

**УДК 621.791.1**

## **ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СВАРКИ ТРЕНИЕМ ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ**

Надежда Александровна Бондарь

*Студент 6 курса, магистр 2 года,*

*кафедра «Машиностроительные технологии»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: С.Ю. Шачнев,*

*кандидат технических наук, заместитель генерального директора по технической части ЗАО «ЗЭМ» РКК «Энергия»*

Сварка трением перемешиванием (далее СТП) – Friction Stir Welding - метод получения неразъемных соединений, впервые предложенный в СССР [1] и реализованный в современном виде в 1991 г. [2] в Британском Институте сварки (The Welding Institute in UK - TWI). СТП относится к твердофазным способам образования соединений с использованием трения, что дает такие преимущества, как возможность соединения несвариваемых плавлением материалов и минимальные тепловые деформации в шве, что позволяет добиться 90% значений прочности на растяжение и усталостной прочности от характеристик основного материала.

Сварка ведется вращающимся нерасходуемым инструментом. Инструмент для сварки трением перемешиванием состоит из двух частей. Одна часть содержит наконечник, вторая – заплечник. Это главные части инструмента, с помощью которых осуществляется сварка. Ось инструмента наклонена относительно нормали [3].

Непосредственное влияние на технологию формирования шва при СТП оказывает конструкция инструмента. На сегодняшний день по СТП получено более 500 патентов, из них практически 80% составляют патенты, выданные применительно к конфигурации самого инструмента. Однако, т.к. данный способ сварки был мало изучен, нет нормативной документации, однозначно определяющей рекомендации для геометрии инструмента, поэтому существует необходимость проводить исследования по изменению каждого элемента геометрии инструмента для определения зависимостей и подбора рекомендаций.

В данном случае для исследования была выбрана такая часть инструмента, как заплечник. Необходимо выяснить, как влияют геометрические параметры заплечника на сварной шов. Заплечник имеет такие параметры, как диаметр, форма (вогнутый, плоский, выгнутый) и вид канавок.

Для исследования зависимостей между элементами геометрии инструмента будут проведены эксперименты по выявлению влияния заплечника, а именно:

- влияние диаметра заплечника в зависимости от начального диаметра наконечника на качество сварного шва и тепловые деформации,
- влияние вида канавок на заплечнике на качество сварного шва

Исследовать тепловые деформации было решено после неудачной сварки трением перемешиванием емкостей: при сварке вафельная структура емкости деформировалась – тонкие ребра и тонкое дно изогнулись, поэтому прототипом заготовок стали именно эти емкости.

Были разработаны чертежи похожих на емкость заготовок с учетом размеров приспособления, в которое они будут закрепляться во время сварки. Заготовки изготовлены из материала АМг6 размером 200x200x25 мм. На них выфрезерованы ребра толщиной 2 мм.

В эксперименте используется сборный инструмент, где на одной части инструмента находится наконечник, а на другой – заплечник. Для первой части эксперимента были сконструированы и изготовлены три вогнутых заплечника различных диаметров: 30, 40 и 50 мм с кольцевыми канавками. Для второй части эксперимента по исследованию влияния вида канавок на заплечнике на выходные параметры сварки был сконструирован и изготовлен один вогнутый заплечник диаметром 40 мм с двумя винтовыми канавками, выполненными по архимедовой спирали с шагом 5 мм, направление – левое, угол между заходами спиралей 180°.

Наконечник используется один: конусный с винтовой канавкой и тремя лысками. Направление винтовой канавки правое, шаг 1 мм, угол профиля канавки – 45°.

Для исследования тепловых деформаций при сварке трением перемешиванием необходимо измерить положения точек на ребрах до сварки и после сварки. Сначала на заготовках, потом на сваренных образцах на каждом ребре будут фиксироваться значения координат точек вдоль ребра с шагом 5 мм (по оси  $y$ ) и с шагом 3 мм по высоте (по оси  $z$ ). Всего получается 39 точек по длине ребра и 7 точек по высоте для одного ребра. Путем сравнения данных, полученных до и после сварки и расчетом их разницы по оси  $x$  ( $\Delta$ ), можно будет сделать вывод о степени тепловых деформаций и влиянии на них инструмента.

Контроль качества сварных швов будет производиться сначала путем визуального контроля, затем рентгенографического контроля.

Визуально можно определить:

- наличие грата на лицевой стороне шва,
- наличие непровара на лицевой стороне и в корне шва,
- наличие рыхлот, выходящих на поверхность,
- наличие раковин, выходящих на поверхность,
- постоянство ширины шва,
- величину занижения шва и др.

### **Литература**

- 1.** *Клименко Ю.В.* «Способ сварки металлов трением». Авторское свидетельство № 195846 (приоритет от 09.11.65 г.).
- 2.** *Thomas W.M., Nicholas E.D., Needham J.C., Murch M.G., Templesmith P., and Dawes C.J., G.B.* Patent Application No. 9125978.8, 1991.
- 3.** *Ерофеев В.А.* Исследование физических явлений при воздействии инструмента на металлы в процессе фрикционной сварки / *В.А. Ерофеев, Е.В. Карпухин, Р.В. Логвинов* // Сварка и диагностика. - 2010. - №1. - С. 27-33.