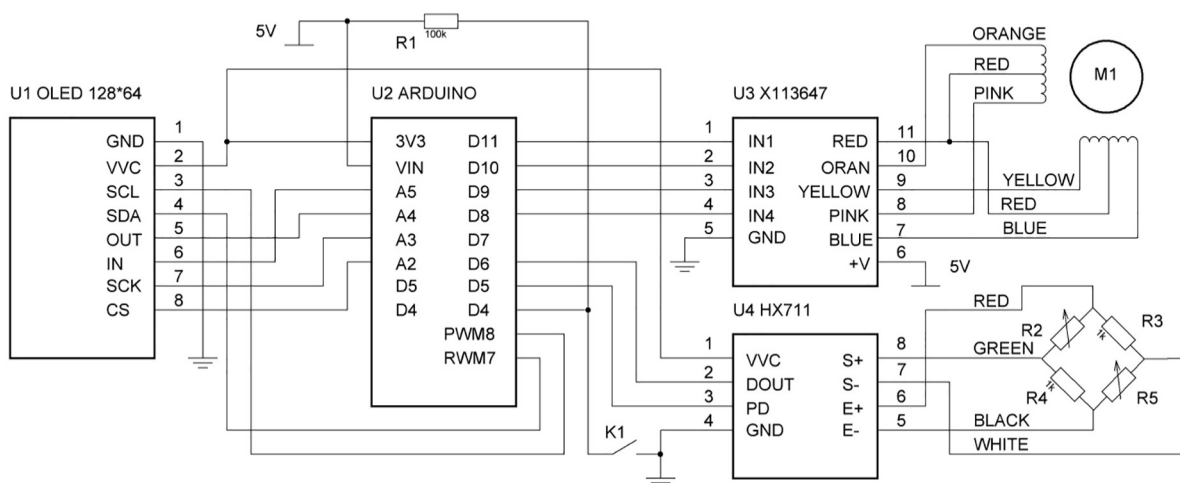


Рисунок 2 – Конструкция лабораторной установки для исследования УЗС нетканых материалов

Дальнейшими направлениями исследования является определение оптимальных параметров режима ультразвуковой сварки нетканых материалов зависящих от физико-механических свойств, формы и размеров свариваемых образцов, рабочего цикла сварки и других факторов. Экспериментальная проверка данных режимов будет осуществляться на разработанной установке.

Список использованных источников

1. Клубович, В. В. Технологии изготовления и обработки специальных периодических профилей: монография / В. В. Клубович, В. А. Томило. – Минск: БНТУ, 2007. – С. 296
2. Агрант, В. А. Ультразвуковая технология: монография / В. А. Агрант, В. И. Башкиров, Ю. И. Китайгородский, Н. Н. Хавский. – Москва, Металлургия, 1974. – 503 с.
3. Ультразвуковая сварка полимеров = Ultrasonic polymer welding / В. В. Клубович [и др.] // Современные методы и технологии создания и обработки материалов : сборник научных трудов : в 3 кн. / Национальная академия наук Беларуси, Физико-технический институт ; гл. ред. А. В. Белый. – Минск : ФТИ НАН Беларуси, 2017. – Кн. 1 : Материаловедение. – 2017. – С. 130–136.

УДК 677.076.49

Влияние пропитки на гигроскопические свойства нетканых материалов

**Карнилов М. С., асп.,
Рыклин Д. Б.,
д.т.н., проф., зав. каф.**

Витебский государственный
технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. Сорбирующие материалы и изделия медицинского назначения представляют собой одну из наиболее значимых и динамично развивающихся категорий товаров, используемых в здравоохранении. Их роль заключается в обеспечении контроля над биологическими жидкостями, ускорении процессов заживления ран, профилактике инфицирования и снижении риска осложнений. Современный ассортимент сорбирующих материалов изготавливается как из традиционных материалов (хлопок, искусственные волокна), так и из инновационных, включая альгинаты, гидрогели, полиуретановые пенки, наноструктурированные волокна.

Современные сорбирующие изделия включают гемостатические материалы, перевязочные средства и раневые покрытия. Одним из перспективных направлений разработки раневых покрытий является получение на-