

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.

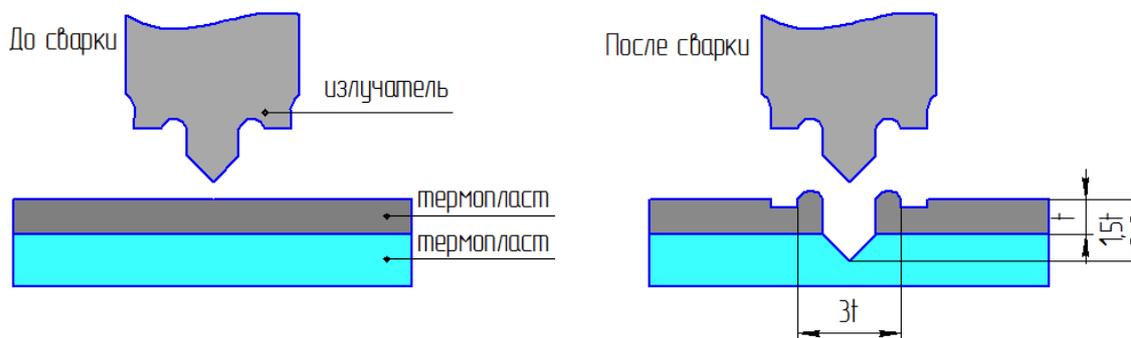


Рисунок 2 – Схема ультразвуковой точечной сварки термопластичных полимеров

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.

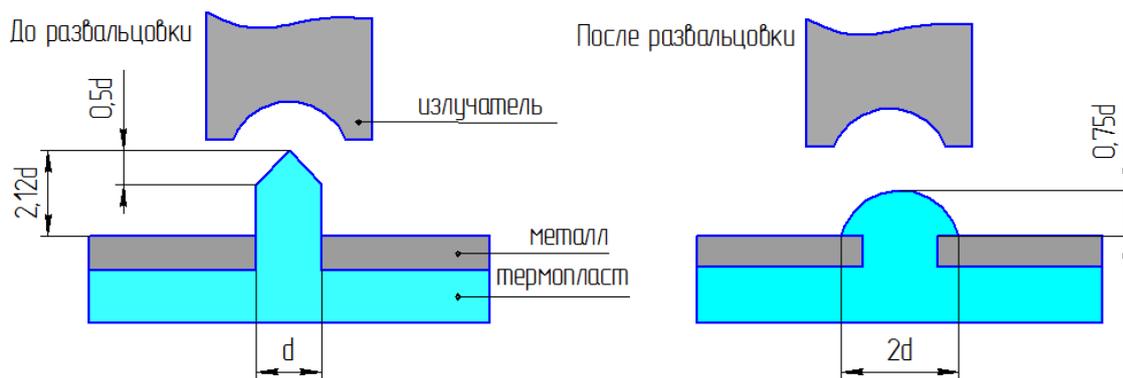


Рисунок 3 – Схема ультразвуковой развальцовки заклепок

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.

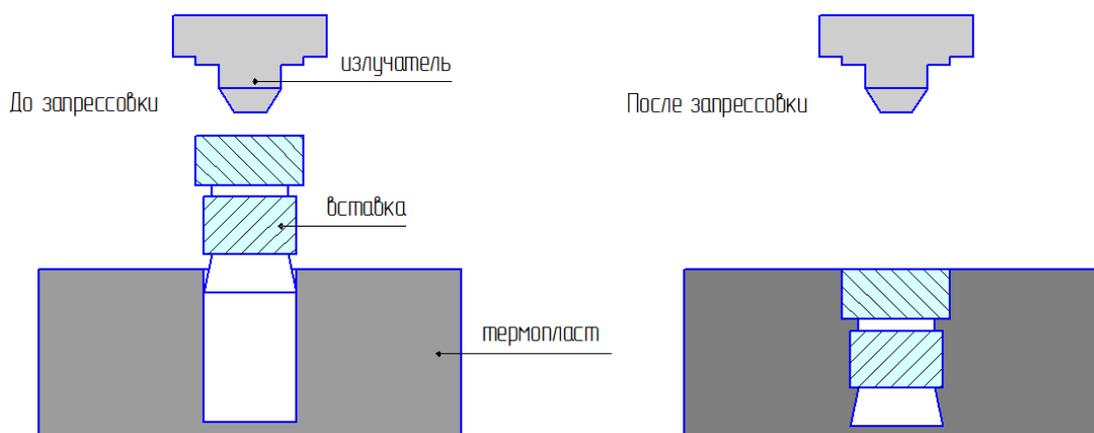


Рисунок 4 – Схема ультразвуковой запрессовки металлических вставок в термопластичный материал

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.