

**ПЕРЕНОСНОЙ АППАРАТ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СВАРКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ
ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ**

Рубаник В.В., Луцко В.Ф., Басов Ю.А., Попова О.С.

ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», г. Витебск, Беларусь

Ультразвуковая сварка позволяет реализовать очень ценные технологические свойства процесса, такие как низкая требовательность к состоянию свариваемых поверхностей; локальное выделение тепла в зоне сварки и отсутствие перегрева материала; сварка материалов с узким интервалом кристаллизации; возможность сварки разнородных и разнотолщинных полимерных материалов. Ультразвуком хорошо сваривается большая группа термопластичных полимеров. Некоторые полимеры, например, полистирол, лавсан и другие, свариваются только ультразвуком.

Вместе с тем, в ряде случаев заменить малопроизводительные механические способы соединения и экологически опасные операции склеивания на высокопроизводительные и экологически безопасные операции по соединению деталей из термопластичных полимеров с помощью ультразвуковой сварки не представляется возможным, так как часто специфика и условия производства не позволяют использовать стационарное ультразвуковое оборудование. Например, при сварке крупногабаритных деталей с большой площадью перекрытия, а также при отсутствии концентраторов энергии на свариваемых поверхностях и недоступности мест соединения для стационарного оборудования. Для производства такого рода работ используют переносное ультразвуковое оборудование. Однако, недостаточная эффективность существующего оборудования, обусловленная нестабильностью и непредсказуемостью, в первую очередь, его двух базовых узлов: электронного генератора, вырабатывающего электрические колебания необходимой частоты заданной мощности и преобразователя энергии электрических колебаний в механические колебания, сдерживает широкое внедрение указанного оборудования в производство.

В ИТА НАН Беларуси на базе современной цифровой схемотехники разработан переносной ультразвуковой аппарат (рис.1, табл.1), обеспечивающий:

- цифровой синтез частоты генерации – возможность мгновенной установки любой частоты генерируемых колебаний в рабочем диапазоне генерации с точностью 0,1 Гц;
- возможность создания частотно-временных профилей генерации;
- автоматическую подстройку частоты генерации на резонанс преобразователя;
- КПД преобразования электрической энергии в ультразвуковую - более 90%;
- защиту от коротких замыканий в цепи преобразователя;
- низкий уровень создаваемых помех в питающей сети;
- автоматическую подстройку импеданса выходного каскада генератора;
- безопасную работу генератора на холостом ходу;
- использование централизованного цифрового управления всеми модулями генератора позволяет относительно просто изменять алгоритм работы генератора, что дает возможность разрабатывать генераторы под конкретные требования условия производства;
- поддержание выходной мощности на заданном уровне при любых изменениях внешних условий (температура, входное напряжение и прочее);
- реализацию требуемых алгоритмов управления процессами – возможность управлять исполнительными устройствами, подключаемыми к генератору;
- возможность подключения генератора к компьютеру для обмена данными (управление работой генератора, протоколирование работы оборудования и прочее).

Таблица 1 – Технические характеристики аппарата для ультразвуковой сварки термопластов

Наименование характеристики	Величина показателя
Напряжение питания, В/Гц	230/50
Выходная мощность, Вт	250
Частота выходного напряжения, кГц	40

Продолжение таблицы 1

Время сварки, с	0,1 - 3
Масса генератора, не более, кг	1,5
Масса сварочного пистолета, не более, кг	1

Аппарат состоит из электронного генератора и сварочного пистолета, соединенных силовым кабелем и проводом дистанционного управления. Внутри корпуса сварочного пистолета находится пьезоэлектрический преобразователь ультразвуковых колебаний, к выходному торцу которого посредством резьбового соединения крепится излучатель. С помощью сменных излучателей со сварочными наконечниками различной конфигурации (рис.1,в) можно эффективно производить точечную сварку термопластичных материалов, развальцовку заклепок и запрессовку в них металлических изделий и др.



а



в

Рисунок 1 – Внешний вид аппарата для ультразвуковой сварки термопластичных полимеров (а) и излучателей с различной формой сварочных наконечников (в)

Ультразвуковая точечная сварка осуществляется путем проникновения наконечника излучателя через верхнюю деталь в нижнюю на глубину, равную половине толщины верхней детали (рис.2). Благодаря трению на границе раздела металл- полимер выделяется тепловая энергия, необходимая для плавления пластмассы. Одновременно расплав пластмассы от второй детали течет в уже оплавленную область верхней детали, создавая прочное молекулярное соединение при затвердевании. С помощью точечной сварки можно соединять крупногабаритные детали с большой площадью перекрытия в труднодоступных местах. Примером является ультразвуковая сварка полипропиленовых конвейерных лент транспортеров пометоудаления, яйцесбора, выгрузки птицы из птицеводческого оборудования.

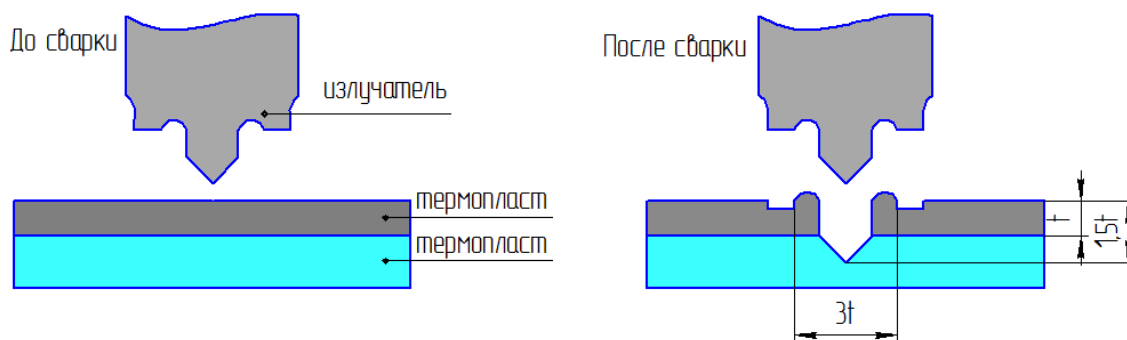


Рисунок 2 – Схема ультразвуковой точечной сварки термопластичных полимеров

Ультразвуковая развальцовка заклепок является альтернативой сварке, когда две соединяемые детали состоят из разнородных материалов (рис.3). Как правило, металлическая деталь с выполненными в ней отверстиями укладывается на деталь из термопласта с формовочными выступами. Колеблющийся наконечник излучателя, прижатый к пластмассовому выступу, создает трение на границе металл – полимер, нагревая и плавя полимерный материал. В результате формируется полимерная

заклепка, соответствующая конфигурации наконечника. После выключения колебаний расплав термопласта затвердевает, скрепляя вместе разнородные материалы.

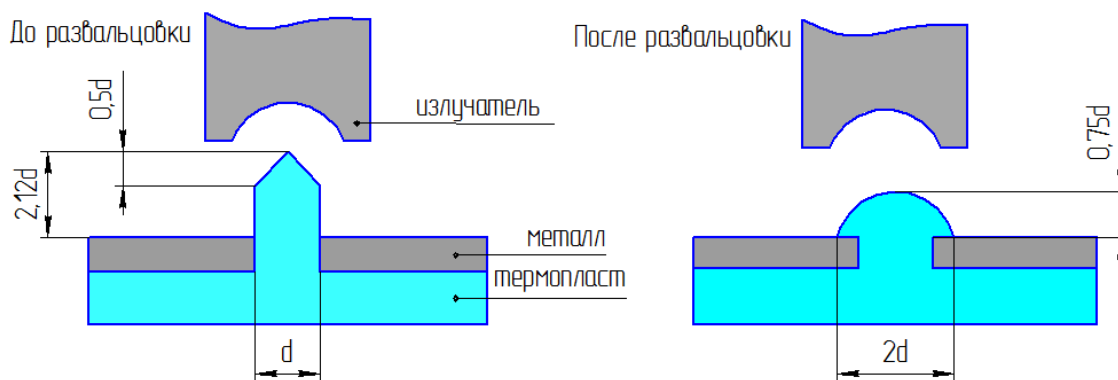


Рисунок 3 – Схема ультразвуковой развальцовки заклепок

Ультразвуковая запрессовка производится вводом металлической вставки в готовое отверстие меньшего диаметра, выполненное в термопласте (рис.4). Излучатель, контактирующий со вставкой, возбуждает в ней ультразвуковые колебания, которые на границе раздела металла и пластмассы вызывают разогрев и плавление материала. Под давлением излучателя вставка движется вдоль отверстия до упора. Расплавленная пластмасса, при этом, затекает в зазубренности и надрезы вставки. После выключения колебаний пластмасса затвердевает, прочно закрепляя вставку.

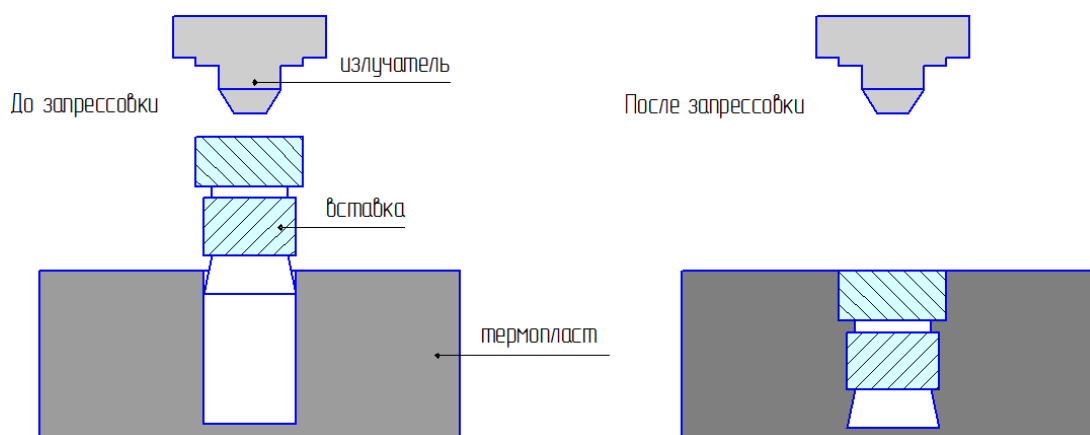


Рисунок 4 – Схема ультразвуковой запрессовки металлических вставок в термопластичный материал

Конструкция и схемотехника аппарата разработаны с использованием передовых компьютерных технологий, основанных на использовании 3D моделирования и компьютерного стимулирования электронных процессов. Оригинальные программные алгоритмы работы аппарата позволяют достичь высокой стабильности и повторяемости процесса сварки. Легкий вес и транспортабельность аппарата, высокая скорость сварки, возможность быстрой замены сварочного инструмента позволяют значительно расширить область применения ультразвуковой сварки.