

ОТЗЫВ

научного руководителя, д.т.н., профессора Сидякина Виталия Александровича о диссертационной работе Люкса Дмитрия Игоревича «Исследование и разработка процесса и технологии стыковой сварки трубных переходников дугой низкого давления в поперечном магнитном поле», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии.

В производстве ракетной и космической техники для соединения элементов трубчатых конструкций из разнородных металлов применяются трубные биметаллические переходники.

Трубные переходники получают в результате механической обработки биметаллических заготовок в виде прутков, толстостенных труб, листов, полученных различными методами сварки давлением – трением, клинопрессовой, прокаткой, взрывом. Существующая технология изготовления переходников характеризуется большой трудоёмкостью и низким коэффициентом использования металлов. Кроме того, формирование соединений осуществляется в твердой фазе в процессе значительной совместной пластической деформации свариваемых металлов, что не всегда обеспечивает надежное удаление оксидных плен из зоны соединения.

При изготовлении трубных переходников из разнородных металлов нашел также применение способ стыковой сварки дугой низкого давления, при котором формирование соединений существенно отличается от существующих способов сварки давлением. Сварные соединения разнородных металлов алюминий-сталь, алюминий-титан и др. формируются по схеме сваркопайки. Нагрев торцов труб производится электрической дугой переменного тока, горящей в зазоре между ними в инертной атмосфере низкого давления.

Нагрев торцов труб осуществляется в процессе хаотического блуждания катодных пятен по их поверхности. При этом происходит также катодная очистка торцовых поверхностей от оксидных плен. При последующей осадке в процессе смачивания формируются межатомные связи, расплавленный металл выдавливается из стыка, осуществляется пластическая деформация высокотемпературной зоны соединения. При этом общая деформация торцов труб является незначительной, что позволяет использовать при изготовлении переходников тонкостенные трубные заготовки.

Однако применение стыковой сварки дугой низкого давления для изготовления переходников ограничено диаметром трубных заготовок 40 мм. Это обусловлено тем, что с увеличением диаметра заготовок получение равномерного нагрева торцов свариваемых труб в процессе хаотического блуждания катодных пятен усложняется.

Очевидно, что сварка трубных заготовок больших диаметров возможна только при существенном улучшении равномерности нагрева из торцов.

Для решения этой задачи в работе предложена новая схема процесса стыковой сварки дугой низкого давления, при которой на дугу, горящую в зазоре между торцами труб, накладывается поперечное магнитное поле, что изменяет характер движения катодных пятен – на хаотическое блуждание катодных пятен накладывается их направленное движение по окружности торцов труб.

В работе выполнен комплекс исследований и разработок, необходимых для практического использования способа стыковой сварки дугой низкого давления в поперечном магнитном поле при изготовлении трубных биметаллических переходников диаметром 40...100 мм.

Исследовано влияние поперечного магнитного поля на свойства дуги низкого давления, определена зависимость скорости движения катодных пятен от магнитной индукции и определен диапазон значений магнитной индукции, оптимальный для практического применения при стыковой сварке дугой низкого давления.

Проведены исследования дуги низкого давления, горящей в поперечном магнитном поле, как источника теплоты при нагреве трубных заготовок и определены условия, при которых обеспечивается достаточно равномерный нагрев их торцовых поверхностей.

В работе разработаны способ и конструкция устройств для создания поперечного магнитного поля в зазоре между торцами трубных заготовок, основанные на применении мощных постоянных магнитов.

Увеличение диаметра свариваемых трубных заготовок потребовало значительного повышения силы сварочного тока. Для решения этой задачи в работе разработана новая силовая схема питания дуги низкого давления, основанная на использовании сварочных инверторов постоянного тока и преобразователя на силовых IGBT – модулях, которая обеспечивает возможность выполнять сварку с током дуги до 1500 А как на переменном токе различной частоты, так и на постоянном токе различной полярности.

Наряду с исследованиями дуги низкого давления в поперечном магнитном поле в работе выполнены исследования процесса формирования по схеме сваркопайки сварных соединений трубных заготовок переходников из сплавов АМг3 и ОТ4 диаметром 70 мм, разработана технология сварки, исследована структурная и химическая неоднородность сварных соединений, изучены механические свойства и работоспособность трубных переходников.

Работа содержит большой объем экспериментальных исследований, которые подтверждают достоверность полученных результатов и сформулированных выводов.

При выполнении диссертационной работы Люкс Д.И. проявил себя как грамотный специалист, проявил глубину знаний предмета исследований, настойчивость и трудолюбие, хорошее владение современными методами экспериментальных исследований и применением микропроцессорной техники для автоматизации эксперимента и обработки его результатов.

Результаты работы достаточно полно опубликованы в печатных изданиях, в том числе, в журналах из списка ВАК, доложены на всероссийских научных конференциях.

Считаю, что диссертация Люкса Дмитрия Игоревича выполнена на актуальную тему, представляет собой законченную работу, обладающую научной новизной и практической значимостью, удовлетворяет требованиям ВАК, а диссертант является сложившимся научным исследователем и заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии.

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Технологии и системы
автоматизированного проектирования
металлургических процессов» ФГБОУ ВО
«Московский авиационный институт
(национальный исследовательский
университет)»



Сидякин

Виталий Александрович

Подпись В.А. Сидякина удостоверяю
Директор института № 11



А.В. Беспалов